

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 PEN

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	1
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 intermittence .	13
5.2.1 Principes.....	13
5.2.2 Chauffage continu.....	14
5.2.3 Chauffage quasi-continu.....	14
5.2.4 Chauffage intermittent.....	15
5.3 Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage	18
5.4 Besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement	21
5.5 Coefficients de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle	25
5.6 Coefficients de transfert thermique par ventilation par partie fonctionnelle	25
5.6.1 Principe.....	25
5.6.2 Coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle	25
5.6.3 Coefficients de transfert thermique par ventilation pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle	27
5.6.4 Facteur de réduction lié au préchauffage.....	30
5.6.5 Fraction de temps pendant laquelle la ventilation est en service....	33
5.7 Production de chaleur interne	35
5.8 Gains de chaleur solaires	37
5.9 Capacité thermique effective	38
5.9.1 Principe.....	38
5.9.2 Capacité thermique effective sur base de la masse du plancher.....	38

5.9.3	Capacité thermique effective sur base d'un calcul.....	39
5.10	Besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire.....	40
5.10.1	Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des douches et/ou baignoires.....	42
5.10.2	Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine.....	43
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).....	45
5.11	Besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification.....	46
6	BESOINS BRUTS EN ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE, LE REFROIDISSEMENT ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE.....	48
6.1	Principe.....	48
6.2	Détermination des besoins bruts en énergie pour le chauffage et le refroidissement.....	48
6.3	Rendements du système de chauffage et de refroidissement.....	49
6.4	Fractions des besoins nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement.....	51
6.4.1	Fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement.....	51
6.4.2	Fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage.....	52
6.5	Détermination des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire	52
7	CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE, LE REFROIDISSEMENT, L'HUMIDIFICATION ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE.....	54
7.1	Principe.....	54
7.2	Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'humidification.....	54
7.2.1	Chauffage et humidification.....	54
7.2.2	Refroidissement.....	56
7.3	Répartition des besoins bruts en énergie entre générateurs préférentiels et non préférentiels.....	57
7.3.1	Chauffage.....	57
7.3.2	Refroidissement.....	59
7.4	Fraction mensuelle moyenne d'énergie apportée par free-chilling.....	60
7.5	Rendements de production pour le chauffage et le refroidissement.....	62
7.5.1	Rendement de production pour le chauffage.....	62
7.5.2	Rendement de production pour le refroidissement.....	63
7.6	Consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire...	69
8	CONSOMMATION D'ÉNERGIE AUXILIAIRE DES VENTILATEURS, POMPES ET VEILLEUSES.	70
8.1	Consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation.....	70
8.1.1	Principe.....	70
8.1.2	Consommation d'électricité des ventilateurs.....	70
8.1.3	Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle à l'aide de valeurs par défaut.....	70
8.1.4	Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle sur base des puissances installées réelles.....	71
8.1.5	Fraction du temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service.	72

8.2	Consommation d'électricité des circulateurs	73
8.2.1	Principe	73
8.2.2	Règle de calcul	73
8.2.3	Facteurs de réduction pour la régulation appliquée aux circulateurs	74
8.3	Consommation d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid	75
8.3.1	Principe	75
8.3.2	Méthode simplifiée	75
8.3.3	Méthode détaillée	77
8.4	Consommation d'électricité supplémentaire pour le free-chilling	80
8.5	Consommation d'énergie des veilleuses	82
8.6	Consommation d'énergie pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation	83
8.6.1	Consommation d'électricité pour l'échangeur de chaleur sol-eau	83
8.6.2	Consommation d'électricité pour le refroidissement par évaporation	84
9	CONSOMMATION D'ÉNERGIE POUR L'ÉCLAIRAGE	85
9.1	Principe	85
9.1.1	Variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm,r}$	86
9.1.2	Consommation d'électricité pour l'éclairage	86
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	86
9.2.1	Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm,r}$	86
9.2.2	Détermination de la consommation d'électricité pour l'éclairage par partie fonctionnelle	86
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	87
9.3.1	Détermination de la variable auxiliaire $L_{rm,r}$	87
9.3.2	Détermination de la consommation mensuelle d'électricité par partie fonctionnelle	90
9.3.3	Valeur de calcul de la puissance par espace	102
9.3.4	Distinction entre la partie dite "éclairée naturellement" et la partie dite "éclairée artificiellement"	103
10	CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE	110
10.1	Principe	110
10.2	La consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	110
10.3	La consommation d'énergie primaire pour le chauffage et le refroidissement	110
10.4	La consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire	111
10.5	La consommation d'énergie primaire des auxiliaires	112
10.6	La consommation d'énergie primaire pour l'éclairage	113
10.7	L'économie d'énergie primaire réalisée grâce à une cogénération sur site	113
	ANNEXE A COGÉNÉRATION	114
A.1	Principe	114
A.2	Détermination du rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération	114

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	114
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	116
A.3	Détermination de la consommation mensuelle d'énergie finale par une installation de cogénération	117
A.3.1	Règle de calcul.....	117
A.3.2	Besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux, couverts par cogénération	117
A.3.3	Besoins nets en énergie pour l'humidification, couverts par cogénération	118
A.3.4	Besoins bruts en chaleur pour le refroidissement par absorption, couverts par cogénération	118
A.3.5	Besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire.....	119
A.4	Détermination de la quantité d'électricité produite	119
A.5	Détermination de la variable auxiliaire x_m pour calculer la fraction mensuelle couverte par la cogénération sur site	120
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	121
ANNEXE B	PRÉ-REFROIDISSEMENT DE L'AIR DE VENTILATION.....	123
B.1	Règle de calcul	123
B.2	Echangeur de chaleur sol-eau	123
B.2.1	Efficacité $\epsilon_{precool,m}$ du système de pré-refroidissement.....	124
B.2.2	Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{precool,ref,max,m}$	124
B.3	Refroidissement par évaporation	127
B.3.1	Efficacité $\epsilon_{precool,m}$ du système de pré-refroidissement.....	127
B.3.2	Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{precool,ref,max,m}$	128
ANNEXE C	DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE RÉFÉRENCE POUR LA CONSOMMATION ANNUELLE CARACTÉRISTIQUE D'ÉNERGIE PRIMAIRE	129
C.1	Introduction	129
C.2	Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire et l'humidification	129
C.2.1	Valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de chauffage et intermittence	129
C.2.1.1	Chauffage continu	129
C.2.1.2	Chauffage quasi-continu	130
C.2.1.2.1	Inertie faible	130
C.2.1.2.2	Inertie importante	130
C.2.1.3	Chauffage intermittent	131
C.2.2	Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage ¹³²	132
C.2.3	Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement	135
C.2.4	Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle	138

C.2.5	Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation et par in/exfiltration par partie fonctionnelle	140
C.2.5.1	Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle	140
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	141
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	141
C.2.5.2	Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle	142
C.2.5.2.1	Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle	142
C.2.5.2.2	Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle	142
C.2.6	Valeur de référence pour la production de chaleur interne.....	143
C.2.7	Valeur de référence pour les gains de chaleur solaires.....	144
C.2.8	Valeur de référence pour la capacité thermique effective.....	146
C.2.9	Valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification	146
C.2.10	Valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation	147
C.3	Valeur de référence pour la consommation d'énergie auxiliaire des ventilateurs et des pompes	148
C.3.1	Valeur de référence pour la consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation	148
C.3.2	Valeur de référence pour la consommation d'électricité des circulateurs	149
C.4	Valeur de référence pour la consommation d'énergie pour l'éclairage ..	150
C.5	Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire	152
C.5.1	Valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	152
C.5.2	Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour le chauffage, humidification et le refroidissement	153
C.5.3	Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire	153
C.5.4	Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire des auxiliaires	154
C.5.5	Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour l'éclairage	155

1 Introduction

Cette annexe présente la méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des unités PEN.

La structure globale de la méthode est analogue à celle appliquée aux 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 m².

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 :

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

où :

E_{EPHR}	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 se faire, on calcule tout d'abord les besoins nets en énergie pour le chauffage en considérant une température intérieure de consigne continue ; ensuite on utilise un facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence, $a_{\text{heat,int,fc}} = f_{\text{m}}$.

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 pour la longueur du mois, la température extérieure moyenne et la valeur de calcul pour la température de l'air neuf lors du calcul du besoin en énergie pour le refroidissement.

Mois	Longueur du mois ¹ t_m (Ms)	Température extérieure moyenne mensuelle $\theta_{e,m}$ (°C)	Valeur de calcul pour la température de l'air neuf lors des calculs de refroidissement $\theta_{e,v,cool,m}$ (°C)	
			Ventilation naturelle et ventilation mécanique par extraction	Ventilation : mécanique simple flux par insufflation et mécanique double flux
Janvier	2,6784	3,2	5,2	16,0
Février	2,4192	3,9	5,9	16,0
Mars	2,6784	5,9	7,9	16,0
Avril	2,5920	9,2	11,2	16,0
Mai	2,6784	13,3	15,3	16,0
Juin	2,5920	16,2	18,2	18,2
Juillet	2,6784	17,6	19,6	19,6
Août	2,6784	17,6	19,6	19,6
Septembre	2,5920	15,2	17,2	17,2
Octobre	2,6784	11,2	13,2	16,0
Novembre	2,5920	6,3	8,3	16,0
Décembre	2,6784	3,5	5,5	16,0

¹ 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 $f_{\text{pres, fct f}}$
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		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 :

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

avec :

- $f_{\text{pres, tot f}}$ 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 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 :

- ♦ chauffage continu (voir le § 5.2.2) ;
- ♦ chauffage quasi-continu :
 - chauffage intermittent mais inertie faible (voir le § 5.2.3.1),
 - chauffage intermittent mais inertie importante (voir le § 5.2.3.2) ;
- ♦ chauffage intermittent (voir le § 5.2.4).

Les hypothèses du chauffage 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]).

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

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

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

5.2.2 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 (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 :

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

$$\text{Eq. 4} \quad a_{\text{heat},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = 1 \quad (-)$$

avec :

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

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

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

5.2.3 Chauffage quasi-continu

5.2.3.1 Inertie faible

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2, 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 :

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

alors on a :

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

$$\text{Eq. 7} \quad a_{\text{heat},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = 1 \quad (-)$$

avec :

$\tau_{\text{heat},\text{fct } f}$ la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f , déterminée selon le § 5.3, 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 ;
$\theta_{i,heat,fct f}$	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 ;
$\theta_{i,heat,fct f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f , en °C, telle que reprise au Tableau [4] ;
$a_{beat,int,fct f,m}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle f , pour le mois m , (-).

5.2.3.2 Inertie importante

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2, 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 :

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

alors on a :

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

$$\text{Eq. 10} \quad a_{heat,int,fct f,m} = 1$$

avec :

$\tau_{heat,fct f}$	la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f , déterminée selon le § 5.3, 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 ;
$\theta_{i,heat,fct f}$	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 ;
$\theta_{i,heat,fct f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f , telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
$a_{beat,int,fct f,m}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle f , pour le mois m , (-).

5.2.4 Chauffage intermittent

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2 et qui ont une inertie moyenne, c'est-à-dire qu'aucune des conditions des § 5.2.3.1 (Eq. 5) ou § 5.2.3.2 (Eq. 8) n'est remplie, on a :

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

et :

$$\text{Eq. 12} \quad a_{\text{heat,int,fcn f,m}} = \max \left[f_{\text{heat,fcn f}} ; 1 - 3 \cdot \left(\frac{\tau_{0,\text{heat}}}{\tau_{\text{heat,fcn f}}} \right) \cdot Y_{\text{heat,fcn f,m}} \cdot (1 - f_{\text{heat,fcn f}}) \right] \quad (-)$$

avec :

- $\theta_{i,\text{heat,fcn f}}$ 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 ;
- $\theta_{i,\text{heat,fcn f,setpoint}}$ la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f , telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
- $a_{\text{heat,int,fcn f,m}}$ le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle f , pour le mois m , (-) ;
- $f_{\text{heat,fcn f}}$ la fraction du nombre d'heure d'occupation par semaine pendant laquelle la partie fonctionnelle f est chauffée à la température de consigne (sans réduction). Cette fraction est égale à la fraction de temps conventionnelle pendant laquelle des personnes sont présentes dans la partie fonctionnelle f , $f_{\text{pres,fcn f}}$, et est reprise au Tableau [2], (-) ;
- $\tau_{0,\text{heat}}$ une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
- $\tau_{\text{heat,fcn f}}$ la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f , déterminée selon le § 5.3, en h ;
- $Y_{\text{heat,fcn f,m}}$ le rapport mensuel gain-déperdition de la partie fonctionnelle f , déterminé selon le § 5.3, (-).

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

Chauffage		Refroidissement	
$a_{0,\text{heat}}$ (-)	$\tau_{0,\text{heat}}$ (h)	$b_{0,\text{cool}}$ (-)	$\tau_{0,\text{cool}}$ (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		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		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".

5.3 Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage

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

$$\text{Eq. 14 } Q_{\text{heat,net,sec } i, m} = \sum_f Q_{\text{heat,net,int, fct } f, m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$$\text{Eq. 15 } Q_{\text{heat,net,int,fcn f,m}} = a_{\text{heat,int,fcn f,m}} \cdot Q_{\text{heat,net,fcn f,m}} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$	les besoins nets en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, du secteur énergétique i , pour le mois m , en MJ ;
$Q_{\text{heat,net,int,fcn f,m}}$	les besoins nets en énergie pour le chauffage, tenant compte de l'intermittence, de la partie fonctionnelle f , pour le mois m , en MJ ;
$a_{\text{heat,int,fcn f,m}}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle f , pour le mois m , calculé selon le § 5.2, (-) ;
$Q_{\text{heat,net,fcn f,m}}$	les besoins net en énergie pour le chauffage, sans tenir compte de l'intermittence, de la partie fonctionnelle f , pour le mois m , déterminés comme mentionné ci-dessous, en MJ.

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

Particularité de la fonction "Locaux techniques" : les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $Q_{\text{heat,net,int,fcn f,m}}$ 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, $Q_{\text{heat,net,int,fcn f,m}}$ 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 $\theta_{i,\text{heat,fcn f}}$ (définie au 5.2), ainsi que les gains mensuels totaux par gains de chaleur internes et solaires. 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 $\gamma_{\text{heat,fcn f,m}}$ est supérieur ou égal à 2,5 ou inférieur à 0, on a :

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

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

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

avec :

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

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

où :

$Y_{\text{heat, fct } f, m}$	le rapport mensuel gain-déperdition de la partie fonctionnelle f , comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{\text{heat, net, fct } f, m}$	le besoin net en énergie pour le chauffage de la partie fonctionnelle f , sans tenir compte de l'intermittence, pour le mois m , en MJ ;
$Q_{L, \text{heat, fct } f, m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle f pour le calcul du chauffage, en MJ ;
$\eta_{\text{util, heat, fct } f, m}$	le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, (-) ;
$Q_{g, \text{heat, fct } f, m}$	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 ;
$Q_{T, \text{heat, fct } f, m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, en MJ ;
$Q_{V, \text{heat, fct } f, m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{i, \text{heat, fct } f, m}$	la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminée selon le § 5.7, en MJ ;
$Q_{s, \text{heat, fct } f, m}$	le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.8, en MJ.

et :

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

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

où :

$H_{T, \text{heat, fct } f}$	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 ;
$H_{V, \text{heat, fct } f}$	le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.6.2, en W/K ;
$\theta_{i, \text{heat, fct } f}$	la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour la détermination du besoin énergétique pour le chauffage, déterminée au 5.2, en °C ;
$\theta_{e, m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, reprise au Tableau [1], en °C ;
t_m	la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

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, $\eta_{\text{util, heat, fct } f, m}$ comme suit :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

où :

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

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

$C_{\text{fct f}}$: la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f , déterminée selon le § 5.9, en kJ/K ;

$H_{\text{T, heat, fct f}}$: 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 ;

$H_{\text{V, heat, fct f}}$: 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 :

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

avec :

$Q_{\text{cool,net,sec } i,m}$ les besoins nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i , pour le mois m , en MJ ;
 $Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$ 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, $Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$ 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, $Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$ 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. 26 Si $\lambda_{\text{cool,fct } f,m}$ est supérieur ou égal à 2,5, on a :

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

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

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

avec :

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

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

où :

$\lambda_{\text{cool,fct } f,m}$ le rapport mensuel déperdition-gain de la partie fonctionnelle f , comme déterminé ci-dessous, (-) ;
 $Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$ le besoin mensuel net en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f , en MJ ;
 $p_{\text{cool,fct } f}$ la probabilité conventionnelle d'installer un refroidissement actif dans la partie fonctionnelle f , comme déterminée ci-dessous, (-) ;
 $Q_{g,\text{cool,fct } f,m}$ les gains de chaleur mensuels de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
 $\eta_{\text{util,cool,fct } f,m}$ 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, (-) ;

- $Q_{L,cool, fct f, n}$ la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
- $Q_{T,cool, fct f, n}$ la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
- $Q_{V,cool, fct f, n}$ la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
- $Q_{i,cool, fct f, n}$ la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminée selon le § 5.7, en MJ ;
- $Q_{s,cool, fct f, n}$ le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.8, en MJ.

et :

Eq. 29 $Q_{T,cool, fct f, m} = H_{T,cool, fct f} \cdot (\theta_{i,cool, fct f} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m$ (MJ)

Eq. 30 $Q_{V,cool, fct f, m} = \left[H_{V,ext,cool, fct f, m} (\theta_{i,cool, fct f} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) + H_{V,hyg,cool, fct f, m} (\theta_{i,cool, fct f} - \theta_{e,V,cool, n}) \right] \cdot t_m$ (MJ)

où :

- $H_{T,cool, fct f}$ 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 ;
- $H_{V,ext,cool, fct f, m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par in/exfiltration et par ventilation additionnelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.1, 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 ;
- $\theta_{i,cool, fct f}$ la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement, reprise au Tableau [6] ci-dessous, en °C ;
- $\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, reprise au Tableau [1], en °C ;
- $\Delta\theta_{e,m}$ une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin en énergie pour le refroidissement, égale par hypothèse à 2°C ;
- $\theta_{e,V,cool, n}$ la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement reprise du Tableau [1], en °C ;
- t_m la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

Tableau [6] : Température intérieure de calcul pour la détermination du besoin en énergie pour le refroidissement, par fonction

Fonctions	$\theta_{i,cool, fct f}$ (°C)
Pour toute fonction	23,0

La valeur par défaut pour $p_{cool, fct f}$ est 1. Des valeurs plus favorables sont à déterminer suivant des règles déterminées par le Ministre.

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, $\eta_{util, cool, fct f, m}$, comme suit :

$$\text{Eq. 31} \quad \text{Si } \lambda_{cool, fct f, m} \neq 1 : \eta_{util, cool, fct f, m} = \frac{1 - (\lambda_{cool, fct f, m})^{b_m}}{1 - (\lambda_{cool, fct f, m})^{b_m - 1}} \quad (-)$$

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

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

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

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

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

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

$$\text{Eq. 34} \quad \tau_{cool, fct f, m} = \frac{C_{fct f}}{3,6 \cdot (H_{T, cool, fct f} + H_{V, ext, cool, fct f, m} + H_{V, hyg, cool, fct f, m})} \quad (h)$$

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 ;

$H_{V, ext, cool, fct f, m}$ le coefficient mensuel de transfert thermique par in/exfiltration et par ventilation additionnelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K ;

$H_{V, hyg, cool, fct f, m}$ le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § 5.6.3.2, en W/K.

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 , $H_{T,heat,fc\ i}$ et $H_{T,cool,fc\ f}$ 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 annexe Subdivision), il ne peut y avoir qu'une seule sorte de système de ventilation dans une même partie fonctionnelle.

Le débit partiel de conception d'alimentation en air neuf, ainsi que le débit d'infiltration, les différentes techniques de ventilation et de préchauffage et de prérefroidissement, sont utilisés pour déterminer les déperditions par ventilation de l'unité PEN.

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 :

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

où :

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

$H_{V,in/exfilt,heat,fc\ f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f

voor de verwarmingsberekeningen , déterminé selon le § 5.6.2.1, en W/K ;

$H_{V,hyg,heat,fcf f}$ le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f voor de verwarmingsberekeningen , 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 :

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

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

où :

$H_{V,in/exfilt,heat,fcf f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W/K ;

$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fcf f}$ 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^3/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 $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$;

$A_{T,E,fcf f}$ 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 énergétique² (voir également le § 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 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^2 ;

² Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre la partie fonctionnelle f et des espaces contigus chauffés ne sont pas prises en considération dans la détermination de $A_{T,E,fcf f}$.

\dot{V}_{50} le débit de fuite à 50 Pa de l'enveloppe extérieure, en m³/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 m³/(h.m²).

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 :

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

où :

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

$f_{\text{reduc, vent, heat, fct } f}$ un facteur de réduction de 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 dans la partie fonctionnelle, en m³/h.

Si le débit de conception d'alimentation en air neuf dans un espace est inférieur à la valeur minimale telle que définie par l'annexe C.3 au présent arrêté, on calcule H_V avec le débit minimal exigé. Cette règle n'est toutefois pas d'application pour les espaces spéciaux visés au chapitre 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 et la ventilation additionnelle d'une part, et la ventilation hygiénique d'autre part.

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

Pour les calculs des besoins en refroidissement, on comprend sous l'appellation in/exfiltration et ventilation additionnelle :

- in/exfiltration ;
- ventilation nocturne.

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

$$\text{Eq. 40} \quad H_{V,\text{ext,cool,fc}f,m} = H_{V,\text{in/exfilt,cool,fc}f} + H_{V,\text{night,cool,fc}f,m} \quad (\text{W/K})$$

où :

- $H_{V,\text{ext,cool,fc}f,m}$ le coefficient mensuel de transfert thermique par in/exfiltration et par ventilation additionnelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en W/K ;
- $H_{V,\text{in/exfilt,cool,fc}f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.1.1, en W/K ;
- $H_{V,\text{night,cool,fc}f,m}$ le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation nocturne de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon des règles déterminées par le Ministre ou à défaut, sur base d'une demande d'équivalence, en W/K.

5.6.3.1.1 Coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f

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

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

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

où :

- $H_{V,\text{in/exfilt,cool,fc}f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f , en W/K ;
- $\dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,fc}f}$ 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^3/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 $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$;
- $A_{T,E,\text{fc}f}$ 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 énergétique³ (voir également 5.5), en m².

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, $\dot{V}_{50,cool}$:

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

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 m³/(h.m²).

Sinon, la valeur par défaut suivante est d'application pour \dot{V}_{50} : 0 m³/(h.m²).

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 :

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

où :

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

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

$r_{preh,cool,fcf,f}$ 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, (-) ;

$r_{precool,fcf,f,m}$ 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, (-) ;

$f_{vent,cool,fcf,f}$ 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], (-) ;

³ 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 $A_{T,B,fcf,f}$.

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

5.6.4 Facteur de réduction lié au préchauffage

Le facteur de réduction lié au préchauffage de la partie fonctionnelle f , $r_{\text{préh}}$, 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 :

- $r_{\text{préh,heat, fct } f} = r_{\text{préh,heat, sec } i} = r_{\text{préh,heat, zone } z}$
- ♦ $r_{\text{préh,cool, fct } f} = r_{\text{préh,cool, sec } i} = r_{\text{préh,cool, zone } z}$

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 $r_{\text{préh}}$ 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'enveloppe⁴.

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.

⁴ 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.

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 :

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

où :

$e_{\text{heat,hr,p}}$ un facteur adimensionnel qui indique l'importance de la récupération de chaleur à l'endroit p, déterminé comme suit :

- si le flux d'air neuf fourni p n'est pas préchauffé, on a $e_{\text{heat,hr,p}} = 0$;
- si le flux d'air neuf fourni p est préchauffé à l'aide d'un récupérateur de chaleur, on a $e_{\text{heat,hr,p}} = r_p \cdot \eta_{\text{test,p}}$

Le facteur r_p est déterminé tel que décrit ci-dessous. Le rendement thermique $\eta_{\text{test,p}}$ de l'appareil de récupération de chaleur à l'endroit p 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 $\dot{V}_{\text{in},p}$ ni $\dot{V}_{\text{out},p}$ 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 ;

$\dot{V}_{\text{in},p}$ le débit d'air entrant à l'endroit p, en m³/h, déterminé tel que décrit ci-dessous ;

$\dot{V}_{\text{out},p}$ le débit d'air sortant à l'endroit p, en m³/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 :

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

où la valeur de consigne du débit entrant à l'endroit p à la position nominale du ventilateur, en m³/h, est prise en compte ;

- dans tous les autres cas :

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

où le débit de conception de l'air neuf entrant à l'endroit p, en m³/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 :

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

où la valeur de consigne du débit sortant à la position nominale du ventilateur, en m³/h, est prise en compte ;

- dans tous les autres cas :

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

où le débit de conception de l'air sortant à l'endroit p, en m³/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 :

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

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 :

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

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 $f_{vent,heat,Ext i}$ et $f_{vent,cool,Ext i}$, 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 naturel	Système 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		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 ² ;
$A_{f,\text{fct } f}$	la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f considérée, en m ² ;
$r_{\text{light},\text{fct } f}$	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 ;

$W_{light, fct f, m}$

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 :

- 0 s'il y a uniquement une extraction mécanique,
- 0,6 s'il y a une ventilation mécanique double flux,
- 0,8 s'il y a recyclage ou récupération de chaleur,
- 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),
- 0,5 dans les autres cas ;

$W_{fans, fct f, m}$

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 ²)	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		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 $a_{p,m,j}$ 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 ⁽¹⁾	Tables C1	Tables C3

(1) 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 , $C_{\text{éct } f}$, en kJ/K, sur base de la masse du plancher, comme suit :

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

où :

- $C_{\text{éct } f}$ 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/($m^2 \cdot K$) ;
- $A_{f,\text{éct } f,j}$ 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_f , 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 (kg/m^2)	Faux plafond fermé et plancher surélevé	Faux plafond fermé ou 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

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

ρ_k la masse volumique du matériau k , en kg/m^3 ;

c_k la chaleur spécifique du matériau k , en $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$;

d_k l'épaisseur active du matériau k , en 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 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, elle 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 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 des appareils situés dans une partie fonctionnelle ayant cette fonction ($Q_{\text{water, bath } i, \text{net, m}}$, $Q_{\text{water, sink } j, \text{net, m}}$, $Q_{\text{water, other } k, \text{net, m}}$) 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 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		$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	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_{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 :

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

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

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

où :

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

n_{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		$n_{\text{serv},\text{fct } f}$	$Q_{\text{water},\text{sink},\text{net},\text{fct } f,\text{meal}}$ (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		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 , $Q_{\text{water,net,other,fcn } f,a} = 0$.

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

où :

$Q_{\text{water,net,other,fcn } f,a}$ 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, (-) ;

$A_{f, \text{tot } f}$ 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 :

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

où :

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

r_{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 : $r_{\text{hum}} = 1,0$;

$X_{h, \text{tot } f, \text{m}}$ la quantité mensuelle d'humidité à fournir par unité de débit d'air fourni, pour la partie fonctionnelle f , en kg.h/m^3 , reprise au Tableau [14] ;

$\dot{V}_{\text{supply, } j, \text{tot } f, \text{design}}$ 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 $X_{h, fct f, m}$ par fonction, en kg.h/m³

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	0,00	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	0,00	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	0,00	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	0,00	0,01	0,10	0,14
	Faible occupation	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Cafétéria / Réfectoire	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	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		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	0,00	0,01	0,10	0,14
	Fitness / Danse	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Sauna / Piscine	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Locaux techniques		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
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 :

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

et :

$$\text{Eq. 69} \quad Q_{\text{cool, gross, secti, m}} = \frac{Q_{\text{cool, net, secti, m}}}{\eta_{\text{sys, cool}}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{heat, gross, secti, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ ;
$Q_{\text{heat, net, secti, m}}$	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, (-) ;
$Q_{\text{cool, gross, secti, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i , déterminés selon le § 5.1, en MJ ;

$Q_{cool,net,sect,m}$	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_{annih} , a_{heat} et a_{cool} des Tableau [15] et Tableau [16].

Tableau [15] : Facteurs d'annihilation, f_{annih} , et pertes de distribution, a_{heat} et a_{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_{annih} , et pertes de distribution, a_{heat} et a_{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_{annih}	Facteur de pondération déperditions conduites et gaines	
					Chauffage a_{heat}	Refroidissement a_{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_{heat} est diminuée de 0,08 ;
- la valeur de a_{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.

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 :

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

$f_{\text{heat,net}}$ 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 :

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

où :

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

et :

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

où :

$f_{\text{heat,net}}$	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, (-) ;
$Q_{\text{heat,net,seci,a}}$	les besoins annuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique <i>i</i> , en MJ ;
$Q_{\text{cool,net,seci,a}}$	les besoins annuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique <i>i</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>i</i> , déterminés selon le § 5.1, en MJ ;
$Q_{\text{cool,net,seci,m}}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique <i>i</i> , déterminés selon le § 5.3, 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 :

$$\text{Eq. 76} \quad \eta_{\text{tubing,other } i} = \frac{9.5}{9.5 + l_{\text{tubing,other } i} / r_{\text{water,other } i,\text{net}}} \quad (-)$$

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 ;

$f_{\text{water,other } i,net}$ 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 :

♦ $l_{\text{tubing,other } i} = 20 \text{ m}$

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 prend 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 différentes espèces de générateurs de chaleur ou de froid, on répartit les besoins bruts de manière conventionnelle entre le générateur préférentiel et le générateur non préférentiel. S'il y a plus d'un type de générateur non préférentiel, on considère pour le traitement de la partie non préférentielle, uniquement le générateur avec la valeur la plus basse du rapport entre le facteur pour la conversion en énergie primaire (f_p) et le rendement de production.

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 :

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

$$\text{Eq. 78} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

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

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

$$\text{Eq. 80} \quad Q_{\text{hum,final,j,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{as,hum,j,m}}) \cdot Q_{\text{hum,net,j,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

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 ;
- $\eta_{\text{gen,heat,npref}}$ le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
- $Q_{\text{hum,final,j,m,pref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) pour l'humidificateur j , en MJ ;
- $Q_{\text{hum,net,j,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un humidificateur j , déterminés selon le § 5.11, en MJ ;

$Q_{\text{hum, final, j, m, npr=f}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) pour l'humidificateur j, en MJ.

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 au moyen d'un programme de calcul spécifique préalablement agréé par le Ministre. 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 $f_{\text{as, heat, sec i, m}}$ et $f_{\text{as, hum, j, m}}$ 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 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

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 :

$$f_{\text{heat,m,pref}} = 1,0$$

A l'exception du cas où le générateur préférentiel est une installation de cogénération sur site les valeurs de $f_{\text{heat,m,pref}}$ seront reprises du Tableau [17]. Dans le cas d'une installation de cogénération sur site, les valeurs pour $f_{\text{heat,m,pref}}$ sont reprises du Tableau [18].

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.

En cas d'application d'une pompe à chaleur en combinaison avec un ou plusieurs autres générateurs de chaleur, autre que des appareils de cogénération, c'est la pompe à chaleur qui fait office de générateur de chaleur préférentiel.

Dans tous les autres cas, on prend comme générateur de chaleur préférentiel l'appareil qui a la valeur la plus basse pour le rapport entre le facteur de conversion en énergie primaire et le rendement, déterminée selon le § 7.5.1.

Tableau [17] : La fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s), $f_{\text{heat,m,pref}}$, en fonction du rapport des puissances $\beta_{\text{gen,heat}}$ - à l'exception des cogénérations sur site

$\beta_{\text{gen,heat}}$	Système préférentiel	
	Pompe à chaleur	Autres
de 0,0 à 0,1	0,00	0,00
de 0,1 à 0,2	0,48	0,00
de 0,2 à 0,3	0,79	0,50
de 0,3 à 0,4	0,93	0,80
de 0,4 à 0,6	0,97	1,00
de 0,6 à 0,8	0,98	1,00
supérieur ou égal à 0,8	1,00	1,00

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

$$\text{Eq. 83} \quad \beta_{\text{gen,heat}} = \frac{P_{\text{gen,heat,pref}}}{P_{\text{gen,heat,pref}} + P_{\text{gen,heat,npref}}} \quad (-)$$

où :

- $\beta_{\text{gen,heat}}$ le rapport entre la puissance nominale du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) et la puissance nominale de tous les générateurs de chaleur pour le secteur énergétique ou l'humidificateur d'air, (-) ;
- $P_{\text{gen,heat,pref}}$ la puissance nominale totale du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), en kW ;
- $P_{\text{gen,heat,npref}}$ la puissance nominale totale du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), en kW.

Remarques :

- la puissance nominale des chaudières est la puissance nominale visée par la directive européenne Chaudières ;
- 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.

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

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

- x_m une variable auxiliaire, déterminée selon le § A.5, (-) ;
- $V_{stor,cogen}$ le volume d'eau du ballon, servant au stockage de chaleur fournie par l'installation de cogénération, en m³ ;
- $V_{stor,30\ min}$ 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 m³, déterminé selon le § A.6.

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 :

ϕ_{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 m³/s ;

ΔT_{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 $f_{cool,m,free}$ 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 : $f_{cool,m,free} = 0$

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

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 :

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

où :

$f_{cool,free,sizing}$ 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, (-) ;

$f_{cool,m,free,operation}$ 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 (-).

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

où :

$P_{gen,cool,free}$ 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 NBN EN 12309-2, soit selon ARI Standard 560 :2000.

On déduit 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

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 $\eta_{gen,heat}$ 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.

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

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, (-).

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

où :

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

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

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 $\eta_{\text{gén,cool,m}}$ 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 $\eta_{\text{gén,cool,m}}$ 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	$\frac{EER_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{e,m}}$
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	$EER_{\text{nom}} \cdot \left(\frac{f_{\text{heat,m,pref}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} + \frac{1 - f_{\text{heat,m,pref}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \right)^{-1}$

où :

- EER_{nom} le coefficient de performance, déterminé selon le § 7.5.2.1, (-) ;
- f_{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, (-) ;
- $f_{\text{rec,m,vrf}}$ le facteur de récupération mensuel pour le refroidissement, déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
- $f_{\text{heat,m,pref}}$ la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connectés préférentiel(s) :
- vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ;
 - déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-) ;
- $\eta_{\text{gen,heat,pref}}$ le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) :
- vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ;

- $\eta_{gen,heat,ref}$
- déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-) ;
 - 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 de prestations 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_{nom}	f_{PL}	$\theta_{co,nom}$	$\theta_{ev,nom}$
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_{nom} est équivalent à EER_{test} tel que défini par les conditions standard de la norme NBN EN14511, partie 2 de la norme.

Pour les machines frigorifiques alimentées thermiquement, EER_{nom} est équivalent à EER_{test} tel que défini par les conditions standard de l'ARI Standard 560-2000.

7.5.2.2 Facteur de charge partielle f_{pl} 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 :

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

avec :

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

$$\text{Eq. 91} \quad f_{\theta,m} = 1 + C_{0,1} \cdot \Delta\theta_m + C_{0,2} \cdot \Delta\theta_m^2 \quad (-)$$

où :

$C_{0,1}$ une constante pour le calcul du facteur de température mensuel, tel que déterminé au § 7.5.2.3.1 ;

$C_{0,2}$ 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 ;

θ_{ev} la température de fonctionnement de l'évaporateur au point de fonctionnement, tel que déterminé au § 7.5.2.3.3, 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	6,3	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 θ_{ev}

Valeur par défaut

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

Tableau [26] : Température à l'évaporateur au point de fonctionnement θ_{ev}

Référence de machine frigorifique selon Tableau [21]	Système d'émission	θ_{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 ventilconvecteurs 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 θ_{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 de prestations EER_{100} 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 de prestations EER_{100} 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).

Attention cependant (voir § 7.2.1) que pour la contribution énergétique utile mensuelle (fraction solaire) d'un système d'énergie solaire thermique actif, l'approche simple du § 10.4.1.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté ne peut s'appliquer et que seul le recours à un programme de calcul spécifique préalablement agréé par le Ministre est autorisé.

8 Consommation d'énergie auxiliaire des ventilateurs, pompes et veilleuses

La consommation conventionnelle finale d'énergie pour les ventilateurs, pompes, auxiliaires pour le refroidissement et veilleuses 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 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. La puissance effective est déterminée à l'aide du débit d'air \dot{V}_{hyg} utilisé au § 5.6, sauf si l'on démontre, sur base de la puissance installée réelle des ventilateurs, qu'une valeur inférieure s'applique pour la puissance effective.

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 comme suit :

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

avec :

$W_{\text{fans},m}$ la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs dans l'unité PEN en kWh ;

$W_{\text{fans},\text{fct } f,m}$ 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.

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, $W_{\text{fans},\text{fct } f,m}$ 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 comme suit :