

## Annexe 2

Annexe A3 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

## Méthode PEN

**MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU NIVEAU DE CONSOMMATION  
D'ÉNERGIE PRIMAIRE DES UNITES NON RESIDENTIELLES**

**Table des matières**

1	INTRODUCTION.....	6
2	DÉFINITION DE LA SURFACE D'UTILISATION.....	7
3	SCHÉMATISATION DU BÂTIMENT.....	8
3.1	Principe .....	8
3.2	Subdivision du bâtiment .....	8
4	NIVEAU DE CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE.....	9
5	BESOINS NETS EN ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE, LE REFROIDISSEMENT, L'EAU CHAUDE SANITAIRE ET L'HUMIDIFICATION .....	10
5.1	Principe .....	10
5.2	Température intérieure pour les calculs de chauffage et de refroidissement et intermittence .....	13
5.2.1	<i>Principes.....</i>	13
5.2.2	<i>Chauffage.....</i>	14
5.2.3	<i>Refroidissement.....</i>	19
5.3	Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage .....	23
5.4	Besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement .....	26
5.5	Coefficients de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle .....	31
5.6	Coefficients de transfert thermique par ventilation par partie fonctionnelle .....	32
5.6.1	<i>Principe.....</i>	32
5.6.2	<i>Coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle .....</i>	32
5.6.3	<i>Coefficients de transfert thermique par ventilation pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle .....</i>	34
5.6.4	<i>Facteur de réduction lié au préchauffage.....</i>	44
5.6.5	<i>Fraction de temps pendant laquelle la ventilation est en service....</i>	47
5.7	Production de chaleur interne .....	48
5.8	Gains de chaleur solaires .....	51
5.9	Capacité thermique effective .....	52
5.9.1	<i>Principe.....</i>	52
5.9.2	<i>Capacité thermique effective sur base de la masse du plancher.....</i>	52
5.9.3	<i>Capacité thermique effective sur base d'un calcul détaillé.....</i>	53

2	Méthode PEN 2017	
5.10	Besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire .....	54
5.10.1	<i>Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des douches et/ou baignoires .....</i>	55
5.10.2	<i>Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine .....</i>	57
5.10.3	<i>Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des autres points de puisage d'eau chaude (autre que douches et/ou baignoires et éviers de cuisine) .....</i>	59
5.11	Besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification .....	60
6	BESOINS BRUTS EN ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE, LE REFROIDISSEMENT ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE .....	62
6.1	Principe .....	62
6.2	Détermination des besoins bruts en énergie pour le chauffage et le refroidissement .....	62
6.3	Rendements du système de chauffage et de refroidissement .....	63
6.4	Fractions des besoins nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement .....	65
6.4.1	<i>Fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement.....</i>	65
6.4.2	<i>Fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage.....</i>	66
6.5	Détermination des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire	66
7	CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE, LE REFROIDISSEMENT, L'HUMIDIFICATION ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE .....	68
7.1	Principe .....	68
7.2	Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'humidification .....	68
7.2.1	<i>Chauffage et humidification.....</i>	68
7.2.2	<i>Refroidissement.....</i>	70
7.3	Répartition des besoins bruts en énergie entre générateurs préférentiels et non préférentiels .....	71
7.3.1	<i>Chauffage.....</i>	71
7.3.2	<i>Refroidissement.....</i>	78
7.4	Fraction mensuelle moyenne d'énergie apportée par free-chilling .....	80
7.5	Rendements de production pour le chauffage et le refroidissement .....	82
7.5.1	<i>Rendement de production pour le chauffage.....</i>	82
7.5.2	<i>Rendement de production pour le refroidissement.....</i>	83
7.6	Consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire ...	89
8	CONSOMMATION MENSUELLE D'ÉNERGIE AUXILIAIRE.....	90
8.1	Consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation .....	90
8.1.1	<i>Principe.....</i>	90
8.1.2	<i>Consommation d'électricité des ventilateurs.....</i>	90
8.1.3	<i>Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle à l'aide de valeurs par défaut .....</i>	91
8.1.4	<i>Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle sur base des puissances installées réelles .....</i>	91
8.1.5	<i>Fraction du temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service.</i>	94
8.2	Consommation d'électricité des circulateurs .....	94

Méthode PEN 2017		3
8.2.1	Principe.....	94
8.2.2	Règle de calcul pour la consommation d'énergie auxiliaire pour la distribution.....	94
8.2.3	Détermination de la puissance installée $P_{pump,dis,instal,j}$ .....	94
8.2.4	Détermination du temps de fonctionnement $t_{on,dis,j,m}$ .....	96
8.3	Consommation d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid	99
8.3.1	Principe.....	99
8.3.2	Méthode simplifiée.....	99
8.3.3	Méthode détaillée.....	102
8.4	Consommation d'électricité supplémentaire pour le free-chilling.....	106
8.5	Energie auxiliaire électrique pour la production de chaleur.....	108
8.5.1	Principe.....	108
8.5.2	Règle de calcul pour l'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur.....	108
8.6	Consommation d'énergie pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation.....	112
8.6.1	Consommation d'électricité pour l'échangeur de chaleur sol-eau.....	113
8.6.2	Consommation d'électricité pour le refroidissement par évaporation.....	114
9	CONSOMMATION D'ÉNERGIE POUR L'ÉCLAIRAGE.....	115
9.1	Principe.....	115
9.1.1	Variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm} r$ .....	116
9.1.2	Consommation d'électricité pour l'éclairage.....	116
9.2	Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm} r$ et de la consommation d'électricité pour l'éclairage à l'aide des valeurs par défaut	116
9.2.1	Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm} r$ .....	116
9.2.2	Détermination de la consommation d'électricité pour l'éclairage par partie fonctionnelle.....	116
9.3	Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm} r$ et de la consommation d'électricité pour l'éclairage à l'aide des données de détail de l'installation d'éclairage.....	117
9.3.1	Détermination de la variable auxiliaire $L_{rm} r$ .....	117
9.3.2	Détermination de la consommation mensuelle d'électricité par partie fonctionnelle.....	120
9.3.3	Valeur de calcul de la puissance par espace.....	133
9.3.4	Distinction entre la partie dite "éclairée naturellement" et la partie dite "éclairée artificiellement".....	134
10	CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE.....	141
10.1	Principe.....	141
10.2	La consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire.....	141
10.3	La consommation d'énergie primaire pour le chauffage et le refroidissement.....	141
10.4	La consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire.....	142
10.5	La consommation d'énergie primaire des auxiliaires.....	143
10.6	La consommation d'énergie primaire pour l'éclairage.....	144
10.7	L'économie d'énergie primaire réalisée grâce à une cogénération sur site	144
ANNEXE A COGÉNÉRATION.....		145

A.1	Principe .....	145
A.2	Détermination du rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération .....	145
A.2.1	<i>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 .....</i>	<i>145</i>
A.2.2	<i>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 .....</i>	<i>147</i>
A.3	Détermination de la consommation mensuelle d'énergie finale par une installation de cogénération .....	148
A.3.1	Règle de calcul.....	148
A.3.2	<i>Besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux, couverts par cogénération .....</i>	<i>148</i>
A.3.3	<i>Besoins nets en énergie pour l'humidification, couverts par cogénération .....</i>	<i>149</i>
A.3.4	<i>Besoins bruts en chaleur pour le refroidissement par absorption, couverts par cogénération .....</i>	<i>149</i>
A.3.5	<i>Besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire.....</i>	<i>150</i>
A.4	Détermination de la quantité d'électricité produite .....	150
A.5	Paragraphe vide .....	151
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 .....	151
ANNEXE B	PRÉ-REFROIDISSEMENT DE L'AIR DE VENTILATION.....	152
B.1	Règle de calcul .....	152
B.2	Echangeur de chaleur sol-eau .....	152
B.2.1	<i>Efficacité <math>e_{precool,m}</math> du système de pré-refroidissement.....</i>	<i>153</i>
B.2.2	<i>Température de référence pour l'abaissement de température maximal <math>\theta_{precool,ref,max,m}</math> .....</i>	<i>153</i>
B.3	Refroidissement par évaporation .....	156
B.3.1	<i>Efficacité <math>e_{precool,m}</math> du système de pré-refroidissement.....</i>	<i>157</i>
B.3.2	<i>Température de référence pour l'abaissement de température maximal <math>\theta_{precool,ref,max,m}</math> .....</i>	<i>157</i>
ANNEXE C	DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE RÉFÉRENCE POUR LA CONSOMMATION ANNUELLE CARACTÉRISTIQUE D'ÉNERGIE PRIMAIRE .....	158
C.1	Introduction .....	158
C.2	Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire et l'humidification .....	158
C.2.1	<i>Valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de chauffage et de refroidissement et intermittence .....</i>	<i>158</i>
C.2.2	<i>Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage</i>	<i>163</i>
C.2.3	<i>Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement .....</i>	<i>166</i>
C.2.4	<i>Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle .....</i>	<i>169</i>
C.2.5	<i>Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation et par in/exfiltration par partie fonctionnelle .....</i>	<i>173</i>

<i>C.2.6 Valeur de référence pour la production de chaleur interne.....</i>	<i>175</i>
<i>C.2.7 Valeur de référence pour les gains de chaleur solaires.....</i>	<i>176</i>
<i>C.2.8 Valeur de référence pour la capacité thermique effective.....</i>	<i>179</i>
<i>C.2.9 Valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification .....</i>	<i>179</i>
<i>C.2.10 Valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation .....</i>	<i>179</i>
<i>C.3 Valeur de référence pour la consommation d'énergie auxiliaire des ventilateurs et des pompes .....</i>	<i>181</i>
<i>C.3.1 Valeur de référence pour la consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation .....</i>	<i>181</i>
<i>C.3.2 Valeur de référence pour la consommation d'électricité pour la distribution .....</i>	<i>182</i>
<i>C.4 Valeur de référence pour la consommation d'énergie pour l'éclairage ..</i>	<i>183</i>
<i>C.5 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire .....</i>	<i>185</i>
<i>C.5.1 Valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire .....</i>	<i>185</i>
<i>C.5.2 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour le chauffage, humidification et le refroidissement .....</i>	<i>186</i>
<i>C.5.3 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire .....</i>	<i>186</i>
<i>C.5.4 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire des auxiliaires .....</i>	<i>187</i>
<i>C.5.5 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour l'éclairage .....</i>	<i>188</i>

## 1 Introduction

Cette annexe présente la méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des unités non résidentielles ayant une ou plusieurs fonctions spécifiques, ci-après dénommées "unités PEN".

La structure globale de la méthode est analogue à celle appliquée aux unités résidentielles, ci-après dénommées "unités PER" ; voir le chapitre 4 de l'annexe A.1 au présent arrêté (Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des unités résidentielles).

On trouvera une liste des références normatives, des définitions, des symboles, des abréviations et des indices au chapitre 1, 2 et 3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

Le Ministre peut définir des spécifications complémentaires pour déterminer l'impact des atrias ou des doubles façades ventilées sur les performances énergétiques d'une unité PEN.

## 2 Définition de la surface d'utilisation

La surface d'utilisation d'un espace ou d'un groupe d'espaces est la surface, mesurée au niveau du sol, délimitée par les parois verticales qui enveloppent l'espace ou le groupe d'espaces. Pour les escaliers et les planchers en pente, on prend en considération leur projection verticale sur le plan horizontal.

La détermination de la surface d'utilisation ne tient pas compte de :

- une cage d'escalier, une cage d'ascenseur ou un vide ;
- un mur porteur intérieur.

Lors de la détermination de la limite, on peut ne pas tenir compte d'une réservation ou d'un renforcement secondaire, ni d'un élément de construction en saillie secondaire, si sa surface au sol est inférieure à 0,5 m<sup>2</sup>.

### **3 Schématisation du bâtiment**

#### **3.1 Principe**

La performance énergétique concerne souvent un sous-volume d'un bâtiment, selon, par exemple, que les espaces sont chauffés (et/ou refroidis) ou non, selon la fonction des différentes parties, etc. C'est pourquoi, pour déterminer la performance énergétique, on subdivise par convention le bâtiment en différentes parties. Chaque sous-volume qui doit satisfaire en soi à une exigence de performance énergétique relative à un bâtiment non résidentiel, est appelé "unité PEN". Au besoin, on procède à une subdivision supplémentaire en zones de ventilation et secteurs énergétiques afin de pouvoir tenir compte correctement des différents types d'installations dans les calculs et à une subdivision supplémentaire en parties fonctionnelles afin de pouvoir considérer les spécificités d'utilisation des différentes fonctions.

#### **3.2 Subdivision du bâtiment**

Toutes les définitions, tous les principes et toutes les règles à respecter relatifs à la subdivision d'un bâtiment sont déterminées par le Ministre.

#### 4 Niveau de consommation d'énergie primaire

Le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PEN est donné par le rapport entre la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN et une valeur de référence, multiplié par 100 :

$$\text{Eq. 1} \quad E_{\text{EPNR}} = 100 \cdot \frac{E_{\text{char ann prim en cons}}}{E_{\text{char ann prim en cons, ref}}} \quad (-)$$

où :

$E_{\text{EPNR}}$  le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PEN, (-) ;

$E_{\text{char ann prim en cons}}$  la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN, calculée selon le § 10.2, en MJ ;

$E_{\text{char ann prim en cons, ref}}$  la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, comme selon l'Annexe C de la présente annexe, en MJ.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

## **5 Besoins nets en énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire et l'humidification**

### **5.1 Principe**

Les besoins nets en énergie pour le chauffage ou le refroidissement doivent être déterminés par secteur énergétique, pour tous les mois de l'année, pour être ensuite utilisés pour le calcul des besoins bruts en énergie (voir le § 6).

Pour le chauffage, les températures intérieures et de nombreux autres paramètres étant définis pour chaque fonction, il faut calculer préalablement les besoins nets en énergie mensuels par partie fonctionnelle et effectuer ensuite une sommation sur toutes les parties fonctionnelles dont se compose le secteur énergétique considéré. Le calcul de ces besoins nets en énergie mensuels par partie fonctionnelle tient compte de l'intermittence et du profil d'occupation de cette partie fonctionnelle, tels que repris au Tableau [2], ainsi que de la masse thermique de la partie fonctionnelle.

Pour le refroidissement, de nombreux paramètres étant définis pour chaque fonction, il faut calculer préalablement les besoins nets en énergie mensuels par partie fonctionnelle et effectuer ensuite une sommation sur toutes les parties fonctionnelles dont se compose le secteur énergétique considéré.

Pour l'eau chaude sanitaire, les besoins nets en énergie sont définis par fonction et calculés par point de puisage d'eau chaude (voir le § 5.10). On peut également tenir compte d'une récupération de chaleur. On distingue les points de puisage d'eau chaude comme suit :

- les douches et/ou baignoires ;
- les éviers de cuisine ;
- les autres points de puisage d'eau chaude, tels que les lavabos.

Tous les points de puisage d'eau chaude de l'unité PEN sont pris en considération.

Si les installations du bâtiment comprennent des dispositifs destinés à humidifier l'air neuf introduit dans (une partie de) l'unité PEN, on détermine la quantité d'énergie de vaporisation mensuelle nécessaire par humidificateur, compte tenu d'une éventuelle récupération d'humidité de l'air repris.

**Tableau [1] : Valeurs mensuelles de la longueur du mois ( $t_m$ ) de la température extérieure moyenne pour les calculs de chauffage ( $\theta_{e,heat,m}$ ) et pour les calculs de refroidissement ( $\theta_{e,cool,m}$ )**

Mois	$t_m$ (Ms) <sup>1</sup>	$\theta_{e,heat,m}$ (°C)	$\theta_{e,cool,m}$ (°C)
Janvier	2,6784	3,2	3,9
Février	2,4192	3,9	4,8
Mars	2,6784	5,9	6,1
Avril	2,5920	9,2	9,8
Mai	2,6784	13,3	13,8
Juin	2,5920	16,2	17,1
Juillet	2,6784	17,6	17,8
Août	2,6784	17,6	18,1
Septembre	2,5920	15,2	16,3
Octobre	2,6784	11,2	11,9
Novembre	2,5920	6,3	6,7
Décembre	2,6784	3,5	3,5

<sup>1</sup> 1 Ms, 1 Megaseconde, équivaut à 1 million de secondes.

**Tableau [2] : Profil conventionnel d'occupation pour chaque fonction**

Fonctions		Heure de début d'occupation	Heure de fin d'occupation	Jours par semaine	Fraction d'occupation par semaine $f_{pres, fct f}$
Hébergement		0h	24h	7	1,00
Bureaux		8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Enseignement		8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0h	24h	7	1,00
	Sans occ. nocturne	8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
	Salle d'opération	0h	24h	7	1,00
Rassemblement	Occupation importante	9h	24h	6 (Lu → Sa)	0,54
	Faible occupation	9h	24h	6 (Lu → Sa)	0,54
	Cafétéria / Réfectoire	8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Cuisine		10h	20h	6 (Lu → Sa)	0,36
Commerce / Services		8h	20h	6 (Lu → Sa)	0,43
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	8h	22h	6 (Lu → Sa)	0,50
	Fitness / Danse	8h	22h	6 (Lu → Sa)	0,50
	Sauna / Piscine	8h	22h	6 (Lu → Sa)	0,50
Locaux techniques		0h	24h	7	1,00
Communs		Profil d'occupation comme déterminé ci-dessous			
Autre		8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Inconnue		9h	24h	6 (Lu → Sa)	0,54

Pour la fonction "Communs" :

- Si une partie fonctionnelle occupée par cette fonction dessert une ou plusieurs parties fonctionnelles ayant toutes la même fonction, la valeur de la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" est égale à la valeur des parties fonctionnelles desservies.
- Si une partie fonctionnelle occupée par cette fonction dessert plusieurs parties fonctionnelles ayant des fonctions différentes, son profil d'occupation sera déterminé comme suit :

- heure de début d'occupation : prendre la valeur de la partie fonctionnelle desservie ayant l'heure d'occupation la plus précoce ;
  - heure de fin d'occupation : prendre la valeur de la partie fonctionnelle desservie ayant l'heure d'occupation la plus tardive ;
  - particularité de la fonction "Locaux techniques" : la détermination des heures d'occupation ci-dessus doit toujours se faire sans tenir compte de la présence d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "Locaux techniques".
- La fraction d'occupation par semaine est alors déterminée par :

$$\text{Eq. 2} \quad f_{\text{pres, fct f}} = \frac{\sum_{d=1}^7 (h_{\text{occ, end, d}} - h_{\text{occ, start, d}})}{168} \quad (-)$$

avec :

$f_{\text{pres, fct f}}$	la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle "Communs", (-) ;
$h_{\text{occ, end, d}}$	l'heure de fin d'occupation de la partie fonctionnelle "Communs" durant le jour d, en h ;
$h_{\text{occ, start, d}}$	l'heure de début d'occupation de la partie fonctionnelle "Communs" durant le jour d, en h.

## 5.2 Température intérieure pour les calculs de chauffage et de refroidissement et intermittence

### 5.2.1 Principes

Pour la détermination de la température intérieure de calcul en fonction de l'intermittence, on peut rencontrer les cas suivants :

- pour le chauffage :
  - chauffage continu (voir le § 5.2.2.1) ;
  - chauffage quasi-continu :
    - chauffage intermittent mais inertie faible (voir le § 5.2.2.2.1),
    - chauffage intermittent mais inertie importante (voir le § 5.2.2.2.2) ;
  - chauffage intermittent (voir le § 5.2.2.3) ;
- pour le refroidissement :
  - refroidissement continu (voir le § 5.2.3.1) ;
  - refroidissement quasi-continu :
    - refroidissement intermittent mais inertie faible (voir le § 5.2.3.2.1),
    - refroidissement intermittent mais inertie importante (voir le § 5.2.3.2.2) ;
  - refroidissement intermittent (voir le § 5.2.3.3).

Les hypothèses du chauffage/refroidissement continu s'appliquent aux parties fonctionnelles occupées en continu (24h/24 et 7 jours sur 7 - voir Tableau [2]) ou dont la température intérieure est constante (voir

Tableau [4] pour le chauffage et Tableau [44] pour le refroidissement).

Les hypothèses du chauffage/refroidissement quasi-continu s'appliquent aux parties fonctionnelles qui connaissent un chauffage/refroidissement intermittent mais qui ont :

- soit une inertie trop faible : dans ce cas, la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage/refroidissement de la partie fonctionnelle est considérée comme égale à sa température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage/refroidissement ;
- soit une inertie trop importante : dans ce cas, la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle est considérée comme égale à sa température intérieure de consigne pour le chauffage/refroidissement.

Enfin, les hypothèses du chauffage chauffage/refroidissement intermittent s'appliquent aux parties fonctionnelles qui connaissent un chauffage chauffage/refroidissement intermittent et qui ont une inertie moyenne.

## 5.2.2 Chauffage

### 5.2.2.1 Chauffage continu

Les fonctions :

- hébergement ;
- soins de santé - avec occupation nocturne ;
- soins de santé - salle d'opération ;
- installations sportives - hall de sport / gymnase ;

ne connaissent pas d'intermittence du chauffage (soit occupation 24h/24 et 7 jours sur 7, soit température intérieure constante).

Pour les parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions, on a donc :

$$\text{Eq. 3} \quad \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

avec :

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f}$  la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , utilisée au § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en  $^\circ\text{C}$  ;

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au

Tableau [4], en °C ;

$\theta_{i,heat,fct f,setpoint}$  la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au

Tableau [4], en °C .

### 5.2.2.2 Chauffage quasi-continu

#### 5.2.2.2.1 Inertie faible

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2.1, 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 :

$$\text{Eq. 5} \quad \tau_{\text{heat, fct } f} < 0,2 \cdot t_{\text{unocc, min, fct } f} \quad (\text{h})$$

alors on a :

$$\text{Eq. 6} \quad \theta_{i, \text{heat, fct } f} = \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{avg}} \quad (^\circ\text{C})$$

avec :

$\tau_{\text{heat, fct } f}$  la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée selon le § 5.3, 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 ;

$\theta_{i, \text{heat, fct } f}$  la température intérieure pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , utilisée au § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{avg}}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , en °C, telle que reprise au reprise au

Tableau [4].

#### 5.2.2.2.2 Inertie importante

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2.1, 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 :

$$\text{Eq. 8} \quad \tau_{\text{heat, fct } f} > 3 \cdot t_{\text{unocc, max, fct } f} \quad (\text{h})$$

alors on a :

$$\text{Eq. 9} \quad \theta_{i, \text{heat, fct } f} = \theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

avec :

$\tau_{\text{heat, fct } f}$  la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée selon le § 5.3, 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 ;

$\theta_{i, \text{heat, fct } f}$  la température intérieure pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , utilisée au § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en  $^\circ\text{C}$  ;

$\theta_{i, \text{heat, fct } f, \text{setpoint}}$  la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au

Tableau [4], en °C.

### 5.2.2.3 Chauffage intermittent

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2.1 et qui ont une inertie moyenne, c'est-à-dire qu'aucune des conditions des § 5.2.2.2.1 (Eq. 5) ou § 5.2.2.2.2 (Eq. 8) n'est remplie, on a :

$$\text{Eq. 11} \quad \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

et :

$$\text{Eq. 377} \quad \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}} + \left( \begin{array}{l} (\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}} - \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}) \cdot \\ \log_{10} \left[ \frac{2 \cdot t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} - 3 \cdot t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f} - 9 \cdot \tau_{\text{heat},\text{fct } f}}{0,2 \cdot t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} - 3 \cdot t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f}} \right] \end{array} \right) \quad (-)$$

avec :

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f}$  la valeur de calcul pour la température intérieure pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , utilisée § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au

Tableau [4], en °C ;

$\theta_{i,heat,fct f,setpoint}$  la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au

20

Méthode PEN 2017

Tableau [4], en °C ;

$t_{unocc,min,fct f}$	la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$t_{unocc,max,fct f}$	la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\tau_{heat,fct f}$	la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.3, en h.

**Tableau [3] : Paramètres numériques pour la détermination du taux d'utilisation, pour toutes les fonctions**

Chauffage		Refroidissement	
$a_{0,heat}$ (-)	$\tau_{0,heat}$ (h)	$b_{0,cool}$ (-)	$\tau_{0,cool}$ (h)
1	15	1	15

**Tableau [4] : Température intérieure de consigne pour le chauffage et température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage, par fonction**

Fonctions		$\theta_{i,heat,fct f, setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,heat,fct f, avg}$ (°C)
Hébergement		19,0	
Bureaux		21,0	16,8
Enseignement		21,0	16,8
Soins de santé	Avec occ. nocturne	23,0	
	Sans occ. nocturne	23,0	19,5
	Salle d'opération	19,0	
Rassemblement	Occupation importante	21,0	18,2
	Faible occupation	21,0	18,2
	Cafétéria / Réfectoire	21,0	16,8
Cuisine		19,0	16,4
Commerce / Services		21,0	17,6
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	13,0	
	Fitness / Danse	21,0	18,0
	Sauna / Piscine	27,0	22,5
Locaux techniques		21,0	
Communs		21,0	Déterminée comme ci-dessous
Autre		21,0	16,8
Inconnue		21,0	18,2

Pour la fonction "communs" :

La température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "communs",  $\theta_{i,heat,fct f, avg}$  dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies et se détermine comme suit :

$$\text{Eq. 13} \quad \theta_{i,heat,fct f, avg} = f_{pres,fct f} \cdot 21 + (1 - f_{pres,fct f}) \cdot 15 \quad (^\circ\text{C})$$

avec :

$\theta_{i,heat,fct f, avg}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f ayant la fonction "Communs", en °C ;

$f_{pres,fct f}$  la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle "Communs", telle que déterminée au § 5.1, (-).

**Tableau [5] : Plus courte et plus longue période de temps pendant laquelle la fonction est non occupée, par fonction**

Fonctions		$t_{unocc,min,fct f}$ (h)	$t_{unocc,max,fct f}$ (h)
Hébergement		0	0
Bureaux		14	62
Enseignement		14	62
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0	0
	Sans occ. nocturne	14	62
	Salle d'opération	0	0
Rassemblement	Occupation importante	9	33
	Faible occupation	9	33
	Cafétéria / Réfectoire	14	62
Cuisine		14	38
Commerce / Services		12	36
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	10	34
	Fitness / Danse	10	34
	Sauna / Piscine	10	34
Locaux techniques		0	0
Communs		Déterminés comme ci-dessous	
Autre		14	62
Inconnue		9	33

Pour la fonction "communs" :

- Le profil d'occupation d'une partie fonctionnelle "Communs" dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies (voir Tableau [2]).
- La plus courte et la plus longue période de temps pendant laquelle la partie fonctionnelle "Communs" est non occupée,  $t_{unocc,min,fct f}$  et  $t_{unocc,max,fct f}$ , dépendent également des fonctions des parties fonctionnelles desservies. Pour déterminer ces paramètres, il faut calculer la plus courte et la plus longue période de temps, en h, pendant laquelle aucune des parties fonctionnelles desservies n'est occupée. La détermination de ces périodes de temps doit toujours se faire sans tenir compte de la présence d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "Locaux techniques".

### 5.2.3 Refroidissement

#### 5.2.3.1 Refroidissement continu

Les fonctions :

- hébergement ;
- soins de santé - avec occupation nocturne ;
- soins de santé - salle d'opération ;

ne connaissent pas d'intermittence du refroidissement (soit occupation 24h/24 et 7 jours sur 7, soit température intérieure constante).

Pour les parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions et recourant au refroidissement actif, on a donc :

$$\text{Eq. 263 } \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{avg}} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 264 } a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = 1 \quad (-)$$

avec :

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$  la température intérieure de calcul pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en  $^\circ\text{C}$  ;

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{avg}}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en  $^\circ\text{C}$  ;

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}}$  la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en  $^\circ\text{C}$  ;

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

#### 5.2.3.2 Refroidissement quasi-continu

##### 5.2.3.2.1 Inertie faible

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.3.1, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez faible, c'est-à-dire si :

$$\text{Eq. 265 } t_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f} < 0,2 \cdot t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} \quad (\text{h})$$

alors on a :

$$\text{Eq. 266 } \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{avg}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 267 } a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = 1 \quad (-)$$

avec :

- $\tau_{cool,int,fct f}$  la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée comme indiqué ci-dessous, en h ;
- $\tau_{unocc,min,fct f}$  la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle  $f$  n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
- $\theta_{i,cool,fct f}$  la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
- $\theta_{i,cool,fct f,avg}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , en °C, telle que reprise au Tableau [44] ;
- $a_{cool,int,fct f,m}$  le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , pour le mois  $m$ , (-).

La constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$  est calculée comme suit :

**Eq. 268** (h)

$$\tau_{cool,int,fct f,m} = \frac{C_{fct f}}{3,6 \cdot \left( H_{T,cool,fct f} + \left[ \begin{array}{l} H_{V,hyg,cool,fct f,m} + H_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m} \\ + H_{V,add m,day,cool,fct f,m} + H_{V,add m,night,cool,fct f,m} \\ + H_{V,add w,day,cool,fct f,m} + H_{V,add w,night,cool,fct f,m} \end{array} \right] \right)}$$

où :

- $C_{fct f}$  la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée selon le § 5.9, en kJ/K ;
- $H_{T,cool,fct f}$  le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;
- $H_{V,hyg,cool,fct f,m}$  le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.2, en W/K ;
- $H_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m}$  le coefficient de transfert thermique mensuel par in/exfiltration de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K ;
- $H_{V,add m,day,cool,fct f,m}$  le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3, en W/K ;
- $H_{V,add m,night,cool,fct f,m}$  le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § 5.6.3.4, en W/K ;
- $H_{V,add w,day,cool,fct f,m}$  le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.5, en W/K ;
- $H_{V,add w,night,cool,fct f,m}$  le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.6, en W/K ;

### 5.2.3.2.2 Inertie importante

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.3.1, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez importante, c'est-à-dire si :

$$\text{Eq. 269} \quad \tau_{\text{cool,int,fct } f} > 3 \cdot t_{\text{unocc,max,fct } f} \quad (\text{h})$$

alors on a :

$$\text{Eq. 270} \quad \theta_{i,\text{cool,fct } f} = \theta_{i,\text{cool,fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 271} \quad a_{\text{cool,int,fct } f,m} = 1$$

avec :

$\tau_{\text{cool,int,fct } f}$	la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , déterminée selon le § 5.2.3.2.1, 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 ;
$\theta_{i,\text{cool,fct } f}$	la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en $^\circ\text{C}$ ;
$\theta_{i,\text{cool,fct } f,\text{setpoint}}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en $^\circ\text{C}$ ;
$a_{\text{cool,int,fct } f,m}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle $f$ , pour le mois $m$ , (-).

### 5.2.3.3 Refroidissement intermittent

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.3.1 et qui ont une inertie moyenne, c'est-à-dire qu'aucune des conditions des § 5.2.3.2.1 (Eq. 265) ou § 5.2.3.2.2 (Eq. 269) n'est remplie, on a :

$$\text{Eq. 272} \quad \theta_{i,\text{cool,fct } f} = \theta_{i,\text{cool,fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

et :

$$\text{Eq. 273} \quad a_{\text{cool,int,fct } f,m} = \max \left[ f_{\text{cool,fct } f} ; 1 - 3 \cdot \left( \frac{\tau_{0,\text{cool}}}{\tau_{\text{cool,fct } f}} \right) \cdot \lambda_{\text{cool,fct } f,m} \cdot (1 - f_{\text{cool,fct } f}) \right] \quad (-)$$

avec :

$\theta_{i,\text{cool,fct } f}$	la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en $^\circ\text{C}$ ;
$\theta_{i,\text{cool,fct } f,\text{setpoint}}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en $^\circ\text{C}$ ;

26

Méthode PEN 2017

$a_{cool,int,fct f,m}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , pour le mois $m$ , (-) ;
$f_{cool,fct f}$	la fraction du nombre de jours d'occupation par semaine pendant laquelle la partie fonctionnelle $f$ est refroidie à la température de consigne (sans réduction). Cette fraction est égale au nombre de jours d'occupation par semaine selon l'affectation, repris au Tableau [2], divisé par 7, (-) ;
$\tau_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$\tau_{cool,fct f}$	la constante de temps pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , déterminée selon le § 5.4, en h ;
$\lambda_{cool,fct f,m}$	le rapport mensuel déperdition-gain pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , déterminé selon le § 5.4, (-).

**Tableau [44] : Température intérieure de consigne pour le refroidissement des espaces avec refroidissement actif et température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement des espaces avec refroidissement actif, par fonction**

Fonctions		$\theta_{i,cool,fct f,setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,cool,fct f,avg}$ (°C)
Hébergement		25,0	
Bureaux		25,0	27,1
Enseignement		25,0	27,1
Soins de santé	Avec occ. nocturne	23,0	
	Sans occ. nocturne	23,0	25,1
	Salle d'opération	23,0	
Rassemblement	Occupation importante	25,0	26,4
	Faible occupation	25,0	26,4
	Cafétéria / Réfectoire	25,0	27,1
Cuisine		25,0	26,9
Commerce / Services		24,0	25,7
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	25,0	26,5
	Fitness / Danse	25,0	26,5
	Sauna / Piscine	Pas de calcul de refroidissement	
Locaux techniques		Pas de calcul de refroidissement	
Communs		25,0	Déterminée comme ci-dessous
Autre		25,0	27,1
Inconnue		25,0	26,4

Pour la fonction "communs" :

- La température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "communs",  $\theta_{i,cool,fct f,avg}$  dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies et se détermine comme suit :

$$\text{Eq. 274 } \theta_{i,cool,fct f,avg} = f_{pres,fct f} \cdot 25 + (1 - f_{pres,fct f}) \cdot 28 \quad (^\circ\text{C})$$

avec :

$\theta_{i,cool,fct f,avg}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$  ayant la fonction "Communs", en  $^\circ\text{C}$  ;

$f_{pres,fct f}$  la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle "Communs", telle que déterminée au § 5.1, (-).

- Le profil d'occupation d'une partie fonctionnelle "Communs" dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies (voir Tableau [2]).
- La plus courte et la plus longue période de temps pendant laquelle la partie fonctionnelle "Communs" est non occupée,  $t_{unocc,min,fct f}$  et  $t_{unocc,max,fct f}$ , dépendent également des fonctions des parties fonctionnelles desservies. Pour déterminer ces paramètres, il faut calculer la plus courte et la plus longue période de temps, en h, pendant laquelle aucune des parties fonctionnelles desservies n'est occupée. La détermination de ces périodes de temps doit toujours se faire sans tenir compte de la présence d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "Locaux techniques".

### 5.3 Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage

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

$$\text{Eq. 378 } Q_{heat,net,sec i,m} = \sum_f Q_{heat,net,fct f,m} \quad (\text{MJ})$$

avec :

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

$Q_{heat,net,fct f,m}$  les besoins net en énergie pour le chauffage, en tenant 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" : les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction,  $Q_{heat,net,fct f,m}$ , sont considérés être nuls durant toute l'année.

Particularité de la fonction "Enseignement" : les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction,  $Q_{heat,net,fct f,m}$ , sont considérés être nuls durant les mois de juillet et d'août.

Pour le calcul des besoins nets en énergie mensuels pour le chauffage, on détermine chaque fois par partie fonctionnelle les déperditions mensuelles totales par transmission et par ventilation à une température de calcul  $\theta_{i,heat,fct f}$  (définie au § 5.2), ainsi que les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production de chaleur interne. On établit ensuite, toujours par partie fonctionnelle, le bilan énergétique mensuel à l'aide du taux d'utilisation des gains de chaleur.

On détermine le besoin mensuel net en énergie pour le chauffage, sans tenir compte de l'intermittence, par partie fonctionnelle comme suit :

**Eq. 16** Si  $Y_{heat,fct f,m}$  est supérieur ou égal à 2,5 ou inférieur à 0, on a :

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

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

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

avec :

$$\text{Eq. 17} \quad Q_{L,heat,fct f,m} = Q_{T,heat,fct f,m} + Q_{V,heat,fct f,m} \quad (MJ)$$

$$\text{Eq. 18} \quad Q_{g,heat,fct f,m} = Q_{i,heat,fct f,m} + Q_{s,heat,fct f,m} \quad (MJ)$$

où :

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

$Q_{heat,net,fct f,m}$  le besoin net en énergie pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, en tenant compte de l'intermittence, pour le mois m, en MJ ;

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

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

$Q_{g,heat,fct f,m}$  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 ;

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

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

$Q_{i,heat,fct f,m}$  la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminée selon le § 5.7, en MJ ;

$Q_{s,heat,fct f,m}$  le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.8, en MJ.

et :

$$\text{Eq. 19} \quad Q_{T,heat,fct f,m} = H_{T,heat,fct f} \cdot (\theta_{i,heat,fct f} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad (MJ)$$

$$\text{Eq. 20} \quad Q_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{m}} = H_{V,\text{heat},\text{fct } f} \cdot (\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f} - \theta_{e,\text{heat},\text{m}}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

où :

$H_{T,\text{heat},\text{fct } f}$  le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;

$H_{V,\text{heat},\text{fct } f}$  le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.6.2, en W/K ;

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f}$  la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle  $f$  pour la détermination du besoin énergétique pour le chauffage, déterminée § 5.2, en °C ;

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

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

Le taux d'utilisation pour les gains de chaleur est déterminé par mois et par partie fonctionnelle à l'aide de la masse accessible à la chaleur et du rapport entre gain de chaleur et déperdition de chaleur. On calcule le taux d'utilisation pour le chauffage par partie fonctionnelle et par mois,  $\eta_{\text{util},\text{heat},\text{fct } f,\text{m}}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 21} \quad \text{si } Y_{\text{heat},\text{fct } f,\text{m}} \neq 1 : \eta_{\text{util},\text{heat},\text{fct } f,\text{m}} = \frac{1 - (Y_{\text{heat},\text{fct } f,\text{m}})^a}{1 - (Y_{\text{heat},\text{fct } f,\text{m}})^{a+1}} \quad (-)$$

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

où le rapport mensuel gain-déperdition par partie fonctionnelle et par mois,  $Y_{\text{heat},\text{fct } f,\text{m}}$ , est défini comme :

$$\text{Eq. 22} \quad Y_{\text{heat},\text{fct } f,\text{m}} = \frac{Q_{g,\text{heat},\text{fct } f,\text{m}}}{Q_{L,\text{heat},\text{fct } f,\text{m}}} \quad (-)$$

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

et où le paramètre numérique  $a$  relatif à la partie fonctionnelle  $f$  est donné par :

$$\text{Eq. 23} \quad a = a_{0,\text{heat}} + \frac{\tau_{\text{heat},\text{fct } f}}{\tau_{0,\text{heat}}} \quad (-)$$

avec, comme constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $\tau_{\text{heat},\text{fct } f}$ , en h :

$$\text{Eq. 24} \quad \tau_{\text{heat},\text{fct } f} = \frac{C_{\text{fct } f}}{3,6 \cdot (H_{T,\text{heat},\text{fct } f} + H_{V,\text{heat},\text{fct } f})} \quad (\text{h})$$

où :

$a_{0,\text{heat}}$  une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;

$\tau_{0,\text{heat}}$  une constante, reprise au Tableau [3], en h ;

30

Méthode PEN 2017

$C_{fct\ f}$	la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle $f$ , déterminée selon le § 5.9, en kJ/K ;
$H_{T,heat,fct\ f}$	le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.5, en kJ/K ;
$H_{V,heat,fct\ f}$	le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.6.2, en kJ/K.

#### 5.4 Besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement

Pour le refroidissement, les besoins mensuels nets en énergie doivent également être déterminés par partie fonctionnelle. On effectue ensuite une sommation sur toutes les parties fonctionnelles dont se compose le secteur énergétique  $i$  considéré. Ces besoins mensuels nets en énergie sont toujours calculés, même si l'on n'installe pas de refroidissement actif.

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

$$\text{Eq. 25} \quad Q_{cool,net,sec\ i,m} = \sum_f Q_{cool,net,fct\ f,m} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$	les besoins nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , pour le mois $m$ , en MJ ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m}$	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" : les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement des parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions,  $Q_{cool,net,fct\ f,m}$ , sont considérés être nuls durant toute l'année.

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

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

**Eq. 275** Si  $\lambda_{cool,fct\ f,m}$  est supérieur ou égal à 2,5, on a :

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

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

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = a_{cool,int,fct\ f,m} \cdot \left( Q_{g,cool,fct\ f,m} - \eta_{util,cool,fct\ f,m} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m} \right) \quad (\text{MJ})$$

avec :

$$\text{Eq. 27} \quad Q_{g,cool,fct f,m} = Q_{i,cool,fct f,m} + Q_{s,cool,fct f,m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 28} \quad Q_{L,cool,fct f,m} = Q_{T,cool,fct f,m} + Q_{V,cool,fct f,m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$\lambda_{cool,fct f,m}$	le rapport mensuel déperdition-gain de la partie fonctionnelle $f$ , comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{cool,net,fct f,m}$	le besoin mensuel net en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , en MJ ;
$a_{cool,int,fct f,m}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , pour le mois $m$ , déterminé selon le § 5.2, (-) ;
$Q_{g,cool,fct f,m}$	les gains de chaleur mensuels de la partie fonctionnelle $f$ par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$\eta_{util,cool,fct f,m}$	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, (-) ;
$Q_{L,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$Q_{T,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{V,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{i,cool,fct f,m}$	la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminée selon le § 5.7, en MJ ;
$Q_{s,cool,fct f,m}$	le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.8, en MJ.

et :

$$\text{Eq. 276} \quad Q_{T,cool,fct f,m} = H_{T,cool,fct f} \cdot (\theta_{i,cool,fct f,m} - \theta_{e,cool,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{V,cool,fct f,m} = Q_{V,hyg,cool,fct f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m} \\ + Q_{V,add m,day,cool,fct f,m} + Q_{V,add m,night,cool,fct f,m}$$

$$\text{Eq. 277} \quad + Q_{V,add w,day,cool,fct f,m} + Q_{V,add w,night,cool,fct f,m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 278} \quad Q_{V,hyg,cool,fct f,m} = \left[ \begin{array}{l} H_{V,hyg,cool,fct f,m} \cdot \\ (\theta_{i,cool,fct f,m} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}) \end{array} \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 279} \quad Q_{V,\text{in/exfiltr,cool,fct f,m}} = \left[ \begin{array}{c} H_{V,\text{in/exfiltr,cool,fct f,m}} \cdot \\ (\theta_{i,\text{cool,fct f,m}} - \theta_{e,\text{cool,m}}) \end{array} \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 280} \quad Q_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}} = \left[ \begin{array}{c} H_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}} \cdot \\ (\theta_{i,\text{cool,fct f,m}} - \theta_{e,\text{add,cool,day,m}}) \end{array} \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 281} \quad Q_{V,\text{add m,night,cool,fct f,m}} = \left[ \begin{array}{c} H_{V,\text{add m,night,cool,fct f,m}} \cdot \\ (\theta_{i,\text{cool,fct f,m}} - \theta_{e,\text{add,cool,night,m}}) \end{array} \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 282} \quad Q_{V,\text{add w,day,cool,fct f,m}} = \left[ \begin{array}{c} H_{V,\text{add w,day,cool,fct f,m}} \cdot \\ (\theta_{i,\text{cool,fct f,m}} - \theta_{e,\text{add,cool,day,m}}) \end{array} \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 283} \quad Q_{V,\text{add w,night,cool,fct f,m}} = \left[ \begin{array}{c} H_{V,\text{add w,night,cool,fct f,m}} \cdot \\ (\theta_{i,\text{cool,fct f,m}} - \theta_{e,\text{add,cool,night,m}}) \end{array} \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

où :

$H_{T,\text{cool,fct f}}$	le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminée selon le § 5.5, en W/K ;
$H_{V,\text{hyg,cool,fct f,m}}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.2, en W/K ;
$\theta_{i,\text{cool,fct f,m}}$	la température intérieure mensuelle de calcul de la partie fonctionnelle f pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;
$\theta_{e,\text{cool,m}}$	la température extérieure moyenne mensuelle pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [1], en °C ;
$\theta_{e,V,\text{cool,hyg,m}}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement, valant respectivement $\theta_{e,V,\text{cool,m}}$ , $\theta_{e,V,\text{cool,day,m}}$ ou $\theta_{e,V,\text{cool,night,m}}$ selon que la partie fonctionnelle f présente une occupation permanente, diurne ou nocturne (voir Tableau [2]). Ces valeurs sont définies au Tableau [45] en fonction du type de système de ventilation ;
$H_{V,\text{in/exfiltr,cool,fct f,m}}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K ;
$H_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3, en W/K ;
$\theta_{e,\text{add,cool,day,m}}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (mécanique) en journée pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45], en °C ;

$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § 5.6.3.4, en W/K ;
$\theta_{e,add,cool,night,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (mécanique) pendant la nuit pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45], en °C ;
$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.5, en W/K ;
$\theta_{e,add,cool,day,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (par ouverture de fenêtre) en journée pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45] (colonne (3)) , en °C ;
$H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.6, en W/K ;
$\theta_{e,add,cool,night,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (par ouverture de fenêtre) pendant la nuit pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45] (colonne (5)) , en °C ;
$t_m$	la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

**Tableau [45] : Valeurs de calculs de la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique et pour la ventilation additionnelle pour les calculs de refroidissement**

Mois	$\theta_{e,v,cool,m}$ (°C)		$\theta_{e,v,cool,day,m}$ et $\theta_{e,add,cool,day,m}$ (°C)		$\theta_{e,v,cool,night,m}$ et $\theta_{e,add,cool,night,m}$ (°C)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Janvier	3,9	16,0	4,2	16,0	3,4	16,0
Février	4,8	16,0	5,3	16,0	4,0	16,0
Mars	6,1	16,0	7,0	16,0	4,7	16,0
Avril	9,8	16,0	11,2	16,0	7,8	16,0
Mai	13,8	16,0	15,4	16,0	11,2	16,0
Juin	17,1	17,1	18,8	18,8	14,4	16,0
Juillet	17,8	17,8	19,3	19,3	15,4	16,0
Août	18,1	18,1	19,7	19,7	15,6	16,0
Septembre	16,3	16,3	17,5	17,4	14,6	16,0
Octobre	11,9	16,0	12,8	16,0	10,6	16,0
Novembre	6,7	16,0	7,2	16,0	6,0	16,0
Décembre	3,5	16,0	3,8	16,0	3,1	16,0

- Les colonnes (1), (3) et (5) s'appliquent en présence d'un système de ventilation naturelle ou d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction.
- Les colonnes (2), (4) et (6) s'appliquent en présence d'un système de ventilation simple flux par insufflation ou d'un système de ventilation mécanique double flux.
- Les colonnes (3) et (5) s'appliquent en cas de ventilation additionnelle par ouverture des fenêtres.

La température intérieure mensuelle de calcul pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement, pour les fonctions hébergement, bureaux et enseignement qui ne sont pas équipées de refroidissement actif, est reprise au Tableau [46]. Dans les autres cas cette température est déterminée par :

$$\text{Eq. 284 } \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,m} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} \quad (^\circ\text{C})$$

où :

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$  la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle  $f$  pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement actif, déterminée selon le § 5.2, en  $^\circ\text{C}$ .

**Tableau [46] : Valeurs de calcul de la température intérieure mensuelle de calcul pour la détermination du besoin en énergie pour les fonctions hébergement, bureaux et enseignement qui ne sont pas équipées de refroidissement actif**

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,m}$ ( $^\circ\text{C}$ )	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	26,1	26,6	26,6	25,8	25,0	25,0	25,0

Le taux d'utilisation pour les déperditions de chaleur est déterminé par mois et par partie fonctionnelle à l'aide de la masse accessible à la chaleur et du rapport entre déperdition de chaleur et gain de chaleur.

On calcule le taux d'utilisation pour le refroidissement par partie fonctionnelle et par mois,  $\eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,m}$ , comme suit :

**Eq. 285** Si  $\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m} \geq 0$  et  $\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m} \neq 1$  :

$$\eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,m} = \frac{1 - (\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m})^{b_m}}{1 - (\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m})^{b_m+1}} \quad (-)$$

$$\text{Si } \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m} = 1 : \eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,m} = \frac{b_m}{b_m + 1} \quad (-)$$

$$\text{Si } \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m} < 0 : \eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,m} = 1 \quad (-)$$

où le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle,  $\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m}$ , est défini comme suit :

$$\text{Eq. 32 } \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,m} = \frac{Q_{L,\text{cool},\text{fct } f,m}}{Q_{g,\text{cool},\text{fct } f,m}} \quad (-)$$

et où le paramètre numérique  $b_m$  relatif à la partie fonctionnelle  $f$  est donné par :

$$\text{Eq. 33 } b_m = b_{0,\text{cool}} + \frac{\tau_{\text{cool},\text{fct } f,m}}{\tau_{0,\text{cool}}} \quad (-)$$

avec, comme constante de temps mensuelle pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $\tau_{cool, fct f, m}$  :

$$\text{Eq. 286} \quad \tau_{cool, fct f, m} = \frac{C_{fct f}}{3,6 \cdot (H_{T, cool, fct f} + H_{V, cool, fct f, m})} \quad (h)$$

où :

$b_{0, cool}$  une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;  
 $\tau_{0, cool}$  une constante, reprise au Tableau [3], en h ;  
 $C_{fct f}$  la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée selon le § 5.9, en kJ/K ;  
 $H_{T, cool, fct f}$  le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;  
 $H_{V, cool, fct f, m}$  le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique, in/exfiltration et par ventilation additionnelle mécanique ou par ouverture de fenêtre de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement déterminé ci-dessous, en W/K.

et :

$$\text{Eq. 287} \quad H_{V, cool, fct f, m} = \frac{Q_{V, cool, fct f, m}}{(\theta_{i, cool, fct f, setpoint} - \theta_{e, cool, m}) \cdot t_m} \quad (MJ)$$

où :

$Q_{V, cool, fct f, m}$  la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-avant, en MJ ;  
 $\theta_{i, cool, fct f, setpoint}$  la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en °C ;  
 $\theta_{e, cool, m}$  la température extérieure moyenne mensuelle pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [1], en °C ;  
 $t_m$  la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

### 5.5 Coefficients de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle

On détermine les coefficients de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $H_{T, heat, fct f}$  et  $H_{T, cool, fct f}$  respectivement selon les § 7 et § 8 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en transposant le fait que le calcul énergétique s'effectue au niveau de la partie fonctionnelle  $f$  et pas au niveau du secteur énergétique  $i$ .

Les parois en contact avec les espaces adjacents chauffés (autres parties fonctionnelles, autres secteurs énergétiques, parties du volume protégé hors unité PEB, bâtiments chauffés mitoyens, etc.) ne sont pas prises en compte.

## 5.6 Coefficients de transfert thermique par ventilation par partie fonctionnelle

### 5.6.1 Principe

La réglementation (voir annexe C.3 au présent arrêté) impose des débits de ventilation de conception minimaux par espace. Des débits de ventilation de conception plus élevés sont toujours autorisés. L'équipe de construction doit les établir clairement pour chaque espace. On distingue 4 sortes de systèmes de ventilation :

- ventilation naturelle ;
- ventilation mécanique simple flux par insufflation ;
- ventilation mécanique simple flux par extraction ;
- ventilation mécanique double flux.

Dans la suite du texte, les 3 dernières catégories sont définies collectivement comme ventilation mécanique.

En raison des règles qui régissent la délimitation des secteurs énergétiques et des parties fonctionnelles (voir § 3.2), il ne peut y avoir qu'une seule sorte de système de ventilation dans une même partie fonctionnelle.

### 5.6.2 Coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation, pour les calculs de chauffage, par partie fonctionnelle, comme suit :

$$\text{Eq. 35} \quad H_{V,\text{heat},\text{fct } f} = H_{V,\text{in/exfilt},\text{heat},\text{fct } f} + H_{V,\text{hyg},\text{heat},\text{fct } f} \quad (\text{W/K})$$

où :

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

$H_{V,\text{in/exfilt},\text{heat},\text{fct } f}$  le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § 5.6.2.1, en W/K ;

$H_{V,\text{hyg},\text{heat},\text{fct } f}$  le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § 5.6.2.2, en W/K.

#### 5.6.2.1 Coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On détermine le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle comme suit :

$$\text{Eq. 36} \quad H_{V,\text{in/exfilt},\text{heat},\text{fct } f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt},\text{heat},\text{fct } f} \quad (\text{W/K})$$

$$\text{Eq. 37} \quad \dot{V}_{\text{in/exfilt},\text{heat},\text{fct } f} = 0,04 \cdot \dot{V}_{50,\text{heat}} \cdot A_{T,E,\text{fct } f} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

où :

$H_{V,in/exfilt,heat,fct f}$	le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W/K ;
$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct f}$	le débit moyen d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en m <sup>3</sup> /h ;
$\dot{v}_{50,heat}$	le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, en m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ) ;
$A_{T,E,fct f}$	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>2</sup> (voir également le § 5.5), en m <sup>2</sup> .

Si une mesure de débit d'air de l'ensemble de l'unité PEN (ou, le cas échéant, d'une partie plus grande du volume protégé) est présentée, le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de chauffage,  $\dot{v}_{50,heat}$ , est de :

$$\text{Eq. 38} \quad \dot{v}_{50,heat} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad (\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2))$$

avec :

$A_{test}$	la surface totale (sur base des dimensions extérieures) des parois qui enveloppent le volume mesuré lors de l'essai d'étanchéité à l'air, à l'exception des parois contiguës à des espaces chauffés, en m <sup>2</sup> ;
$\dot{V}_{50}$	le débit de fuite à 50 Pa de l'enveloppe extérieure, en m <sup>3</sup> /h, déduit de la mesure de l'étanchéité à l'air conforme à la méthode A de la norme NBN EN 13829 et aux spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

Sinon, la valeur par défaut suivante est d'application pour  $\dot{v}_{50}$  : 12 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>).

### 5.6.2.2 Coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

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

$$\text{Eq. 39} \quad H_{V,hyg,heat,fct f} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,heat,fct f} \cdot r_{preh,heat,fct f} \cdot f_{vent,heat,fct f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct f} \quad (\text{W/K})$$

où :

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

<sup>2</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  $A_{T,E,fct f}$ .

$f_{\text{reduc,vent,heat,fct f}}$	un facteur de réduction pour la ventilation dans la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de chauffage. La valeur par défaut de $f_{\text{reduc,vent,heat,fct f}}$ est 1 ; des valeurs plus favorables sont à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$r_{\text{preh,heat,fct f}}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie de chauffage dans la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de chauffage et déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;
$f_{\text{vent,heat,fct f}}$	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], (-) ;
$\dot{V}_{\text{hyg,fct f}}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle, en m <sup>3</sup> /h.

Si le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans un espace est inférieur à la valeur minimale telle que définie par l'annexe C.3 au présent arrêté, on calcule  $H_V$  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.

### 5.6.3 Coefficients de transfert thermique par ventilation pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

Pour la détermination des besoins en refroidissement, on fait la distinction entre l'in/exfiltration, la ventilation hygiénique, et d'éventuelles stratégies de ventilation additionnelle mécanique en journée ou pendant la nuit, et de ventilation additionnelle par ouverture des fenêtres en journée ou pendant la nuit.

#### 5.6.3.1 Coefficient mensuel de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

On détermine le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$  comme suit :

$$\text{Eq. 41} \quad H_{V,\text{in/exfilt,cool,fct f}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,fct f}} \quad (\text{W/K})$$

$$\text{Eq. 42} \quad \dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,fct f}} = 0,04 \cdot \dot{V}_{50,\text{cool}} \cdot A_{T,E,\text{fct f}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

où :

$H_{V,\text{in/exfilt,cool,fct f}}$  le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , en W/K ;

$\dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,fct f}}$  le débit moyen d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment pour les calculs de refroidissement dans la partie fonctionnelle  $f$ , en m<sup>3</sup>/h ;

$\dot{V}_{50,\text{cool}}$  le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de refroidissement, tel que déterminé ci-après, en m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) ;

$A_{T,E, fct f}$  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>3</sup> (voir également § 5.5), en  $m^2$ .

Si une mesure de débit d'air de l'ensemble de l'unité PEN (ou, le cas échéant, d'une partie plus grande du volume protégé) est présentée, le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de refroidissement,  $\dot{v}_{50,cool}$  :

$$\text{Eq. 43} \quad \dot{v}_{50,cool} = \dot{v}_{50,heat} \quad (m^3/(h.m^2))$$

où :

$\dot{v}_{50,heat}$  le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de chauffage, tel que déterminé au § 5.6.2.1, en  $m^3/(h.m^2)$ .

Sinon, la valeur par défaut suivante est d'application pour  $\dot{v}_{50}$  :  $0 m^3/(h.m^2)$ .

### 5.6.3.2 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle $f$

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

$$\text{Eq. 44} \quad H_{V,hyg,cool,fct f,m} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,cool,fct f} \cdot r_{preh,cool,fct f} \cdot r_{precool,fct f,m} \cdot f_{vent,cool,fct f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct f} \quad (W/K)$$

où :

$H_{V,hyg,cool,fct f,m}$  le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , en  $W/K$  ;

$f_{reduc,vent,cool,fct f}$  un facteur de réduction pour la ventilation dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement. La valeur par défaut de  $f_{reduc,vent,cool,fct f}$  est 1 ; des valeurs plus favorables sont à déterminer selon les règles déterminées par le Ministre, (-) ;

$r_{preh,cool,fct f}$  un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie pour le refroidissement dans la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;

$r_{precool,fct f,m}$  un facteur multiplicateur mensuel pour l'effet du prérefroidissement de l'air de ventilation dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon l'Annexe B de la présente annexe, (-) ;

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

<sup>3</sup> Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre la fonction  $f$  et des espaces contigus chauffés ne sont pas prises en considération dans la détermination de  $A_{T,E, fct f}$ .

$\dot{V}_{\text{hyg, fct f}}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle  $f$ , en  $\text{m}^3/\text{h}$ , déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2.

### 5.6.3.3 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $H_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}}$ , comme suit :

$$H_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}} = 0,34 \cdot r_{\text{preh, cool, fct f}} \cdot r_{\text{precool, fct f, m}} \cdot b_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}} \cdot f_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}} \cdot (\dot{V}_{\text{add, fct f}} - \dot{V}_{\text{hyg, fct f}} \cdot f_{\text{reduc, vent, cool, fct f}}) \quad (\text{W/K})$$

Eq. 288

où :

$r_{\text{preh, cool, fct f}}$  un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie pour le refroidissement dans la partie fonctionnelle  $f$  considérée et déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;

$r_{\text{precool, fct f, m}}$  un facteur multiplicateur mensuel pour l'effet du prérefroidissement de l'air de ventilation pour les calculs de refroidissement dans la partie fonctionnelle  $f$  considérée et déterminé selon l'annexe B, (-) ;

$b_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}}$  un facteur de correction de la température déterminé selon le § 0 ;

$f_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;

$\dot{V}_{\text{add m, fct f}}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle  $f$ , en  $\text{m}^3/\text{h}$ . La valeur par défaut est égale au débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique. D'autres valeurs peuvent être considérées sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre ;

$\dot{V}_{\text{hyg, fct f}}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle  $f$ , en  $\text{m}^3/\text{h}$ .

$f_{\text{reduc, vent, cool, fct f}}$  un facteur de réduction de la ventilation pour les calculs de refroidissement dans la partie fonctionnelle  $f$  considérée. La valeur par défaut de  $f_{\text{reduc, vent, cool, fct f}}$  est 1 ; des valeurs plus favorables sont à déterminer selon les règles spécifiées par le Ministre, (-) ;

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée que dans les parties fonctionnelles équipées de systèmes de ventilation mécanique simple flux par insufflation, de ventilation mécanique simple flux par extraction ou de ventilation mécanique double flux.



### 5.6.3.3.1 Facteur de correction de la température

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", le facteur de correction de la température pour le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée pour les calculs de refroidissement,  $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ , est déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 289} \quad b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = -0,3 \cdot \lambda'_{cool,day,fctf,m} + 1 \quad (-)$$

avec :

$$\text{Eq. 290} \quad \lambda'_{cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

où :

$\lambda'_{cool,fct\ f,m}$	le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle en ne considérant pas les ventilations additionnelles, (-) ;
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée au § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{g,cool,fct\ f,m}$	le gain de chaleur mensuel de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ.

Dans les autres parties fonctionnelles, le facteur de correction de la température  $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$  vaut 0.

### 5.6.3.3.2 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en en journée est en service pour les calculs de refroidissement,  $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ , est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 291} \quad f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fctf}; 0,5 \cdot e^{-1,25 \cdot \lambda'_{cool,day,fctf,m}}\right\} \quad (-)$$

où :

$f_{vent,cool,fct\ f}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;
$\lambda'_{cool,day,fct\ f,m}$	le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle en ne considérant pas les ventilations additionnelles, déterminé selon le § 0, (-) ;

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle mécanique en journée, la fraction du temps conventionnelle  $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$  vaut 0.

Dans les autres parties fonctionnelles, la fraction du temps conventionnelle  $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$  vaut 0.

#### 5.6.3.4 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ , comme suit :

$$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f} \cdot \bar{f}_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f} \quad (\text{W/K})$$

Eq. 292

où :

- $r_{preh,cool,fct\ f}$  un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie pour le refroidissement dans la partie fonctionnelle  $f$  considérée et déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;
- $C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f}$  un facteur de correction pour tenir compte des effets dynamiques :  
 - plancher surélevé avec  $D_J \leq 180$  kJ/(m<sup>2</sup>.K) ou faux plafond fermé :  $C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f} = 0,7$  ;  
 - autrement :  $C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f} = 1$ , (-) ;
- $\bar{f}_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit est en service dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.4.1, (-) ;
- $\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle  $f$ , en m<sup>3</sup>/h. La valeur par défaut est égale au débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique. D'autres valeurs peuvent être considérées sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre.

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit que dans les parties fonctionnelles équipées de systèmes de ventilation mécanique simple flux par insufflation, de ventilation mécanique simple flux par extraction ou de ventilation mécanique double flux.

##### 5.6.3.4.1 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit est en service pour les calculs de refroidissement,  $f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ , est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 293} \quad \bar{f}_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \min \left\{ 1 - f_{vent,cool,fct\ f}; 0,4 \cdot e^{-3 \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m}^*} \right\} \quad (-)$$

avec :

$$\lambda''_{cool, fct f, m} = \frac{\left( \begin{array}{l} Q_{T, cool, fct f, m} + Q_{V, hyg, cool, fct f, m} \\ + Q_{V, in/exfiltr, cool, fct f, m} + Q_{V, add, day, cool, fct f, m} \end{array} \right)}{Q_{g, cool, fct f, m}} \quad (-)$$

**Eq. 294**

où :

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

$\lambda''_{cool, fct f, m}$  le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle en ne considérant que les pertes par transmission et les pertes par ventilation liées aux in/exfiltration, à la ventilation hygiénique et à la ventilation additionnelle mécanique en journée, (-) ;

$Q_{T, cool, fct f, m}$  la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée au § 5.4, en MJ ;

$Q_{V, hyg, cool, fct f, m}$  la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{V, in/exfiltr, cool, fct f, m}$  la déperdition de chaleur mensuelle par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{V, add m, day, cool, fct f, m}$  la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{g, cool, fct f, m}$  le gain de chaleur mensuel de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ.

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit, la fraction du temps conventionnelle vaut 0.

Dans les autres parties fonctionnelles, la fraction du temps conventionnelle vaut 0.

**5.6.3.5 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée**

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f,  $H_{V, add w, day, cool, fct f, m}$ , comme suit :

$$H_{V, add w, day, cool, fct f, m} = \max \left\{ 0; \left( \begin{array}{l} 0,34 \cdot b_{V, add w, day, cool, fct f} \cdot f_{V, add w, day, cool, fct f, m} \cdot \dot{V}_{V, add w, day, cool, fct f, m} \\ - f_{V, add w, day, cool, fct f, m} \cdot H_{V, in/exfiltr, cool, fct f, m} \end{array} \right) \right\} \quad (W/K)$$

**Eq. 295**

où :

$b_{V,add w,day,cool,fct f}$	un facteur de correction de la température, valant 0,5, (-) ;
$f_{V,add w,day,cool,fct f,m}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.5.1, (-) ;
$\dot{V}_{V,add w,cool,day,fct f,m}$	le débit d'air moyen induit par l'ouverture des fenêtres en journée, déterminé selon le § 5.6.3.5.2, (en m <sup>3</sup> /h) ;
$H_{V,in/exfilt,cool,fct f,m}$	le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K.

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée que dans les parties fonctionnelles combinant trois conditions : il s'agit d'une fonction "bureau" ou "enseignement" ; il n'y est pas prévu de refroidissement actif ; la ventilation hygiénique y est assurée par un système de ventilation avec pulsion et extraction mécanique équilibrées dans chaque espace de type bureau, salle de réunion ou salle de classe de la partie fonctionnelle.

#### 5.6.3.5.1 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée est en service pour les calculs de refroidissement,  $f_{V,add w,day,cool,fct f,m}$ , est déterminée, dans le cas d'une gestion manuelle par l'occupant, comme suit :

$$\text{Eq. 296} \quad f_{V,add w,day,cool,fct f,m} = \min \left\{ f_{vent,cool,fct f}; 0,5 \cdot e^{-3 \cdot \lambda'''_{cool,fct f,m}} \right\} \quad (-)$$

avec

$$\text{Eq. 297} \quad \lambda'''_{cool,fct f,m} = \frac{\left( Q_{T,cool,fct f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct f,m} + Q_{V,in-exfiltr,cool,fct f,m} \right) + Q_{V,add m,day,cool,fct f,m} + Q_{V,add m,night,cool,fct f,m}}{Q_{g,cool,fct f,m}} \quad (-)$$

où :

$f_{vent,cool,fct f}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;
$\lambda'''_{cool,fct f,m}$	le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle en ne considérant pas les ventilations additionnelles par ouverture de fenêtre, (-) ;
$Q_{T,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée au § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,hyg,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{g,cool,fct\ f,m}$	le gain de chaleur mensuel de la partie fonctionnelle $f$ par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ.

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée, la fraction du temps conventionnelle  $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$  vaut 0.

En présence d'un système de gestion automatisée, la fraction du temps conventionnelle considérée est identique à celle déterminée pour le cas d'une gestion manuelle.

Dans les autres parties fonctionnelles, la fraction du temps conventionnelle  $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$  vaut 0.

**5.6.3.5.2 Débit d'air**

Le débit d'air moyen lié à l'ouverture des fenêtres en journée,  $V_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ , est déterminé par convention comme suit :

**Eq. 298**  $\dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \sum_j (3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,day,j} \cdot A_{w,day,fctf,j}) \quad (m^3/h)$

où :

$C_{ow,day,j}$  un coefficient tenant compte de l'angle d'ouverture des fenêtres, valant 0,174 pour les fenêtres oscillo/battantes et 0,9 pour les fenêtres battantes, basculantes, coulissantes ou à guillettines, (-) ;

$A_{w,day,fct\ f,j}$  la surface de fenêtre  $j$  faisant partie des fenêtres de la partie fonctionnelle  $f$  à considérer pour la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtres en journée, déterminée suivant les règles déterminées par le Ministre, en  $m^2$ .

**5.6.3.6 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit**

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ , comme suit :

**Eq. 299**  $H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \max \left\{ 0; \left( \begin{array}{l} 0,34 \cdot c_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot b_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \\ \dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f} \end{array} \right) \right\} \quad (W/K)$

où :

- $C_{V,add w,night,cool,fct f}$  un facteur de correction pour tenir compte des effets dynamiques :  
 - si plancher surélevé avec  $D_J \leq 180 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ou si faux plafond fermé :  $C_{V,add w,night,cool,fct f} = 0,8$  ;  
 - sinon :  $C_{V,add w,night,cool,fct f} = 1$  ;
- $b_{V,add w,night,cool,fct f}$  un facteur de correction de la température, valant 0,5, (-) ;
- $f_{V,add w,night,cool,fct f,m}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit est en service dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.6.1, (-) ;
- $\dot{V}_{V,add w,cool,night,fct f,m}$  le débit d'air moyen induit par l'ouverture des fenêtres pendant la nuit, déterminé selon le § 5.6.3.6.2, (en  $\text{m}^3/\text{h}$ ) ;
- $H_{V,in/exfilt,cool,fct f}$  le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminé selon le § 5.6.3.1, en  $\text{W/K}$ .

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit que dans les parties fonctionnelles où il n'est pas prévu de ventilation additionnelle mécanique simultanée.

#### 5.6.3.6.1 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit est en service pour les calculs de refroidissement,  $f_{V,add w,night,cool,fct f,m}$ , est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 300} \quad f_{V,add w,night,cool,fct f,m} = \min \left\{ 1 - f_{vent,cool,fct f}; 0,38 \cdot e^{-1,7 \cdot \lambda_{cool,fct f,m}''''} \right\} \quad (-)$$

avec :

$$\text{Eq. 301} \quad \lambda_{cool,fct f,m}'''' = \frac{\left( \begin{array}{l} Q_{T,cool,fct f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct f,m} \\ + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m} + Q_{V,add m,day,cool,fct f,m} \\ + Q_{V,add m,night,cool,fct f,m} + Q_{V,add w,day,cool,fct f,m} \end{array} \right)}{Q_{g,cool,fct f,m}} \quad (-)$$

où :

- $f_{vent,cool,fct f}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;
- $\lambda_{cool,fct f,m}''''$  le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle en ne considérant pas les ventilations additionnelles par ouverture de fenêtre pendant la nuit, (-) ;
- $Q_{T,cool,fct f,m}$  la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée au § 5.4, en  $\text{MJ}$  ;

$Q_{V,hyg,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,add m,day,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,add m,night,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,add w,day,cool,fct f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{g,cool,fct f,m}$	le gain de chaleur mensuel de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ.

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit, la fraction du temps conventionnelle  $f_{V,add w,night,cool,fct f,m}$  vaut 0.

Dans les parties fonctionnelles autres que "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle  $f_{V,add w,night,cool,fct f,m}$  vaut 0.

#### 5.6.3.6.2 Débit d'air

Le débit d'air moyen lié à l'ouverture des fenêtres pendant la nuit,  $\dot{V}_{V,add w,night,cool,fct f,m}$ , est déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 302} \quad \dot{V}_{V,add w,night,cool,fct f,m} = \sum_j (3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,night,j} \cdot A_{w,night,fct f,j}) \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$c_{ow,night,j}$  un coefficient tenant compte de la réduction de la surface de passage liée à l'angle d'ouverture des fenêtres et la présence de dispositifs de type filtre anti-insectes, valant 0,174 pour les fenêtres oscillo/battantes et 0,9 pour les fenêtres battantes, basculantes, coulissantes ou à guillottine, (-) ;

$A_{w,night,fct f,j}$  la surface des fenêtres de la partie fonctionnelle à prendre en compte pour la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit, déterminée suivant les règles déterminées par le Ministre, en m<sup>2</sup>.

#### 5.6.4 Facteur de réduction lié au préchauffage

Le facteur de réduction lié au préchauffage de la partie fonctionnelle f,  $r_{preh}$ , est égal au facteur de réduction pour préchauffage du secteur énergétique i auquel elle appartient, lui-même égal au facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique i fait partie :

- $r_{preh,heat,fct f} = r_{preh,heat,sec i} = r_{preh,heat,zone z}$
- $r_{preh,cool,fct f} = r_{preh,cool,sec i} = r_{preh,cool,zone z}$

La détermination du facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation  $z$  à l'aide d'un récupérateur de chaleur s'effectue tel que décrit ci-après. Le préchauffage par traversée d'un espace contigu non chauffé et/ou d'une gaine d'alimentation souterraine doit être traité suivant les règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base du principe d'équivalence.

S'il n'y a pas de préchauffage, la valeur de  $r_{\text{preh}}$  est égale à 1 dans chacun des cas.

Les pompes à chaleur destinées au chauffage qui utilisent l'air rejeté comme source de chaleur ne sont pas abordées dans la présente annexe, mais au § 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

#### Récupérateur de chaleur dans le cas d'une ventilation mécanique double flux

Dans une zone de ventilation  $z$  équipée d'une ventilation mécanique double flux, il est possible de préchauffer dans une plus ou moins grande mesure l'air neuf fourni à l'aide d'un échangeur de chaleur qui soustrait de la chaleur à l'air rejeté vers l'extérieur. Il est possible que l'alimentation en air neuf dans la zone de ventilation  $z$  se fasse à plusieurs endroits. Dans ce cas, il se peut éventuellement que toutes les alimentations en air ne soient pas préchauffées. Inversement, il est possible que l'extraction mécanique vers l'extérieur s'effectue via plus d'une sortie d'air et il arrive qu'il n'y ait pas de récupération de chaleur sur certains de ces flux d'air. Si le débit total d'alimentation mécanique diffère du débit total d'évacuation mécanique dans la zone de ventilation  $z$ , un flux d'air supplémentaire incontrôlé (d'entrée ou de sortie) se produira forcément à travers l'enveloppe<sup>4</sup>.

Les ventilateurs avec une régulation automatique du débit ont un effet positif sur le facteur de réduction pour le préchauffage, car l'équilibre des débits peut être maintenu, même en cas de changement des conditions d'exploitation (encrassement des filtres,...). La régulation automatique du débit est une propriété du produit qui est déterminée pour tous les ventilateurs du groupe de ventilation et qui assure que le débit fourni ne s'écarte pas de plus de 5% de la valeur de consigne. Cette propriété du produit doit être contrôlée pour chaque ventilateur du groupe de ventilation, sur base des mesures des débits pour la totalité de la gamme des débits et des pressions du ventilateur.

Le facteur de réduction pour chauffage résultant du préchauffage de l'air neuf fourni dans une zone de ventilation  $z$  par récupération de chaleur doit être déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Eq. 45} \quad r_{\text{preh,heat,zonez}} = \frac{\sum_p \left\{ \dot{V}_{\text{in,p}} - e_{\text{heat,hr,p}} \cdot \min(\dot{V}_{\text{in,p}}; \dot{V}_{\text{out,p}}) \right\} + \max \left\{ 0; \sum_p (\dot{V}_{\text{out,p}} - \dot{V}_{\text{in,p}}) \right\}}{\max \left( \sum_p \dot{V}_{\text{in,p}}; \sum_p \dot{V}_{\text{out,p}} \right)} \quad (-)$$

où :

<sup>4</sup> Par souci de simplification, l'interaction possible entre le terme d'in/exfiltration et le terme de ventilation volontaire n'est par convention pas prise en considération tout comme au § 5.6.

$e_{\text{heat,hr,p}}$	<p>un facteur adimensionnel qui indique l'importance de la récupération de chaleur à l'endroit <math>p</math>, déterminé comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- si le flux d'air neuf fourni <math>p</math> n'est pas préchauffé, on a <math>e_{\text{heat,hr,p}} = 0</math> ;</li> <li>- si le flux d'air neuf fourni <math>p</math> est préchauffé à l'aide d'un récupérateur de chaleur, on a <math>e_{\text{heat,hr,p}} = r_p \cdot \eta_{\text{test,p}}</math></li> </ul> <p>Le facteur <math>r_p</math> est déterminé tel que décrit ci-dessous. Le rendement thermique <math>\eta_{\text{test,p}}</math> de l'appareil de récupération de chaleur à l'endroit <math>p</math> est déterminé tel que décrit à l'annexe G de l'annexe A.1 au présent arrêté. Une valeur de rendement thermique peut être utilisée à la condition que ni <math>\dot{V}_{\text{in,p}}</math> ni <math>\dot{V}_{\text{out,p}}</math> ne soit supérieur au débit volumique mesuré pendant l'essai tel que défini à l'annexe G de l'annexe A.1 au présent arrêté ;</p>
$\dot{V}_{\text{in,p}}$	le débit d'air entrant à l'endroit $p$ , en $\text{m}^3/\text{h}$ , déterminé tel que décrit ci-dessous ;
$\dot{V}_{\text{out,p}}$	le débit d'air sortant à l'endroit $p$ , en $\text{m}^3/\text{h}$ , déterminé tel que décrit ci-dessous.

Il faut effectuer une sommation sur tous les endroits  $p$  de la zone de ventilation  $z$  où a lieu une alimentation mécanique en air neuf et/ou une évacuation mécanique vers l'extérieur.

On détermine le débit d'air extérieur entrant à l'endroit  $p$  comme suit :

- si le groupe de ventilation qui délivre le débit entrant et le débit sortant à l'endroit  $p$ , est équipé d'une régulation automatique telle que définie ci-dessus, alors on a :

**Eq. 46**  $\dot{V}_{\text{in,p}} = \dot{V}_{\text{supply, setpoint, nom, p}}$

où la valeur de consigne du débit entrant à l'endroit  $p$  à la position nominale du ventilateur pour la ventilation hygiénique, en  $\text{m}^3/\text{h}$ , est prise en compte ;

- dans tous les autres cas :

**Eq. 47**  $\dot{V}_{\text{in,p}} = \dot{V}_{\text{supply, design, p}}$

où le débit de conception de l'air neuf pour la ventilation hygiénique entrant à l'endroit  $p$ , en  $\text{m}^3/\text{h}$ , est pris en compte.

On détermine le débit d'air évacué vers l'extérieur à l'endroit  $p$  comme suit :

- si le groupe de ventilation qui délivre le débit entrant et le débit sortant à l'endroit  $p$ , est équipé d'une régulation automatique telle que définie ci-dessus, alors on a :

**Eq. 48**  $\dot{V}_{\text{out,p}} = \dot{V}_{\text{extr, setpoint, nom, p}}$

où la valeur de consigne du débit sortant à la position nominale du ventilateur pour la ventilation hygiénique, en  $\text{m}^3/\text{h}$ , est prise en compte ;

- dans tous les autres cas :

**Eq. 49**  $\dot{V}_{\text{out,p}} = \dot{V}_{\text{extr, design, p}}$

où le débit de conception de l'air sortant à l'endroit p pour la ventilation hygiénique, en m<sup>3</sup>/h, est pris en compte.

Dans le cas où il y a récupération de chaleur à l'endroit p, on détermine  $r_p$  comme suit :

- si le groupe de ventilation qui délivre le débit entrant et le débit sortant à l'endroit p, est équipé d'une régulation automatique telle que définie ci-dessus, alors on a :

$$r_p = 0,95$$

- dans tous les autres cas, on a :

$$r_p = 0,85$$

On détermine le facteur de réduction à utiliser pour les calculs de refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 50} \quad r_{\text{preh,cool,zone } z} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in},p} - e_{\text{cool,hr},p} \cdot \min(\dot{V}_{\text{in},p}; \dot{V}_{\text{out},p}) \} + \max \left\{ 0; \sum_p (\dot{V}_{\text{out},p} - \dot{V}_{\text{in},p}) \right\}}{\max \left( \sum_p \dot{V}_{\text{in},p}; \sum_p \dot{V}_{\text{out},p} \right)} \quad (-)$$

où les différents termes sont les mêmes que ci-dessus, à l'exception de  $e_{\text{cool,hr},p}$ , dont la valeur est déterminée comme suit :

- si le récupérateur de chaleur p est équipé d'un by-pass et que, de ce fait, la traversée de l'échangeur de chaleur est totalement exclue, ou peut être totalement inactivée d'une autre façon (par exemple arrêt d'un échangeur rotatif), on a :

$$\text{Eq. 51} \quad e_{\text{cool,hr},p} = 0 \quad (-)$$

- si le récupérateur de chaleur p est équipé d'un by-pass mais que la traversée de l'échangeur de chaleur n'est pas totalement exclue pour autant ou n'est pas totalement inactivée d'une autre façon, on a :

$$\text{Eq. 52} \quad e_{\text{cool,hr},p} = 0,5 \times e_{\text{heat,hr},p} \quad (-)$$

- dans tous les autres cas :

$$\text{Eq. 53} \quad e_{\text{cool,hr},p} = e_{\text{heat,hr},p} \quad (-)$$

### 5.6.5 Fraction de temps pendant laquelle la ventilation est en service

Les valeurs des fractions du temps conventionnelles pendant lesquelles la ventilation est en service pour les calculs de chauffage et de refroidissement, respectivement  $f_{\text{vent,heat,fct } f}$  et  $f_{\text{vent,cool,fct } f}$ , sont reprises par fonction au Tableau [7].

**Tableau [7] : Fractions du temps conventionnelles  $f_{vent,heat,fct f}$  et  $f_{vent,cool,fct f}$  par fonction**

Fonctions	$f_{vent,heat,fct f}$	$f_{vent,cool,fct f}$		
		Système de ventilation naturelle	Système de ventilation mécanique	
Hébergement	1,00	1,00	Egal à $f_{vent,heat,fct f}$	
Bureaux	0,30			
Enseignement	0,30			
Soins de santé	Avec occ. nocturne			1,00
	Sans occ. nocturne			0,30
	Salle d'opération			1,00
Rassemblement	Occupation importante			0,54
	Faible occupation			0,54
	Cafétéria / Réfectoire			0,10
Cuisine	0,36			
Commerce / Services	0,43			
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase			0,50
	Fitness / Danse			0,50
	Sauna / Piscine			0,50
Locaux techniques	1,00			
Communs	Déterminé comme ci-dessous			
Autre	0,30			
Inconnue	0,54			

Pour la fonction "Communs" : si une partie fonctionnelle occupée par cette fonction dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs des paramètres  $f_{vent,heat,fct f}$  et  $f_{vent,cool,fct f}$  sont égales aux valeurs les plus élevées dans les parties fonctionnelles desservies.

Si plusieurs parties fonctionnelles ayant des fonctions différentes sont présentes dans la même zone de ventilation, les valeurs des paramètres  $f_{vent,heat,fct f}$  et  $f_{vent,cool,fct f}$  de toutes les parties fonctionnelles  $f$  appartenant à la zone de ventilation concernée sont identiques et ont comme valeurs celles de la partie fonctionnelle  $f$  pour laquelle les valeurs  $f_{vent,heat,fct f}$  et  $f_{vent,cool,fct f}$  sont les plus élevées.

### 5.7 Production de chaleur interne

Les sources de chaleur internes considérées sont : les personnes, l'éclairage, les ventilateurs et autres appareils. On détermine la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage et les calculs de refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 54} \quad Q_{i,\text{heat},\text{fct } f,m} = \Phi_{i,\text{heat},\text{fct } f,m} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 55} \quad Q_{i,\text{cool},\text{fct } f,m} = \Phi_{i,\text{cool},\text{fct } f,m} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

où :

$$\text{Eq. 56} \quad \Phi_{i,\text{heat},\text{fct } f,m} = 0,8 \cdot \left( Q_{i,\text{pers},\text{fct } f} \cdot f_{\text{real},\text{fct } f} \cdot f_{\text{pres},\text{fct } f} \cdot n_{\text{design},\text{fct } f} + Q_{i,\text{app},\text{fct } f} \cdot A_{f,\text{fct } f} \right. \\ \left. + r_{\text{light},\text{fct } f} \cdot W_{\text{light},\text{fct } f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{\text{fans,heat},\text{fct } f} \cdot W_{\text{fans},\text{fct } f,m} \cdot 3,6/t_m \right) \quad (\text{W})$$

$$\text{Eq. 57} \quad \Phi_{i,\text{cool},\text{fct } f,m} = \left( Q_{i,\text{pers},\text{fct } f} \cdot f_{\text{real},\text{fct } f} \cdot f_{\text{pres},\text{fct } f} \cdot n_{\text{design},\text{fct } f} + Q_{i,\text{app},\text{fct } f} \cdot A_{f,\text{fct } f} \right. \\ \left. + r_{\text{light},\text{fct } f} \cdot W_{\text{light},\text{fct } f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{\text{fans,cool},\text{fct } f} \cdot W_{\text{fans},\text{fct } f,m} \cdot 3,6/t_m \right) \quad (\text{W})$$

où :

$Q_{i,\text{heat},\text{fct } f,m}$	la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en MJ ;
$Q_{i,\text{cool},\text{fct } f,m}$	la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$\Phi_{i,\text{heat},\text{fct } f,m}$	le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W ;
$\Phi_{i,\text{cool},\text{fct } f,m}$	le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en W ;
$Q_{i,\text{pers},\text{fct } f}$	la production de chaleur interne spécifique moyenne dans la partie fonctionnelle f, résultant des personnes, reprise au Tableau [8], en W/pers ;
$f_{\text{real},\text{fct } f}$	le rapport conventionnel entre l'occupation réelle moyenne pendant les heures d'utilisation et l'occupation maximale de conception, de la partie fonctionnelle f, reprises au Tableau [8], (-) ;
$f_{\text{pres},\text{fct } f}$	la fraction de temps conventionnelle pendant laquelle des personnes sont présentes dans le bâtiment, déterminée de la partie fonctionnelle f et reprises au Tableau [2], (-) ;
$n_{\text{design},\text{fct } f}$	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, (-) ;
$Q_{i,\text{app},\text{fct } f}$	la production interne spécifique moyenne de chaleur dans la partie fonctionnelle f considérée, résultant des appareils, reprise au Tableau [8], en W/m <sup>2</sup> ;
$A_{f,\text{fct } f}$	la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f considérée, en m <sup>2</sup> ;
$r_{\text{light},\text{fct } f}$	un facteur de réduction pour la partie fonctionnelle f dont la valeur est égale à : - 0,3 si la consommation d'énergie pour l'éclairage de la partie fonctionnelle f est déterminée selon le § 9.2 (méthode forfaitaire), - 0,5 s'il y a une extraction sur au moins 70% des armatures d'éclairage présentes dans la partie fonctionnelle f considérée, pondérées par la puissance absorbée, - 1,0 dans les autres cas ;

54

Méthode PEN 2017

---

$\bar{W}_{light, fct f, m}$	la production de chaleur interne mensuelle dans la partie fonctionnelle $f$ considérée, fournie par l'éclairage en kWh, déterminée selon le § 9.2.2 ou § 9.3.2, en kWh ;
$r_{fans, heat, fct f}$ $r_{fans, cool, fct f}$	un facteur de réduction respectivement pour le chauffage et le refroidissement, dont la valeur est égale à : <ul style="list-style-type: none"><li>- 0 s'il y a uniquement une extraction mécanique,</li><li>- 0,6 s'il y a une ventilation mécanique double flux,</li><li>- 0,8 s'il y a recyclage ou récupération de chaleur,</li><li>- 0,3 s'il y a insufflation mécanique d'air et que la puissance des ventilateurs est déterminée selon le § 8.1.3 (méthode forfaitaire),</li><li>- 0,5 dans les autres cas ;</li></ul>
$W_{fans, fct f, m}$	la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle $f$ considérée, fournie par les ventilateurs, en kWh, déterminée selon le § 8.1, en kWh ;
$t_m$	la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

---

**Tableau [8] : Production de chaleur interne résultant des personnes et des appareils et fraction d'occupation réelle, par fonction**

Fonctions		Production de chaleur interne due aux personnes $Q_{i,pers, fct f}$ (W/pers)	Production de chaleur interne due aux appareils $Q_{i,app, fct f}$ (W/m <sup>2</sup> )	Fraction d'occupation réelle $f_{real, fct f}$ , (-)
Hébergement		100	2	0,21
Bureaux		100	3	0,30
Enseignement		100	1	0,50
Soins de santé	Avec occ. nocturne	100	4	0,80
	Sans occ. nocturne	100	3	0,50
	Salle d'opération	100	4	0,20
Rassemblement	Occupation importante	100	2	0,30
	Faible occupation	100	1	0,30
	Cafétéria / Réfectoire	100	2	0,15
Cuisine		100	5	0,80
Commerce / Services		100	3	0,30
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	300	1	0,30
	Fitness / Danse	300	1	0,30
	Sauna / Piscine	300	1	0,30
Locaux techniques		100	5	0,05
Communs		100	1	0,15
Autre		100	3	0,30
Inconnue		100	2	0,30

### 5.8 Gains de chaleur solaires

On détermine les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle pour les calculs de chauffage  $Q_{s,heat, fct f,m}$  et pour les calculs de refroidissement  $Q_{s,cool, fct f,m}$  selon le § 7.10 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en transposant le fait que le calcul énergétique s'effectue au niveau de la partie fonctionnelle  $f$  et pas au niveau du secteur énergétique  $i$ . A cette fin, on effectue une sommation sur l'ensemble des parois transparentes/translucides, des systèmes d'énergie solaire passives non ventilés et des espaces contigus non chauffés de la partie fonctionnelle  $f$ .

Contrairement à l'annexe A.1 au présent arrêté, la détermination du facteur d'utilisation mensuel des protections solaires mobiles  $a_{c,m,j}$  se fait selon le Tableau [9]. Ce tableau fait référence aux tableaux C1 et C3 de l'annexe C de l'annexe A.1 au présent arrêté :

**Tableau [9] : Facteur d'utilisation mensuel  $a_{c,m,j}$ ,  
en fonction du type de calcul**

Commande	Chauffage	Refroidissement
Manuelle	Tables C1	MAX(0 ; Tables C1 - 0,1)
Automatique	Tables C1	MAX(0 ; Tables C3 - 0,1)
Automatique + weekend <sup>(1)</sup>	Tables C1	Tables C3
<sup>(1)</sup> Pour les cas où les protections solaires restent en fonctionnement toute la journée pendant le WE.		

Si une fenêtre est équipée de plusieurs systèmes de protection solaire mobile (par exemple protections intérieure et extérieure), il faut prendre en considération le système qui possède la plus haute valeur  $F_c$  pour les calculs de chauffage, et le système qui possède la plus basse valeur  $F_c$  pour les calculs de refroidissement.

## 5.9 Capacité thermique effective

### 5.9.1 Principe

Pour la détermination de la capacité thermique effective, on a le choix entre deux méthodes :

- soit sur base de la capacité thermique spécifique par  $m^2$  de surface d'utilisation de la partie fonctionnelle selon le § 5.9.2 ;
- soit sur base d'un calcul détaillé selon le § 5.9.3.

### 5.9.2 Capacité thermique effective sur base de la masse du plancher

On détermine la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $C_{\text{fct } f}$ , en kJ/K, sur base de la masse du plancher, comme suit :

$$\text{Eq. 58} \quad C_{\text{fct } f} = \sum_j D_j \cdot A_{f,\text{fct } f,j} \quad (\text{kJ/K})$$

où :

$C_{\text{fct } f}$  la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ , en kJ/K ;

$D_j$  la capacité thermique spécifique effective, reprise au Tableau [10], en kJ/( $m^2 \cdot K$ ), la valeur par défaut étant de 55 kJ/( $m^2 \cdot K$ ) ;

$A_{f,\text{fct } f,j}$  la surface d'utilisation de la partie  $j$  de la partie fonctionnelle  $f$ , en  $m^2$ .

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties  $j$  dont l'ensemble constitue la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle  $f$ .

**Tableau [10] : Capacité thermique effective spécifique  $D_j$  par unité de surface d'utilisation, en  $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**

Masse minimum de la structure de plafond et du plancher par unité de surface d'utilisation ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	Faux plafond fermé <u>et</u> plancher surélevé	Faux plafond fermé <u>ou</u> plancher surélevé	Pas de faux plafond fermé ni de plancher surélevé
Moins de 100	55	55	55
100 à 400	55	110	180
Plus de 400	55	180	360

Un faux plafond est considéré comme fermé dès que moins de 15% nets de la surface du plafond est ouverte.

### 5.9.3 Capacité thermique effective sur base d'un calcul détaillé

On calcule la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $C_{\text{fct } f}$ , en  $\text{kJ}/\text{K}$ , comme la somme de la masse active de tous les éléments structurels situés dans la partie fonctionnelle  $f$  ou enveloppant la partie fonctionnelle  $f$ , les parois intérieures non portantes n'étant pas prises en considération, comme suit :

$$\text{Eq. 59} \quad C_{\text{fct } f} = \sum_k \rho_k \cdot c_k \cdot d_k \cdot A_k \quad (\text{kJ}/\text{K})$$

où :

$C_{\text{fct } f}$  la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ , en  $\text{kJ}/\text{K}$  ;

$\rho_k$  la masse volumique de l'élément de construction  $k$ , en  $\text{kg}/\text{m}^3$  ;

$c_k$  la chaleur spécifique de l'élément de construction  $k$ , en  $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$  ;

$d_k$  l'épaisseur active de l'élément de construction  $k$ , en  $\text{m}$ , déterminée comme l'épaisseur de l'élément de construction pour autant que la résistance thermique de l'élément de construction, calculée perpendiculairement depuis la surface intérieure, soit inférieure à  $0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ , étant entendu que  $d_k$  ne peut pas être supérieure à  $100 \text{ mm}$  et ne représente pas plus de la moitié de l'épaisseur totale de la construction et que, pour les structures de plafonds suspendus dont une partie égale à au moins 15% nets de la surface du plafond est ouverte, la résistance du plafond suspendu ouvert peut ne pas être prise en considération pour la détermination de la résistance thermique de l'élément de construction depuis la surface intérieure ;

$A_k$  la surface de l'élément de construction  $k$ , en  $\text{m}^2$ .

Il faut effectuer une sommation sur tous les éléments de construction  $k$  qui se trouvent dans la partie fonctionnelle  $f$  ou qui enveloppent la partie fonctionnelle  $f$ , à l'exception des murs non portants.

### 5.10 Besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire

La méthode de calcul utilise directement des besoins totaux annuels nets de chaque point de puisage d'eau chaude présent dans chaque partie fonctionnelle (exprimés en MJ). Les besoins mensuels nets en énergie par point de puisage d'eau chaude sont calculés à partir des besoins annuels pondérés par la fraction  $t_m/t_a$ . Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont donnés ci-dessous, en distinguant les besoins pour les douches et/ou baignoires  $i$ , les éviers de cuisine  $j$  et chacun des autres points de puisage d'eau chaude  $k$  :

- Pour une douche ou une baignoire  $i$  :

$$\text{Eq. 60} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}} = r_{\text{water,bath } i,\text{net}} \cdot f_{\text{bath } i,\text{fct } f} \cdot Q_{\text{water,bath,net,fct } f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a} \quad (\text{MJ})$$

- Pour un évier de cuisine  $j$  (s'il fait partie d'un espace cuisine où des repas sont préparés) :

$$\text{Eq. 61} \quad Q_{\text{water,sink } j,\text{net,m}} = r_{\text{water,sink } j,\text{net}} \cdot f_{\text{sink } j,\text{fct } f} \cdot Q_{\text{water,sink,net,fct } f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a} \quad (\text{MJ})$$

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

$$\text{Eq. 62} \quad Q_{\text{water,other } k,\text{net,m}} = r_{\text{water,other } k,\text{net}} \cdot f_{\text{other } k,\text{fct } f} \cdot Q_{\text{water,other,net,fct } f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire $i$ , en MJ ;
$Q_{\text{water,sink } j,\text{net,m}}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine $j$ , en MJ ;
$Q_{\text{water,other } k,\text{net,m}}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un point de puisage d'eau chaude $k$ , en MJ ;
$r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers la douche ou la baignoire $i$ par récupération thermique de l'écoulement, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre(-) ;
$r_{\text{water,sink } j,\text{net}}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'évier de cuisine $j$ par récupération thermique de l'écoulement, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$r_{\text{water,other } k,\text{net}}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le point de puisage d'eau chaude $k$ par récupération thermique de l'écoulement, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$f_{\text{bath } i,\text{fct } f}$	la part de la douche ou de la baignoire $i$ dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires de la partie fonctionnelle $f$ à laquelle appartient la douche ou la baignoire concernée, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$f_{\text{sink } j,\text{fct } f}$	la part de l'évier de cuisine $j$ dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les éviers de cuisine de la partie fonctionnelle $f$ à laquelle appartient l'évier concerné, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$f_{\text{other } k,\text{fct } f}$	la part du point de puisage d'eau chaude $k$ dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous

	les points de puisage d'eau chaude de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient le point de puisage d'eau chaude concerné, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{\text{water,bath,net,fct } f,a}$	les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient la douche ou la baignoire concernée, tels que déterminés au § 5.10.1, en MJ ;
$Q_{\text{water,sink,net,fct } f,a}$	les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les éviers de cuisine j de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient l'évier concerné, tels que déterminés au § 5.10.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,other,net,fct } f,a}$	les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les points de puisage d'eau chaude de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient le point de puisage d'eau chaude concerné, tels que déterminés au § 5.10.3, en MJ ;
$t_m$	la longueur du mois considéré en Ms, voir Tableau [1] ;
$t_a$	la longueur de l'année en Ms, qui vaut la somme des 12 valeurs $t_m$ du Tableau [1], à savoir 31,536 Ms.

Particularité de la fonction "Enseignement" : les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de cette partie fonctionnelle ( $Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}$ ,  $Q_{\text{water,sink } j,\text{net,m}}$ ,  $Q_{\text{water,other } k,\text{net,m}}$ ) sont considérés être nuls durant les mois de juillet et d'août.

Les parts des différents points de puisage d'eau chaude sont déterminées, par partie fonctionnelle, comme suit :

$$\text{Eq. 63} \quad f_{\text{bath } i,\text{fct } f} = \frac{1}{n_{\text{bath,fct } f}}, \quad f_{\text{sink } j,\text{fct } f} = \frac{1}{n_{\text{sink,fct } f}} \quad \text{et}$$

$$f_{\text{other } k,\text{fct } f} = \frac{1}{n_{\text{other,fct } f}} \quad (-)$$

où :

$n_{\text{bath,fct } f}$	le nombre total de douches et/ou de baignoires dans la partie fonctionnelle f, (-) ;
$n_{\text{sink,fct } f}$	le nombre total d'éviers de cuisine dans la partie fonctionnelle f, (-) ;
$n_{\text{other,fct } f}$	le nombre total de points de puisage d'eau chaude, qui ne sont ni des douches et/ou baignoires, ni des éviers de cuisine, dans la partie fonctionnelle f, (-).

### 5.10.1 Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des douches et/ou baignoires

Si une partie fonctionnelle contient des douches et/ou baignoires i, les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes ces douches et/ou baignoires i sont définis par fonction au

---

60

Méthode PEN 2017

---

Tableau [11] :

**Tableau [11] : Besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire et nombre de jours d'occupation, par fonction**

Fonctions		$Q_{\text{water,bath,net,fct f,a}}$ (MJ)	$n_{\text{day,fct f}}$ (-)
Hébergement		$1604,59 \cdot n_{\text{design,rooms}}$	365
Bureaux		$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
Enseignement		$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	220
Soins de santé	Avec occ. nocturne	$962,75 \cdot n_{\text{design,rooms}}$	365
	Sans occ. nocturne	$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
	Salle d'opération	$7870,00 \cdot n_{\text{bath}}$	365
Rassemblement	Occupation importante	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Faible occupation	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Cafétéria / Réfectoire	$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
Cuisine		$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
Commerce / Services		$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Fitness / Danse	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Sauna / Piscine	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
Locaux techniques		$7870,00 \cdot n_{\text{bath}}$	365
Communs		$21,56 \cdot \max(n_{\text{day,fct f}}) \cdot n_{\text{bath}}$	-
Autre		$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
Inconnue		$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312

où :

$Q_{\text{water,bath,net,fct f,a}}$  les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires de la partie fonctionnelle f, en MJ ;

$n_{\text{design,rooms}}$  le nombre total de personnes qui se trouvent dans les espaces de type "chambre" de la partie fonctionnelle f, conformément à l'occupation maximale pour laquelle les systèmes de ventilation ont été conçus, (-) ;

$n_{\text{bath}}$  le nombre total de douches et/ou de baignoires dans la partie fonctionnelle f, (-) ;

$n_{\text{day,fct f}}$  le nombre de jour par an pendant lesquels la partie fonctionnelle f est occupée, (-).

Pour la fonction "Communs" : les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires d'une partie fonctionnelle occupée par cette fonction s'obtiennent en déterminant le nombre maximum de jour par an pendant lesquels cette partie fonctionnelle est occupée. Ce nombre dépend des fonctions desservies par cette partie fonctionnelle.

### 5.10.2 Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine

En cas de présence d'un espace de type "cuisine", où des repas sont préparés et qui contient un ou plusieurs évier(s) (avec eau chaude), il faut considérer pour la partie fonctionnelle à laquelle appartient cet espace cuisine des besoins totaux nets annuels en énergie supplémentaire pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas dans cet espace cuisine.

Si cet espace cuisine dessert une seule partie fonctionnelle  $f$ , les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas pour cette cuisine sont calculés comme suit  $Q_{water, sink, net, fct f}$  :

$$\text{Eq. 64} \quad Q_{water, sink, net, fct f, a} = n_{meal} \cdot n_{serv, fct f} \cdot Q_{water, sink, net, fct f, meal} \quad (\text{MJ})$$

où :

- $n_{meal}$  le nombre de repas préparés par service, tel que défini ci-dessous, (-) ;
- $n_{serv, fct f}$  le nombre de service assurés par jour. Ce nombre dépend de la fonction desservie et est repris au Tableau [12], (-) ;
- $Q_{water, sink, net, fct f, meal}$  les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas, par repas et pour tous les éviers de cuisine de la partie fonctionnelle  $f$  en MJ. Ce nombre dépend de la fonction desservie et est repris au Tableau [12].

Si cet espace cuisine dessert plusieurs parties fonctionnelles, les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas pour cette cuisine sont calculés au prorata des surfaces totales d'utilisation des parties fonctionnelles desservies :

$$\text{Eq. 65} \quad Q_{water, sink, net, fct f, a} = \frac{n_{meal} \cdot \sum_f [A_{f, fct f} \cdot (n_{serv, fct f} \cdot Q_{water, sink, net, fct f, meal})]}{\sum_f A_{f, fct f}} \quad (\text{MJ})$$

où :

- $A_{f, fct f}$  la surface totale d'utilisation de la partie fonctionnelle  $f$  desservie, en  $m^2$  ;
- $n_{meal}$  le nombre de repas préparés par service, tel que défini ci-dessus, (-) ;
- $n_{serv, fct f}$  le nombre de service assurés par jour, pour chaque parties fonctionnelles desservies, tel que repris au Tableau [12], (-) ;
- $Q_{water, sink, net, fct f, meal}$  les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas, par repas et pour chaque partie fonctionnelle desservie, tel que repris au Tableau [12], en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  desservies par la cuisine.

#### Nombre de repas préparés par service

Le paramètre  $n_{meal}$  dépend de la surface d'utilisation des espaces nécessaires à la préparation des repas :

Méthode PEN 2017

63

$$\text{Eq. 66} \quad \text{Si } A_{f,\text{sink}} \leq 200 \text{ m}^2 : \quad n_{\text{meal}} = \frac{A_{f,\text{sink}}}{1,85} \quad (-)$$

$$\text{Si } 200 \text{ m}^2 < A_{f,\text{sink}} \leq 450 \text{ m}^2 : \quad n_{\text{meal}} = \frac{A_{f,\text{sink}}}{1,75} \quad (-)$$

$$\text{Si } A_{f,\text{sink}} > 450 \text{ m}^2 : \quad n_{\text{meal}} = \frac{A_{f,\text{sink}}}{1,55} \quad (-)$$

où :

$A_{f,\text{sink}}$  la surface d'utilisation des espaces nécessaires à la préparation des repas, en  $\text{m}^2$  ;

$n_{\text{meal}}$  le nombre de repas préparés par service, (-).

Doivent être pris en compte pour le calcul de cette surface tous les espaces nécessaires à la préparation des repas (si présents dans le bâtiment), et au minimum les espaces suivants : la cuisine, l'envoi des plats/service, le stockage des produits réfrigérés, le stockage des produits non réfrigérés et la livraison/gestion des déchets.

**Tableau [12] : Nombre de services assurés par jour et besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine par repas, par fonction desservie**

Fonctions		$n_{\text{serv, fct f}}$	$Q_{\text{water, sink, net, fct f, meal}}$ (MJ)
Hébergement		1	761,85
Bureaux		1	544,18
Enseignement		1	544,18
Soins de santé	Avec occ. nocturne	2	761,85
	Sans occ. nocturne	1	544,18
	Salle d'opération	-	0,00
Rassemblement	Occupation importante	2	653,02
	Faible occupation	2	653,02
	Cafétéria / Réfectoire	1	544,18
Cuisine		Pas d'application	
Commerce / Services		1	653,02
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	2	653,02
	Fitness / Danse	2	653,02
	Sauna / Piscine	2	653,02
Locaux techniques		-	0,00
Communs		-	0,00
Autre		1	544,18
Inconnue		1	544,18

### 5.10.3 Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des autres points de puisage d'eau chaude (autre que douches et/ou baignoires et éviers de cuisine)

Si des autres points de puisage d'eau chaude que les douches et/ou baignoires et les éviers de cuisine sont présents dans la partie fonctionnelle  $f$ , il faut considérer des besoins totaux nets annuels en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire pour ces autres points de puisage d'eau chaude.

Si aucun autres points de puisage d'eau chaude que les douches et/ou baignoires et les éviers de cuisine n'est présent dans la partie fonctionnelle  $f$ ,  $Q_{\text{water,net,other,fct } f,a} = 0$ .

Les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les points de puisage d'eau chaude  $k$ , à l'exception des douches et/ou baignoires  $i$  et des éviers de cuisine  $j$ , sont définis par fonction au Tableau [13].

**Tableau [13] : Besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire de tous les autres points de puisage d'eau chaude, par fonction**

Fonctions		$Q_{\text{water,net,other,fct } f,a}$ (MJ)
Hébergement		$1069,73 \cdot n_{\text{design,rooms}}$
Bureaux		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Enseignement		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Soins de santé	Avec occ. nocturne	$1444,13 \cdot n_{\text{design,rooms}}$
	Sans occ. nocturne	$54,58 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Salle d'opération	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Rassemblement	Occupation importante	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Faible occupation	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Cafétéria / Réfectoire	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Cuisine		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Commerce / Services		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Fitness / Danse	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Sauna / Piscine	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Locaux techniques		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Communs		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Autre		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Inconnue		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$

où :

$Q_{\text{water,net,other,fct } f,a}$  les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les autres points de puisage d'eau chaude de la partie fonctionnelle  $f$ , en MJ ;

$n_{\text{design,rooms}}$  le nombre total de personnes qui se trouvent dans les espaces de type "chambre" de la partie fonctionnelle  $f$ , conformément à l'occupation maximale pour laquelle les systèmes de ventilation ont été conçus, (-) ;

$A_{f, fct f}$  la surface totale d'utilisation de la partie fonctionnelle  $f$ , en  $m^2$ .

### 5.11 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), les besoins mensuels nets en énergie d'un appareil  $j$  destiné à l'humidification sont donnés par :

$$\text{Eq. 67} \quad Q_{\text{hum,net,j,m}} = 2,5 \cdot r_{\text{hum}} \cdot \sum_f (X_{h,fct f,m} \cdot \dot{V}_{\text{supply,j,fct f,design}}) \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{hum,net,j,m}}$  les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil  $j$ , en MJ ;

$r_{\text{hum}}$  un facteur de réduction ayant la valeur suivante :  
 - si l'installation d'humidification est conçue pour le transport de l'humidité depuis l'air rejeté vers l'air fourni :  $r_{\text{hum}} = 0,4$  ;  
 - sinon :  $r_{\text{hum}} = 1,0$  ;

$X_{h,fct f,m}$  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] ;

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

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

Remarques :

- un échangeur rotatif sur lequel on a appliqué une couche hygroscopique peut être considéré comme un dispositif de récupération d'humidité ;
- le recyclage n'est pas considéré comme une récupération d'humidité dans le cadre de ce paragraphe. L'effet du recyclage a déjà été pris en compte dans le débit d'air à appliquer.

**Tableau [14] : Valeurs mensuelles de la quantité d'humidité à amener par unité de débit d'air  $X_{h,fc} f_{m}$ , par fonction, en kg.h/m<sup>3</sup>**

Fonctions	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Hébergement	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Bureaux	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Enseignement	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Sans occ. nocturne	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Salle d'opération	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Rassemblement	Occ. importante	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Faible occupation	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Cafétéria / Réfectoire	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Cuisine	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Commerce / Services	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Fitness / Danse	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Sauna / Piscine	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Locaux techniques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Communs	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Autre	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Inconnue	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14

## 6 Besoins bruts en énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire

### 6.1 Principe

Les installations de chauffage et de refroidissement peuvent se complexifier très rapidement. C'est pourquoi, les installations sont évaluées énergétiquement de manière schématique dans ce chapitre. Le rendement du système est une mesure du gaspillage d'énergie dû au fait que l'on chauffe et refroidit simultanément un secteur énergétique et aux pertes d'énergie dues au transport de chaleur et de froid à l'intérieur d'un secteur énergétique. On effectue les calculs avec des valeurs annuelles moyennes constantes.

Les installations d'eau chaude sanitaire se composent :

- d'une installation de production de chaleur. On distingue ici deux types : les installations à production instantanée de l'eau chaude sanitaire et les installations à accumulation. Dans les deux cas, l'appareil producteur de chaleur destiné au chauffage des locaux peut aussi produire l'eau chaude sanitaire, ou bien le chauffage et l'eau chaude sanitaire ont chacun leur propre appareil producteur de chaleur ;
- d'un système de distribution. Si ce système doit franchir de grandes distances, on prévoit souvent une conduite de circulation.

Les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire comprennent les besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire et toutes les déperditions qui surviennent lors de la distribution. Ces déperditions sont calculées via le rendement du système. Au cas où plus d'une installation de production de chaleur assure la production d'eau chaude sanitaire, chacune est associée aux points de puisage d'eau chaude qu'elle dessert.

### 6.2 Détermination des besoins bruts en énergie pour le chauffage et le refroidissement

Les besoins bruts en énergie pour le chauffage et le refroidissement par mois et par secteur énergétique sont donnés par :

$$\text{Eq. 68} \quad Q_{\text{heat, gross, seci, m}} = \frac{Q_{\text{heat, net, seci, m}}}{\eta_{\text{sys, heat}}} \quad (\text{MJ})$$

et :

$$\text{Eq. 303} \quad Q_{\text{cool, gross, seci, m}} = \frac{a_{\text{lat, cool}} \cdot Q_{\text{cool, net, fct f, m}}}{\eta_{\text{sys, cool}}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{heat, gross, seci, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique $i$ , en MJ ;
$Q_{\text{heat, net, seci, m}}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage (tenant compte de l'intermittence) du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 5.4, en MJ ;
$\eta_{\text{sys, heat}}$	le rendement du système de chauffage, déterminé selon le § 6.3, (-) ;
$Q_{\text{cool, gross, seci, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 5.1, en MJ ;

$a_{lat,cool}$	un coefficient de majoration forfaitaire tenant compte de l'énergie latente libérée par la condensation surfacique sur les émetteurs de refroidissement et de la deshumidification de l'air pulsé, valant 1,1 si la température moyenne du fluide caloporteur dans l'émetteur en fonctionnement nominal est inférieure à 15°C ou en présence d'un refroidissement actif de l'air pulsé, et 1,0 dans les autres cas, (-) ;
$Q_{cool,net,seci,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 5.4, en MJ ;
$\eta_{sys,cool}$	le rendement du système de refroidissement, déterminé selon le § 6.3, (-).

### 6.3 Rendements du système de chauffage et de refroidissement

On détermine, pour chaque système, le rendement du système de chauffage et de refroidissement,  $\eta_{sys,heat}$  et  $\eta_{sys,cool}$ , à l'aide d'un facteur d'annihilation et du rapport entre, d'une part, les besoins annuels nets en énergie respectivement pour le chauffage et le refroidissement, et, d'autre part, la somme des besoins nets en énergie pour le refroidissement et le chauffage, comme suit :

$$\text{Eq. 70} \quad \eta_{sys,heat} = \frac{1.0}{1.0 + a_{heat} + f_{annih}/f_{heat,net}} \quad (-)$$

et :

$$\text{Eq. 71} \quad \eta_{sys,cool} = \frac{1.0}{1.0 + a_{cool} + f_{annih}/f_{cool,net}} \quad (-)$$

où :

$a_{heat}$	le terme pour les déperditions des conduites, les déperditions des gaines et la régulation du système de distribution pour le chauffage, tel qu'établi ci-dessous, (-) ;
$f_{annih}$	le facteur d'annihilation de l'énergie résultant du chauffage et du refroidissement simultanés, tel qu'établi ci-dessous, (-) ;
$f_{heat,net}$	la fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, déterminée selon le § 6.4 ;
$a_{cool}$	le terme pour les déperditions des conduites, les déperditions des gaines et la régulation du système de distribution pour le refroidissement, tel qu'établi ci-dessous, (-) ;
$f_{cool,net}$	la fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, déterminée selon le § 6.4.

Pour les systèmes où la température exigée pour l'insufflation d'air est obtenue en mélangeant un flux d'air chauffé et un flux d'air refroidi, on a :

- $f_{annih} = 0,4$  ;
- $a_{heat} = 0$  ;
- $a_{cool} = 0$ .

Pour tous les autres systèmes, on relève les facteurs  $f_{\text{annih}}$ ,  $a_{\text{heat}}$  et  $a_{\text{cool}}$  des Tableau [15] et Tableau [16].

**Tableau [15] : Facteurs d'annihilation,  $f_{\text{annih}}$ , et pertes de distribution,  $a_{\text{heat}}$  et  $a_{\text{cool}}$ , pour le chauffage et pour le refroidissement**

		Chauffage	
		Production locale	Production centrale
Refroidissement	Production locale	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tableau [16], ligne 1 ou 5
	Production centrale	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tableau [16], ligne 2, 3, 4, 6, 7, 8
	Absent	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tableau [16], ligne 1 ou 5

**Tableau [16] : Facteurs d'annihilation,  $f_{\text{annih}}$ , et pertes de distribution,  $a_{\text{heat}}$  et  $a_{\text{cool}}$ , en cas de production centrale, respectivement pour le chauffage et pour le refroidissement**

Numéro du système	Transport de chaleur par	Transport de froid par	Régulation chauffage et refroidissement par espace	Facteur d'annihilation $f_{\text{annih}}$	Facteur de pondération déperditions conduites et gaines	
					Chauffage $a_{\text{heat}}$	Refroidissement $a_{\text{cool}}$
1	eau ou eau et air	N.A.°	oui	0,00	0,08	0,00
			non	0,00	0,25	0,00
2		eau	oui	0,04	0,13	0,06
			non	0,00	0,13	0,06
3		air	oui	0,00	0,13	0,06
			non	0,00	0,25	0,06
4		eau et air	oui	0,04	0,13	0,07
5		air	N.A.°	oui	0,00	0,04
	non			0,00	0,34	0,00
6	eau		oui	0,10	0,09	0,06
			non	0,00	0,04	0,01
7	air		oui	0,00	0,04	0,01
			non	0,00	0,39	0,01
8	eau et air		oui	0,10	0,09	0,07

° N.A. : non applicable

Si pour les systèmes du Tableau [16], un liquide réfrigérant est utilisé à la place de l'eau comme fluide caloporteur, alors les valeurs du Tableau [16] doivent être corrigées comme suit :

- la valeur de  $a_{\text{heat}}$  est diminuée de 0,08 ;
- la valeur de  $a_{\text{cool}}$  est diminuée de 0,01.

"Régulation chauffage et refroidissement par espace" veut dire que, au niveau de l'espace, le débit et/ou la température du fluide caloporteur (ou frigorigène) transporté est régulé en fonction d'une part de la température réelle et d'autre part de la température souhaitée dans l'espace.

Avec les systèmes dont la configuration est différente en situation estivale et en situation hivernale, il faut appliquer les facteurs d'annihilation correspondant au numéro du système en situation hivernale.

Pour les systèmes qui ne rentrent dans aucune des catégories décrites dans ce chapitre, le rendement du système pour le chauffage et le refroidissement doit être évalué selon des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

Remarques :

1. On entend par "transport de chaleur par eau" : au niveau de l'espace, un (post)chauffage est réalisé par des radiateurs situés dans l'espace, des éléments chauffants dans l'air qui circule (ventilo-convecteurs, unités à induction), une batterie de postchauffage dans la gaine d'amenée d'air, ou autres.

2. On entend par "transport de chaleur par air" : l'installation centrale de traitement d'air contient un dispositif (batterie chauffante et/ou récupérateur de chaleur) pour réchauffer l'air fourni (c'est pratiquement toujours le cas avec une ventilation mécanique).

3. On entend par "transport de froid par eau" : un (post)refroidissement est effectué, au niveau de l'espace, par des batteries de refroidissement placées dans la gaine d'amenée, des batteries de refroidissement situées dans l'air qui circule (ventilo-convecteurs ou unités à induction avec batterie de refroidissement), des plafonds froids à circulation d'eau, ou autres. Les plafonds froids à circulation d'air ne sont pas compris dans cette catégorie.

4. On entend par "transport de froid par air" : une installation de traitement d'air centrale contient un dispositif (batterie de refroidissement) pour refroidir et/ou déshumidifier l'air fourni.

Le rendement de système d'un système dit "combilus" est déterminé selon des règles déterminées par le Ministre. Par "combilus", on entend une conduite de circulation commune (dans le sens où plusieurs unités PEB sont alimentées par le même appareil combilus ou si le combilus dessert une unité d'habitation collective) qui fournit de la chaleur pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

## **6.4 Fractions des besoins nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement**

### **6.4.1 Fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement**

On détermine, pour le secteur énergétique, le rapport entre les besoins *annuels* nets en énergie pour le refroidissement et la somme des besoins *annuels* nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 72} \quad f_{\text{cool,net}} = 1 - f_{\text{heat,net}} \quad (-)$$

où :

$f_{cool,net}$  la fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement ;

$f_{heat,net}$  la fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, déterminée selon le § 6.4.2.

#### 6.4.2 Fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage

On détermine, pour le secteur énergétique, le rapport entre les besoins *annuels* nets en énergie pour le chauffage et la somme des besoins *annuels* nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 73} \quad f_{heat,net} = \max\left(0,1 ; \min\left(\frac{Q_{heat,net,seci,a}}{Q_{heat,net,seci,a} + Q_{cool,net,seci,a}} ; 0,9\right)\right) \quad (-)$$

où :

$$\text{Eq. 74} \quad Q_{heat,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,net,seci,m} \quad (\text{MJ})$$

et :

$$\text{Eq. 75} \quad Q_{cool,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,seci,m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$f_{heat,net}$  la fraction des besoins annuels nets en énergie pour le chauffage par rapport aux besoins annuels nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, (-) ;

$Q_{heat,net,seci,a}$  les besoins annuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ ;

$Q_{cool,net,seci,a}$  les besoins annuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ ;

$Q_{heat,net,seci,m}$  les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage (tenant compte de l'intermittence) du secteur énergétique i, déterminés selon le § 5.1, en MJ ;

$Q_{cool,net,seci,m}$  les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 5.4, en MJ.

#### 6.5 Détermination des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire

Pour les douches et/ou baignoires i (indice "bath") et les éviers de cuisine j (indice "sink"), le calcul des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire est analogue à la méthode appliquée aux unités PER. Il faut donc appliquer le § 9.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

Pour les autres points de puisage d'eau chaude k (indice "other"), on applique également le § 9.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté mais en transposant les formules qui s'appliquent aux éviers (indice "sink" dans l'annexe A.1 au présent

arrêté) et en déterminant la contribution des conduites d'eau sanitaire au rendement de système comme suit :

$$\text{Eq. 304} \quad \eta_{\text{tubing, other } i} = \frac{20}{20 + l_{\text{tubing, other } i} / r_{\text{water, other } i, \text{net}}} \quad (-)$$

avec :

$l_{\text{tubing, other } i}$  la longueur des conduites vers un autre point de puisage d'eau chaude  $i$ , en m. S'il n'y a pas de conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre l'appareil producteur de chaleur concerné pour l'eau chaude sanitaire et le milieu du plancher du local dans lequel se trouve le point de puisage d'eau chaude  $i$ . En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite. S'il y a une conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point d'embranchement concerné de la conduite de circulation et le milieu du plancher du local dans lequel se trouve le point de puisage d'eau chaude  $i$ . En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite ;

$r_{\text{water, other } i, \text{net}}$  un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'autre point de puisage d'eau chaude  $i$  par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-).

Comme valeurs par défaut, on utilise :  $l_{\text{tubing, other } i} = 20$  m.

## **7 Consommation finale d'énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'humidification et l'eau chaude sanitaire**

### **7.1 Principe**

Pour calculer le rendement de production dans un secteur énergétique, on considère le rendement de production des appareils qui alimentent le secteur énergétique en chaleur ou en froid. On calcule toujours avec des valeurs moyennes mensuelles.

Lorsque l'installation combine différents types de générateurs de chaleur ou de froid, on répartit les besoins bruts de manière conventionnelle entre le générateur préférentiel et le(s) générateur(s) non préférentiel(s). S'il y a plus d'un type de générateur de froid non préférentiel, on considère pour le traitement de la partie non préférentielle, uniquement le générateur de froid affichant la valeur la plus basse du rapport entre le facteur de conversion en énergie primaire ( $f_p$ ) et le rendement de production. S'il y a plus d'un type de producteur de chaleur non préférentiel, on détermine pour chaque générateur de chaleur non préférentiel une part non préférentielle selon le § 7.3.1.

Le cas échéant, on détermine également de manière analogue la consommation finale d'énergie pour l'humidification.

Lors de l'extension d'un bâtiment, les cas suivants peuvent se présenter :

- si on place de nouveaux générateurs de chaleur et/ou de froid qui fonctionnent indépendamment des appareils existants, on applique la procédure ci-après dans son entièreté ;
- si on place de nouveaux générateurs de chaleur et/ou de froid qui fonctionnent en combinaison avec les appareils existants, il faut appliquer la procédure ci-dessous, sans tenir compte des appareils existants ;
- si on ne place pas d'appareils supplémentaires, mais qu'on fait uniquement usage d'appareils existants, on peut au choix :
  - soit appliquer la procédure ci-dessous aux appareils existants si toutes les informations nécessaires sont disponibles de manière univoque,
  - soit calculer avec les valeurs par défaut suivantes :
    - $\eta_{\text{gen,heat}} = 0,77$  (par rapport au pouvoir calorifique supérieur), avec du mazout comme vecteur énergétique,
    - $\eta_{\text{gen,cool}} = 2,2$ , avec électricité comme vecteur énergétique.

### **7.2 Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'humidification**

#### **7.2.1 Chauffage et humidification**

Si plusieurs générateurs de chaleur alimentent un secteur énergétique en chaleur et que ces appareils n'ont pas tous le même rendement de production selon le § 7.5 et/ou n'utilisent pas tous le même vecteur énergétique, on répartit de manière conventionnelle les besoins bruts en énergie pour le chauffage entre les générateurs de chaleur préférentiels et les générateurs non préférentiels tel que décrit ci-dessous.

Ce formalisme est maintenu même s'il n'y a qu'un générateur de chaleur, ou si tous les générateurs de chaleur selon le § 7.5 ont le même rendement (et utilisent le même vecteur énergétique). Ce (groupe de) générateur(s) de chaleur constitue alors le générateur de chaleur préférentiel et assure 100% des

besoins. Le générateur de chaleur non préférentiel (non défini) se voit attribuer 0% des besoins.

Remarque : plusieurs appareils électriques de chauffage à résistance sont donc considérés collectivement comme un seul générateur de chaleur isolé. De même, un groupe de chaudières identiques est traité comme un seul générateur de chaleur.

Une méthode analogue s'applique aux installations d'humidification.

La consommation finale d'énergie pour le chauffage est donnée, par mois et par secteur énergétique, par :

$$\text{Eq. 77} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 305} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \sum_k \frac{f_{\text{heat,m,npref } k} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref } k}} \quad (\text{MJ})$$

La consommation finale d'énergie pour l'humidification est donnée, par humidificateur, par :

$$\text{Eq. 79} \quad Q_{\text{hum,final,j,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,hum,j,m}}) \cdot Q_{\text{hum,net,j,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 306} \quad Q_{\text{hum,final,j,m,npref}} = \sum_k \frac{f_{\text{heat,m,npref } k} \cdot (1 - f_{\text{as,hum,j,m}}) \cdot Q_{\text{hum,net,j,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref } k}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du/des générateur(s) de chaleur préférentiel(s) pour le chauffage du secteur énergétique  $i$ , en MJ ;

$f_{\text{heat,m,pref}}$  la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connectés préférentiel(s), telle que déterminée au 7.3.1, (-) ;

$f_{\text{as,m}}$  la part des besoins de chaleur totaux, couverte par un système d'énergie solaire thermique, déterminée tel que décrit ci-dessous. Les indices "heat,sec  $i$ " et "hum, $j$ " de la quantité de chaleur fournie correspondent respectivement au secteur énergétique  $i$  et à l'humidificateur  $j$  ;

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

$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$  le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;

$Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}}$  la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) pour le chauffage du secteur énergétique  $i$ , en MJ ;

$\eta_{\text{gen,heat,npref } k}$  le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;

$f_{\text{heat},m,\text{npref } k}$	la fraction mensuelle de production de chaleur totale produit par le(s) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) $k$ , déterminé selon § 7.3.1, (-) ;
$Q_{\text{hum},\text{final},j,m,\text{pref}}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) pour l'humidificateur $j$ , en MJ ;
$Q_{\text{hum},\text{net},j,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un humidificateur $j$ , déterminés selon le § 5.11, en MJ ;
$Q_{\text{hum},\text{final},j,m,\text{npref}}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) pour l'humidificateur $j$ , en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les générateurs de chaleur non préférentiels  $k$ .

Seuls les systèmes d'énergie solaire thermique de qualité sont pris en compte dans le calcul de la contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique. Le Ministre peut déterminer des règles pour déterminer la qualité des systèmes d'énergie solaire thermique. Le Ministre peut déterminer les conditions auxquels un système d'énergie solaire thermique doit satisfaire pour être considéré comme un système d'énergie solaire thermique de qualité.

La contribution énergétique utile mensuelle (fraction solaire) d'un système d'énergie solaire thermique actif doit être déterminée selon l'approche simplifiée du § 10.4.1.1 de l'annexe A.1. L'énergie des auxiliaires (par exemple pour un circulateur) doit, en outre, être multipliée par le facteur de conversion en énergie primaire pour l'électricité et être soustraite lors de la détermination de la contribution énergétique utile mensuelle. Dans le cas où il n'y a pas d'installation de panneaux solaires thermiques qui contribue à la production de chaleur d'un secteur énergétique  $i$ , ou d'un appareil d'humidification  $j$ , les fractions  $f_{\text{as},\text{heat},\text{sec } i,m}$  et  $f_{\text{as},\text{hum},j,m}$  sont nulles.

### 7.2.2 Refroidissement

Un générateur de froid peut fonctionner en mode free-chilling.

Le free-chilling est une technique de refroidissement où l'eau de refroidissement est rafraîchie sans l'utilisation d'une machine de refroidissement. On distingue 3 formes de free-chilling :

- le free-chilling par air : cette technique fait usage de l'air comme source froide. Le circuit d'eau froide est refroidi par une tour de refroidissement ou un aéro-refroidisseur (dry-cooler) ;
- le geo-cooling, systèmes fermés : cette technique fait usage du sol comme source froide. Le circuit d'eau froide est refroidi par un ou plusieurs échangeur(s) de chaleur enterrés ;
- le geo-cooling, systèmes ouverts : cette technique fait usage d'eaux souterraines comme source froide. Le circuit d'eau froide est refroidi par l'utilisation des eaux souterraines qui sont pompées puis réinjectées.

Les deux premières formes décrites ci-dessus ne sont prises en compte qu'en combinaison avec une machine frigorifique.

Si plusieurs générateurs de froid alimentent un secteur énergétique en froid et que ces générateurs n'ont pas tous le même rendement de production selon le

§ 7.5.2 et/ou n'utilisent pas tous le même vecteur énergétique et/ou sont combinés avec une forme différente de free-chilling, on répartit de manière conventionnelle les besoins bruts en énergie pour le refroidissement entre les générateurs de froid préférentiels et non préférentiels tel que décrit ci-dessous.

Ce formalisme est maintenu même s'il n'y a qu'un seul générateur de froid, ou si tous les générateurs de froid selon le § 7.5 ont le même rendement (et utilisent le même vecteur énergétique et ne sont pas combinés à différentes formes de free-chilling). Ce (groupe de) générateur(s) de froid constitue alors le générateur de froid préférentiel et assure 100% des besoins. Le générateur de froid non préférentiel (non défini) se voit attribuer 0% des besoins.

$$\text{Eq. 81} \quad Q_{\text{cool,final,sec i,m,pref}} = f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) \cdot \frac{Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}}{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 82} \quad Q_{\text{cool,final,sec i,m,npref}} = (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \cdot \frac{Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}}{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{cool,final,sec i,m,pref}}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s) pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ ;
$f_{\text{cool,pref}}$	la fraction annuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) préférentiel(s), tel que déterminé au § 7.3.2, (-) ;
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) préférentiel(s) en mode free-chilling, tel que déterminé au 7.4, (-) ;
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) préférentiel(s) en mode free-chilling, tel que déterminé au 7.4, (-) ;
$Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$Q_{\text{cool,final,sec i,m,npref}}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de froid non préférentiel(s) pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ ;
$\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de froid non préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.2, (-).

### 7.3 Répartition des besoins bruts en énergie entre générateurs préférentiels et non préférentiels

#### 7.3.1 Chauffage

On détermine la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur préférentiel comme suit :

- S'il n'y a qu'un seul générateur de chaleur pour le secteur énergétique considéré, ou si tous les générateurs de chaleur ont le même rendement de production selon le § 7.5 (et qu'ils utilisent le même vecteur énergétique),

on applique pour la fraction préférentielle moyenne mensuelle pour le chauffage,  $f_{\text{heat},m,\text{pref}} = 1$  ;

- sinon :

si le générateur de chaleur préférentiel n'est ni une cogénération sur site, ni site, ni une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur, chaleur, les valeurs de  $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$  doivent être reprises du

Tableau [47]. Pour appliquer le

- Tableau [47], il faut faire une interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires de  $x_m$ ,
- si le générateur de chaleur préférentiel est une installation de cogénération, les valeurs de  $f_{heat,m,pref}$  doivent être reprises du Tableau [18],
- si le générateur de chaleur préférentiel est une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur, les valeurs de  $f_{heat,m,pref}$  doivent être reprises du Tableau [48]. Pour appliquer le Tableau [48], il faut faire une interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires de  $x_m$ .

En cas d'application d'une cogénération en combinaison avec un ou plusieurs autres générateurs de chaleur, c'est la cogénération qui fait office de générateur de chaleur préférentiel. Si le générateur de chaleur préférentiel fournit de la chaleur à plus d'une partie fonctionnelle, les valeurs de  $f_{heat,m,pref}$  pour une fonction avec profil de besoin fluctuant seront utilisées, sauf si la somme des surfaces au sol des fonctions avec un profil de besoin constant pour lesquelles l'appareil préférentiel fournit de la chaleur est plus grande que la moitié de la somme des surfaces au sol de toutes les parties fonctionnelles pour laquelle l'appareil préférentiel fournit de la chaleur. Dans ce dernier cas les valeurs de  $f_{heat,m,pref}$  pour une fonction avec profil de besoin constant seront utilisées. Il faut se référer au bas de ce paragraphe pour la subdivision par fonction selon un profil de besoin fluctuant ou constant. Cette méthode n'est valable que dans une unité PEN. Si l'appareil préférentiel dessert des unités PEN et PER,  $f_{heat,m,pref}$  est déterminé pour les unités PEN comme décrit dans de chapitre et pour les unités PER selon le § 10.2.2 de l'annexe A.1.

La régulation entre appareils préférentiels et non préférentiels est une "régulation de puissance crête additionnelle" si le(s) appareil(s) non préférentiel(s) ne fonctionne(nt) qu'au moment où la demande de puissance est plus grande que la puissance que peut fournir l'appareil préférentiel, et si dans cette période l'appareil préférentiel fonctionne à pleine puissance. Dans tous les autres cas et aussi par défaut, une "régulation de puissance crête" est d'application.

Les valeurs pour  $f_{heat,m,pref}$  sont toujours fonction de la variable auxiliaire  $x_m$ , déterminée selon :

**Eq. 307** 
$$x_m = \frac{\frac{\sum_i (1-f_{as,heat,sec i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec i,m} + \sum_j (1-f_{as,water,bath j,m}) \cdot Q_{water,bath j,gross,m} + \sum_k (1-f_{as,water,sink k,m}) \cdot Q_{water,sink k,gross,m} + \sum_l (1-f_{as,water,other l,m}) \cdot Q_{water,other l,gross,m} + \sum_n (1-f_{as,hum,n,m}) \cdot Q_{hum,net,n,m} + \sum_o \frac{f_{cool,pref} \cdot Q_{cool,gross,seco,m}}{EER_{nom}}}{1000 \cdot P_{gen,heat,pref} \cdot t_m}}{(-)}$$

où :

$x_m$  la variable auxiliaire pour la détermination de la fraction en demande de chaleur couverte par l'appareil préférentiel : le besoin en chaleur divisé par la production "virtuelle" du générateur en puissance maximale sans interruption pendant le mois considéré, (-) ;

$f_{as,[...],m}$  la part des besoins de chaleur totaux couverte par un système d'énergie solaire thermique, déterminée selon § 10.4 de l'annexe A.1 au présent arrêté (suite à la demande de chaleur pour une unité PER) ou selon § 7.6 de la présente annexe (suite à la demande de chaleur pour une unité PEN). Avec l'un des indices suivants à la place de [...] : "heat,sec i" pour le besoin de chaleur du secteur énergétique i, les indices "water,bath j", "water,sink k" et "water,other l" pour les besoins de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire pour respectivement douche ou bain j, évier de cuisine k et

	autre point d'eau l et l'indice "hum,n" pour de besoin de chaleur pour l'humidification d'un appareil n, (-) ;
$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et selon § 6.2 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,bath j,gross,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire pour les douches ou baignoires j, déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et selon § 6.5 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,sin k,gross,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine k, déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et selon § 6.5 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,other l,gross,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire des autres points de puisage d'eau chaude l, déterminés selon le § 6.5, en MJ ;
$Q_{\text{hum,net,l,m}}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil l, déterminés selon le § 5.11, en MJ ;
$f_{\text{cool,pref}}$	la fraction annuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) préférentiel(s), tel que déterminé au § 7.3.2, (-) ;
$EER_{\text{nom}}$	le coefficient d'efficacité frigorifique, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$Q_{\text{cool,gross,sec o,m}}$	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, en MJ ;
$P_{\text{gen,heat,pref}}$	la puissance nominale totale du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), en kW ;
$t_m$	la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

Il faut effectuer une somme sur tous les secteurs énergétique i chauffés par un/des générateur(s) préférentiel(s), sur toutes les douches et/ou baignoires j, les éviers de cuisines k et les autres point de puisage l alimentés par l'eau chaude sanitaire produite par le(s) générateur(s) préférentiel(s), sur tous les humidificateurs i chauffé par le(s) générateur(s) préférentiel(s) et sur tous les secteurs énergétiques o qui font partie d'une unité PEN et qui sont refroidis par la machine de refroidissement par absorption préférentielle.

NOTE 1 La puissance nominale des chaudières est la puissance nominale visée par la directive européenne Chaudières ;

NOTE 2 La puissance thermique des pompes à chaleur est déterminée selon NBN EN 14511, dans les conditions de test explicitées au § 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

NOTE 3 La puissance thermique d'une installation de cogénération sur site est déterminée selon la méthode pour les appareils au gaz.

Tableau [47] : Fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s) par fonction,  $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ , à l'exception des cogénérations sur site et des pompes à chaleur avec l'air extérieur en tant que source de chaleur.

Type de profil de besoin de la fonction →	Profil de besoin constant		Profil de besoin fluctuant	
	régulation de commutation de puissance de pointe	régulation additionnelle de puissance de pointe	régulation de commutation de puissance de pointe	régulation additionnelle de puissance de pointe
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,95	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,66	0,90	0,86	0,98
$x_m = 0,25$	0,47	0,79	0,33	0,82
$x_m = 0,35$	0,31	0,67	0,09	0,64
$x_m = 0,45$	0,20	0,57	0,02	0,51
$x_m = 0,55$	0,13	0,51	0	0,41
$x_m = 0,65$	0,10	0,44	0	0,35
$x_m = 0,75$	0,07	0,39	0	0,31
$x_m = 0,85$	0,05	0,36	0	0,27
$x_m = 0,95$	0,05	0,33	0	0,24
$x_m = 1,05$	0,05	0,31	0	0,22
$x_m = 1,10$	0,05	0,30	0	0,20
$1,10 < x_m$	0,05	0,30	0	0,20

Fonctions avec profil de besoin constant : bureau, hébergement, soins de santé avec occupation nocturne, soins de santé sans occupation nocturne, commerce / services, sport sauna/piscine ( $t^\circ$  élevée), locaux techniques.

Fonctions avec profil de besoin fluctuant : enseignement, soins de santé salle d'opération, hébergement avec occupation importante, hébergement avec faible occupation, hébergement avec cafétéria/réfectoire, cuisine, sport salle de sport (basse  $t^\circ$ ), sport fitness/danse ( $t^\circ$  moyenne), communs, autre, inconnue.

**Tableau [18] : Valeur de la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par une installation de cogénération sur site**

Cas		Fraction mensuelle
$V_{\text{stor,cogen}} < V_{\text{stor,30 min}}$	$0 \leq x_m < 0,2$	0
	$0,2 \leq x_m < 0,6$	$1,25 \cdot x_m - 0,25$
	$0,6 \leq x_m < 0,92$	0,5
	$0,92 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$
$V_{\text{stor,cogen}} \geq V_{\text{stor,30 min}}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,25$	$2,9 \cdot x_m - 0,145$
	$0,25 \leq x_m < 0,42$	$0,94 \cdot x_m + 0,345$
	$0,42 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$

Les symboles présents dans le tableau sont définis comme suit :

$V_{\text{stor,cogen}}$  le volume d'eau du ballon, servant au stockage de chaleur fournie par l'installation de cogénération, en m<sup>3</sup> ;

$V_{\text{stor,30 min}}$  le volume d'eau minimal du ballon afin de couvrir pendant 30 minutes la production de l'installation de cogénération sur site à pleine puissance, en m<sup>3</sup>, déterminé selon le § A.6.

84

Méthode PEN 2017

Tableau [48] : Valeur de la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s),  $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$  - générateur préférentiel étant une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur

Profil de besoin de la fonction	Profil de besoin constant											
Régulation de puissance pointe	régulation de commutation de puissance de pointe						régulation additionnelle de puissance de pointe					
$f_{\theta,\text{heat}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,82	0,87	0,90	0,94	0,94	0,94	0,83	0,89	0,93	0,97	0,99	0,99
$x_m = 0,15$	0,38	0,47	0,53	0,58	0,63	0,65	0,43	0,54	0,65	0,76	0,85	0,89
$x_m = 0,25$	0,25	0,30	0,35	0,42	0,46	0,47	0,33	0,42	0,50	0,61	0,73	0,78
$x_m = 0,35$	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32	0,30	0,38	0,45	0,54	0,63	0,66
$x_m = 0,45$	0,17	0,19	0,21	0,22	0,22	0,23	0,26	0,33	0,39	0,47	0,54	0,57
$x_m = 0,55$	0,14	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,25	0,31	0,36	0,43	0,49	0,51
$x_m = 0,65$	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,20	0,29	0,34	0,38	0,43	0,45
$x_m = 0,75$	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,1	0,18	0,25	0,29	0,34	0,38	0,40
$x_m = 0,85$	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,95$	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,16	0,21	0,24	0,28	0,33	0,35
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	0,32
$x_m = 1,15$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,30
$x_m = 1,20$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
$1,20 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
Profil de besoin de la fonction	Profil de besoin fluctuant											
Régulation de puissance pointe	régulation de commutation de puissance de pointe						régulation additionnelle de puissance de pointe					
$f_{\theta,\text{heat}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,76	0,87	0,95	0,97	0,99	0,99	0,76	0,87	0,95	0,98	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,45	0,56	0,64	0,73	0,80	0,81	0,46	0,59	0,69	0,78	0,90	0,94
$x_m = 0,25$	0,31	0,36	0,39	0,41	0,41	0,42	0,40	0,51	0,59	0,68	0,77	0,80
$x_m = 0,35$	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,35	0,43	0,49	0,56	0,62	0,65
$x_m = 0,45$	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,30	0,37	0,42	0,48	0,53	0,54
$x_m = 0,55$	0	0	0	0	0	0	0,24	0,30	0,34	0,38	0,43	0,44
$x_m = 0,65$	0	0	0	0	0	0	0,18	0,23	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,75$	0	0	0	0	0	0	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,31
$x_m = 0,85$	0	0	0	0	0	0	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,27
$x_m = 0,95$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,13	0,15	0,19	0,23	0,24
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22
$x_m = 1,10$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20
$1,10 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20

Les symboles représentés dans le tableau sont définis comme suit :

$COP_{test}$	le coefficient de performance de la pompe à chaleur, déterminé selon 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté (-) ;
$f_{\theta,heat}$	un facteur de correction pour la différence entre la température de départ vers le système d'émission de chaleur ( ou installations à accumulation dans ce cas-ci) et la température de sortie du condenseur, déterminé selon § 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;

S'il y a un générateur de chaleur non préférentiel pour le secteur énergétique considéré, ou si tous les générateurs de chaleurs non préférentiels ont le même rendement de production selon le § 7.5 (et utilisent le même vecteur énergétique), la fraction mensuelle pour le chauffage du générateur non préférentiel  $k$  est déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 308 } f_{heat,m,npref k} = 1 - f_{heat,m,pref} \quad (-)$$

S'il y a plusieurs générateurs de chaleurs non préférentiels avec différents rendements de production selon le § 7.5 (et/ou qu'ils utilisent différents vecteurs énergétique), les fractions mensuelles pour le chauffage de chaque générateur non préférentiel  $k$  sont déterminés comme suit :

$$\text{Eq. 309 } f_{heat,m,npref k} = (1 - f_{heat,m,pref}) \cdot \frac{P_{gen,heat,npref k}}{\sum_k P_{gen,heat,npref k}} \quad (-)$$

où :

$f_{heat,m,npref k}$	la fraction mensuelle de la production de chaleur totale fournie par le générateur non préférentiel $k$ , (-) ;
$f_{heat,m,pref}$	la fraction mensuelle de la production de chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel (s), (-) ;
$P_{gen,heat,npref k}$	la puissance nominale totale du (des) générateur(s) non préférentiel (s) $k$ , en kW ;

Il faut effectuer une somme sur tous les générateurs de chaleur non préférentiels  $k$ .

NOTE 1 La puissance nominale des chaudières est la puissance nominale visée par la directive européenne Chaudières ;

NOTE 2 La puissance thermique des pompes à chaleur est déterminée selon NBN EN 14511, dans les conditions de test explicitées au § 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

NOTE 3 La puissance thermique d'une installation de cogénération sur site est déterminée selon la méthode pour les appareils au gaz.

### 7.3.2 Refroidissement

S'il n'y a qu'un générateur de froid pour le secteur énergétique considéré, ou si tous les générateurs de froid ont le même rendement selon le § 7.5, utilisent le même vecteur énergétique et sont combinés à une même forme de free-chiling, on applique pour la fraction préférentielle moyenne annuelle pour le refroidissement :  $f_{cool,pref} = 1,0$

Dans tous les autres cas, on relève la fraction préférentielle moyenne annuelle du Tableau [19].

En cas d'utilisation d'une machine frigorifique à absorption combinée avec un ou plusieurs autres générateurs de froid, c'est la machine frigorifique à absorption qui est prise comme générateur de froid préférentiel.

En cas d'utilisation d'un système ouvert géo-cooling combiné avec un ou plusieurs autres générateurs de froid, c'est le système ouvert géo-cooling qui est pris comme générateur de froid préférentiel.

Dans tous les autres cas, on prend comme générateur de froid préférentiel le générateur avec le plus haut rendement, déterminé selon le § 7.5.2.

**Tableau [19] : Fraction moyenne annuelle du froid fourni par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s)  $f_{cool,pref}$ , en fonction du rapport des puissances  $\beta_{gen,cool}$ .**

$\beta_{gen,cool}$	$f_{cool,pref}$
de 0,0 à 0,1	0,1
de 0,1 à 0,2	0,2
de 0,2 à 0,3	0,5
de 0,3 à 0,5	0,8
de 0,5 à 1,0	1,0

On détermine le rapport entre la puissance nominale du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s) et la puissance nominale de tous les générateurs de froid  $\beta_{gen,cool}$  comme suit :

$$\text{Eq. 84} \quad \beta_{gen,cool} = \frac{P_{gen,cool,pref}}{P_{gen,cool,pref} + P_{gen,cool,npref}} \quad (-)$$

où :

$\beta_{gen,cool}$  le rapport entre la puissance nominale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s) et la puissance nominale de refroidissement de tous les générateurs de froid pour le secteur énergétique, (-) ;

$P_{gen,cool,pref}$  la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s), en kW ;

$P_{gen,cool,npref}$  la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid non préférentiel(s), en kW.

La puissance de refroidissement à appliquer pour la détermination de  $\beta_{gen,cool}$  des différents types de générateurs de froid s'exprime comme suit :

- machines frigorifiques à compression : la puissance frigorifique mesurée selon la NBN EN 14511 dans les conditions nominales (standard rating conditions) ;
- machines frigorifiques à absorption : la puissance frigorifique mesurée soit selon la NBN EN 12309-2 ou selon la "ARI Standard 560 : 2000" ;
- geo-cooling / système ouvert :

$$\text{Eq. 85} \quad P_{gen,cool,free} = 4187 \cdot \Delta T_{max} \cdot \phi_{well} \quad (\text{kW})$$

où :

$\phi_{\text{well}}$	le débit du puits de forage, repris dans le permis d'environnement (le débit puisé). S'il y a plusieurs sources, il s'agit du débit total de l'ensemble des sources, en m <sup>3</sup> /s ;
$\Delta T_{\text{max}}$	la différence de température entre l'eau puisée et l'eau réinjectée, fixée à 6°C.

#### 7.4 Fraction mensuelle moyenne d'énergie apportée par free-chilling

Le paramètre  $f_{\text{cool,m,free}}$  permet de valoriser qu'une partie des besoins bruts en énergie pour le refroidissement est couverte par un générateur fonctionnant en mode free-chilling.

La consommation en énergie finale des générateurs fonctionnant en mode free-chilling est en général estimée comme nulle. La consommation réelle de ces générateurs est alors prise en compte dans la partie consommation auxiliaire (§ 8).

Dans le cas où le(s) générateur(s) ne fonctionne(nt) pas en mode free-chilling, la fraction mensuelle moyenne en free-chilling :  $f_{\text{cool,m,free}} = 0$

Dans le cas d'un système ouvert geo-cooling, celui-ci est toujours considéré comme fonctionnant en mode free-chilling. Dans ce cas :  $f_{\text{cool,m,free}} = 1$

Une machine frigorifique (refroidie à l'eau) peut fonctionner en mode free-chilling. Dans ce cas, la puissance de refroidissement des tours de refroidissement (free-chilling par air) ou par un échangeur géothermique (geo-cooling / système fermé) est extraite directement sans passer par la machine de refroidissement (by-pass).

La fraction mensuelle moyenne en free-chilling est donnée par :

$$\text{Eq. 86} \quad f_{\text{cool,m,free}} = f_{\text{cool,free,sizing}} \cdot f_{\text{cool,m,free,operation}} \quad (-)$$

où :

$f_{\text{cool,free,sizing}}$	la fraction annuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s) fonctionnant en mode free-chilling, s'il n'existait pas de limite imposée par les conditions opératoires, telles que déterminé ci-dessous, (-) ;
$f_{\text{cool,m,free,operation}}$	la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s) fonctionnant en mode free-chilling imposée par les conditions de fonctionnement, c'est-à-dire s'il n'existait pas de limite imposée par la taille de ce générateur, telles que déterminé ci-dessous (-).

$$\text{Eq. 87} \quad f_{\text{cool,free,sizing}} = \frac{P_{\text{gen,cool,free}}}{P_{\text{gen,cool,nfree}} + P_{\text{gen,cool,free}}} \quad (-)$$

où :

88

Méthode PEN 2017

$P_{gen,cool,free}$	la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid qui ont été conçus pour pouvoir fonctionner en mode free-chilling, en kW ;
$P_{gen,cool,nfree}$	la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid qui n'ont pas été conçus pour pouvoir fonctionner en mode free-chilling, en kW.

La puissance de froid à appliquer pour la détermination de  $f_{cool,free,sizing}$  des différents types de générateurs de froid est donnée ci-dessous :

- machines à compression de froid : la puissance de refroidissement telle que mesurée selon les conditions standard définies dans la norme EN 14511 ;
- machines à absorption : la puissance de refroidissement telle que mesurée soit selon la norme NBN EN 12309-2, soit selon la norme ARI Standard 560:2000.

On tire la valeur de  $f_{cool,m,free,operation}$  du Tableau [20].

**Tableau [20] : Fraction mensuelle moyenne  $f_{cool,m,free,operation}$  des besoins totaux en froid délivrés par un générateur(s) fonctionnant en mode free-chilling en fonction des limitations sur les conditions de fonctionnement**

Mois	$f_{cool,m,free,operation}$		
	Free-chilling par air		Geo-cooling / système fermé
	$\theta_{ev} < 16^{\circ}\text{C}$	$\theta_{ev} \geq 16^{\circ}\text{C}$	
janvier	0,966	1,000	0
février	0,909	0,969	0
mars	0,763	0,876	0
avril	0,404	0,834	0,25
mai	0,134	0,482	0,50
juin	0,027	0,339	0,75
juillet	0,014	0,229	0,85
août	0,010	0,176	0,85
septembre	0,030	0,507	0,75
octobre	0,218	0,772	0,40
novembre	0,730	0,886	0
décembre	0,878	0,970	0

Avec :

$\theta_{ev}$  la température de fonctionnement de l'évaporateur au point de fonctionnement, tel que déterminé au § 0, en °C.

## 7.5 Rendements de production pour le chauffage et le refroidissement

### 7.5.1 Rendement de production pour le chauffage

Le rendement de production d'un producteur de chaleur  $\eta_{\text{gen,heat}}$  se détermine de la même manière que dans le cas des unités résidentielles : voir le § 10.2.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

La valeur par défaut pour la température de retour de conception des appareils d'humidification et des caissons de traitement d'air est de 70°C.

Pour les pompes à chaleur sur boucle d'eau, le Ministre peut déterminer les règles de calcul.

Pour les systèmes à débit de réfrigérant variable (VRF), une méthode de détermination du rendement de production est prévue telle que décrite ci-dessous.

#### Rendement de production pour un système multi-split à débit de réfrigérant variable (VRF)

Un système multi-split à débit de réfrigérant variable (VRF : Variable Refrigerant Flow) est constitué de plusieurs unités intérieures alimentées en réfrigérant et qui travaillent en mode évaporateur (climatisation) ou condenseur (chauffage) et d'une unité extérieure. Les unités intérieures sont reliées à l'unité extérieure au moyen d'un circuit de réfrigérant. Ce type de système permet de réaliser du transfert d'énergie thermique entre les zones du bâtiment à refroidir et celles à réchauffer.

$$\text{Eq. 88} \quad \eta_{\text{gen,heat,seci,m}} = \frac{\text{SPF}}{f_{\text{rec,m,vrf}}} \quad (-)$$

où :

SPF le facteur de performance saisonnière moyen, déterminé selon le § 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;

$f_{\text{rec,m,vrf}}$  le facteur de récupération mensuel de chaleur tel que déterminé ci-dessous, (-).

$$\text{Eq. 89} \quad f_{\text{rec,m,vrf}} = 0,85 \cdot \left[ \left( \frac{Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + Q_{\text{cool,gross,seci,m}}} \right)^{1,2} + \left( \frac{Q_{\text{cool,gross,seci,m}}}{Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + Q_{\text{cool,gross,seci,m}}} \right)^{1,2} \right] \quad (-)$$

où :

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

$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$  les besoins mensuels bruts pour le chauffage des espaces du secteur énergétique  $i$ , déterminés selon le § 6.2, in MJ.

Le rendement de production d'un système "combilus" est déterminé selon des règles déterminées par le Ministre.

90

Méthode PEN 2017

### 7.5.2 Rendement de production pour le refroidissement

Si aucun refroidissement actif n'est appliqué, on pose par hypothèse que le rendement de production est égal à 5, avec l'électricité comme vecteur énergétique.

Si une installation de refroidissement actif est effectivement placée, et cela dans le cas d'une machine frigorifique à compression et/ou une machine à absorption, alors le rendement de production mensuel pour le refroidissement  $\eta_{\text{gen,cool,m}}$  doit être déterminé selon le Tableau [21].

Pour les pompes à chaleur sur boucle d'eau, le Ministre peut déterminer les règles de calcul.

Pour les autres générateurs de froid, on détermine le rendement de production  $\eta_{\text{gen,cool,m}}$  sur base d'une demande d'équivalence.

**Tableau [21] : Formules et valeurs des paramètres pour la détermination du rendement de production mensuel pour le refroidissement actif**

N°	Fluide dans le condenseur	Fluide dans l'évaporateur	Dénomination du générateur de froid	$\eta_{\text{gen,cool,m}}$
1a	air	air	Climatiseur refroidi par air, ou système multi-split à condensation par air	$\frac{EER_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,m}}$
1b			Système Multisplit avec débit de réfrigérant variable (VRF)	$\frac{EER_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,m} \cdot f_{\text{rec,m,vrf}}}$
2	eau / eau glycolée	air	Climatiseur refroidi par eau, ou système multi-split à condensation par eau	$\frac{EER_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,m}}$
3	air	eau	Pompe à chaleur air/eau, ou groupe frigorifique refroidi par air avec ou sans condenseur séparé	$\frac{EER_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,m}}$
4	eau / eau glycolée	eau	Pompe à chaleur eau (glycolée)/eau, ou groupe frigorifique refroidi par eau avec ou sans condenseur séparé	$\frac{EER_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,m}}$
5	air / eau	eau	Machine à absorption	$EER_{\text{nom}} \cdot \left( \frac{f_{\text{heat,m,pref}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} + \frac{1 - f_{\text{heat,m,pref}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}} \right)^{-1}$

où :

$EER_{\text{nom}}$  le coefficient d'efficacité frigorifique, déterminé selon le § 7.5.2.1, (-) ;

$f_{\text{PL}}$  le facteur de charge partielle qui tient compte du comportement à charge partielle du générateur de froid selon le § 7.5.2.2, (-) ;

$f_{\theta,m}$  le facteur de température mensuel qui tient compte de la modification de performance de la machine entre les ratios des

	températures des fluides secondaires au condenseur et à l'évaporateur au point de fonctionnement et dans les conditions nominales définies par les conditions standard de la norme NBN EN 14511 selon le § 7.5.2.3, (-) ;
$f_{rec,m,vrf}$	le facteur de récupération mensuel pour le refroidissement, déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$f_{heat,m,pref}$	la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connectés préférentiel(s) : - vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ; - déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-) ;
$\eta_{gen,heat,pref}$	le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) : - vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ; - déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-) ;
$\eta_{gen,heat,npref}$	le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) : - vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ; - déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-).

#### 7.5.2.1 Le coefficient d'efficacité frigorifique $EER_{nom}$

Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [22] :

**Tableau [22] : Valeurs par défaut pour la détermination du rendement de production pour le refroidissement actif**

N°	Fluide dans le condenseur	Fluide dans l'évaporateur	Dénomination du générateur de froid	EER <sub>nom</sub>	f <sub>PL</sub>	θ <sub>co,nom</sub>	θ <sub>ev,nom</sub>
1a	air	air	Climatiseur refroidi par air, ou système multi-split à condensation par air	2,1	1,25	35	27
1b			Système Multisplit avec débit de réfrigérant variable (VRF)				
2	eau / eau glycolée	air	Climatiseur refroidi par eau, ou système multi-split à condensation par eau	3,05	1,25	30	27
3	air	eau	Pompe à chaleur air/eau, ou groupe frigorifique refroidi par air avec ou sans condenseur séparé	2,1	1,25	35	7
4	eau / eau glycolée	eau	Pompe à chaleur eau (glycolée)/eau, ou groupe frigorifique refroidi par eau avec ou sans condenseur séparé	3,05	1,25	30	7
5	air / eau	eau	Machine à absorption	0,7	-	-	-

Méthode détaillée

Pour les machines à compression, EER<sub>nom</sub> est équivalent à EER<sub>test</sub> tel que défini par les conditions standard de la norme NBN EN 14511, partie 2 de la norme.

Pour les machines frigorifiques alimentées thermiquement, EER<sub>nom</sub> est équivalent à EER<sub>test</sub> tel que défini par les conditions standard de la norme ARI Standard 560-2000.

**7.5.2.2 Facteur de charge partielle f<sub>PL</sub>**Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [22].

Méthode détaillée

L'équation pour le facteur de charge partielle est donnée par :

$$\text{Eq. 90} \quad f_{PL} = 2,64 - 1,19 \cdot \left( \frac{SEER}{EER_{nom}} \right) \quad (-)$$

avec :

SEER le coefficient de performance saisonnière pour les machines frigorifiques à compression, déterminé selon prEN14825, (-) ;

EER<sub>nom</sub> le coefficient d'efficacité frigorifique, déterminé selon le § 7.5.2.1, (-).

**7.5.2.3 Facteur de température mensuel  $f_{\theta,m}$** 

Le facteur de température mensuel est déterminé par :

$$\text{Eq. 91} \quad f_{\theta,m} = 1 + C_{\theta,1} \cdot \Delta\theta_m + C_{\theta,2} \cdot \Delta\theta_m^2 \quad (-)$$

où :

$C_{\theta,1}$  une constante pour le calcul du facteur de température mensuel, tel que déterminé au § 7.5.2.3.1 ;

$C_{\theta,2}$  une constante pour le calcul du facteur de température mensuel, tel que déterminé au § 7.5.2.3.1 ;

$\Delta\theta_m$  la différence entre les rapports de température entre le condenseur et l'évaporateur dans le point de fonctionnement et le point de fonctionnement nominal, tel que défini ci-dessous, (-).

avec :

$$\text{Eq. 92} \quad \Delta\theta_m = \frac{(\theta_{co,m} + 273,15)}{(\theta_{ev} + 273,15)} - \frac{(\theta_{co,nom} + 273,15)}{(\theta_{ev,nom} + 273,15)} \quad (-)$$

où :

$\theta_{co,m}$  la température moyenne mensuelle de fonctionnement du condenseur au point de fonctionnement, tel que déterminé au § 7.5.2.3.2, en °C ;

$\theta_{ev}$  la température de fonctionnement de l'évaporateur au point de fonctionnement, tel que déterminé au § 0, en °C ;

$\theta_{co,nom}$  la température de fonctionnement du condenseur dans les conditions nominales, tel que déterminé au § 7.5.2.3.4, en °C ;

$\theta_{ev,nom}$  la température de fonctionnement de l'évaporateur dans les conditions nominales, tel que déterminé au § 7.5.2.3.4, en °C.

**7.5.2.3.1 Constantes pour la détermination du facteur de température mensuel****Valeur par défaut**

On relève la valeur par défaut du Tableau [23] :

**Tableau [23] : Valeurs par défaut pour la détermination du facteur de température mensuel**

Référence de machine frigorifique selon Tableau [21]	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	5,24	7,78
2, 4	8,81	30,9

Méthode détaillée

On relève la valeur par défaut du Tableau [24] :

**Tableau [24] : Constantes pour la détermination du facteur de température mensuel**

Référence de machine frigorifique selon Tableau [21]	Type de compresseur	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	Compresseur à pistons	5,24	7,78
	Compresseur scroll	7,33	18,6
	Compresseur à vis	6,41	17,0
2, 4	Compresseur scroll	8,81	30,9
	Compresseur à vis	9,14	42,8
	Compresseur centrifuge	9,98	40,1

7.5.2.3.2 Température de fonctionnement mensuelle du condenseur  $\theta_{co,m}$

Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [25].

Méthode détaillée

- Pour les machines frigorifiques refroidies directement à l'air, reprendre la valeur de  $\theta_{co,m}$  au Tableau [25].
- Pour les machines frigorifiques refroidies à l'eau qui utilisent une tour de refroidissement  $\theta_{co,m}$  est égale à la température d'eau glacée à l'entrée du condenseur, telle que prévue dans le dimensionnement.
- Pour les autres machines frigorifiques refroidies à l'eau  $\theta_{co,m}$  est égale à la température d'eau glacée à l'entrée du condenseur, telle que prévue dans le dimensionnement, déterminé selon des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

**Tableau [25] : Température de fonctionnement mensuelle du condenseur  $\theta_{co,m}$**

Référence de machine frigorifique selon Tableau [21]	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aôut	Sep	Oct	Nov	Déc
1a, 1b, 3	4,1	5,1	8,3	11,3	15,5	18,2	19,7	20,5	16,4	12,5	7,3	4,4
2, 4 avec tour de refroidis.	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2, 4 avec géo-cooling	9,2	9,9	10,3	10,9	11,7	12,3	12,5	12,7	12,0	11,2	10,4	9,9

### 7.5.2.3.3 Température à l'évaporateur au point de fonctionnement $\theta_{ev}$

#### Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [26] :

**Tableau [26] : Température à l'évaporateur au point de fonctionnement  $\theta_{ev}$**

Référence de machine frigorifique selon Tableau [21]	Système d'émission	$\theta_{ev}$
1a, 1b, 2	-	26
3, 4, 5	plafonds froids et/ou poutres froides	16
	batteries froides dans des unités de traitement d'air ou ventiloconvecteurs ou autres	6

Si la machine frigorifique outre les plafonds froids et/ou les poutres froides utilise un autre système d'émission, la température à l'évaporateur au point de fonctionnement doit être prise égale à 6°C.

#### Méthode détaillée

La température de l'évaporateur au point de fonctionnement  $\theta_{ev}$  est déterminée pas le dimensionnement du système d'émission et doit être déterminée par les règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base du principe d'équivalence.

### 7.5.2.3.4 Températures au condenseur et à l'évaporateur au point de fonctionnement et dans les conditions nominales $\theta_{co,nom}$ et $\theta_{ev,nom}$

#### Valeur par défaut

Dans le cas où on prend une valeur par défaut pour le coefficient d'efficacité frigorifique  $EER_{nom}$  de la machine à compression, les valeurs par défaut  $\theta_{co,nom}$  en  $\theta_{ev,nom}$  sont reprises au Tableau [22].

#### Méthode détaillée

Dans le cas où l'on ne prend pas la valeur par défaut pour le coefficient d'efficacité frigorifique  $EER_{nom}$  de la machine à compression, les températures au condenseur et à l'évaporateur au point de fonctionnement et dans les conditions nominales  $\theta_{co,nom}$  en  $\theta_{ev,no}$  au moyen desquelles le  $EER_{test}$  est déterminé, sont fixées par les standard rating conditions de la partie 2 de la norme NBN EN 14511.

#### Notes :

- Pour les machines refroidies par air (générateurs de froid numéros 1a, 1b et 3),  $\theta_{co,nom}$  est la température bulbe sec à l'entrée du condenseur.
- Pour les machines refroidies par eau (générateurs de froid numéros 2 et 4),  $\theta_{co,nom}$  est la température à l'entrée du condenseur.
- Pour les machines qui délivrent de la chaleur à l'air (générateurs de froid numéros 1a, 1b et 2),  $\theta_{ev,nom}$  est la température bulbe sec à l'entrée de l'évaporateur.
- Pour les machines qui délivrent de la chaleur à l'eau (générateurs de froid numéros 3 et 4),  $\theta_{ev,nom}$  est la température à la sortie de l'évaporateur.

**7.6 Consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire**

Pour les douches et/ou baignoires i (indice "bath") et les éviers de cuisine j (indice "sink"), le calcul de la consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire est analogue à la méthode appliquée aux unités résidentielles. Il faut donc appliquer le § 10.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

Pour les autres points de puisage d'eau chaude k (indice "other"), on applique également le § 10.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté mais en transposant les formules qui s'appliquent aux éviers (indice "sink" de l'annexe A.1 au présent arrêté).

## 8 Consommation mensuelle d'énergie auxiliaire

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire est déterminée dans ce chapitre. La conversion en consommation d'énergie primaire s'effectue au § 10.5.

### 8.1 Consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation

#### 8.1.1 Principe

La consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation de l'air dans l'unité PEN est déterminée comme la somme de trois termes :

- la consommation des ventilateurs liée à la ventilation hygiénique ;
- la consommation des ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique en journée ;
- la consommation des ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit.

Chacun de ces termes est le produit du nombre d'heures de service fixé ci-dessous et de la puissance effective à laquelle une pondération pour la régulation peut être intégrée.

Pour la ventilation hygiénique, la puissance effective est déterminée à l'aide du débit d'air  $\dot{V}_{\text{hyg, fct } f}$  utilisé au § 5.6.2.2, sauf si l'on démontre, sur base de la puissance installée réelle des ventilateurs, qu'une valeur inférieure s'applique pour la puissance effective. Pour les ventilations additionnelles, il est exigé de se baser sur les débits et puissances réels mesurés sur site.

On calcule la consommation annuelle d'électricité des ventilateurs suivant le § 8.1.2. Si la ventilation est entièrement naturelle et qu'il n'y a pas de ventilateurs, la consommation est évidemment égale à zéro.

#### 8.1.2 Consommation d'électricité des ventilateurs

On détermine la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs de l'unité PEN,  $W_{\text{fans, m}}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 93} \quad W_{\text{fans, m}} = \sum_f W_{\text{fans, fct } f, m} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{fans, fct } f, m}$  la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs au service de la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh. La détermination s'effectue soit à l'aide de valeurs forfaitaires, selon le § 8.1.3, soit à l'aide des puissances installées réelles des moteurs électriques, selon le § 8.1.4. Dans le cas où une ventilation additionnelle mécanique doit être prise en compte, seul le calcul à l'aide des puissances installées réelles des moteurs électriques tel que décrit au § 8.1.4. est accepté.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles  $f$  appartenant à l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs,  $W_{fans, fct f, m}$ , est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

### 8.1.3 Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle à l'aide de valeurs par défaut

Dans ce cas, on détermine la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans la partie fonctionnelle  $f$ ,  $W_{fans, fct f, m}$  comme suit :

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

avec :

$P_{def, fct f}$  la puissance effective forfaitaire des ventilateurs de pulsion et/ou d'extraction telle que déterminée ci-après, en W ;  
 $f_{fans, fct f, m}$  la fraction de temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service au cours du mois considéré, déterminée selon le § 0, (-) ;  
 $t_m$  la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

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

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

où :

$C_{sys}$  une constante dépendant du système de ventilation présent dans la partie fonctionnelle  $f$ , tel que déterminé ci-après, en Wh/m<sup>3</sup> ;  
 $\dot{V}_{hyg, fct f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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 :  $C_{sys} = 0,33$  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 :  $C_{sys} = 0,55$  Wh/m<sup>3</sup>.
- Dans tous les autres cas :  $C_{sys} = 0,85$  Wh/m<sup>3</sup>.

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

Dans ce cas, on détermine la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans la partie fonctionnelle  $f$ ,  $W_{fans, fct f, m}$  comme suit :

$$\text{Eq. 310} \quad W_{fans, fct f, m} = W_{fans, hyg, fct f, m} + W_{fans, add m, day, cool, fct f, m} + W_{fans, add m, night, cool, fct f, m} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$$\text{Eq. 311 } W_{\text{fans, hyg, fct } f, m} = \sum_j \left( \frac{0,8 \cdot f_{\text{ctrl}, j} \cdot f_{\text{fan, mod}} \cdot P_{\text{instal}, j} \cdot \dot{V}_{\text{hyg, fct } f, j}}{\dot{V}_{\text{hyg}, j}} \cdot f_{\text{fans, hyg, fct } f, m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Eq. 312 } W_{\text{fans, add m, day, cool, fct } f, m} = \sum_j \left( \frac{0,8 \cdot (1 - f_{\text{ctrl}, j} \cdot f_{\text{fan, mod}}) \cdot P_{\text{instal}, j} \cdot \dot{V}_{\text{add m, fct } f, j}}{\dot{V}_{\text{add m}, j}} \cdot f_{\text{v, add m, day, cool, fct } f, m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Eq. 313 } W_{\text{fans, add m, night, cool, fct } f, m} = \sum_j \left( \frac{0,8 \cdot P_{\text{instal}, j} \cdot \dot{V}_{\text{add m, fct } f, j}}{\dot{V}_{\text{add m}, j}} \cdot f_{\text{v, add m, night, cool, fct } f, m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{fans, hyg, fct } f, m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs liée à la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh ;

$W_{\text{fans, add m, day, cool, fct } f, m}$  la consommation additionnelle mensuelle d'électricité pour les ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique en journée dans la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh ;

$W_{\text{fans, add m, night, cool, fct } f, m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit 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], (-) ;

$f_{\text{fan, mod}}$  un facteur de réduction de la puissance installée pour le fonctionnement en mode hygiénique, comme déterminé ci-dessous ;

$P_{\text{instal}, j}$  la valeur de calcul pour la puissance électrique installée du ventilateur, telle que déterminée ci-après, en W ;

$\dot{V}_{\text{hyg, fct } f, j}$  la part du débit de conception du ventilateur  $j$  pour la ventilation hygiénique au profit de la partie fonctionnelle  $f$ , en m<sup>3</sup>/h ;

$\dot{V}_{\text{hyg}, j}$  le débit de conception total du ventilateur  $j$  pour la ventilation hygiénique, en m<sup>3</sup>/h ;

$f_{\text{fans, hyg, fct } f, m}$  la fraction de temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service au cours du mois considéré pour la ventilation hygiénique, déterminée selon le § 0, (-) ;

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

$\dot{V}_{\text{add m, fct } f, j}$  la part du débit de conception du ventilateur  $j$  pour la ventilation additionnelle mécanique au profit de la partie fonctionnelle  $f$ , établi par des mesures in situ réalisées conformément aux règles déterminées par le Ministre, en m<sup>3</sup>/h. En l'absence de mesures, cette valeur est égale à  $\dot{V}_{\text{hyg, fct } f, j}$  ;

$\dot{V}_{\text{add m}, j}$  le débit de conception total du ventilateur  $j$  pour la ventilation additionnelle mécanique, en m<sup>3</sup>/h ;

$f_{\text{v, add m, day, cool, fct } f, m}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service

100

Méthode PEN 2017

dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;

$f_{V,add m,night,cool,fct f,m}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.4.1, (-).

et où  $f_{fan,mod}$  vaut :

- dans le cas d'une régulation à vitesse de rotation variable :

$$\text{Eq. 314} \quad f_{fan,mod} = \left( \frac{V_{hyg,fct f}}{V_{add m,fct f}} \right)^{2.5} \quad (-)$$

- dans les autres cas :  $f_{fan,mod} = 1$ .

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

**Tableau [27] : Facteur de réduction  $f_{ctrl,j}$  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

La fraction du temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service au cours d'un mois donné,  $f_{f_{ans},fct f,m}$ , est déterminée comme suit :

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

où :

$f_{vent,heat,fct f}$  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

Dans ce chapitre, la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution est déterminée. La conversion en énergie primaire se fait au § 10.5.

### 8.2.2 Règle de calcul pour la consommation d'énergie auxiliaire pour la distribution

#### 8.2.2.1 Règle de calcul générale

On détermine la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution dans l'unité PEN,  $W_{aux,dis,m,ref}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 315} \quad W_{aux,dis,m} = \sum_j P_{pump,dis,instal,j} \cdot \frac{t_{on,dis,j,m}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

où :

$P_{pump,dis,instal,j}$  la valeur pour la puissance installée du circulateur  $j$  desservant l'unité PEN considérée, telle que définie au § 8.2.3, en W ;  
 $t_{on,dis,j,m}$  le temps de fonctionnement mensuel du circulateur  $j$  pour la distribution, tel que défini au § 8.2.4, en Ms.

Il faut faire la somme sur tous les circulateurs  $j$  qui desservent l'unité PEN.

#### 8.2.2.2 Exceptions

Les circulateurs installés à des fins de sauvegarde sont redondants pour le système. Leur consommation d'énergie auxiliaire ne doit donc pas être prise en compte.

### 8.2.3 Détermination de la puissance installée $P_{pump,dis,instal,j}$

$P_{pump,dis,instal,j}$  est la puissance installée du circulateur  $j$ , en W, et est déterminée comme suit :

- pour les circulateurs à rotor noyé : la puissance électrique moyenne mesurée à 100% du débit, nommée  $P_{L,100\%}$ , selon le Règlement (CE) n° 641/2009 ;
- pour les circulateurs à moteur ventilé dont le moteur électrique est séparé du rotor : la puissance électrique maximale que le moteur électrique peut

102

Méthode PEN 2017

délivrer en service continu, déterminée selon la norme NBN EN 60034-1 pour "service type S1".

A défaut de donnée de produit, les valeurs par défaut suivantes peuvent être utilisées, en fonction du type de distribution :

- dans le cas de distribution pour le chauffage :

$$\text{Eq. 316 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX}(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,\text{sec } i}) \quad (\text{W})$$

avec :

$A_{f,\text{sec } i}$  la surface d'utilisation du secteur énergétique  $i$ , en  $\text{m}^2$ .

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques  $i$  desservis par le circulateur  $j$ .

- dans le cas de distribution pour le refroidissement :

$$\text{Eq. 317 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX}(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,\text{sec } i}) \quad (\text{W})$$

avec :

$A_{f,\text{sec } i}$  la surface d'utilisation du secteur énergétique  $i$ , en  $\text{m}^2$ .

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques  $i$  desservis par le circulateur  $j$ .

- dans le cas de distribution de l'eau chaude sanitaire (conduite de circulation) :

$$\text{Eq. 318 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX} \left( 25 ; \frac{\Delta p_{\text{pumps}}}{\eta_{\text{pumps}}} \cdot f_{\text{insul,circ } k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{\text{circ } k,l} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January},l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot C_W \cdot \Delta \theta} \right) \quad (\text{W})$$

- dans le cas de la combinaison d'une distribution de l'eau chaude sanitaire et de distribution pour le chauffage (combilus) :

$$\text{Eq. 319 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX} \left( 70 ; \frac{\Delta p_{\text{pumps}}}{\eta_{\text{pumps}}} \cdot f_{\text{insul,circ } k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{\text{circ } k,l} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January},l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot C_W \cdot \Delta \theta} \right) \quad (\text{W})$$

où :

$\Delta p_{\text{pumps}}$  la hauteur manométrique minimale, en Pa, déterminée comme mentionné ci-dessous ;

$\eta_{\text{pumps}}$  le rendement du circulateur. Celui-ci est établi par convention égal à 0,2, (-) ;

$f_{\text{insul,circ } k}$  un facteur de correction pour prendre en compte l'effet des ponts thermiques sur la résistance thermique des segments de la conduite de circulation  $k$ , telle que déterminé au § 9.3.2 de l'annexe A.1, (-) ;

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

$\theta_{\text{amb,January},l}$  la température ambiante moyenne pour le mois de janvier du segment de conduite  $l$ , en °C, telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe A.1 ;

$R_{l,1}$	la résistance thermique linéaire $R_{l,1}$ du segment $l$ , en $m.K/W$ , telle que déterminée au § E.3 de l'annexe A.1 ;
$t_m$	la longueur du mois considéré, en $Ms$ , reprise du Tableau [1] ;
$t_a$	la longueur de l'année, en $Ms$ , égale à la somme des 12 valeurs mensuelles reprises au Tableau [1] ;
$\rho_w$	la densité de l'eau, en $kg/m^3$ . Celle-ci est prise par convention égale à $998 kg/m^3$ ;
$c_w$	la capacité thermique spécifique de l'eau, en $J/(kg.K)$ . Celle-ci est prise par convention égale à $4182 J/(kg.K)$ ;
$\Delta\theta$	la différence de température entre le départ et le retour, en $K$ . Celle-ci est prise par convention égale à $5 K$ .

Il faut faire la somme sur tous les segments  $l$  de la conduite de circulation  $k$  qui sont desservis par le circulateur  $j$ .

La hauteur manométrique minimale est donné par :

$$\text{Eq. 320 } \Delta p_{\text{pumps}} = \sum_l l_{\text{circ } k, l} \cdot 300 \quad (\text{Pa})$$

avec :

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

Il faut faire la somme sur tous les segments  $l$  de la conduite de circulation  $k$  qui sont desservis par le circulateur  $j$ .

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la puissance du circulateur ( $P_{\text{pumps, dis, instal, j}}$ ) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts de chaleur des unités respectives. Dans le cas de distribution de chaleur pour le chauffage, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage. Dans le cas de distribution pour le refroidissement, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le refroidissement. Dans le cas d'une distribution de l'eau chaude sanitaire ou d'un combi, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en eau chaude sanitaire.

#### 8.2.4 Détermination du temps de fonctionnement $t_{\text{on, dis, j, m}}$

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur  $j$ ,  $t_{\text{on, dis, j, m}}$ , en  $Ms$ , est déterminé en fonction du type de distribution, de la manière suivante.

- Pour les circulateurs pour la distribution d'eau chaude sanitaire (conduite de circulation) :

$$\text{Eq. 321 } t_{\text{on, dis, j, m}} = t_m \quad (\text{Ms})$$

- Pour les circulateurs pour la distribution pour le chauffage :

$$\text{Eq. 322 } t_{\text{on, dis, j, m}} = \max(t_{\text{on, dis, heat, j, m, sec i}}) \quad (\text{Ms})$$

- Pour les circulateurs pour la distribution pour le refroidissement :

$$\text{Eq. 323 } t_{\text{on, dis, j, m}} = \max(t_{\text{on, dis, cool, j, m, sec i}}) \quad (\text{Ms})$$

104

Méthode PEN 2017

avec :

$t_m$	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms ;
$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$	le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution pour le chauffage dans le secteur énergétique i, déterminé comme indiqué ci-dessous, in Ms ;
$t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$	le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j v pour la distribution pour le refroidissement dans le secteur énergétique i, déterminé comme indiqué ci-dessous, in Ms.

Le maximum doit être déterminé pour tous les secteurs énergétiques i (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le circulateur.

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution pour le chauffage dans le secteur énergétique i,  $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$ , est déterminé comme suit :

- pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est connu : :

$$\text{Eq. 324 } t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = \text{MIN} \left( t_{heat,sec\ i, m} \cdot \left( 0,6 + 0,625 \cdot \frac{EEI}{0,23} \right) ; t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- pour un circulateur à rotor ventilé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) :

$$\text{Eq. 325 } t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = \text{MIN} \left( t_{heat,sec\ i, m} ; t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- pour un circulateur avec régulation marche/arrêt ou pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est inconnu :

$$\text{Eq. 326 } t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad (\text{Ms})$$

- dans tous les autres cas ou si la régulation est inconnue :

$$\text{Eq. 327 } t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \quad (\text{Ms})$$

avec :

$t_{heat,sec\ i,m}$	le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur du secteur énergétique i, en Ms, déterminé selon le § D.1 de l'annexe A.1 avec les hypothèses mentionnés ci-dessous ;
EEI	l'indice d'efficacité énergétique, selon le Règlement (UE) n° 641/2009, (-) ;
$t_m$	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Exceptions :

- Pour les secteurs énergétiques qui ne contiennent que des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement" ou "espaces techniques",  $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$  est considéré être nul durant les mois de juillet et d'août.
- Pour les secteurs énergétiques qui ne contiennent que des parties fonctionnelles ayant la fonction "espaces techniques",  $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$  est considéré être nul durant toute l'année.

Lors de la détermination de  $t_{heat,sec\ i, m}$  les conventions suivantes sont d'application:

$$\text{Eq. 375 } H_{T,sec\ i,m} = \sum_f H_{T,heat,fct\ f} \quad (\text{W/K})$$

$$\text{Eq. 376 } V_{sec\ i} = 3,3 \cdot A_{f,sec\ i} \quad (\text{m}^3)$$

avec :

$H_{T,heat,fct\ f}$  le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle  $f$  pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;

$A_{f,sec\ i}$  la surface d'utilisation du secteur énergétique  $i$ , en  $\text{m}^2$ .

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur  $j$  pour la distribution pour le refroidissement dans le secteur énergétique  $i$ ,  $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$ , est déterminé comme suit :

- pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est connu :

$$\text{Eq. 328 } t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = \text{MIN} \left( t_{cool,sec\ i, m} \cdot \left( 0,6 + 0,625 \cdot \frac{EEI}{0,23} \right) ; t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- pour un circulateur à rotor ventilé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) :

$$\text{Eq. 329 } t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = \text{MIN} \left( t_{cool,sec\ i, m} ; t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- pour un circulateur avec régulation marche/arrêt ou pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est inconnu :

$$\text{Eq. 330 } t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad (\text{Ms})$$

- dans tous les autres cas ou si la régulation est inconnue :

$$\text{Eq. 331 } t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m \quad (\text{Ms})$$

avec :

$t_{cool,sec\ i, m}$  le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système de refroidissement du secteur énergétique  $i$ , en Ms, définie comme ci-dessous ;

EEI l'indice d'efficacité énergétique, selon le Règlement (UE) n° 641/2009, (-) ;

106

Méthode PEN 2017

$t_m$  la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

où :

$$\text{Eq. 332 } t_{\text{cool, sec } i, m} = \frac{\sum_j Q_{\text{cool, gross, sec } j, m}}{\sum_k P_{\text{gen, cool, k}} \cdot 1000} \quad (\text{Ms})$$

avec :

$Q_{\text{cool, gross, sec } j, m}$  le besoin mensuel brut en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique  $j$ , comme défini au § 6.2 pour les unités PEN, en MJ. Pour les unités PER, ce besoin brut en énergie pour le refroidissement est déterminé en calculant le besoin net en énergie pour le refroidissement selon le § 8.5 de l'annexe A.1 et en le divisant par 0,9 ;

$P_{\text{gen, cool, k}}$  la puissances nominale du générateur de froid du secteur énergétique  $i$ , en kW.

Il faut faire une somme sur tous les tous générateur de froid  $k$  qui desservent le secteur énergétique  $i$  et sur tous les secteurs énergétiques  $j$  qui sont desservis par (au moins un des) les générateur de froid  $k$  du secteur énergétique  $i$ .

Pour ce qui concerne le temps de fonctionnement, un combilus est considéré comme une conduite pour la distribution de l'eau chaude sanitaire.

### 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 côte 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

La consommation mensuelle d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid dans l'unité PEN,  $W_{\text{aux, cool, m}}$  doit être déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 333 } W_{\text{aux, cool, m}} = W_{\text{aux, pumps, fans, m}} + W_{\text{aux, int, m}} + W_{\text{electr, gen, m}} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{aux,pumps,fans,m}$	la consommation mensuelle d'électricité du/des circulateur(s) et ventilateur(s) côté condenseur, définie selon le § 8.3.2.2, en kWh ;
$W_{aux,int,m}$	la consommation mensuelle d'électricité du circulateur pour le fluide absorbant, définie suivant le § 8.3.2.3, en kWh ;
$W_{electr,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité de l'électronique, définie suivant le § 8.3.2.4, en kWh.

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

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

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

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

avec :

$W_{aux,pumps,fans,sec\ i,m}$	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 ;
$Q_{cool,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$W_{pumps,fans,pref}$	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 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, (-).

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

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

$$W_{\text{aux,int,sec i,m}} = \frac{0,014}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross,sec i,m}} \cdot$$

$$\text{Eq. 103 } \left( \begin{array}{l} W_{\text{int,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) \\ + W_{\text{int,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \end{array} \right) \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{aux,int,sec i,m}}$	la consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant des machines frigorifiques à absorption desservant le secteur énergétique $i$ , en kWh ;
$Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$W_{\text{int,pref}}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est une machine frigorifique à absorption : - si oui : on a $w_{\text{int,pref}} = 1$ ; - si non : on a $w_{\text{int,pref}} = 0$ ;
$W_{\text{int,npref}}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est une machine frigorifique à absorption - si oui : on a $w_{\text{int,pref}} = 1$ ; - si non : on a $w_{\text{int,pref}} = 0$ ;
$f_{\text{cool,pref}}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	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.

### 8.3.2.4 La consommation d'électricité de l'électronique

La consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique,  $W_{\text{electr,gen,m}}$ , doit être déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 334 } W_{\text{electr,gen,m}} = \sum_j P_{\text{electr,gen,j}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

où :

$P_{\text{electr,gen},j}$	la puissance des pertes en mode veille de l'électronique pour la production, en W. Par générateur $j$ , la puissance des pertes est définie égale à 10 W ;
$t_m$	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs de froid  $j$  qui desservent l'unité PEN.

Si un générateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, alors la puissance des pertes en mode veille doit être répartie de façon proportionnelle entre ces différentes unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts de refroidissement totaux des unités PEN et/ou PER concernées.

### 8.3.3 Méthode détaillée

#### 8.3.3.1 Règle de calcul

La consommation mensuelle d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid dans l'unité PEN,  $W_{\text{aux,cool},m}$ , doit être déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 335} \quad W_{\text{aux,cool},m} = W_{\text{aux,pumps},m} + W_{\text{aux,ct},m} + W_{\text{aux,int},m} + W_{\text{electr,gen},m} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{aux,pumps},m}$  la consommation mensuelle d'électricité du/des circulateur(s) côté condensateur, définie suivant le § 8.3.3.2, en kWh ;

$W_{\text{aux,ct},m}$  la consommation mensuelle d'électricité de la tour de refroidissement, définie suivant le § 8.3.3.3, en kWh ;

$W_{\text{aux,int},m}$  la consommation mensuelle d'électricité du circulateur du fluide absorbant, définie suivant le § 8.3.3.4, en kWh ;

$W_{\text{electr,gen},m}$  la consommation mensuelle d'électricité de l'électronique, définie suivant le § 8.3.3.5, en kWh.

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

La consommation mensuelle d'électricité du/des circulateur(s) côté condenseur  $W_{\text{aux,pumps},m}$ , doit être déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 105} \quad W_{\text{aux,pumps},m} = \sum_i W_{\text{aux,pumps,sec } i,m} \quad (\text{kWh})$$

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

$$\text{Eq. 106} \quad \left( W_{\text{pumps,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) \cdot \left( \frac{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}} \right) + W_{\text{pumps,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \cdot \left( \frac{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}} \right) \right) \quad (\text{kWh})$$

avec :

110

Méthode PEN 2017

$\bar{W}_{aux,pumps,seci,m}$	la consommation d'électricité mensuelle du(des) circulateur(s) côté condenseur du secteur énergétique $i$ , en kWh ;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	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**

La consommation mensuelle d'électricité de la tour de refroidissement,  $W_{aux,ct,m}$ , doit être déterminé comme suit :

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

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

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

avec :

$\bar{W}_{aux,ct,secl,m}$	la consommation mensuelle d'électricité de la (des) tour(s) de refroidissement pour la production de chaleur pour le secteur énergétique $i$ , en kWh ;
$Q_{cool,gross,secl,m}$	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 ;
$f_{ct,m,npref}$	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 d'énergie auxiliaire mensuelle, déterminé suivant le

112

Méthode PEN 2017

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 reprise au

---

---

Méthode PEN 2017113

---

---

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 fermée	Ventilateur à vitesse constante	26	0,130	0,0041
	Ventilateur à 2 vitesses	26	0,130	0,0047
	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 :

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

$$\text{Eq. 111 } W_{aux,int,sec i,m} = \frac{0,46}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec i,m} \cdot [w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot (1 - f_{cool,m,free,pref}) \cdot (\max(320, P_{gen,pref}))^{-0,606} + w_{int,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot (1 - f_{cool,m,free,npref}) \cdot (\max(320, P_{gen,npref}))^{-0,606}] \quad (\text{kWh})$$

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

$P_{gen,pref}$  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 ;

$P_{gen,npref}$  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 ;

$Q_{cool,gross,sec i,m}$  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 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 générateur de froid non préférentiel est une machine frigorifique à absorption :

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

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

### 8.3.3.5 La consommation de l'électronique

La consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique,  $W_{\text{electr,geb,m}}$ , doit être déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 336 } W_{\text{electr,gen,m}} = \sum_j P_{\text{electr,gen,j}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

où :

$P_{\text{electr,gen,j}}$  la puissance des pertes en mode veille de l'électronique pour la production, en W. Par générateur  $j$ , la puissance des pertes est définie égale à 10 W ;

$t_m$  la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs de froid  $j$  qui desservent l'unité PEN.

Si un générateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, alors la puissance des pertes en mode veille doit être répartie de façon proportionnelle entre ces différentes unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts de refroidissement totaux des unités PEN et/ou PER concernées.

### 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 :

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

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 ;

$W_{\text{aux,ct,free,m}}$  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 :

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

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

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

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

116

Méthode PEN 2017

$f_{cool,pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(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)

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

**Eq. 116**  $\left( W_{ct,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + W_{ct,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right)$  (kWh)

avec :

$W_{aux,ct,free,sec\ i,m}$	la consommation d'électricité mensuelle de la tour de refroidissement du secteur énergétique $i$ qui fonctionne en mode free-chilling, en kWh ;
$Q_{cool,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$\theta_{ev}$	la température de fonctionnement de l'évaporateur, selon le § 0, en °C ;
$f_{cool,pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;

Méthode PEN 2017		117
$f_{cool,m,free,pref}$	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, (-) ;	
$w_{ct,pref}$	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 $w_{ct,pref} = 1$ ; - 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 oui, 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.

## 8.5 Energie auxiliaire électrique pour la production de chaleur

### 8.5.1 Principe

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique des auxiliaires pour la production de chaleur est déterminée dans ce chapitre. La conversion en consommation d'énergie primaire s'effectue au § 10.5.

### 8.5.2 Règle de calcul pour l'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur

#### 8.5.2.1 Règle de calcul générale

Déterminez la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire pour la production de chaleur dans l'unité PEN,  $W_{aux,gen,m}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 337 } W_{aux,gen,m} = W_{throttle/fans, gen,m} + W_{ct,gen,m} + W_{electr,gen,m} \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{throttle/fans,gen,m}$  la consommation mensuelle d'électricité des vannes gaz et/ou ventilateurs pour la production de chaleur dans l'unité PEN considérée, définie selon le § 8.5.2.2, en kWh ;

$W_{ct,gen,m}$  la consommation mensuelle d'électricité du/des tour(s) de refroidissement couplée(s) au générateurs de chaleur, définie selon le § 8.5.2.3, en kWh ;

$W_{electr,gen,m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique de l'unité EPN considérée, définie selon le § 8.5.2.4, en kWh.

#### 8.5.2.2 La consommation d'électricité des vannes gaz et/ou ventilateurs

##### 8.5.2.2.1 Règle de calcul générale

$W_{throttle/fans,gen,m}$  est défini comme suit :

$$\text{Eq. 338 } W_{throttle/fans,gen,m} = \sum_j P_{throttle/fans,gen,spec} \cdot P_{throttle/fans,gen,j} \cdot \frac{t_{on,gen,j,m}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

118

Méthode PEN 2017

où :

$P_{\text{throttle/fans,gen,spec}}$	la puissance spécifique pour la production des générateurs possédant un ventilateur et/ou une vanne gaz, considérée égale à 1 W/kW
$P_{\text{throttle/fans,gen,j}}$	la puissance nominale du générateur $j$ , en kW ;
$t_{\text{on,gen,j,m}}$	le temps de fonctionnement mensuel de la vanne gaz et/ou du ventilateur en service du générateur $j$ , défini suivant le § 8.5.2.2.2, en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs  $j$  qui desservent l'unité PEN et qui font usage d'une vanne gaz et/ou d'un ventilateur.

Si un générateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, alors la puissance nominale du générateur mentionnée dans l'Eq. 338 doit être répartie de façon proportionnelle entre ces différentes unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts totaux des unités PEN et/ou PER concernées. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'à la production d'eau chaude sanitaire, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire. Si le générateur sert aux deux, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

Pour les installations pour l'eau chaude sanitaire pour lesquelles le rendement de production et de chauffage est calculé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe A.1, la consommation d'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur est déjà prise en compte et ne doit donc plus être comptabilisée dans l'Eq. 338.

#### 8.5.2.2.2 Définition du temps de fonctionnement $t_{\text{on,gen,j,m}}$

$t_{\text{on,gen,j,m}}$  est défini comme suit :

$$\text{Eq. 339 } t_{\text{on,gen,j,m}} = \text{MIN} \left( t_m ; \frac{\left( \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} + \sum_k Q_{\text{water,bath } k,\text{gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sink } k,\text{gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,other } k,\text{gross,m}} + \sum_l Q_{\text{hum,net,l}} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{\text{cool,gross,sec } n,m}}{\text{EER}_{\text{nom,o}}} \right)}{P_{\text{throttle/fans,gen,j}} \cdot 1000} \right) \quad (\text{Ms})$$

où :

$t_m$	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms ;
$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 9.2.1 de l'annexe A.1 pour les unités PER et selon le § 6.2 de cette annexe pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur $j$ en accord avec le § 10.2.2 de l'annexe A.1 pour les unités PER ou avec le § 7.2.1 de cette annexe pour les unités PEN ;
$Q_{\text{water,bath } k,\text{gross,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'un bain $k$ , déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 pour les unités PER et selon le § 6.5 de cette annexe pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur $j$ en accord

	avec le § 10.3.2 de l'annexe A.1 pour les unités PER ou avec le § 7.6 de cette annexe pour les unités PEN ;
$Q_{\text{water, sink } k, \text{gross}, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine $k$ , déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 pour les unités PER et selon le § 6.5 de cette annexe pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur $j$ en accord avec le § 10.3.2 de l'annexe A.1 pour les unités PER ou avec le § 7.6 de cette annexe pour les unités PEN ;
$Q_{\text{water, other } k, \text{gross}, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage $k$ , déterminés selon le § 6.5, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur $j$ en accord avec le § 7.6 ;
$Q_{\text{hum, net}, l, m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'appareil d'humidification $l$ , déterminés selon le § 5.11, en MJ pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur $j$ en accord avec le § 7.2.1 ;
$Q_{\text{cool, gross, sec } n, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement des locaux du secteur énergétique $n$ , fourni par la machine de refroidissement par absorption, déterminés selon le § 6.2, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par la machine de refroidissement par absorption $o$ en accord avec le § 7.2.2 et pour autant que la chaleur pour la machine de refroidissement par absorption $o$ soit couverte par le générateur $j$ en accord avec le § 7.2.1 ;
$EER_{\text{nom}, o}$	le coefficient d'efficacité frigorifique de la machine de refroidissement par absorption $o$ , déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$P_{\text{throttle/fans, gen}, j}$	la puissance nominale du générateur $j$ , en kW.

Il faut toujours faire la somme sur :

- tous les secteurs énergétiques  $i$  (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur  $j$  ;
- tous les bains ou douches  $k$  (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur  $j$  ;
- tous les éviers de cuisine  $k$  (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur  $j$  ;
- tous autres points de puisage  $k$  (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN) qui sont desservis par le générateur  $j$  ;
- tous les appareils d'humidification  $l$  (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN) qui sont desservis par le générateur  $j$  ;
- tous les secteurs énergétiques  $n$  (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN) qui sont desservis par la machine de refroidissement par absorption  $o$  et sur toutes les machines de refroidissement  $o$  qui sont desservis par le générateur  $j$ .

### 8.5.2.3 La consommation d'électricité de la/des tour(s) de refroidissement couplée(s) aux générateurs de chaleur

La consommation mensuelle d'électricité de la/des tour(s) de refroidissement couplée(s) aux générateurs de chaleur,  $W_{\text{ct, gen}, m}$ , doit être déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 340} \quad W_{\text{ct, gen}, m} = \sum_i W_{\text{ct, gen, sec } i, m} \quad (\text{kWh})$$

120

Méthode PEN 2017

$$\text{Eq. 341} \quad W_{\text{ct, gen, seci, m}} = \frac{Q_{\text{heat, gross, sec, i, m}}}{3,6} \cdot \left( W_{\text{ct, pref}} \cdot f_{\text{ct, m, pref}} \cdot f_{\text{heat, m, pref}} \cdot \left( \frac{\eta_{\text{gen, heat, m, pref}} - 1}{\eta_{\text{gen, heat, m, pref}}} \right) + \sum_k W_{\text{ct, npref k}} \cdot f_{\text{ct, m, npref k}} \cdot f_{\text{heat, m, npref k}} \cdot \left( \frac{\eta_{\text{gen, heat, m, npref k}} - 1}{\eta_{\text{gen, heat, m, npref k}}} \right) \right) \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{ct, gen, seci, m}}$	la consommation mensuelle d'électricité de la (des) tour(s) de refroidissement pour la production de chaleur pour le secteur énergétique $i$ , en kWh ;
$Q_{\text{heat, gross, seci, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique $i$ , déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$f_{\text{ct, m, pref}}$	le facteur de correction mensuel pour les tours de refroidissement connectées au générateur préférentiel, défini comme ci-dessous ;
$f_{\text{ct, m, npref k}}$	le facteur de correction mensuel pour les tours de refroidissement connectées au générateur non préférentiel $k$ , défini comme ci-dessous ;
$f_{\text{heat, m, pref}}$	la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connecté(s) préférentiel(s), telle que déterminée au § 7.3.1, (-) ;
$f_{\text{heat, m, npref k}}$	la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connecté(s) préférentiel(s) $k$ , telle que déterminée au § 7.3.1, (-) ;
$\eta_{\text{gen, heat, m, pref}}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$\eta_{\text{gen, heat, m, npref k}}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) $k$ , déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$W_{\text{ct, pref}}$	un facteur qui tient en compte si le générateur préférentiel est connecté à une tour de refroidissement ou pas : - s'il est connecté à une tour de refroidissement : $W_{\text{ct, pref}} = 1$ ; - dans tous les autres cas : $W_{\text{ct, pref}} = 0$ ;
$W_{\text{ct, npref k}}$	un facteur qui tient en compte si le générateur non préférentiel $k$ est connecté à une tour de refroidissement ou pas : - s'il est connecté à une tour de refroidissement : $W_{\text{ct, npref}} = 1$ ; - dans tous les autres cas : $W_{\text{ct, npref}} = 0$ .

Il faut faire une somme sur tous les générateurs de chaleur non préférentiels  $k$  qui desservent le secteur énergétique  $i$  et sur tous les secteurs énergétiques  $i$  de l'unité PEN.

Le facteur de correction mensuel pour les tours de refroidissement connectées au générateur de chaleur est déterminé comme dans le § 8.3.3.

#### 8.5.2.4 La consommation d'électricité de l'électronique

La consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique de l'unité PEN considérée,  $W_{\text{electr, gen, m}}$ , doit être considérée comme suit :

$$\text{Eq. 342} \quad W_{\text{electr, gen, m}} = \sum_j P_{\text{electr, gen, j}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

où :

$P_{\text{electr,gen,j}}$  la puissance des pertes en mode veille de l'électronique pour la production, en W. Par générateur  $j$ , la puissance des pertes est définie égale à 10 W ;

$t_m$  la longueur du mois considéré, voir Tableau [1], en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs  $j$  qui desservent l'unité PEN.

Si un générateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la puissance des pertes en mode veille doit être répartie de façon proportionnelle entre les unités PEN et/ou PER concernées sur base des besoins bruts totaux des unités PEN et/ou PER concernées. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'à la production d'eau chaude sanitaire, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire. Si le générateur sert aux deux, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

Pour les installations pour l'eau chaude sanitaire pour lesquelles le rendement pour la génération et le stockage est calculé suivant le § 10.3.3.4.1 de l'annexe A.1, la consommation d'énergie auxiliaire électrique pour la génération est déjà prise en compte et donc ces installations ne doivent plus être prises en compte dans l'Eq. 342.

### 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 :

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

avec :

$W_{\text{soil/water,m}}$  la consommation d'électricité mensuelle pour l'échangeur de chaleur sol-eau, selon le § 0, en kWh ;

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

Pour d'autres technologies,  $W_{\text{precool,m}}$  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 :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{soil/water},m} &= 0,278 \cdot t_m \cdot w_{\text{soil/water},m} \\
 \text{Eq. 343} \quad & \left( f_{\text{vent,cool,max}} \cdot \frac{\dot{V}_W}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}} \cdot 500 \cdot \left( \frac{\dot{V}_W}{3600 \cdot n_{\text{tube}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{tube}}^2} \right)^2 \right. \\
 & \left. + 150 \cdot \frac{\sum_f \left( (f_{\text{vent,cool,fct } f} - f_{V,\text{add},\text{day,cool,fct } f; m}) \cdot \dot{V}_{\text{hyg,fct } f} \right) + f_{V,\text{add},\text{day,cool,fct } f; m} \cdot \dot{V}_{\text{add,fct } f}}{3600} \right) \quad (\text{kWh})
 \end{aligned}$$

avec :

- $t_m$  la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [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], (-) ;
- $f_{\text{vent,cool,max}}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle l'échangeur sol-eau est en service, égal au maximum des valeurs respectives pour  $f_{\text{vent,cool,fct } f}$ , comme déterminé ci-dessus, (-) ;
- $f_{V,\text{add},\text{day,cool,fct } f; m}$  la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;
- $w_{\text{soil/water},m}$  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 m<sup>3</sup>/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, (-) ;
- $\dot{V}_{\text{hyg,fct } f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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.
- $\dot{V}_{\text{add},\text{day,fct } f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle f, en m<sup>3</sup>/h. La valeur par défaut est égale au débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique. D'autres valeurs peuvent être

considérées sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre.

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 :

$$\text{Eq. 344} \quad W_{\text{evap},m} = 0,278 \cdot t_m \cdot w_{\text{evap},m} \cdot 250 \cdot \sum_f \left( \frac{\left( f_{\text{vent,cool,fct } f} - f_{V,\text{add } m,\text{day,cool,fct } f,m} \right) \cdot \dot{V}_{\text{hyg,fct } f} + f_{V,\text{add } m,\text{day,cool,fct } f,m} \cdot \dot{V}_{\text{add } m,\text{fct } f}}{3600} \right) \quad (\text{kWh})$$

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], (-) ;
$f_{V,\text{add } m,\text{day,cool,fct } f,m}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service dans la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;
$\dot{V}_{\text{hyg,fct } f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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.
$\dot{V}_{\text{add } m,\text{fct } f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle $f$ , en $\text{m}^3/\text{h}$ . La valeur par défaut est égale au débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique. D'autres valeurs peuvent être considérées sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre.

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  $L_{rm,r}$  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  $E_{EPNR}$ .

Par partie fonctionnelle, il faut choisir entre deux méthodes de détermination de la variable auxiliaire  $L_{rm,r}$  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 $L_{r,m}$

La variable auxiliaire  $L_{r,m}$  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 :

$$\text{Eq. 122 } W_{\text{light},m} = \sum_f W_{\text{light},\text{fct } f,m} + \sum_r W_{\text{light},\text{rnr},\text{ctrl},m} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$W_{\text{light},m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, en kWh ;
$W_{\text{light},\text{fct } f,m}$	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 ;
$W_{\text{light},\text{rnr},\text{ctrl},m}$	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,  $W_{\text{light},\text{fct } f,m}$ , est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

## 9.2 Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{r,m}$ 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 $L_{r,m}$

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

### 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 :

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

126

Méthode PEN 2017

avec :

$\bar{W}_{light, fct f, m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans la partie fonctionnelle $f$ , en kWh ;
$A_{f, rm r}$	la surface d'utilisation dans l'espace $r$ , en $m^2$ ;
$P_{light, def, fct f}$	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_{light, def, fct f} = 0,030</math> kW/m<sup>2</sup> pour les parties fonctionnelles ayant la fonction "Commerce / Services",</li> <li>- <math>P_{light, def, fct f} = 0,020</math> kW/m<sup>2</sup> pour toutes les autres parties fonctionnelles ;</li> </ul>
$t_{day, fct f, m}$	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 ;
$t_{night, fct f, m}$	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.

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 :

$$\text{Eq. 124} \quad \sum_r \bar{W}_{light, rmr, ctrl, m} = 0 \quad (\text{kWh})$$

où :

$\bar{W}_{light, rm r, ctrl, m}$	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 $L_{rm r}$ 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 $L_{rm r}$

##### 9.3.1.1 Détermination de la variable auxiliaire $L_{rm r}$ dans un espace où aucun 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 :  $L_{rm r} = 500$

### 9.3.1.2 Détermination de la variable auxiliaire $L_{rm\ r}$ 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  $L_{rm\ r}$  comme suit :

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

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

où :

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

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

2. Si l'éclairage désiré est bien réglable<sup>5</sup> (soit luminaire par luminaire, soit par groupe de luminaires), et ce pour tous les luminaires de l'espace<sup>6</sup> :

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

où :

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

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

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

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

La valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle  $L_{\text{design}, rm\ r}$  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  $L_{\text{design}, rm\ r}$  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  $L_{\text{design}, rm\ r}$ .

<sup>5</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>6</sup> Si  $L_{\text{design}, rm\ r}$  est égal à zéro (par exemple parce qu'aucune information n'a été fournie concernant les luminaires installés), on a  $L_{rm\ r} = 0$ .

128

Méthode PEN 2017

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 :

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

**Eq. 127**

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 :

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

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  $k$  ;

$A_{\text{f},rm r}$  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  $L_{rm r}$ , 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  $L_{\text{design,rm r}}$  uniquement dans la mesure où l'axe principal ne s'écarte pas de plus de  $45^\circ$  de la verticale ou, dans le cas de luminaire tournant, dans la mesure où l'axe ne s'écarte jamais de plus de  $45^\circ$  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  $L_{\text{design,rm r}}$  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  $L_{\text{design,rm r}}$ , 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 $L_{\text{design,rm r}}$ 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  $L_{\text{design,rm r}}$  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 :

130

Méthode PEN 2017

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

avec :

$W_{\text{light, fct } f, m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans la partie fonctionnelle  $f$ , en kWh ;

$W_{\text{light, rm } r, m}$  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 :

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

où :

$W_{\text{light, rm } r, m}$  la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'espace  $r$ , en kWh ;

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

$P_{\text{light, abs, fct } f}$  une valeur fixe de la puissance spécifique pour l'éclairage. Cette valeur est déterminée de la partie fonctionnelle  $f$  et vaut :  $P_{\text{light, abs, fct } f} = 0,030 \text{ kW/m}^2$  pour les parties fonctionnelles ayant la fonction "Commerce / Services" et  $P_{\text{light, abs, fct } f} = 0,020 \text{ kW/m}^2$  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 précédent :

**Eq. 131**

$$\begin{aligned}
 W_{\text{light, rnr, m}} = & (P_{\text{light, rnr}} \cdot f_{\text{ci}}) \cdot \left( (t_{\text{day, fct f, m}} \cdot f_{\text{occ, light, fct f}} \cdot f_{\text{dayl}}) \right. \\
 & \left. + (t_{\text{night, fct f, m}} \cdot f_{\text{occ, light, fct f}}) \right) \\
 & + W_{\text{light, rnr, ctrl, m}}
 \end{aligned}
 \quad (\text{kWh})$$

132

Méthode PEN 2017

où :

$\bar{W}_{\text{light},r,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'espace $r$ , en kWh ;
$P_{\text{light},r}$	la valeur de calcul de la puissance de l'éclairage dans l'espace entier, déterminée selon le § 0, en kW ;
$f_{\text{ci}}$	un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui maintient l'éclairage constant. Ce facteur est fixé à 1, (-) ;
$t_{\text{day},fct f,m}$	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 ;
$f_{\text{occ},\text{light},fct f}$	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, (-) ;
$t_{\text{night},fct f,m}$	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, (-) ;
$\bar{W}_{\text{light},r,\text{ctrl},m}$	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,  $f_{\text{occ},\text{light},fct f}$ , 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  $f_{\text{occ},\text{light},fct f}$  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) :									
• $A_{f, r m r} < 30 \text{ m}^2$ ou classe ou salle de réunion	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,70	1,00	1,00	0,50
• $A_{f, r m r} \geq 30 \text{ m}^2$	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) :									
• $A_{f, r m r} < 30 \text{ m}^2$ 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
• $A_{f, r m r} \geq 30 \text{ m}^2$ :									
- 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) :									
• $A_{f, r m r} < 30 \text{ m}^2$ 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
• $A_{f, r m r} \geq 30 \text{ m}^2$ :									
- 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 :

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

134

Méthode PEN 2017

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

Description de la commutation	Fonctions								
	Csuiline	Commerce / Serv.	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) :									
• $A_{f, r m r} < 30 \text{ m}^2$ ou classe ou salle de réunion	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
• $A_{f, r m r} \geq 30 \text{ m}^2$	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) :									
• $A_{f, r m r} < 30 \text{ m}^2$ 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
• $A_{f, r m r} \geq 30 \text{ m}^2$ :								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) :									
• $A_{f, r m r} < 30 \text{ m}^2$ 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
• $A_{f, r m r} \geq 30 \text{ m}^2$ :								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 :

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

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

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

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, (-) ;

$A_{f,\text{rnr,dayl area}}$  la surface au sol de la partie dite "éclairée naturellement" dans l'espace  $r$ , déterminée selon le § 9.3.4, en  $\text{m}^2$  ;

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

$f_{\text{mod,dayl}}$  le facteur pour le réglage en fonction de la lumière du jour dans la partie dite "éclairée naturellement", repris au Tableau [30], (-) ;

$A_{f,\text{rnr,artif area}}$  la surface au sol de la partie dite "éclairée artificiellement" dans l'espace  $r$ , déterminée selon le § 9.3.4, en  $\text{m}^2$  ;

$f_{\text{mod,artif}}$  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>8</sup>	0,90	1,00
Système automatique <sup>9</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.

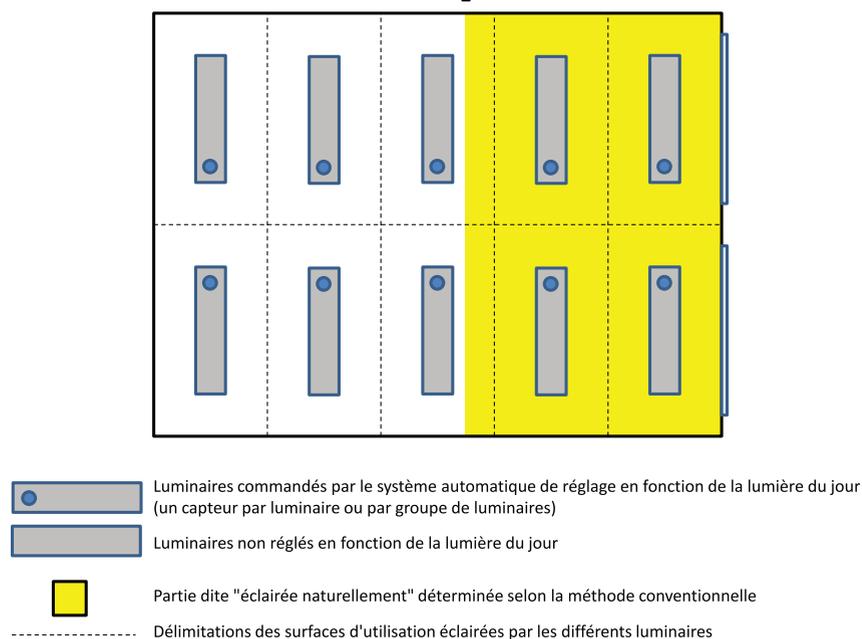
<sup>8</sup> Il faut comprendre que le flux lumineux des sources de lumière peut être éteint ou modifié manuellement par l'utilisateur (par exemple à l'aide d'un interrupteur, d'un potentiomètre ou d'une commande à distance).

<sup>9</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 :

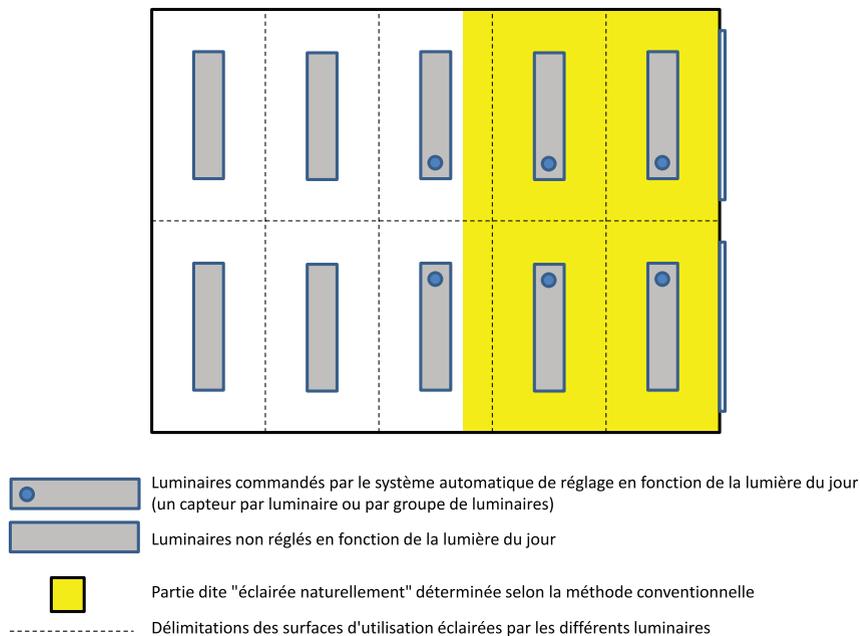
- Tous les luminaires de l'espace sont commandés par un seul et même système. Dans ce cas, les facteurs correspondants peuvent être appliqués dans chaque partie de l'espace. Dans l'exemple de la Figure [1], on a  $f_{\text{mod,artif}} = 0,80$  et  $f_{\text{mod,day1}} = 0,60$ .

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



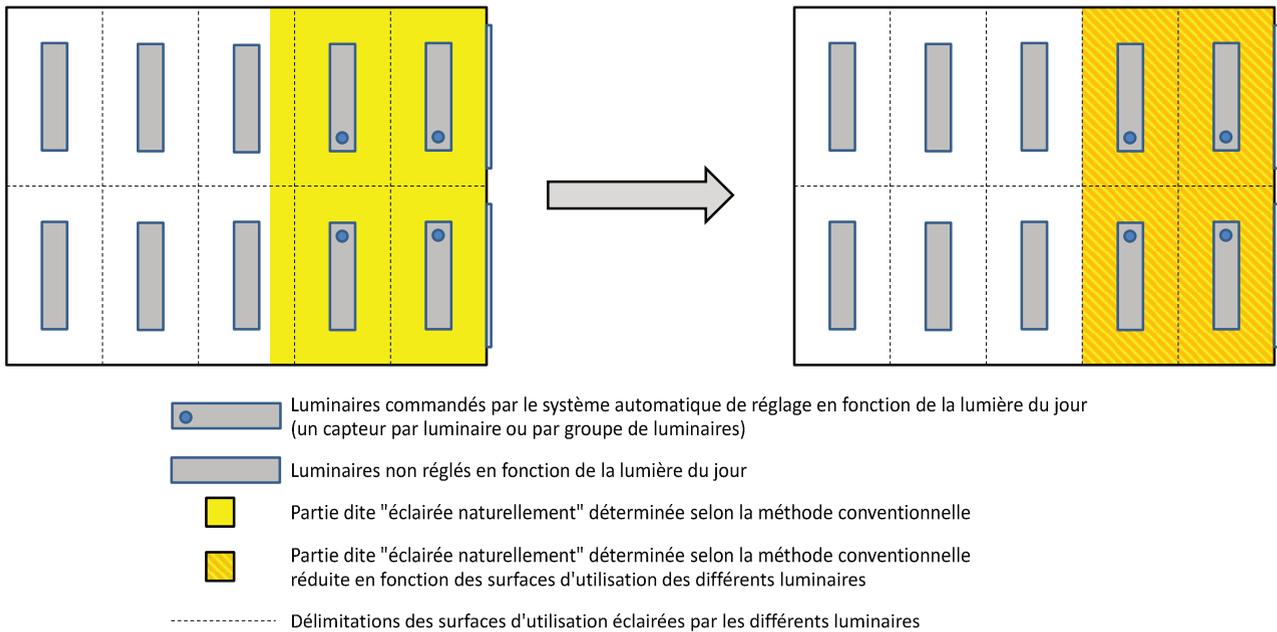
- Tous les luminaires ne sont pas commandés par un seul et même système :
  - S'il est fait usage de la valeur par défaut pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement" (§ 9.3.4.1), le système n'est pas pris en considération.
  - S'il est fait usage de la méthode conventionnelle pour 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  $f_{\text{mod,dayl}} = 1,00$ . 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  $f_{\text{mod,dayl}} = 0,60$ .  $f_{\text{mod,artif}}$  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**



<p>Situation <u>avant</u> réduction de la partie dite "éclairée naturellement" :</p> <p><math>f_{\text{mod,artif}} = 1,00</math></p> <p><math>f_{\text{mod,dayl}} = 1,00</math></p>	<p>Situation <u>après</u> réduction de la partie dite "éclairée naturellement" :</p> <p><math>f_{\text{mod,artif}} = 1,00</math></p> <p><math>f_{\text{mod,dayl}} = 0,60</math></p>
---	---

### 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,  $t_{\text{day, fct f,m}}$  et  $t_{\text{night, fct f,m}}$ , sont fixées conventionnellement au Tableau [31] et au Tableau [32].

**Tableau [31] : Nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne,  $t_{\text{day, fct f,m}}$ , 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	288	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	341	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	341	270	217
Rassemblement	Occ. importante	212	215	238	282	318	308	318	282	265	205	185	
	Faible occupation	212	215	238	282	318	308	318	282	265	205	185	
	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 / Services	212	239	265	308	318	308	318	318	308	291	231	185	
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Fitness / Danse	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Sauna / Piscine	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
Locaux techniques	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217	
Communs	Déterminées comme ci-dessous												
Autre	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155	
Inconnue	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185	

Si une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs de  $t_{\text{day, fct f,m}}$  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.

140

Méthode PEN 2017

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

Fonctions	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Hébergement	273	202	198	144	99	96	99	124	168	198	240	298	
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	310	360	403	450	527
Rassemblement	Occ. importante	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Faible occupation	185	144	159	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 / Services	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	128	185
	Fitness / Danse	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Sauna / Piscine	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
Locaux techniques	496	392	403	330	279	270	279	310	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	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212	

Si une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs de  $t_{\text{night}, \text{fct } f, m}$  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  $W_{\text{light}, \text{rm } r, \text{ctrl}} = 0$  kWh.

**Eq. 133**

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

(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 ;
$f_{\text{occ,light, fct f}}$	un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'occupation, repris au Tableau [29], (-) ;
$t_{\text{day, fct f,m}}$	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 ;
$t_{\text{night, fct f,m}}$	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  $f_{\text{occ,light, fct f}}$  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 :

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

où :

$P_{\text{light,rmr}}$  la valeur de la puissance, en kW ;  
 $P_{\text{nom,rmr}}$  la valeur de puissance nominale, par espace, tel que déterminée ci-dessous, 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> :

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

où :

$P_{\text{light,rmr}}$  la valeur de la puissance d'éclairage, en kW ;  
 $P_{\text{nom,rmr}}$  la valeur de la puissance nominale, telle que déterminée ci-dessous, en kW ;  
 $L_{\text{design,rmr}}$  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  $L_{\text{design,rmr}}$ , 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 :

$$\text{Eq. 136 } P_{\text{nom,rmr}} = \frac{\sum_k P_{\text{fitting,k}}}{1000} \quad (\text{kW})$$

où :

$P_{\text{nom,rmr}}$  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 ;  
 $P_{\text{fitting,k}}$  la valeur de la puissance de la (de toutes les) lampe(s) du luminaire, y compris les éventuels éléments auxiliaires,

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

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" :

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

où :

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

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

$A_{f, r, \text{m}r, \text{dayl area}}$  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 :  $A_{f, r, \text{m}r, \text{dayl area}} = 0$ .

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 :

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

où :

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

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

$A_{f, r, \text{m}r}$  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",  $f_{\text{dayl area,rm r}}$ , 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 / Services		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" :

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

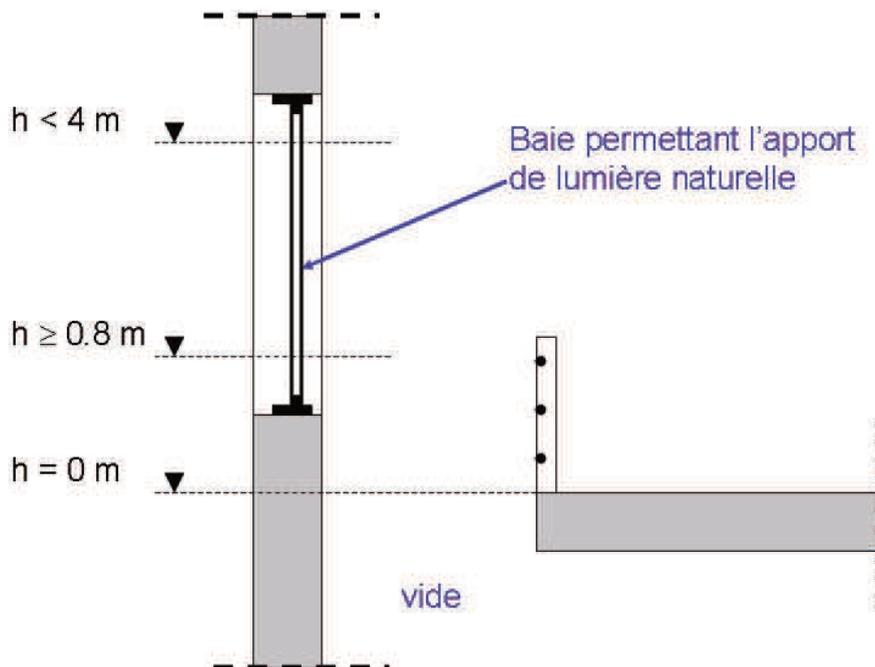
où :

$A_{f,rm r,dayl area}$	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 :

$$\text{Eq. 140 } A_{f,rmr,daylarea,vert} = \sum_k A_{f,rmr,daylarea,vert,k} \quad (\text{m}^2)$$

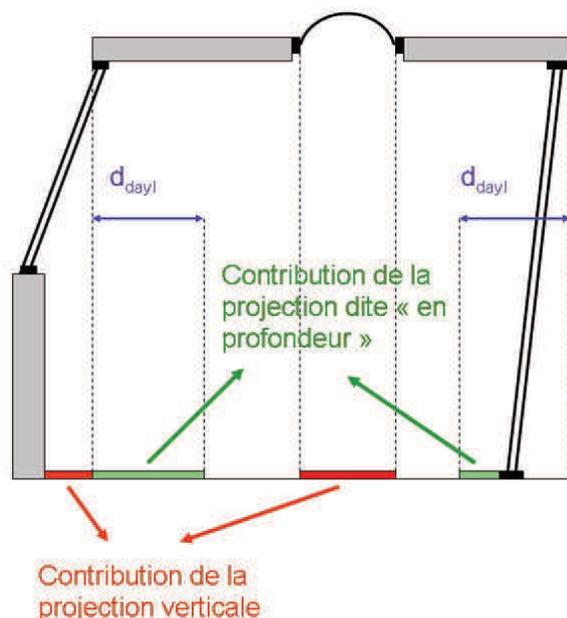
où :

$A_{f,rmr,daylarea,vert}$  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  $\text{m}^2$  ;

$A_{f,rmr,daylarea,vert,k}$  la surface de la projection verticale de la baie  $k$  qui est inscrite dans la surface d'utilisation, en  $\text{m}^2$ .

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"**



<sup>12</sup> Le facteur de transmission visuelle  $\tau_{vis,dir,h}$  (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".

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

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 :

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

où :

$A_{f,rmr,daylarea,depth}$  la surface des contributions des baies verticales (équivalentes) permettant l'apport de lumière naturelle, en  $\text{m}^2$  ;

$l_{dayl,k}$  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 ;

$d_{dayl,int,k}$  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.

#### 9.3.4.2.2.1 Longueur de l'élément de façade $l_{dayl}$

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].

#### 9.3.4.2.2.2 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"  $d_{dayl}$ , telle que déterminée ci-dessous.



$\tau_v$  le facteur de transmission visuelle  $\tau_{vis,dir,h}$  (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,  $E_{\text{char ann prim en cons}}$ , comme suit :

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

où :

$E_{p,\text{heat},m}$	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,  $E_{p,\text{heat},m}$ , et pour le refroidissement,  $E_{p,\text{cool},m}$ , comme suit :

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

et :

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

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, (-) ;

$Q_{heat,final,sec i,m,pref}$  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 ;

$Q_{heat,final,sec i,m,npref}$  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 ;

$Q_{cool,final,sec i,m,pref}$  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 ;

$Q_{cool,final,sec i,m,npref}$  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,  $E_{p,water,m}$ , comme suit :

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

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 ;

152

Méthode PEN 2017

$Q_{\text{water,bath } i, \text{final,m,npref}}$	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 ;
$Q_{\text{water,sink } j, \text{final,m,pref}}$	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 ;
$Q_{\text{water,sink } j, \text{final,m,npref}}$	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 ;
$Q_{\text{water,other } k, \text{final,m,pref}}$	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 ;
$Q_{\text{water,other } k, \text{final,m,npref}}$	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 primaire des auxiliaires comme suit :

$$\text{Eq. 345} \quad E_{p, \text{aux}, m} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left( \begin{array}{l} W_{\text{aux}, \text{fans}, m} + W_{\text{aux}, \text{dis}, m} + W_{\text{aux}, \text{gen}, m} \\ + W_{\text{aux}, \text{cool}, m} + W_{\text{aux}, \text{free}, m} + W_{\text{aux}, \text{precool}, m} \end{array} \right) \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{p, \text{aux}, m}$	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, (-) ;
$W_{\text{aux}, \text{fans}, m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.1.2, en kWh ;
$W_{\text{aux}, \text{dis}, m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.2, en kWh ;
$W_{\text{aux}, \text{gen}, m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.5, en kWh ;
$W_{\text{aux}, \text{cool}, m}$	la consommation mensuelle d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.3, en kWh ;
$W_{\text{aux}, \text{free}, m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour le free-chilling dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.4, en kWh ;
$W_{\text{aux}, \text{precool}, m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.6, en kWh ;

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

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage,  $E_{p,light,m}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 150 } E_{p,light,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$f_p$  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, (-) ;

$W_{light,m}$  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 :

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

où :

$E_{p,cogen,m}$  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, (-) ;

$W_{cogen,i,m}$  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 :

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

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	$\epsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\epsilon_{\text{cogen,th}}$
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 :

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

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

où :

$\epsilon_{\text{elec}}$  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 ;

$\epsilon_{\text{th}}$  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 :

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

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

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 :

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

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 ;
$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$	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 :

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

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 ;
$f_{\text{heat,m,pref}}$	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 :

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

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 :

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

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, (-) ;
$\text{EER}_{\text{nom}}$	le coefficient d'efficacité frigorifique, 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 :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{cogen,water},i,m} &= \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,bath }i,m}) \times Q_{\text{water,bath }i,\text{gross},m} \\
 &+ \sum_j f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,sink }j,m}) \times Q_{\text{water,sink }j,\text{gross},m} \\
 &+ \sum_k f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,other }k,m}) \times Q_{\text{water,other }k,\text{gross},m}
 \end{aligned}$$

**Eq. 167** (MJ)

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 § 7.2.1. 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 :  $W_{\text{cogen},i,m} = 0$

160

Méthode PEN 2017

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 Paragraphe vide

Ce paragraphe est volontairement vide.

#### 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 :

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

où :

$V_{\text{stor},30\text{min},i}$  la contenance en eau nécessaire à un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production de chaleur, en  $\text{m}^3$  ;

$P_{\text{cogen},\text{th},i}$  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  $^{\circ}\text{C}$  ;

$\theta_{\text{return,design},i}$  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  $^{\circ}\text{C}$ .

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

### B.1 Règle de calcul

Le facteur de multiplication mensuel  $r_{\text{precool},\text{fct } f,m}$  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 :

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

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  $r_{\text{precool},\text{zone } z,m} = 1$ .

Si plusieurs unités PEB utilisent le même système de pré-refroidissement de l'air de ventilation, la valeur par défaut pour  $r_{\text{precool},\text{zone } z,m} = 1$  ; 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,  $r_{\text{precool},\text{zone } z,m}$  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  $e_{\text{precool},m}$ .

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

avec :

$e_{\text{precool},m}$	l'efficacité mensuelle du système de pré-refroidissement concerné, (-) ;
$\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m}$	la température de référence pour l'abaissement de température maximal, en °C ;
$\theta_{e,V,\text{cool},m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement déterminée selon Tableau [45], en °C ;
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$	la température intérieure moyenne établie par convention pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement, telle que déterminée au § 5.2.3, en °C ;

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

Pour d'autres technologies,  $r_{\text{precool},\text{zone } z,m}$  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 $e_{\text{precool},m}$ du système de pré-refroidissement

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

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

avec :

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

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

où :

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

$\theta_{\text{soil},m}$  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 $\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m}$

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

$$\text{Eq. 346} \quad \theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m} = \frac{\left( \frac{e_{\text{wt}} \cdot \theta_{\text{soil},m}}{e_{\text{wt}} - 1} - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{\text{hyg},\text{fct } f}}{1160 \dot{V}_w} \cdot \theta_{e,V,\text{cool},m} \right)}{\left( 1 - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{\text{hyg},\text{fct } f}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{\text{wt}} - 1} \right)} \quad (^\circ\text{C})$$

avec :

$\dot{V}_{\text{hyg},\text{fct } f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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 ;
$\theta_{e,V,cool,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement déterminée selon Tableau [45], en °C ;

Il faut faire la somme sur toutes les parties fonctionnelles 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 :

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

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 :

$$\text{Eq. 177} \quad e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \cdot \dot{V}_w}} \quad (-)$$

avec :

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

164

Méthode PEN 2017

$A_{wt}$	la surface d'échange des conduites, telle que déterminée ci-dessous, en $m^2$ ;
$\dot{V}_W$	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 :

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

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 $W/(m^2 \cdot K)$ ;
$t_{soil}$	l'épaisseur du massif de terre autour de la conduite considérée, telle que déterminée ci-dessous, en $m$ ;
$D_{tube}$	le diamètre intérieur de la conduite, en $m$ ;
$t_{tube}$	l'épaisseur de la paroi de la conduite, en $m$ ;
$\lambda_{tube}$	la conductivité thermique de la conduite, en $W/(m \cdot K)$ ;
$\lambda_{soil}$	la conductivité thermique du sol, considérée égale à 2, en $W/(m \cdot K)$ .

Le coefficient de convection interne est donné par :

- pour l'eau :

$$\text{Eq. 179} \quad \alpha_i = 0,58 \cdot \frac{Nu}{D_{tube}} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

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

$$\text{Eq. 180} \quad \alpha_i = 0,43 \cdot \frac{Nu}{D_{tube}} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

avec :

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

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

avec :

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

avec :

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

avec :

- pour l'eau :

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

$$\text{Pr} = 7$$

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

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

$$\text{Pr} = 12,5$$

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

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

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

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

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

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

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

avec :

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

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

où :

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

avec :

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

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques  $l$  de l'unité PEN qui sont reliés au refroidissement par évaporation.

### B.3.2 Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m}$

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  $\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m}$  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 de refroidissement 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 :

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

avec :

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$  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  $^\circ\text{C}$  ;

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ , telle que reprise au

168

Méthode PEN 2017

Tableau [4], en °C ;

$\theta_{i,heat,fct f,setpoint}$  la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au

Tableau [4], en °C.

### 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 :

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

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 °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

170

Méthode PEN 2017

Tableau [4], en °C.

*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 :

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

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.

### 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 :

$$\theta_{i,heat,fct f,ref} = \theta_{i,heat,fct f,avg} + \left( \begin{array}{l} (\theta_{i,heat,fct f,setpoint} - \theta_{i,heat,fct f,avg}) \cdot \\ \log_{10} \left[ \frac{2 \cdot t_{unocc,min,fct f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct f} - 9 \cdot t_{heat,fct f,ref}}{0,2 \cdot t_{unocc,min,fct f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct f}} \right] \end{array} \right) \quad (-)$$

où :

$\theta_{i,heat,fct f,ref}$  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 ;

$\theta_{i,heat,fct f,avg}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au

172

Méthode PEN 2017

Tableau [4], en °C ;

$\theta_{i,heat,fct f,setpoint}$  la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au

Tableau [4], en °C ;

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

#### C.2.1.4 Refroidissement continu

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

- hébergement ;
- soins de santé - avec occupation nocturne ;
- soins de santé - salle d'opération ;

on a :

$$\text{Eq. 347} \quad \theta_{i,cool,fct f,ref} = \theta_{i,cool,fct f,avg} = \theta_{i,cool,fct f,setpoint} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 348} \quad a_{cool,int,fct f,m,ref} = 1 \quad (-)$$

où :

$\theta_{i,cool,fct f,ref}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,cool,fct f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en °C ;
$\theta_{i,cool,fct f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en °C ;
$a_{cool,int,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , pour le mois $m$ , (-).

#### C.2.1.5 Refroidissement quasi-continu

##### C.2.1.5.1 Inertie faible

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.4, pour la détermination de la valeur de référence, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez faible, c'est-à-dire si :

$$\text{Eq. 349} \quad T_{cool,int,fct f,ref} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct f} \quad (h)$$

alors on a :

174

Méthode PEN 2017

$$\text{Eq. 350 } \theta_{i,cool, fct f, ref} = \theta_{i,cool, fct f, avg} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 351 } a_{cool, int, fct f, m, ref} = 1 \quad (-)$$

avec :

$\tau_{cool, int, fct f, ref}$  la valeur de référence de la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée comme indiqué ci-dessous, en h ;

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

$\theta_{i,cool, fct f, ref}$  la valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en  $^\circ\text{C}$  ;

$\theta_{i,cool, fct f, avg}$  la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, en  $^\circ\text{C}$ , telle que reprise au Tableau [44] ;

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

La valeur de référence pour la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f est calculée comme suit :

$$\text{Eq. 352 } \tau_{cool, int, fct f, m, ref} = \frac{C_{fct f, ref}}{3,6 \cdot (H_{T, fct f, ref} + H_{V, hyg, cool, fct f, m, ref})} \quad (h)$$

où :

$C_{fct f, ref}$  la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;

$H_{T, fct f, ref}$  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 ;

$H_{V, hyg, cool, fct f, m, ref}$  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, en W/K .

#### C.2.1.5.2 Inertie importante

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.4, pour la détermination de la valeur de référence, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez importante, c'est-à-dire si :

$$\text{Eq. 353 } \tau_{cool, int, fct f, ref} > 3 \cdot t_{unocc, max, fct f} \quad (h)$$

alors on a :

$$\text{Eq. 354} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Eq. 355} \quad a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = 1 \quad (-)$$

avec :

$\tau_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{ref}}$	la valeur de référence de la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.1.5.1, en h ;
$t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f}$	la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en $^\circ\text{C}$ ;
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en $^\circ\text{C}$ ;
$a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	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.2.1.6 Refroidissement intermittent

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.4 et qui ont une inertie moyenne, c'est-à-dire qu'aucune des conditions des § C.2.1.5.1 (Eq. 349) ou § C.2.1.5.2 (Eq. 353) n'est remplie, on a :

$$\text{Eq. 356} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

et :

$$\text{Eq. 357} \quad a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = \max \left[ f_{\text{cool},\text{fct } f} ; 1 - 3 \cdot \left( \frac{\tau_{0,\text{cool}}}{\tau_{\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}}} \right) \cdot \gamma_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} \cdot (1 - f_{\text{cool},\text{fct } f}) \right] \quad (-)$$

avec :

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en $^\circ\text{C}$ ;
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en $^\circ\text{C}$ ;
$a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-) ;
$f_{\text{cool},\text{fct } f}$	la fraction du nombre de jours d'occupation par semaine pendant laquelle la partie fonctionnelle f est refroidie à la température de consigne (sans réduction). Cette fraction est

176

Méthode PEN 2017

	égale au nombre de jours d'occupation par semaine selon l'affectation, repris au Tableau [2], divisé par 7, (-) ;
$\tau_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$\tau_{cool,fct f,ref}$	la valeur de référence pour la constante de temps pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.3, en h ;
$\lambda_{cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le rapport mensuel déperdition-gain pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.3, (-).

### 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 :

$$\text{Eq. 380 } Q_{\text{heat,net,sec } i,m,ref} = \sum_f Q_{\text{heat,net,fct } f,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m,ref}$  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 ;

$Q_{\text{heat,net,fct } f,m,ref}$  la valeur de référence pour les besoins net en énergie pour le chauffage, en tenant 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,  $Q_{\text{heat,net,fct } f,m,ref}$ , 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,  $Q_{\text{heat,net,fct } f,m,ref}$ , 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  $\gamma_{\text{heat,fct } f,m,ref}$  est supérieur ou égal à 2,5, ou inférieur à 0, on a :

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

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

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

avec :

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

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

où :

$Y_{heat,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le rapport mensuel gain-déperdition de la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{heat,net,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le besoin net en énergie pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, en tenant compte de l'intermittence, pour le mois m, en MJ ;
$Q_{L,heat,fct f,m,ref}$	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 ;
$\eta_{util,heat,fct f,m,ref}$	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, (-) ;
$Q_{g,heat,fct f,m,ref}$	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 ;
$Q_{T,heat,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, en MJ ;
$Q_{V,heat,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{i,heat,fct f,m,ref}$	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 ;
$Q_{s,heat,fct f,m,ref}$	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 :

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

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

où :

$H_{T,fct f,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.4, en W/K ;
$H_{V,heat,fct f,ref}$	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 W/K ;
$\theta_{i,heat,fct f,ref}$	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 ;
$\theta_{e,heat,m}$	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,  $\eta_{util,heat,fct f,m,ref}$ , comme suit :

178

Méthode PEN 2017

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

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

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

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

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

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

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

avec, comme valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle  $f$ ,  $\tau_{\text{heat,fct } f,\text{ref}}$ , en h :

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

où :

$a_{0,\text{heat}}$	une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;
$\tau_{0,\text{heat}}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$C_{\text{fct } f,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle $f$ , déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;
$H_{\text{T,fct } f,\text{ref}}$	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 ;
$H_{\text{V,heat,fct } f,\text{ref}}$	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 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 :

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

avec :

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

$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$  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,  $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$ , 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,  $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$ , 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. 358** Si  $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$  est supérieur ou égal à 2,5, on a :

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

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

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = a_{cool,int,fct\ f,m,ref} \cdot \left( Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m,ref} \right) \quad (MJ)$$

avec :

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

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

où :

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

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

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

$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}$  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-

180

Méthode PEN 2017

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 ;

$Q_{T,cool,fct f,m,ref}$  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 :

$$\text{Eq. 359} \quad Q_{T,cool,fct f,m,ref} = H_{T,fct f,ref} \cdot (\theta_{i,cool,fct f,ref} - \theta_{e,cool,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 360} \quad Q_{V,cool,fct f,m,ref} = Q_{V,hyg,cool,fct f,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

où :

$$\text{Eq. 361} \quad Q_{V,hyg,cool,fct f,m,ref} = \left[ \begin{array}{c} H_{V,hyg,cool,fct f,m,ref} \cdot \\ (\theta_{i,cool,fct f,m,ref} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}) \end{array} \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

et où :

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

$\theta_{i,cool,fct f,m,ref}$  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, déterminée comme indiqué ci-dessous, in °C ;

$\theta_{e,cool,m}$  la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul de refroidissement, reprise au Tableau [1], en °C ;

$H_{V,hyg,cool,fct f,m,ref}$  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, en W/K ;

$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$  la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement, valant respectivement  $\theta_{e,V,cool,m}$ ,  $\theta_{e,V,cool,day,m}$  ou  $\theta_{e,V,cool,night,m}$  selon que la partie fonctionnelle f présente une occupation permanente, diurne ou nocturne (voir Tableau [2]). Ces valeurs sont définies au Tableau [45] en fonction du type de système de ventilation.

Pour les parties fonctionnelles ayant une fonction hébergement, bureaux et enseignement, la valeur de référence pour la température intérieure mensuelle de calcul pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement est reprise au Tableau [46]. Pour les parties fonctionnelles ayant une autre fonction, cette température est déterminée par :

$$\text{Eq. 362} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}} \quad (^\circ\text{C})$$

où :

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle  $f$  pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement actif, déterminée selon le § C.2.1, en  $^\circ\text{C}$ .

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

**Eq. 363** Si  $\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} \geq 0$  et  $\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} \neq 1$  :

$$\eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} = \frac{1 - (\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}})^{b_{\text{m,ref}}}}{1 - (\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}})^{b_{\text{m,ref}} + 1}} \quad (-)$$

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

$$\text{Si } \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} < 0 : \eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} = 1 \quad (-)$$

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

$$\text{Eq. 220} \quad \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} = \frac{Q_{\text{L},\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}}}{Q_{\text{g},\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}}} \quad (-)$$

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

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

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

$$\text{Eq. 364} \quad \tau_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}} = \frac{C_{\text{fct } f,\text{ref}}}{3,6 \cdot (H_{\text{T},\text{fct } f,\text{ref}} + H_{\text{V},\text{cool},\text{fct } f,\text{m,ref}})} \quad (\text{h})$$

où :

$b_{0,\text{cool}}$  une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;

$\tau_{0,\text{cool}}$  une constante, reprise au Tableau [3], en h ;

$C_{\text{fct } f,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ , déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;

182

Méthode PEN 2017

$H_{T,fct f,ref}$	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 ;
$H_{V,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique, in/exfiltration et par ventilation additionnelle mécanique ou par ouverture de fenêtre de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, déterminé comme indiqué ci-dessous, en W/K.

On calcule la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique, in/exfiltration et par ventilation additionnelle mécanique ou par ouverture de fenêtre,  $H_{V,cool,fct f,m,ref}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 365} \quad H_{V,cool,fct f,m,ref} = \frac{Q_{V,cool,fct f,m,ref}}{(\theta_{i,cool,fct f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}) \cdot t_m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{V,cool,fct f,m,ref}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-avant, en MJ ;
$\theta_{i,cool,fct f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle $f$ , telle que reprise au Tableau [44], en °C ;
$\theta_{e,cool,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [1], en °C ;
$t_m$	la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

#### 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 :

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

avec :

$H_{T,fctf,ref}^{\text{constructions}}$	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 ;
$H_{T,fctf,ref}^{\text{junctions}}$	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.

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 :

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

avec :

$H_{T,fctf,ref}^{constructi\ ons}$	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, (-) ;
$A_{T,E,fct\ f,op}$	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> ;
$f_{tr,fct\ f}$	un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$A_{T,E,fct\ f,tr}$	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 :

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

où :

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

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

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

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
------------------------------	---

<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  $A_{T,E,fct\ f,op}$ ,  $A_{T,E,fct\ f,tr}$ ,  $A_{T,E,fct\ f}$  et  $A_{T,E,vol}$ .

184

Méthode PEN 2017

	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, (-) ;
$A_{T,E, fct f}$	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> , en m <sup>2</sup> ;
$\Delta U_{ref}$	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 noeuds constructifs, en W/(m <sup>2</sup> .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 noeuds constructifs, égale à 3, (-) ;
$C$	la compacité du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle $f$ se trouve, en m ;
$V_{vol}$	le volume du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle $f$ se trouve, en m <sup>3</sup> ;
$A_{T,E, vol}$	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 m <sup>2</sup> .

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

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

avec :

$f_{form}$	un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle $f$ se trouve, (-) ;
$A_{T,E, vol}$	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 m <sup>2</sup> ;
$V_{vol}$	le volume du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle $f$ se trouve, en m <sup>3</sup> .

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

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

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

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

où :

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

avec :

$f_{tr, fct f}$	un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle $f$ , (-) ;
$A_{T,E, fct f, tr, ref}$	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 $\text{m}^2$ ;
$A_{T,E, fct f, tr}$	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 $\text{m}^2$ ;
$A_{f, fct f}$	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 :

$$\text{Eq. 231 } H_{V, heat, fct f, ref} = H_{V, in/exfilt, heat, fct f, ref} + H_{V, hyg, heat, fct f, ref} \quad (\text{W/K})$$

avec :

$H_{V, heat, fct f, ref}$	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 ;
$H_{V, in/exfilt, heat, fct f, ref}$	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.2.5.1.1, en W/K ;
$H_{V, hyg, heat, fct f, ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle $f$ , déterminé selon le § C.2.5.1.2, 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 :

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

avec :

$H_{V, in/exfilt, heat, fct f, ref}$	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 ;
--------------------------------------	--

186

Méthode PEN 2017

$f_{form}$	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 au § C.2.4, (-) ;
$A_{T,E,fct f}$	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 :

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

avec :

$H_{V,hyg,heat,fct f,ref}$	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 ;
$f_{vent,heat,fct f}$	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], (-) ;
$\dot{V}_{hyg,min,rmr}$	le débit minimum de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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 $\dot{V}_{hyg,min,rmr}$ est pris égal à $\dot{V}_{hyg,rmr}$ ;
$\dot{V}_{hyg,rmr}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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 pour la ventilation hygiénique 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.2.5.2 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 :

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

avec :

$H_{V,\text{hyg,cool,fct } f,\text{m,ref}}$  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], (-) ;

$\dot{V}_{\text{hyg,rm } r}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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 pour la ventilation hygiénique 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.2.6 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 :

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

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

où :

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

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

où :

188

Méthode PEN 2017

$Q_{i,heat,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de chauffage, en MJ ;
$Q_{i,cool,fct f,m,ref}$	la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle $f$ pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$\Phi_{i,heat,fct f,m,ref}$	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 ;
$\Phi_{i,cool,fct f,m,ref}$	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 ;
$Q_{i,pers,fct f}$	la production de chaleur interne spécifique moyenne dans la partie fonctionnelle $f$ , résultant des personnes, reprise au Tableau [8], en W/pers ;
$f_{real,fct f}$	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 :

$$Q_{s,heat,fct f,m,ref} = f'_{tr,fct f} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref} \quad (MJ)$$

$$\cdot \sum_{j=1} (a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})) \cdot A_{w,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref}$$

**Eq. 240**

$$Q_{s,cool,fct f,m,ref} = f'_{tr,fctf} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref}$$

**Eq. 241**

$$\cdot \sum_{j=1} (a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})) \cdot A_{w,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref}$$

(MJ)

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 la 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

190

Méthode PEN 2017

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], (-) ;

$a_{c,m,j,ref}$	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, (-) ;
$A_{w,d,j}$	la surface de l'ouverture-jour de la fenêtre $j$ , in $m^2$ ;
$I_{s,m,j,shad,ref}$	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 ;
$Q_{s,cool,fct f,m,ref}$	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 / Services		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 la partie fonctionnelle  $f$ ,  $f'_{tr,fct f}$ , comme suit :

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

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

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

avec :

$f'_{tr,fct f}$  un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle  $f$ , (-) ;

$A_{T,E,fct f,tr,ref}$  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  $m^2$  ;

$A_{T,E,fct f,tr}$  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  $m^2$ .

### 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  $f$ ,  $C_{fct f,ref}$ , en  $kJ/K$ , comme suit :

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

où :

$C_{fct f,ref}$  la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle  $f$ , en  $kJ/K$  ;

$A_{f,fct f}$  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 :

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

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  $MJ$  ;

$X_{h,fct f,m}$  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] ;

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

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" ou "sauna / piscine" :

- Pour douche ou baignoire  $i$  :

**Eq. 366** Si douche ou baignoire  $i$  n'est pas connectée à une conduite de circulation :

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

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

$$\eta_{\text{water, circ, bath } i, m, \text{ref}} = 1,05 \cdot \frac{Q_{\text{water out, circ } k, m}}{Q_{\text{water out, circ } k, m} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k, j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb, m, j}})}{R_{1, j, \text{ref}}}} \quad (-)$$

- Pour évier de cuisine  $j$  :

**Eq. 367** Si évier de cuisine  $j$  n'est pas connectée à une conduite de circulation :

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

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

$$\eta_{\text{water, circ, sink } j, m, \text{ref}} = 1,20 \cdot \frac{Q_{\text{water out, circ } k, m}}{Q_{\text{water out, circ } k, m} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k, j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb, m, j}})}{R_{1, j, \text{ref}}}} \quad (-)$$

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

**Eq. 368** Si autre point de puisage d'eau chaude  $l$  n'est pas connectée à une conduite de circulation :

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

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

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

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

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

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 l'annexe A.1 ;

$t_m$  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 l'annexe A.1 en °C ;

$R_{1, j, \text{ref}}$  la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite  $j$  reprise du Tableau [42] en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée  $D_{i, j}$ , en m.K/W.

**Tableau [42] : Valeur de référence pour la résistance thermique linéaire  $R_{1,j,ref}$  en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée  $D_{i,j}$**

$D_{i,j}$ (m)	$R_{1,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{1,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{1,j,ref}$ (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 :

$$\text{Eq. 249 } W_{fans,m,ref} = \sum_f W_{fans,fct f,m,ref} \quad (\text{kWh})$$

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

avec :

$W_{fans,m,ref}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs dans l'unité PEN en kWh ;

$W_{fans,fct f,m,ref}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs au service de la partie fonctionnelle f, en kWh ;

$\dot{V}_{hyg,fct f}$  le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique 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 ;

$f_{vent,heat,fct f}$  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], (-) ;

$t_m$  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,  $W_{fans,fct f,m,ref}$ , est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

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

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour la distribution dans l'unité PEN,  $W_{aux,dis,m,ref}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 369 } W_{aux,dis,m,ref} = \frac{t_m}{7,2} \cdot \sum_j P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} + \frac{t_m}{3,6} \cdot \sum_l P_{pump,dis,instal,water,l,ref} \quad (\text{kWh})$$

où :

$P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$  la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur  $j$  servant au chauffage de l'unité PEN considérée, telle que définie au § , en W ;

$P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$  la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur  $l$  servant à la distribution d'eau chaude sanitaire dans l'unité PEN considérée, telle que définie au § C.3.2.2, en W ;

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

Il faut faire la somme sur tous les circulateurs  $j$  servant au chauffage de l'unité PEN considérée et tous les circulateurs  $j$  servant à la distribution d'eau chaude sanitaire dans les parties fonctionnelles ayant une fonction "hébergement", "soins de santé avec occupation nocturne", "hall de sport / gymnase", "fitness / danse" ou "sauna / piscine", qui se trouvent dans l'unité PEN considérée.

#### C.3.2.1 Valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant au chauffage

On détermine la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur  $j$  servant au chauffage de l'unité PEN considérée,  $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 370 } P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} = \text{MAX}(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec i} ) \quad (\text{W})$$

avec :

$A_{f,sec i}$  la surface d'utilisation du secteur énergétique  $i$ , en m<sup>2</sup>.

Il faut faire la somme sur tous secteurs énergétiques  $i$  qui sont desservis par le circulateur  $j$ .

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la valeur de référence pour la puissance du circulateur ( $P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$ ) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage totaux des ces unités respectives.

Si un circulateur ne dessert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "espaces techniques", alors  $P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$  est considérée comme nulle.

Si un circulateur ne dessert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "espaces techniques", alors  $P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$  est considérée comme nulle. Si un circulateur ne dessert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement" ou la fonction "espaces techniques", alors la puissance calculée selon Eq. 370 doit être multipliée par un facteur 0,83.

### C.3.2.2 Valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant à la distribution d'eau chaude sanitaire

On détermine la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur l servant à la distribution d'eau chaude sanitaire dans l'unité PEN considérée,  $P_{\text{pump,dis,instal,water,l,ref}}$ , comme suit :

$$\text{Eq. 371 } P_{\text{pump,dis,instal,water,l,ref}} = \text{MAX} \left( 25 ; \frac{\sum_j l_{\text{circ } k,j}}{13,94 \cdot 10^3} \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January},j})}{R_{l,j,\text{ref}}} \right) \quad (\text{W})$$

avec :

- $l_{\text{circ } k,l}$  la longueur du segment l de la conduite de circulation k, en m ;
- $\theta_{\text{amb,January},l}$  la température ambiante moyenne pour le mois de janvier du segment de conduite l, en °C, telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe A.1 ;
- $R_{l,1,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire  $R_{l,1}$  du segment l, en m.K/W, telle que déterminée au § E.3 de l'annexe A.1 ;
- $R_{l,j,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite j reprise du Tableau [42] en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée  $D_{i,j}$ , en m.K/W.

Il faut faire la somme sur tous secteurs énergétiques i qui sont desservis par le circulateur j.

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la valeur de référence pour la puissance du circulateur ( $P_{\text{pumps,dis,instal,heat,j,ref}}$ ) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire totaux des ces unités respectives.

### 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 :

$$\text{Eq. 253 } W_{\text{light,m,ref}} = \sum_f W_{\text{light,fct } f,m,\text{ref}} \quad (\text{kWh})$$

où :

- $W_{\text{light,m,ref}}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, en kWh ;
- $W_{\text{light,fct } f,m,\text{ref}}$  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,  $W_{\text{light,fct } f,m,\text{ref}}$ , 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 :

$$\text{Eq. 254 } W_{\text{light,fct } f,m,\text{ref}} = \sum A_{f,r,m} \cdot p_{\text{light,r,m,r,ref}} \cdot (t_{\text{day,fct } f,m} + t_{\text{night,fct } f,m}) \quad (\text{kWh})$$

où :

$W_{\text{light,fct } f,m,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$A_{f,r,m}$	la surface d'utilisation dans l'espace r, en m <sup>2</sup> ;
$p_{\text{light,r,m,r,ref}}$	la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace r, comme déterminée ci-dessous, en kW/m <sup>2</sup> ;
$t_{\text{day,fct } f,m}$	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 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 :

$$\text{Eq. 255 } p_{\text{light,r,m,r,ref}} = \min \left[ \frac{\phi_{\text{fctf,ref}} \cdot L_{r,m,r}}{1000 \cdot 100}, \frac{\phi_{\text{fctf,ref}} \cdot L_{r,m,r}^{0,2}}{1000 \cdot L_{\text{fct } f,\text{ref}}^{0,2}} \cdot \frac{(L_{r,m,r})^{0,8}}{100} \right] \quad (\text{kW/m}^2)$$

où :

$p_{\text{light,r,m,r,ref}}$	la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace r, en kW/m <sup>2</sup> ;
$\phi_{\text{fctf,ref}}$	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 <sup>2</sup> .100 lx ;
$L_{\text{fct } f,\text{ref}}$	la valeur de référence pour l'éclairement dans la partie fonctionnelle f à laquelle l'espace r appartient, reprise au Tableau [43], en lx ;
$L_{r,m,r}$	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  $\phi_{fctf,ref}$  et  $L_{fctf,ref}$  par fonction**

Fonctions		$\phi_{fctf,ref}$ (W/m <sup>2</sup> 100 lx)	$L_{fctf,ref}$ (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 / Services		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 :

$$\text{Eq. 256 } E_{\text{char ann prim en cons,ref}} = \sum_{m=1}^{12} \left( E_{p,\text{heat},m,\text{ref}} + E_{p,\text{cool},m,\text{ref}} + E_{p,\text{water},m,\text{ref}} + E_{p,\text{aux},m,\text{ref}} + E_{p,\text{light},m,\text{ref}} \right) \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{\text{char ann prim en cons,ref}}$  la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, en MJ ;

$E_{p,\text{heat},m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage, calculée selon le § C.5.2, en MJ ;

$E_{p,\text{cool},m,\text{ref}}$  la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement, calculée selon le § C.5.2, en MJ ;

$E_{p,\text{water},m,\text{ref}}$  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 ;

200

Méthode PEN 2017

$E_{p,aux,m,ref}$	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 :

$$\text{Eq. 257 } E_{p,heat,m,ref} = \sum_i 1,29 \cdot Q_{heat,net,seci,m,ref} + \sum_j 1,29 \cdot Q_{hum,net,j,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

et :

$$\text{Eq. 258 } E_{p,cool,m,ref} = \sum_i 0,5 \cdot Q_{cool,net,seci,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

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 ;
$Q_{heat,net,seci,m,ref}$	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 ;
$Q_{cool,net,seci,m,ref}$	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 :

$$E_{p,water,m,ref} = \sum_i 2,20 \cdot \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}} + \sum_j 3,00 \cdot \frac{Q_{water,sink\ j,net,m}}{\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}} + \sum_k 4,00 \cdot \frac{Q_{water,other\ k,net,m}}{\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}}$$

Eq. 373

(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 ;
$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}$	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 ;
$\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}$	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 ;
$\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}$	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 des auxiliaires,  $E_{p,aux,m,ref}$ , comme suit

$$E_{p,aux,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left( W_{fans,m,ref} + W_{aux,dis,m,ref} + W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m} \right)$$

Eq. 374

(MJ)

où :

$f_p$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel que déterminé dans le texte principal de cet arrêté, (-) ;
$W_{fans,m,ref}$	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 ;

202

Méthode PEN 2017

$\bar{W}_{aux,dis,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour la distribution dans l'unité PEN, déterminée selon le § C.3.2, en kWh.
$\bar{W}_{throttle/fans,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité des vannes gaz et/ou ventilateurs pour la production de chaleur dans l'unité PEN considérée, définie selon le § 8.5.2.2, en kWh ;
$\bar{W}_{electr,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique de l'unité EPN considérée, définie selon le § 8.5.2.4, 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 :

$$\text{Eq. 261 } E_{p,light,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot \bar{W}_{light,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{p,light,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, 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, (-) ;
$\bar{W}_{light,m,ref}$	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 15 décembre 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 15 décembre 2016.

Le Ministre-Président,

P. MAGNETTE

Le Ministre des Pouvoirs locaux, de la Ville, du Logement et de l'Énergie,

P. FURLAN