

# **ANNEXE II**

**concernant les bâtiments fonctionnels**

Règlement grand-ducal concernant la  
performance énergétique des bâtiments

# SOMMAIRE

<b>0</b>	<b>DEFINITIONS ET SYMBOLES</b>	<b>5</b>
0.1	Symboles et unités	8
0.2	Signification des indices	18
<b>1</b>	<b>EXIGENCES MINIMALES APPLICABLES AUX BATIMENTS FONCTIONNELS</b>	<b>19</b>
1.1	Isolation thermique d'hiver	19
1.2	Exigences minimales relatives à la protection thermique d'été	22
1.2.1	Preuve simplifiée	22
1.2.2	Preuve par simulation	23
1.2.3	Détermination de la transmittance solaire	26
1.2.4	Exigence minimale relative à la transmittance solaire	26
1.2.5	Facteur de transmission énergétique totale, $g_{tot}$	27
1.2.6	Détermination du type de construction et de la capacité d'accumulation thermique effective, $C_{wirik}$	28
1.2.7	Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local, $f_{a/h}$	28
1.3	Étanchéité à l'air du bâtiment	30
1.4	Production de chaleur utile	30
1.5	Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques	31
1.6	Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur/froid et gaines de ventilation	31
1.7	Réservoir de chaleur, de froid et d'eau chaude sanitaire	32
1.8	Centrales de traitement d'air	32
1.9	Systèmes de réglage	33
1.10	Dispositifs de mesure	34
1.11	Dispositifs de charge pour voitures électriques ou hybrides rechargeables	34
1.12	Dispositifs techniques pour les installations photovoltaïques	35
1.13	Systèmes d'automatisation et de contrôle	35
<b>2</b>	<b>EXIGENCES APPLICABLES AUX BATIMENTS FONCTIONNELS</b>	<b>36</b>
2.1	Bilan énergétique	36
2.2	Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire	37
2.3	Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage	38
2.4	Bâtiment de référence	38
2.5	Affectation aux catégories de bâtiments	43
<b>3</b>	<b>REPARTITION EN CLASSES DE PERFORMANCE ENERGETIQUE</b>	<b>44</b>
3.1	Classification sur la base du besoin énergétique calculé	44
3.2	Classification sur la base du besoin pondéré en énergie finale	45
<b>4</b>	<b>CONTENU DU CALCUL DE PERFORMANCE ENERGETIQUE</b>	<b>46</b>
4.1	Informations générales	46
4.2	Indications concernant le bâtiment	46
4.3	Respect des exigences relatives à la valeur spécifique du besoin en énergie primaire et à la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage	46
4.4	Respect des exigences minimales	46
4.4.1	Isolation thermique d'hiver	46
4.4.2	Protection thermique d'été	47
4.4.3	Étanchéité à l'air du bâtiment	47
4.4.4	Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques	47
4.4.5	Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur et de froid et gaines de ventilation	47

4.4.6	Accumulation de chaleur.....	47
4.4.7	Centrales de traitement d'air.....	47
4.4.8	Systèmes de réglage.....	47
4.5	Documentation du calcul.....	47
<b>5</b>	<b>CONTENU DU CERTIFICAT DE PERFORMANCE ENERGETIQUE.....</b>	<b>49</b>
5.1	Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel.....	49
5.1.1	Informations requises sur chaque page.....	49
5.1.2	Informations générales.....	49
5.1.3	Indications concernant le bâtiment.....	49
5.1.4	Indications concernant la consommation mesurée en énergie finale du bâtiment.....	50
<b>6</b>	<b>CALCULS DU BESOIN EN ENERGIE PRIMAIRE DES BATIMENTS FONCTIONNELS.....</b>	<b>53</b>
6.1	Définition de données importantes concernant le bâtiment.....	53
6.1.1	Surface de plancher.....	53
6.1.2	Surface de construction.....	53
6.1.3	Surface de plancher nette.....	54
6.1.4	Surface utile.....	54
6.1.5	Surface utile principale.....	54
6.1.6	Surface utile secondaire.....	54
6.1.7	Surface de circulation.....	54
6.1.8	Surface d'installations.....	54
6.2	Surface de référence énergétique $A_n$ en $m^2$ .....	54
6.3	Surface de l'enveloppe thermique $A$ en $m^2$ .....	54
6.4	Volume conditionné brut $V_e$ en $m^3$ .....	55
6.5	Volume thermiquement conditionné net $V_n$ en $m^3$ .....	55
6.6	Rapport $A/V_e$ en $m^{-1}$ .....	55
6.7	Climat de référence.....	55
6.8	Profils d'utilisation.....	55
6.9	Directives relatives au zonage.....	55
6.10	Énergie de chauffage.....	55
6.11	Détermination du renouvellement d'air par fenêtre.....	57
6.12	Eau chaude sanitaire.....	58
6.13	Humidification par la vapeur.....	58
6.14	Froid.....	58
6.15	Éclairage.....	60
6.16	Ventilation.....	60
6.17	Énergie auxiliaire.....	61
6.18	Production et autoconsommation d'une installation photovoltaïque, d'une éolienne et/ou d'une cogénération.....	61
6.18.1	Répartition de la demande totale en électricité entre les durées utiles et non utiles.....	61
6.18.2	Nombre d'heures et de jours d'exploitation.....	62
6.18.3	L'ordre de source d'énergie utilisée pour l'autoconsommation.....	62
6.18.4	Autoconsommation d'électricité provenant d'une installation photovoltaïque.....	63
6.18.5	Autoconsommation d'électricité provenant d'une éolienne.....	65
6.18.6	Autoconsommation d'électricité provenant d'une cogénération.....	67
6.18.7	Système de batterie d'accumulateurs.....	70
6.18.8	Injection d'électricité au réseau public.....	72
6.18.9	Approvisionnement d'électricité du réseau public.....	72
6.18.10	Considération de l'autoconsommation d'électricité pour l'évaluation du bâtiment.....	72

6.19	Autres.....	74
6.19.1	Évaluation du système de protection solaire mobile.....	74
6.19.2	Ponts thermiques.....	75
6.19.3	Constructions jumelées et mitoyennes.....	75
6.19.4	Autres conditions générales.....	76
6.19.5	Refroidissement nocturne.....	76
6.19.6	Utilisation de geocooling.....	77
6.20	Méthodes de calcul simplifiées pour le corps du bâtiment.....	78
6.20.1	Affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment.....	78
6.20.2	Détermination simplifiée de l'éclairage à la lumière naturelle.....	81
6.20.3	Coefficients de correction de la température $F_x$ dans le cas du chauffage et du refroidissement.....	86
6.20.4	Représentation simplifiée de l'ombrage.....	95
6.20.5	Autres méthodes simplifiées pour le corps du bâtiment.....	95
6.21	Méthodes de calcul simplifiées des installations techniques.....	96
6.21.1	Chauffage - Accumulation.....	96
6.21.2	Chauffage - Distribution.....	96
6.21.3	Distribution d'eau chaude sanitaire.....	97
6.21.4	Énergie auxiliaire, distribution d'eau de refroidissement et d'eau froide.....	98
6.22	Calcul de la valeur spécifique d'émissions totales de $CO_2$ .....	100
<b>7</b>	<b>DETERMINATION DES VALEURS SPECIFIQUES DE CONSOMMATION CHALEUR ET ELECTRICITE DE BATIMENTS FONCTIONNELS EXISTANTS.....</b>	<b>102</b>
7.1	Détermination des valeurs spécifiques de référence chaleur et électricité.....	102
7.2	Valeur spécifique de référence équipements de travail.....	103
7.3	Valeur spécifique de référence services divers.....	103
7.4	Valeur spécifique de référence services centraux.....	103
7.5	Valeurs spécifiques de référence pour des utilisations qui ne peuvent pas être représentées à l'aide des valeurs de référence partielles de dépense d'énergie.....	104
7.6	Valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment, $e_{vw}$ .....	104
7.6.1	Consommation énergétique finale calculée de chaleur d'un bâtiment, $E_{vg}$ .....	105
7.6.2	Correction tenant compte des surfaces inoccupées.....	106
7.6.3	Correction temporelle.....	107
7.6.4	Correction climatique.....	108
7.7	Détermination de la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment, $e_{vs}$ .....	109
7.7.1	Consommation électrique mesurée d'un bâtiment, $E_{vs,m}$ .....	109
7.7.2	Correction tenant compte des surfaces inoccupées.....	110
7.7.3	Correction de temps.....	110
7.8	Sources des données de consommation.....	111
7.9	Complément de données manquantes de consommation.....	111
7.10	Utilisations spéciales dans des bâtiments fonctionnels.....	113
<b>8</b>	<b>TABLEAUX ET CARACTERISTIQUES.....</b>	<b>114</b>
8.1	Facteurs d'énergie primaire, $f_{p,x}$ .....	114
8.2	Facteurs environnementaux, $f_{CO_2,x}$ .....	115
8.3	Teneur énergétique de différentes sources d'énergie et facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur, $f_{HS/Hi}$ .....	116

## **0 DÉFINITIONS ET SYMBOLES**

### **Certificat de performance énergétique**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 9.

### **Calcul de performance énergétique**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 8.

### **Ministre**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 17.

### **Performance énergétique**

Telle que définie à l'article 3 paragraphe 19.

### **Besoin en énergie utile**

Quantité d'énergie calculée nécessaire pour maintenir des conditions ambiantes définies (température, humidité), une qualité d'éclairage définie et une quantité nécessaire d'eau chaude sanitaire dans un bâtiment. Les pertes de production, d'accumulation, de distribution et de transmission ne sont pas prises en compte dans le besoin en énergie utile. L'ensemble du besoin en énergie utile se divise comme suit : le besoin en chaleur utile et le besoin en refroidissement utile ainsi que le besoin en énergie utile pour l'eau chaude sanitaire, l'éclairage et l'humidification.

### **Besoin en énergie finale**

Quantité d'énergie calculée nécessaire aux installations techniques (installation de chauffage et de réfrigération, centrales de traitement d'air, de préparation d'eau chaude sanitaire, d'éclairage) en tenant compte de l'énergie auxiliaire nécessaire pour assurer les conditions ambiantes définies (température, humidité), la qualité d'éclairage définie et la quantité d'eau chaude sanitaire dans un bâtiment.

### **Besoin en énergie primaire**

Quantité d'énergie calculée qui, en plus de l'énergie finale, comprend également les quantités d'énergie découlant de séries de processus situés en amont à l'extérieur du bâtiment lors de l'extraction, de la transformation et de la distribution des combustibles, des systèmes de chauffage urbain ainsi que de l'énergie électrique utilisés dans le bâtiment.

### **Valeur spécifique d'émissions totales de CO<sub>2</sub> du bâtiment $q_{CO_2}$**

Émissions spécifiques de CO<sub>2</sub> calculées par rapport à la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.22. Cette valeur spécifique comprend toutes les émissions de CO<sub>2</sub> des systèmes techniques visés au chapitre 2.1. Le calcul est effectué conformément au chapitre 6.

### **Valeur spécifique du besoin total en énergie primaire du bâtiment $q_p$**

Besoin en énergie primaire spécifique calculé par rapport à la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6. Cette valeur spécifique comprend tous les besoins en énergie primaire des systèmes techniques visés au chapitre 2.1. Le calcul est effectué conformément au chapitre 6.

### **Bâtiment**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 1.

### **Surface de référence énergétique $A_n$ en m<sup>2</sup>**

Telle que définie à l'article 3 paragraphe 21.

### **Surface de l'enveloppe thermique A en m<sup>2</sup>**

Telle que définie à l'article 3 paragraphe 20.

### **Volume conditionné brut, V<sub>e</sub> en m<sup>3</sup>**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 25.

### **Conditionnement**

Obtention de certaines conditions dans des locaux découlant de l'utilisation du chauffage, du refroidissement, de l'aération et de la ventilation, de l'humidification et de la déshumidification, de l'éclairage et/ou de l'approvisionnement en eau chaude sanitaire.

### **Systemes techniques**

Systemes d'approvisionnement techniques sur lesquels l'ensemble du besoin énergétique d'un bâtiment peut être réparti. Le présent règlement prend en considération les systemes techniques suivants :

- chauffage (chauffage par zone, chauffage pour le traitement d'air, y compris le post-chauffage en cas d'humidification et de déshumidification) ;
- préparation d'eau chaude sanitaire ;
- éclairage ;
- ventilation ;
- refroidissement (refroidissement par zone, refroidissement pour le traitement d'air, y compris la déshumidification) ;
- humidification ;
- énergie auxiliaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement et l'humidification.

### **Zone**

Entité de base pour le calcul du bilan énergétique. Une zone comprend des parties d'un bâtiment caractérisées par des conditions générales d'utilisation identiques et ne présentant aucune différence significative en ce qui concerne le corps du bâtiment et les installations techniques correspondantes. Les directives relatives au zonage sont décrites au chapitre 6.9 et les conditions générales d'utilisation au chapitre 6.8.

### **Besoin spécifique en chaleur de chauffage q<sub>h,b</sub>**

Le besoin spécifique en chaleur de chauffage q<sub>h,b</sub> est calculé par zone conformément à la norme DIN V 18599-2. La température d'entrée d'air du débit volumétrique d'air extérieur requis en raison de l'hygiène est prise en considération dans le bilan par zone comme la température de l'air extérieur en tenant compte, toutefois, d'une récupération thermique éventuelle en amont selon l'équation (91) de la norme DIN V 18599-2. Les déperditions de chaleur dues à la transmission et à la distribution des débits volumétriques de renouvellement d'air et les besoins en énergie utile des batteries de chauffage des centrales de traitement d'air ne sont pas compris dans le besoin spécifique en chaleur de chauffage. Le besoin spécifique en chaleur de chauffage correspond donc à l'énergie utile à fournir dans la zone en tenant compte des pertes de ventilation et d'une récupération thermique mais sans prendre en considération les autres installations techniques.

### **Besoin énergétique calculé**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 7 et déterminé sur la base de profils d'utilisation standard conformément au chapitre 6.8 et de conditions climatiques standard conformément au chapitre 6.7.

### **Consommation énergétique mesurée**

Telle que définie à l'article 3 paragraphe 10.

### **Valeur spécifique de consommation**

Consommation énergétique annuelle d'un bâtiment, corrigée et rapportée à la surface de référence énergétique. Des valeurs spécifiques de consommation sont déterminées pour la chaleur et pour l'électricité.

## **Énergie renouvelable**

Énergie provenant de sources d'énergie renouvelables (vent, soleil, géothermie, énergie houlomotrice et marémotrice, énergie hydraulique, biomasse, gaz de décharge, gaz de stations d'épuration et biogaz). Le présent règlement prend uniquement en considération les énergies renouvelables qui sont utilisées pour le chauffage, le refroidissement, la préparation d'eau chaude sanitaire ou la ventilation des bâtiments et qui sont générées en relation avec les bâtiments. Il tient compte de l'énergie solaire, de la chaleur ambiante, de la géothermie et de l'énergie de la biomasse.

## **Bâtiment fonctionnel**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 4.

## **Bâtiment fonctionnel neuf**

Tel que défini à l'article 3 paragraphe 6.

## **Modification d'un bâtiment fonctionnel**

Telle que définie à l'article 3 paragraphe 18.

## **Extension d'un bâtiment fonctionnel**

Telle que définie à l'article 3 paragraphe 12.

## **Surflux**

Surplus de flux d'air dans une zone (en cas de ventilation mécanique) créant une amenée d'air par surflux dans une zone adjacente.

## **Point de charge**

Une interface qui permet de recharger un seul véhicule électrique à la fois.

## **Système de gestion intelligente de charge**

Un système qui gère l'ensemble des points de charge derrière un même point de raccordement de façon à limiter le prélèvement simultané de puissance à une valeur qui ne peut pas dépasser la capacité mise à disposition par le gestionnaire de réseau au point de raccordement et doit être capable d'intégrer un nombre de points de charge équivalent au moins au nombre de points de charge obligatoires défini par le présent règlement.

## **Système d'automatisation et de contrôle des bâtiments**

Un système comprenant tous les produits, logiciels et services d'ingénierie à même de soutenir le fonctionnement efficace sur le plan énergétique, économique et sûr des installations techniques de bâtiment au moyen de commandes automatiques et en facilitant la gestion manuelle de ces installations techniques de bâtiment.

## **Installations techniques de bâtiment**

Équipements techniques de chauffage des locaux, de refroidissement des locaux, de ventilation, de production d'eau chaude sanitaire, d'éclairage intégré, d'automatisation et de contrôle des bâtiments, de production d'électricité sur site d'un bâtiment ou d'une unité de bâtiment, ou combinant plusieurs de ces systèmes, y compris les systèmes utilisant une énergie produite à partir de sources renouvelables.

## 0.1 Symboles et unités

$\Delta U_{WB}$	W/(m <sup>2</sup> K)	Facteur de correction des ponts thermiques
A	m <sup>2</sup>	Surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment
$\alpha$	-	Facteur d'absorption solaire
A	m <sup>2</sup>	Désigne une surface (toujours en rapport avec des indices)
a	-	Paramètre d'évaluation de l'utilisation de dispositifs mobiles de protection solaire
$A/V_e$	m <sup>-1</sup>	Rapport de la surface de l'enveloppe thermique au volume conditionné brut
Anteil <sub>GS</sub>	-	La part de la production de froid utile produite par geocooling
Anteil <sub>KM</sub>		Part de la production en froid utile produite par un refroidisseur à compression (Anteil <sub>KM</sub> = 1 - Anteil <sub>GS</sub> )
a <sub>0</sub>	-	Paramètre de régression conformément au tableau 25 pour le calcul de la réduction du besoin de refroidissement spécifique journalier d'une utilisation d'un refroidissement nocturne
a <sub>1</sub>	-	Paramètre de régression conformément au tableau 25 pour le calcul de la réduction du besoin de refroidissement spécifique journalier d'une utilisation d'un refroidissement nocturne
A <sub>C</sub>	m <sup>2</sup>	Surface du capteur plan d'une installation solaire thermique
A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	Partie refroidie de la surface de référence énergétique
A <sub>Fe</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de fenêtre
A <sub>Fenster,HO</sub>	m <sup>2</sup>	Surface totale de fenêtres horizontales de la pièce
A <sub>Fe,geo</sub>	m <sup>2</sup>	Surface géométrique ouvrable de l'ouvrant pour la ventilation nocturne
a <sub>geo</sub>	-	Paramètre de régression conformément au tableau 26 pour le calcul de la part de la production de froid utile par geocooling
A <sub>KL</sub>	m <sup>2</sup>	Surface sans éclairage naturel
A <sub>leer</sub>	m <sup>2</sup>	Surface partielle inoccupée
A <sub>m</sub>	m <sup>2</sup>	Partie de la surface de référence énergétique humidifiée au moyen d'un humidificateur à vapeur
A <sub>n</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de référence énergétique
A <sub>n,h,i</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de référence énergétique de la zone i
A <sub>n,fehl,x,j</sub>	m <sup>2</sup>	Surface partielle j de la surface de référence énergétique A <sub>n</sub> pour laquelle des données relatives à la consommation pour les systèmes techniques x font défaut
A <sub>n,u</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de plancher nette de la zone non conditionnée
A <sub>NB</sub>	m <sup>2</sup>	Partie de la surface de référence énergétique A <sub>n</sub> qui n'est pas affectée à la surface utile principale
A <sub>NGF</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de plancher nette
A <sub>NGF,R</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de plancher nette du local considéré lors de la détermination de la transmittance solaire
a <sub>R</sub>	M	Profondeur du local (dimensions intérieures) ; profondeur caractéristique du local
A <sub>RB,TL</sub>	m <sup>2</sup>	Surface vitrée au-dessus du plan de travail
a <sub>TL</sub>	M	Profondeur de la zone d'éclairage naturel
A <sub>TL</sub>	m <sup>2</sup>	Surface avec un éclairage naturel
a <sub>TL,max</sub>	M	Profondeur maximale de la zone d'éclairage naturel
A <sub>TL,OL</sub>	m <sup>2</sup>	Surface éclairée à la lumière naturelle d'une zone, par des puits de lumière
A <sub>Wa</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de mur extérieur
A <sub>Z</sub>	m <sup>2</sup>	Surface de plancher nette de la zone Z
B <sub>char</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> d)	Largeur caractéristique du bâtiment selon formule 39 de la DIN V 18599-1 chapitre 8.2.4
b <sub>Fe</sub>	M	Largeur caractéristique de fenêtre
b <sub>geo</sub>	-	Paramètre de régression conformément au tableau 26 pour le calcul de la part de la production de froid utile par geocooling
B <sub>index</sub>	-	Indice du besoin
b <sub>R</sub>	M	Longueur de la façade principale
b <sub>s</sub>	m <sup>2</sup>	Longueur de la vitre (par défaut un carré) (b <sub>s</sub> = 1,00 m)
b <sub>TL</sub>	M	Largeur de la zone d'éclairage naturel

$b_{typ}$	M	Longueur de la vitre (par défaut : $b_{typ} = 1,00$ m)
$B_{Vg}$	kWh/a	Consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique inférieur
$B_{VHs}$	kWh/a	Consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique supérieur
$b_{Zone,ges}$	M	Périmètre caractéristique du mur extérieur
$C_{TL,Vers,SA}$	-	Éclairage à la lumière naturelle avec utilisation de protections solaires et/ou d'écrans
$C_{wirik}$	Wh/K	Capacité d'accumulation thermique effective
$d_{fehl,x,j}$	jours	Période exprimée en jours pour laquelle des données relatives à la consommation pour la surface partielle $j$ et les systèmes techniques $x$ font défaut
$d_{gesamt}$	jours	Période de calcul basée sur les données relatives à la consommation
$d_{leer,i}$	jours	Durée de l'inoccupation de la surface partielle $i$
$d_M$	d/M	Jours par mois
$d_{Nutz,a}$	d/a	Moyenne de jours d'exploitation par an selon le chapitre 6.18.2
$d_{OL}$	M	Distance entre les bandes lumineuses virtuelles
$d_T$	M	Épaisseur effective d'un élément de construction
$\varepsilon$	-	Émissivité
$e_{Ref,cs}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique de référence services centraux (central services)
$e_{Ref,ds}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique de référence services divers (diverse services)
$e_{Ref,fac}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique de référence équipements de travail (facility)
$e_{Ref,s}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique de référence électricité du bâtiment
$e_{Ref,w}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique de référence chaleur du bâtiment
$E_{Vg}$	kWh/a	Consommation énergétique finale mesurée de chaleur d'un bâtiment
$E_{Vg,leer}$	kWh	Consommation énergétique finale mesurée de chaleur en tenant compte d'une surface inoccupée dans le bâtiment
$E_{Vg,sond}$	kWh	Consommation énergétique finale mesurée (combustibles et chauffage urbain) de consommateurs spécifiques
$E_{Vh}$	kWh	Part (chaleur de chauffage) de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
$E_{Vh,a}$	kWh/a	Part (chaleur de chauffage) annuelle de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
$E_{Vh,b}$	kWh/a	Consommation énergétique finale annuelle corrigée en fonction des conditions météorologiques pour la chaleur de chauffage
$e_{Vs}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique de consommation d'électricité d'un bâtiment
$E_{Vs,b}$	kWh/a	Consommation électrique annuelle corrigée du bâtiment
$E_{Vs,m}$	kWh	Consommation électrique mesurée d'un bâtiment
$E_{Vs,m,ges}$	kWh	Consommation électrique totale mesurée d'un bâtiment, y compris les consommateurs spécifiques
$E_{Vs,m,leer}$	kWh	Consommation électrique mesurée en présence d'une surface inoccupée dans le bâtiment
$E_{Vs,m,sond}$	kWh	Consommation électrique mesurée des consommateurs spécifiques
$e_{Vw}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique de consommation de chaleur d'un bâtiment
$E_{Vw,b}$	kWh/a	Consommation énergétique finale annuelle de chaleur d'un bâtiment, corrigée selon les conditions météorologiques
$E_{Vww}$	kWh/a	Consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur (eau chaude sanitaire, production de froid, chaleur industrielle, etc.)
$E_x$	kWh	Somme des données relatives à la consommation provenant d'autres parties du bâtiment présentant une utilisation similaire et des systèmes $x$ identiques
$\eta_{Bat}$	%	Efficacité du stockage de la batterie
$\eta_{CHP,el}$	%	Rendement électrique de la cogénération
$\eta_{CHP,ges}$	%	Rendement total de la cogénération
$\eta_{CHP,th}$	%	Rendement thermique de la cogénération
$\eta_t$	%	Rendement de la récupération de chaleur
$\eta_v$	-	Efficacité globale moyenne du ventilateur, du système de transmission, du moteur et du contrôle de la vitesse

$f_{a/h}$	-	Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local
$f_{Betrieb}$	-	Facteur de fonctionnement d'une cogénération
$f_{B/L}$	-	Facteur géométrique pour la détermination des dimensions caractéristiques conformément au tableau 9 de la DIN V 18599-1
$f_{c,aux}$	-	Facteur qui tient compte de la consommation énergétique auxiliaire lors de la production et de la distribution de froid
$f_{CHP,korr,NZ,M}$	-	Facteur de correction mensuel pour tenir compte des temps de fonctionnement d'une cogénération pendant les heures d'exploitation
$f_{CHP,korr,NNZ,M}$	-	Facteur de correction mensuel pour tenir compte des temps de fonctionnement d'une cogénération en dehors des heures d'exploitation
$f_{CO2}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh	Facteur environnemental
$f_{CO2,centr.th.foss}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur environnemental pour le système de chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{CO2,centr.th.ren}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur environnemental pour le système de chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{CO2,ch.fatale}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$f_{CO2,mix}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur environnemental pondéré
$f_{el,self}$	%	Facteur du ratio d'autoconsommation de la production électrique de la cogénération
$f_{FC}$		Facteur de freecooling conformément à la définition dans la DIN V 18599-7:2012, chapitre 7.2, formule 74
$f_{F,ai}$	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	Coefficient de correction pour la référence aux dimensions intérieures ; valeur standard = 0,9 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
$F_{F,ue}$	-	Coefficient de perte pour le cadre du vitrage extérieur
$f_{Fe,An,u}$	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	Surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette
$f_{fehl,x}$	-	Facteur de manque de données : décrit l'ampleur des données qui font défaut pour les systèmes x
$f_{geo}$	-	Facteur géométrique pour la détermination des dimensions caractéristiques conformément au tableau 9 de la DIN V 18599-1
$f_{h,el}$	-	Part de la surface de référence énergétique A <sub>n</sub> chauffée par une installation de production de chaleur électrique
$f_{Hs/Hi}$	-	Facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur
$f_i$	W/(m <sup>2</sup> K)	Facteur de pondération pour une catégorie d'éléments de construction
$f_{i,(h)}$	-	Charge partielle des appareils à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{i,n}$	-	Charge partielle des appareils à l'heure n conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_j$	-	Facteur d'économie moyen
$f_{Klima}$	-	Facteur de correction climatique annuel pour le chauffage
$f_{korr,Bat,WEA,M}$	-	Facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques pour la production d'une éolienne
$f_{leer}$	-	Facteur de surfaces inoccupées
$f_{l,(h)}$	-	Charge partielle du débit variable de la ventilation à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{Monat}$	%	Pourcentage de consommation mensuelle
$f_{NGF}$	-	Facteur d'adaptation du tableau des valeurs caractéristiques aux dimensions réelles du bâtiment
$f_{nl,(h)}$	-	Temps d'exploitation maximale de la ventilation nocturne à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{Nutz}$		Moyenne pondérée du facteur de conversion pour d'autres utilisations en fonction de la demande pour toutes les zones alimentées en froid
$f_{OL}$	-	Facteur pour calculer la largeur caractéristique projetée sur le plan du sol
$f_p$	-	Facteur d'énergie primaire
$f_{p,(h)}$	-	Taux d'occupation par personne à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{Peff}$	-	Facteur de puissance du système d'une installation photovoltaïque
$f_{PV,korr,NZ,M}$	-	Facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques pendant les heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{PV,NZ,M}/Q_{f,day,NZ,M}$

$f_{PV,korr,NNZ,M}$	-	Facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques en dehors des heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{PV,NNZ,M}/Q_{f,day,NNZ,M}$
$f_{p,centr.th.foss}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur d'énergie primaire pour le système de chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{p,centr.th.ren}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur d'énergie primaire pour le système de chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{p,ch.fatale}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur d'énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$f_{p,CHP}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur d'énergie primaire du combustible pour la cogénération conformément au chapitre 8.1
$f_{p,mix}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur de dépense en énergie primaire pondéré
$f_{p,Strom}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	Facteur d'énergie primaire pour l'électricité conformément au chapitre 8.1
$F_S$	-	Facteur d'ombrage (coefficient de perte dû à l'ombrage)
$f_{TOr}$	-	Ratio de la surface de porte sectionnelle d'une zone par rapport à la surface de façade de cette zone
$f_{u,n}$	-	Taux d'exploitation de la pièce l'heure n
$f_{WEA,i}$	-	Facteur de correction $f_{WEA,korr,2,NZ,M}$ respectivement $f_{WEA,korr,2,NNZ,M}$ des éoliennes affectées
$f_{WEA,korr,1}$	-	Facteur de correction pour tenir compte des périodes de production
$f_{WEA,korr,2,NZ,M}$	-	Facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques pendant les heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{WEA,NZ,M}/Q_{f,NZ,M}$
$f_{WEA,korr,2,NNZ,M}$	-	Facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques en dehors des heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{WEA,NNZ,M}/Q_{f,NNZ,M}$
$f_{WEA,korr,2,ref}$	-	Valeur de référence pour les facteurs mensuels pour tenir compte des fluctuations climatiques conformément au 1
$f_{weighted}$	-	Facteur de correction pour plusieurs éoliennes
$g_{\perp}$	-	Facteur de transmission énergétique totale pour une incidence verticale du rayonnement
$g_{\perp,res}$	-	Facteur de transmission énergétique totale résultant pour une incidence verticale du rayonnement en tenant compte des caractéristiques optiques extérieures des fenêtres
$g_{tot}$	-	Facteur de transmission énergétique totale en tenant compte de la protection solaire
$g_{tot,res}$	-	Facteur de transmission énergétique totale résultant, y compris le dispositif de protection solaire, en tenant compte des caractéristiques optiques extérieures des fenêtres
$g_{tot,ref}$	-	Facteur de transmission énergétique totale en tenant compte de la protection solaire du bâtiment de référence
$h_{25}$	h/a	Limite des heures avec une température trop chaude pendant le temps d'exploitation d'une zone d'habitation
$h_{26}$	h/a	Limite des heures avec une température trop chaude pendant le temps d'exploitation d'une zone fonctionnelle
$H'_T$	W/(m²K)	Coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission
$H'_{T,max}$	W/(m²K)	Coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$h_{Fe}$	m	Hauteur moyenne de la fenêtre
$H_i$	kWh/unité	Pouvoir calorifique inférieur en kWh par unité de quantité
$h_{Ne}$	m	Hauteur du plan utile conformément à la DIN V 18599-4
$h_{VL}$	h/a	Heures de pleine charge des appareils
$h_s$	m	Distance entre vitre et surface de la toiture ( $h_s = 0,25$ m)
$h_x$	h/a	Température intérieure pendant une heure
$n_{LB}$	-	Rendement de service d'un luminaire
$h_{Ne}$	m	Hauteur du plan utile
$h_R$	m	Hauteur libre du local (dimensions intérieures)
$n_S$	-	Efficacité lumineuse d'un luminaire avec un dispositif de fonctionnement
$h_{St}$	m	Hauteur de linteau moyenne
$H_T$	W/K	Coefficients de transfert de chaleur par transmission
$h_z$	m	Hauteur moyenne de la zone
$l_v$	-	Indice d'obstruction
$k$	-	Rapport moyen des coûts

$k_A$	-	Facteur de réduction qui tient compte de la zone de la tâche visuelle
$K_{index}$	-	Indice d'économie pour le bâtiment à évaluer
$l_{geb}$	m	Longueur totale de la distribution du froid calculée d'après les dimensions du bâtiment conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 7 - Équation 32 (hypothèse : surface de référence énergétique totale refroidie)
$l_{max,c}$	m	Longueur de la distribution du froid (circuit du bâtiment)
$I_{SS}$	W/m <sup>2</sup>	L'intensité d'irradiation solaire sur la façade
$k$	%	Part de couverture annuelle d'une cogénération de la demande totale de chaleur du bâtiment
$L_{char}$	kWh/(m <sup>2</sup> d)	Longueur caractéristique du bâtiment selon formule 38 de la DIN V 18599-1 chapitre 8.2.4
$l_{OL,TL}$	m	Longueur de la zone éclairée à la lumière naturelle
$l_{sonde}$	m	Longueur totale des sondes (forage géothermique)
$l_{typ}$	m	Longueur caractéristique de la paumelle de la vitre
$\lambda_B$	W/(m.K)	Valeur utile de la conductivité thermique
$\lambda_D$	W/(m.K)	Valeur déclarée de la conductivité thermique
$n_{50}$	h <sup>-1</sup>	Perméabilité à l'air : débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport au volume conditionné net du bâtiment $V_n$
$n_{centr.th.foss}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,mix}$ et de $f_{CO_2,mix}$
$n_{centr.th.ren}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,mix}$ et de $f_{CO_2,mix}$
$n_{ch.fatale}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,mix}$ et de $f_{CO_2,mix}$
$n_{CHP}$	%	Part de couverture de l'installation de cogénération à la puissance thermique totale requise (chauffage + ECS, y compris les pertes de distribution)
$n_G$	-	Nombre d'étages conditionnés du bâtiment
$n_{OL}$	pièce	Nombre caractéristique de puits de lumière de toit
$n_{tot}$	-	Rendement global par ventilateur ou pour la valeur moyenne pondérée des ventilateurs d'amenée et de rejet d'air
$n_{Pers}$	-	Nombre de personnes dans la pièce de surface $A_n$
$n_{WD/WE}$	h <sup>-1</sup>	Échange d'air pendant les jours avec et sans exploitation, à l'heure h
$n_{win,min}$	1/h	Nombre minimum de changement d'air par fenêtre indépendamment de l'infiltration et du changement d'air du système de ventilation
$P_{ch,cl,sac}$	kW	Puissance nominale d'un système de chauffage ou de climatisation à partir d'un système d'automatisation et de contrôle est obligatoire
$P_{el,CHP}$	kW	La puissance électrique d'une cogénération conformément à la DIN V 18599-9 chapitre 5.2.2
$P_{d,spesz}$	W <sub>el</sub> /kW <sub>Kälte</sub>	Puissance électrique spécifique des pompes d'un système de distribution d'eau froide
$P_{pk}$	W/m <sup>2</sup>	Puissance installée d'une installation photovoltaïque
$P_{pk,m}$	-	Facteur de dégradation pour la détermination de la puissance maximale moyenne d'une installation photovoltaïque
$P_{SFP}$	kW/(m <sup>3</sup> /s)	Puissance absorbée spécifique d'un ventilateur en fonction du débit volumétrique
$P_{SFP,Zuluft}$	kW/(m <sup>3</sup> /s)	Consommation spécifique du ventilateur d'air soufflé
$P_{th,CHP}$	kW	La puissance thermique d'une cogénération
$\Delta p^*_{SUP}$	Pa	Perte de pression totale du réseau de conduits d'air soufflé au débit volumétrique prévu
$q_{aux,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> , énergie auxiliaire
$q_{aux,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en énergie primaire pour l'énergie auxiliaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement, pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air, pour l'humidification, la préparation d'eau chaude sanitaire et l'éclairage
$Q_{aux,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'énergie auxiliaire selon le chapitre 6.17
$Q_{Bat}$	kWh	Capacité effective du stockage d'électricité de la batterie
$Q_{Bat,M}$	kWh/M	Énergie mensuelle autoconsommée supplémentaires par l'utilisation d'un système de batterie d'accumulateurs

$Q'_{h,b}$	kWh/a	Besoin en chaleur de chauffage des zones de bâtiment avant l'itération et sans tenir compte des apports thermiques non régulés des systèmes de distribution et de transmission conformément à la norme DIN V 18599-2
$Q_{CHP,Bat,M}$	kWh/M	Autoconsommation électrique mensuelle supplémentaire d'une cogénération à cause de l'utilisation d'un système de batterie
$Q_{CHP,NNZ,M}$	kWh/M	Production mensuelle nette d'électricité d'une cogénération en dehors des heures d'exploitation
$Q_{CHP,NZ,M}$	kWh/M	Production mensuelle nette d'électricité d'une cogénération pendant les heures d'exploitation
$Q_{CHP,self,M}$	kWh/M	Autoconsommation électrique mensuelle d'une cogénération avec un système de batterie
$Q_{CHP,use,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une cogénération
$Q_{CHP,use,NNZ,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une cogénération en dehors des heures d'exploitation
$Q_{CHP,use,NZ,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une cogénération pendant les heures d'exploitation
$Q_{c,aux}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour le traitement d'air et la production de froid dans les locaux conformément à la norme DIN V 18599-7
$q_{c,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> d)	Besoin de refroidissement spécifique sans utilisation d'un refroidissement nocturne conformément à la DIN V 18599-2 chapitre 5.2.3
$q_{c,b,mod}$	kWh/(m <sup>2</sup> d)	Besoin de refroidissement spécifique avec l'utilisation d'un refroidissement nocturne
$q_{c,b,nv}$	kWh/(m <sup>2</sup> d)	Réduction du besoin de refroidissement spécifique d'une utilisation d'un refroidissement nocturne par jour
$Q_{c,CHP,M}$	kWh/M	Production d'énergie utile mensuelle d'une cogénération pour la production de froid (si thermique)
$q_{CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> du bâtiment
$q_{c,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> , froid
$Q_{c,f,elektr}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de la machine frigorifique à compression conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{c,f,therm}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur pour alimenter la machine frigorifique à absorption conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{c,f,R,z}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de refroidissement conformément à la norme V 18599-7
$Q_{c,M}$	kWh/M	Besoin énergétique utile mensuel avec pertes pour le besoin en énergie de refroidissement (si thermique)
$Q_{c,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pour le froid selon le chapitre 6.14
$q_{c,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en énergie primaire, froid pour le système et la fonction de refroidissement des centrales de traitement d'air
$q_{c,outg,i}$	kWh/a	Besoin en froid utile proportionné d'un producteur de froid pour la zone i avec un besoin en froid
$q_{c,outg}$	kWh/a	Froid utile fourni par le producteur de froid
$Q_{c,solar,M}$	kWh/M	Approvisionnement mensuel en énergie du système solaire pour le besoin en énergie de refroidissement (si thermique)
$q_{c,sonde}$	kWh/m/a	Besoin en froid utile par mètre de sonde
$q_{E50}$	m <sup>3</sup> /(hm <sup>2</sup> )	Mesure de l'étanchéité à l'air du bâtiment : c'est-à-dire le débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport à la surface de l'enveloppe du bâtiment
$Q_f$	kWh/a	Besoin annuel en énergie finale
$q_{fan}$	m <sup>3</sup> /h	Débit volumétrique de conception du ventilateur
$Q_{feed-in,a}$	kWh/a	Énergie injectée en électricité auto-générée au réseau électrique public
$Q_{f,brenn}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin en énergie finale sauf électricité, chaleur pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'humification selon le chapitre 6
$Q_{f,CHP,ges,M}$	kWh/M	Besoin en énergie finale mensuel de la cogénération
$Q_{f,CHP,Wärme,M}$	kWh/M	Besoin en énergie finale mensuel pour la production d'énergie thermique utile
$Q_{f,CHP,self,M}$	kWh/M	Besoin en énergie finale mensuel pour la production d'énergie électrique autoconsommée
$Q_{f,CHP,Strom,M}$	kWh/M	Besoin en énergie finale mensuel pour la production d'énergie électrique
$Q_{f,day,NNZ,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en électricité mensuel en dehors des heures d'exploitation et pendant la période $t_{IG,day}$
$Q_{f,day,NZ,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en électricité mensuel pendant les heures d'exploitation et pendant la période $t_{IG,day}$

$Q_{f,k}$	kWh/a	Besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment à évaluer
$Q_{f,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois du bâtiment selon le chapitre 6
$Q_{f,NNZ,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pendant les jours sans exploitation
$Q_{f,NNZ,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois en dehors des heures d'exploitation
$Q_{f,NNZ,NT,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois en dehors des heures d'exploitation pendant les jours d'exploitation
$Q_{f,NZ,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pendant les heures d'exploitation
$Q_{f,prod,CPH,M}$	kWh/M	Production nette mensuelle d'énergie électrique d'une cogénération
$Q_{f,prod,ges,M}$	kWh/M	Production mensuelle d'énergie électrique
$Q_{f,prod,PV,M}$	kWh/M	Production d'électricité mensuelle d'une installation photovoltaïque conformément à la DIN V 18599-10 au chapitre 7
$Q_{f,prod,WEA,M}$	kWh/M	Production d'électricité mensuelle d'une éolienne conformément à la DIN V 18599-10 au chapitre 6
$Q_{f,PV,NNZ,M}$	kWh/M	Production d'électricité mensuelle d'une installation photovoltaïque en dehors des heures d'exploitation
$Q_{f,PV,NZ,M}$	kWh/M	Production d'électricité mensuelle d'une installation photovoltaïque pendant les heures d'exploitation
$Q_{f,WEA,NNZ,M}$	kWh/M	Production d'électricité mensuelle d'une éolienne en dehors des heures d'exploitation
$Q_{f,WEA,NZ,M}$	kWh/M	Production d'électricité mensuelle d'une éolienne pendant les heures d'exploitation
$Q_{f,s}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin en énergie finale électrique du bâtiment conformément au chapitre 6
$q_{Geräte}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Émission de chaleur des appareils pendant l'année
$q_{Geräte(h)}$	W/m <sup>2</sup>	Émission de chaleur des appareils pendant l'heure h
$q_{Person(h)}$	W/m <sup>2</sup>	Émission de chaleur des personnes pendant l'heure h
$Q_{grid,a}$	kWh/a	Approvisionnement d'énergie électrique du réseau public
$\dot{Q}_h$	kW	Puissance thermique totale requise (chauffage + ECS, y compris les pertes de distribution)
$Q_{h,CHP,M}$	kWh/M	Production d'énergie utile mensuelle d'une cogénération pour le chauffage
$Q_{h,M}$	kWh/M	Besoin énergétique utile mensuel avec pertes pour le besoin en énergie de chauffage
$Q_{h,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pour le chauffage selon le chapitre 6.10, à l'exception du besoin en énergie finale en électricité pour un chauffage électrique direct
$Q_{h,solar,M}$	kWh/M	Approvisionnement mensuel en énergie du système solaire pour le besoin en énergie de chauffage
$Q_{h^*,aux}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour la fourniture de chaleur destinée à la centrale de traitement d'air conformément à la norme DIN V 18599-5
$Q_{h^*,outg}$	kWh/a	Quantité de chaleur utile produite livrée au système de traitement d'air
$Q_{h,aux}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour le système de chauffage conformément à la norme DIN V 18599-5
$q_{h,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en chaleur de chauffage
$q_{h,b,max}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage
$\Delta q_{p,2021/2023}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur de correction pour le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment afin de compenser l'effet de la modification de l'installation de production de chaleur de référence visée au chapitre 2.4 pendant la phase transitoire de deux ans (pompe à chaleur air/eau comme installation de référence pour la production de chaleur et d'eau chaude sanitaire, contre une chaudière à condensation au gaz naturel dans la réglementation en vigueur jusqu'au 31/12/2020)
$q_{h,CO2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> , chauffage
$Q_{h,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur
$Q_{h,foutg}$	kWh/a	Quantité de chaleur utile produite livrée au système de chauffage
$q_{h,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en énergie primaire pour le système et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air
$Q_{loss,Bat,a}$	kWh/a	Pertes d'un système de batterie d'accumulateurs
$q_{l,CO2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> , éclairage
$Q_{l,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'éclairage selon le chapitre 6.15
$q_{l,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en énergie primaire pour l'éclairage
$Q_{l,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale pour éclairer une zone conformément à la norme DIN V 18599-4

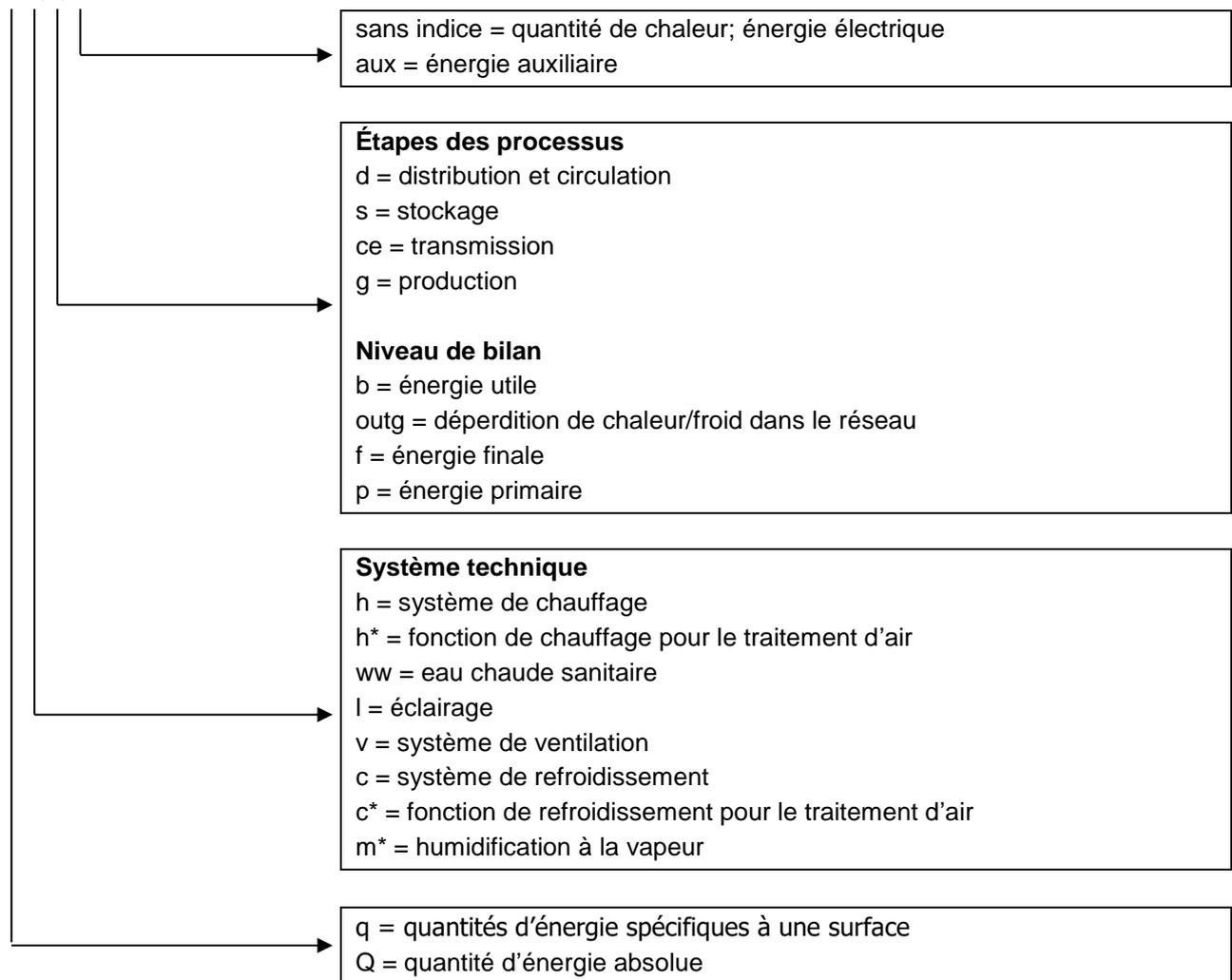
$q_{m,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> , humidification par la vapeur
$Q_{m,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale du générateur de vapeur pour humidifier l'air fourni conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{m,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'humidification selon le chapitre 6.13
$q_{m,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en énergie primaire, humidification à la vapeur
$q_p$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment
$Q_{prod,i}$	kWh/M	Production d'électricité mensuelle respective pour toutes les éoliennes affectées <i>i</i>
$Q_{prod}/Q_{need,day}$	-	Ratio de la production mensuelle d'une installation photovoltaïque et du besoin mensuel en électricité pendant et en dehors des heures d'exploitation
$Q_{prod,WEA}/Q_{need}$	-	Ratio de la production mensuelle et du besoin mensuel en électricité pendant et en dehors des heures d'exploitation
$Q_{PV,Bat,M}$	kWh/M	Autoconsommation électrique mensuelle supplémentaire d'une installation photovoltaïque à cause de l'utilisation d'un système de batterie
$Q_{PV,self,M}$	kWh/M	Autoconsommation électrique mensuelle d'une installation photovoltaïque avec système de batterie
$Q_{PV,use,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une installation photovoltaïque
$Q_{PV,use,NNZ,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une installation photovoltaïque en dehors des heures d'exploitation
$Q_{PV,use,NZ,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une installation photovoltaïque pendant les heures d'exploitation
$Q_{p,CHP,ges,M}$	kWh/M	Besoin en énergie primaire mensuel pris en compte pour une cogénération
$Q_{p,CHP,ren,M}$	kWh/M	Crédit mensuel d'énergie primaire pour l'autoconsommation d'énergie électrique d'une cogénération
$Q_{p,Gutschrift,PV,M}$	kWh/M	Crédit mensuel d'énergie primaire pour l'autoconsommation d'énergie électrique d'une installation photovoltaïque
$Q_{p,Gutschrift,WEA,M}$	kWh/M	Crédit mensuel d'énergie primaire pour l'autoconsommation d'énergie électrique d'une éolienne
$q_{p,max}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire
$q_{p,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique total en énergie primaire pour le bâtiment de référence (valeur spécifique de référence)
$Q_{ren,p}$	kWh/a	L'économie en énergie primaire pour l'énergie électrique autoconsommée produite par une installation photovoltaïque, une éolienne et/ou une cogénération par an
$q_{ren,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	L'économie spécifique en énergie primaire pour l'énergie électrique autoconsommée produite par une installation photovoltaïque, une éolienne et/ou une cogénération par an conformément au chapitre 6.18.10.3
$q_{ren,p,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	L'économie spécifique en énergie primaire pour l'énergie électrique autoconsommée produite par une installation photovoltaïque du bâtiment de référence tel que prévu au chapitre 2.4 en tenant compte de l'équipement de référence (valeur spécifique de référence) conformément au chapitre 6.18.10.3
$q_{ren,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	L'économie spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> pour l'énergie électrique autoconsommée d'une installation de production d'électricité renouvelable ou d'une cogénération conformément au chapitre 6.18.10.3 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$Q_{self,ges,a}$	kWh/a	L'énergie autoconsommée en tenant compte d'un système de batterie d'accumulateurs
$Q_{th,CHP,max,M}$	kWh/M	Approvisionnement mensuel maximum en énergie thermique utile d'une cogénération
$q_{TK,c}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de refroidissement pour l'utilisation standard
$q_{TK,cedv}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie pour des systèmes informatiques centralisés
$q_{TK,elv}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique des ascenseurs
$q_{TK,fac}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie des équipements de travail pour l'utilisation standard
$q_{TK,h}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de chauffage pour l'utilisation standard
$q_{TK,l}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'éclairage pour l'utilisation standard
$q_{TK,oth}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique d'autres consommateurs : installations à courant faible, pompes de chauffage, cuisines des employés, machines à café et réfrigérateurs, etc.
$q_{TK,v}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de ventilation pour l'utilisation standard

$q_{TK,ww}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'eau chaude sanitaire pour l'utilisation standard
$Q_{use,ges,M}$	kWh/M	Autoconsommation électrique mensuelle totale sans système de batterie
$q_{v,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> , ventilation
$Q_{V,E}$	kWh/a	Besoin en énergie finale pour la ventilation conformément à la norme DIN V 18599-3 (équivalent au besoin en énergie utile)
$Q_{v,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pour la ventilation selon le chapitre 6.16
$q_{v,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en énergie primaire pour la ventilation
$Q_{w,aux}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour l'approvisionnement en eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
$Q_{w,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur pour la fourniture de chaleur utile au système d'eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
$Q_{WEA,Bat,M}$	kWh/M	Autoconsommation électrique mensuelle supplémentaire d'une éolienne à cause de l'utilisation d'un système de batterie
$Q_{WEA,self,M}$	kWh/M	Autoconsommation électrique mensuelle d'une éolienne avec un système de batterie
$Q_{WEA,use,M}$	kWh/M	Autoconsommation d'électricité mensuelle produite par une éolienne sans système de batterie
$Q_{WEA,use,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une éolienne
$Q_{WEA,use,NNZ,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une éolienne en dehors des heures d'exploitation
$Q_{WEA,use,NZ,M}$	kWh/M	Autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une éolienne pendant les heures d'exploitation
$q_{ww,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en chaleur de chauffage pour la production d'eau chaude sanitaire du bâtiment conformément à la norme DIN V 18599-8
$q_{ww,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	Valeur spécifique d'émissions de CO <sub>2</sub> , eau chaude sanitaire
$Q_{ww,CHP,M}$	kWh/M	Production d'énergie utile mensuelle d'une cogénération pour la production d'eau chaude sanitaire
$Q_{ww,M}$	kWh/M	Besoin énergétique utile mensuel avec pertes - eau chaude sanitaire
$Q_{ww,M,elektr}$	kWh/M	Besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'eau chaude sanitaire selon le chapitre 6.11
$q_{ww,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Besoin spécifique en énergie primaire, eau chaude sanitaire
$Q_{ww,solar,M}$	kWh/M	Approvisionnement mensuel en énergie du système solaire pour le besoin en eau chaude sanitaire
R	(m <sup>2</sup> K)/W	Résistivité thermique d'un élément de construction (sans résistances de transmission de chaleur)
SEER <sub>GS</sub>	-	Coefficient de performance annuel du froid utile par le geocooling, basé sur la norme DIN V 18599-7: 2012, chapitre 7.3, tableau 41 et formule 78
SEER <sub>KM</sub>	-	Coefficient de performance annuel du froid utile par la machine frigorifique à compression d'air conformément à la DIN V 18599-7:2012, chapitre 7.1.3.1, formule 47
$t_{RLT,i}$	-	Valeur de référence de la zone i pour la période d'utilisation du refroidissement pour la ventilation selon le tableau 16 de la DIN V 18599-7
$t_{GEB,i}$	-	Valeur de référence de la zone i pour la période d'utilisation du refroidissement du bâtiment selon le tableau 16 de la DIN V 18599-7
$T_{max}$	°C	Température intérieure calculée maximale pendant l'année
$T_{e,SS}$	°C	La température extérieure, à partir du moment où le système de protection solaire est utilisé
$t_{IG,day}$	h/d	Durée moyenne de la période avec rayonnement solaire pertinent conformément au tableau 19
$t_M$	h/M	Heures par mois
$t_{Nutz,a}$	h/a	Moyenne des heures d'exploitation par an
$t_{Nutz,d}$	h/d	Moyenne des heures d'exploitation par jour selon le chapitre 6.18.2
$t_s$	-	Transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
$t_{s,max}$	-	Valeur limite de la transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
$t_{vollast,CHP,M}$	h/M	Heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération
$t_{vollast,CHP,NZ,M}$	h/M	Heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération pendant les heures d'exploitation
$t_{vollast,CHP,NNZ,M}$	h/M	Heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération en dehors des heures d'exploitation
$t_{vollast,CHP,M}$	h/M	Heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération

$t_{WEA,Betrieb,a}$	h/a	Durée annuelle de fonctionnement des éoliennes, conformément à la DIN 18599-9 chapitre 6.5
$\tau_{eu,e}$	-	Facteur de transmission énergétique du vitrage extérieur
$\tau_{D65}$	-	Facteur de transmission lumineuse pour une incidence verticale de la lumière et éclairage normalisé D65
$\theta_i$	°C	Température à l'intérieur de la zone
$\theta_e$	°C	Température à l'extérieur
$\theta_{V,mech}$	°C	Température de l'air soufflé
$\Delta\theta_{SUP}$	°C	Augmentation de la température due à l'émission de chaleur du ventilateur d'air soufflé
$U_g$	W/(m²K)	Valeur U d'une vitre de fenêtre
$U_{max}$	W/(m²K)	Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique de différents éléments de construction
$U_w$	W/(m²K)	Valeur U de l'ensemble de la fenêtre
$V_e$	m³	Volume brut du bâtiment thermiquement conditionné
$V_n$	m³	Volume net du bâtiment thermiquement conditionné
$V_{s,sol}$	m³	Volume de la partie solaire (située en partie inférieure) d'un réservoir d'eau chaude sanitaire
$\gamma_w$	°	L'inclinaison de la vitre ( $\gamma_w = 90^\circ$ )
$V_{Raum}$	m³	Volume de la pièce
WF	-	Facteur d'entretien qui tient compte des processus de vieillissement jusqu'au prochain entretien de l'installation conformément à la norme DIN EN 12464-1
<b>Indices</b>		
i,z,n,y,x,n		Variables de calcul
M		Indice caractérisant le mois
NZ,NNZ		Heures d'exploitation, heures sans exploitation
NT,NNT		Jours d'exploitation, jours sans exploitation
O,S,N,W,H		Indice caractérisant l'orientation : est (O), sud (S), nord (N), ouest (W), horizontale (H)
R		Indice caractérisant un local
Ref		Grandeur se rapportant au bâtiment de référence ou à la valeur spécifique de référence

## 0.2 Signification des indices

$Q_{h,d,aux}$



### Remarques concernant les méthodes de calcul utilisées

Toutes les valeurs de besoin en énergie sont calculées sur la base des grandeurs caractéristiques du bâtiment et de ses installations techniques, en tenant compte d'hypothèses normalisées concernant les données climatiques (température extérieure, rayonnement solaire) et l'utilisation standard du bâtiment (température ambiante, ventilation, besoin en eau chaude sanitaire). Il peut y avoir des écarts entre la consommation mesurée et le besoin calculé, dus à :

- une utilisation réelle du bâtiment divergeant de l'utilisation standard;
- un climat réel divergeant du climat de référence;
- des incertitudes et des simplifications lors du relevé des données ou dans l'application du modèle mathématique de calcul du bâtiment et de ses installations techniques.

# 1 EXIGENCES MINIMALES APPLICABLES AUX BÂTIMENTS FONCTIONNELS

Les exigences minimales applicables à la structure et aux installations techniques des bâtiments fonctionnels sont définies ci-après.

En ce qui concerne les zones destinées à des fins d'habitation dans des bâtiments fonctionnels, il faut appliquer uniquement les exigences minimales suivantes de toutes les exigences minimales décrites dans le présent chapitre :

- isolation thermique d'hiver ;
- protection thermique d'été ;
- étanchéité à l'air du bâtiment ;
- mesures en vue d'éviter les ponts thermiques ;
- conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur et de froid et gaines de ventilation ;
- réservoir d'eau froide et réservoir d'eau chaude.

## 1.1 Isolation thermique d'hiver

Les éléments de construction d'un bâtiment doivent être conçus de sorte que les coefficients de transmission thermique ne dépassent pas les valeurs maximales fixées dans le tableau 1 et dans le cas d'une modification respectivement d'une transformation substantielle ne dépassent pas les valeurs des éléments de construction correspondants de l'enveloppe thermique avant la modification respectivement avant la transformation substantielle.

Valeurs max. des coefficients de transmission thermique de chaque élément de construction $U_{max}$ en $W/(m^2K)$ <sup>1) 2) 6) 8) 11) 12) 13)</sup>			
	1	2	3
Élément de construction	En contact avec le climat extérieur <sup>10)</sup>	En contact avec des locaux très peu chauffés <sup>7)</sup>	Surfaces en contact avec le sol ou des locaux non chauffés <sup>9)</sup>
Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	0,280	0,450	0,360
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	0,220	0,310	0,270
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le cadre <sup>3) 4) 5)</sup>	1,20	1,80	1,80
Porte extérieure, y compris le cadre	1,60	2,20	2,20
Coupoles d'éclairage naturel	2,40	2,40	2,40

Tableau 1 - Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique en  $W/(m^2K)$

- 1) Les valeurs  $U$  des éléments de construction opaques doivent être déterminées conformément à la norme EN ISO 6946. La valeur de la conductivité thermique utile  $\lambda_B$  doit être déterminée à partir de la valeur de la conductivité thermique déclarée  $\lambda_D$  et conformément à la norme EN ISO 10456, en arrondissant à trois décimales près, avec une teneur en humidité correspondante à l'humidité relative de l'air de 50 % à une température de 23°C et avec une température moyenne de 10°C comme conditions de référence.

Le ministre peut fixer des facteurs de correction multiplicateurs à appliquer à la valeur de la conductivité thermique déclarée  $\lambda_D$ , pouvant aller jusqu'aux maxima suivants :

- 1,10 pour des matériaux isolants hygroscopiques ;
- 1,20 pour des matériaux isolants mis en place dans un milieu humide ou produits sur chantier.

Le ministre peut également fixer des facteurs de correction multiplicateurs à appliquer à la valeur de la conductivité thermique déclarée  $\lambda_D$ , pouvant aller jusqu'au maximum de 1,30, respectivement fixer la valeur de la conductivité thermique utile à utiliser, pour les matériaux isolants pour lesquels des valeurs de calcul ou des valeurs normées ne sont pas disponibles.

À défaut de fixation, le facteur de correction multiplicateur est 1,00.

Alternativement la valeur de la conductivité thermique utile  $\lambda_B$  peut être déterminée conformément à la norme DIN 4108-4.

- 2) Il y a lieu de multiplier dans les situations suivantes la valeur maximale autorisée du coefficient de transmission thermique du tableau 1 par un coefficient d'abaissement de 0,8 ( $U_{\max, BH} = U_{\max} \cdot 0,8$ ):
  - surfaces avec chauffage intégré dans les éléments de construction (p. ex. chauffage au sol, chauffage mural, etc.);
  - fenêtres se trouvant le long des radiateurs.

Pour les bâtiments auxquels les exigences prévues au chapitre 2 ne s'appliquent pas (par exemple : modifications de bâtiments existants), la valeur maximale  $U_{\max}$  peut être multipliée par un facteur de 1,25 en cas d'isolation intérieure ultérieure. Cette disposition ne concerne pas l'isolation intérieure de la toiture.
- 3) Les vitrines de locaux servant à des activités commerciales ou libérales de grandes dimensions (>15 m<sup>2</sup>) font l'objet d'une exception. Dans ce cas, il y a lieu de respecter une valeur U pour le vitrage dont  $U_g \leq 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .
- 4) La valeur totale U d'une fenêtre  $U_w$  doit être déterminée conformément à la norme EN ISO 10077. Elle comprend le cadre, le vitrage et le coefficient de transmission thermique linéique de l'intercalaire.
- 5) Si des radiateurs sont placés devant des éléments de construction transparents extérieurs, la valeur U de la vitre  $U_g$  ne doit pas dépasser 0,7 W/(m<sup>2</sup>K) sauf si, en vue de réduire les déperditions de chaleur, des protections appropriées, indémontables ou intégrées, d'une résistivité thermique R d'au moins 1 (m<sup>2</sup>K)/W, sont installées entre les radiateurs et les éléments de construction transparents.
- 6) En cas de chauffage par les parois, le sol et le plafond, sans préjudice des exigences minimales indiquées dans le tableau 1, la résistivité thermique R des couches des éléments placés entre la surface chauffante et l'air extérieur doit être d'au moins 4,0 (m<sup>2</sup>K)/W et, entre la surface chauffante et le sol ou la partie non chauffée du bâtiment, d'au moins 3,5 (m<sup>2</sup>K)/W.
- 7) Par « local très peu chauffé » on entend un local qui comprend un dispositif de chauffage installé à demeure lequel est chauffé à température abaissée constante (température intérieure moyenne comprise entre 12°C et 18°C).
- 8) Pour les bâtiments jumelés et mitoyens présentant différents délais d'achèvement, les murs mitoyens peuvent être considérés dans le calcul comme ne transmettant pas la chaleur et aucune exigence minimale concernant une valeur U n'est requise, pour autant que ces murs soient ultérieurement en contact avec des locaux chauffés et que la période entre les délais d'achèvement des bâtiments ne dépasse pas 12 mois. Dans le cas contraire, les exigences minimales relatives au climat extérieur doivent être respectées conformément au tableau 1.
- 9) Pour ce qui concerne les éléments de construction en contact avec des locaux non chauffés ou avec le sol, il est possible d'attester, au moyen d'un calcul conforme aux normes EN ISO 13789 ou EN ISO 13370, que ces éléments respectent les valeurs limites pour les éléments de construction en contact avec le climat extérieur, lorsque l'effet d'isolation du local non chauffé ou du sol est pris en compte dans le calcul de la valeur U.
- 10) Pour les bâtiments qui, d'après leur destination habituelle, couvrent leur besoin en chaleur de chauffage principalement grâce à la chaleur provenant de l'intérieur du bâtiment, il faut appliquer aux éléments de construction en contact avec l'air extérieur les exigences minimales indiquées dans la colonne 2 (locaux peu chauffés). Comme valeur de référence, il y a lieu d'appliquer une valeur moyenne des gains internes pour l'ensemble du bâtiment > 600 Wh/(m<sup>2</sup>d).
- 11) Pour les extensions de bâtiments fonctionnels inférieures ou égales à 25% du volume conditionné brut  $V_e$  total du bâtiment fonctionnel avant extension, pour lesquelles les exigences du chapitre 2 ne s'appliquent pas, la valeur maximale autorisée du coefficient de transmission thermique est fixée dans le tableau 2.

Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique de chacun des éléments de construction $U_{max}$ en $W/(m^2K)$ <sup>1) 6)</sup>		
Élément de construction	En contact avec le climat extérieur	Surfaces en contact avec le sol ou des locaux non chauffés
Mur du bâtiment	0,140	0,200
Éléments de construction en contact avec le sol ou des zones non chauffées	0,175	0,250
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	0,120	0,170
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le cadre <sup>4) 5)</sup>	0,840	1,210
Coupole d'éclairage naturel	1,600	2,310
Porte, y compris le cadre	1,300	1,880

Tableau 2 - Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique [ $W/(m^2K)$ ] pour les extensions de bâtiments fonctionnels inférieures ou égales à 25% du volume conditionné brut  $V_e$  total du bâtiment fonctionnel avant extension, pour lesquelles les exigences du chapitre 2 ne s'appliquent pas

Si, dans le cas des extensions visées ci-avant, il est dérogé au respect d'un ou de plusieurs coefficient(s) de transmission thermique  $U_{max}$  du tableau 2, le respect d'un coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission spécifique à la température  $H'_T$  relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment doit être prouvé pour l'extension complète :  $H'_T \leq H'_{T,max}$ .

Le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission  $H'_T$  relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température est calculé de la manière suivante :

$$H'_T = \frac{\sum_i (A_i \cdot (U_i + \Delta U_{WB}) \cdot F_{X,i})}{\sum_i A_i}$$

$$H'_{T,max} = \frac{\sum_i (A_i \cdot (U_{max,i} + 0,05) \cdot F_{X,i})}{\sum_i A_i}$$

où :

$H'_T$	$W/(m^2 K)$	est le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$H'_{T,max}$	$W/(m^2 K)$	est le coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$A_i$	$m^2$	est la surface de l'élément de construction $i$ de l'enveloppe thermique du bâtiment
$U_i$	$W/(m^2 K)$	est le coefficient de transmission thermique de l'élément de construction $i$ de l'enveloppe thermique du bâtiment
$U_{max,i}$	$W/(m^2 K)$	est le coefficient de transmission thermique maximal de l'élément de construction $i$ de l'enveloppe thermique du bâtiment selon le tableau 2
$F_{X,i}$	-	est le facteur de correction de la température pour l'élément de construction $i$ de l'enveloppe thermique du bâtiment lequel est en contact avec des locaux très peu chauffés, avec le sol ou des locaux non chauffés
$\Delta U_{WB}$	$W/(m^2 K)$	est le facteur de correction des ponts thermiques conformément au chapitre 1.5 et à la norme DIN V 18599-2:2007, chapitre 6.2

Pour les éléments de construction en contact avec des locaux très peu chauffés, le sol ou des locaux non chauffés, la correction de la température doit être prise en compte avec des coefficients de correction de la température forfaitaires  $F_X$  selon la norme DIN V 18599-2:2007 tableau 3 ou avec un calcul détaillé selon la norme EN ISO 13370 ou EN ISO 13789.

Si la méthode des coefficients de correction de la température forfaitaires  $F_X$  est choisie, ceux-ci sont également à prendre en compte lors de la détermination de  $H'_{T,max}$ . Si le calcul détaillé est choisi selon la norme EN ISO 13370 ou EN ISO 13789, alors les éléments de construction concernés sont à considérer comme étant en contact avec le climat extérieur selon le tableau 2 lors de la détermination de  $H'_{T,max}$ .

Sans préjudice de la manière dont les exigences sont justifiées pour les extensions visées au point 11, les exigences minimales concernant les coefficients de transmission  $U_{\max}$  pour les éléments de construction du tableau 1 sont à respecter.

- 12) Les exigences minimales relatives aux coefficients de transmission thermique applicables aux éléments en contact avec des locaux très peu chauffés ou des locaux non chauffés à l'intérieur de parties du bâtiment fonctionnel du même utilisateur ne s'appliquent pas si l'incidence du non-respect de ces exigences minimales sur le besoin en chaleur de chauffage total du bâtiment fonctionnel entier est très faible, et si ces locaux se trouvent intégralement à l'intérieur de l'enveloppe thermique et de l'enveloppe d'étanchéité à l'air.
- 13) Les valeurs des coefficients de transmission thermique  $U$  des éléments de construction opaques sont à respecter en arrondissant à trois décimales près et celles pour les éléments de construction transparents en arrondissant à deux décimales près.

## 1.2 Exigences minimales relatives à la protection thermique d'été

En vue de garantir un confort thermique en été ou de limiter le besoin en énergie de refroidissement, il est essentiel de prendre, entre autres, des mesures de protection solaire suffisantes. Les prescriptions concernant l'efficacité de la protection solaire sont déterminées en fonction des dimensions et de l'orientation des éléments de construction transparents et du vitrage utilisé. Les apports solaires à travers les éléments de construction transparents (ci-après dénommés les « fenêtres ») sont limités grâce à ces exigences minimales.

Étant donné qu'il s'agit d'exigences minimales, il est recommandé d'adopter des mesures supplémentaires en vue d'améliorer le confort en été. Outre une réduction supplémentaire de la transmittance solaire, ces mesures peuvent consister, par exemple, à réduire les sources de chaleur internes ou à refroidir les masses d'accumulation thermique par une ventilation nocturne. Ces mesures sont pertinentes tant pour les zones refroidies que pour celles qui ne le sont pas. Les exigences minimales concernant la protection thermique d'été définies dans le présent chapitre n'affectent pas les exigences d'autres règles techniques, notamment en ce qui concerne la température ambiante maximale.

Le respect des exigences relatives à la protection thermique d'été doit être démontré pour les zones conditionnées se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe thermique et à l'intérieur de l'enveloppe d'étanchéité à l'air qui présentent une efficacité de protection solaire équivalente. Dans ce chapitre, on entend par « zone » un espace servant exclusivement à déterminer les exigences au niveau de la protection thermique d'été. On considère que des zones présentent une efficacité de protection solaire équivalente lorsque la valeur du facteur de transmission énergétique total ( $g_{\text{tot}}$ ) de la protection solaire et du vitrage ne s'écarte pas de plus de  $\Delta g_{\text{tot}} = 0,1$ .

Pour chacune de ces zones, le respect des exigences relatives à la protection thermique d'été doit être démontré pour un local « critique ». Le local critique d'une zone est défini comme étant le local ayant les apports solaires spécifiques les plus importants par  $\text{m}^2$  de surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire. Est considéré comme « local », un seul local ou un ensemble de locaux en équilibre thermique assuré par un échange d'air.

### 1.2.1 Preuve simplifiée

Une procédure simplifiée permettant de démontrer le respect des exigences minimales relatives à la protection thermique d'été est décrite ci-après. Les exigences relatives à l'efficacité de la protection solaire sont définies au moyen de l'indice de « transmittance solaire » ( $t_s$ ). La transmittance solaire caractérise les apports solaires par mètre carré de surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire qui pénètrent dans le local à travers les fenêtres et les impostes alors que la protection solaire est fermée. Plus la surface vitrée est importante, plus l'efficacité de la protection solaire doit être élevée afin de respecter les exigences.

En vue de contrôler la protection thermique d'été de façades vitrées à double peau, il est possible, dans le cadre d'une procédure simplifiée, de négliger le vitrage extérieur et de considérer la protection solaire installée dans l'espace intermédiaire comme protection solaire extérieure.

Cette méthode simplifiée ne peut raisonnablement pas être appliquée aux atriums, aux zones avec une large surface vitrée et aux systèmes d'isolation thermique transparents et elle ne prend pas en compte un refroidissement nocturne. Dans ces cas, il faut garantir une protection thermique d'été par des méthodes de calcul d'ingénierie plus précises. L'application de ces méthodes est généralement autorisée, voire recommandée en cas de concepts à ventilation nocturne.

## **1.2.2 Preuve par simulation**

Dans le cas d'une preuve par simulation, les apports solaires doivent être limités de sorte à ce que la température ambiante sans refroidissement actif ne soit supérieure à 26°C sur plus de 10% du temps d'exploitation. Pour prouver que les exigences pour la protection thermique d'été sont respectées, il faut réaliser le calcul avec des données climatiques du Luxembourg qui sont mises à disposition par le ministre.

### **1.2.2.1 Conditions limites pour la preuve par simulation**

En cas de vérification par un calcul de simulation, les conditions aux limites suivantes doivent être utilisées pour la simulation, quelle que soit l'utilisation réelle. Le calcul doit être effectué avec des méthodes de calcul appropriées. Dans le cas de calculs de simulation dynamique, les programmes utilisés doivent être validés par BESTEST. Dans le cas de l'utilisation de règles analytiques pour la simulation horaire, des méthodes courantes sont autorisées : modèles de réseaux thermiques et / ou de nœuds tels que le modèle résistance-capacité R5C1 (EN 13790), le modèle résistance-capacité élargi (EN 52016-1), modèle à 2 capacités (VDI 6007-1), méthode d'absorption de chaleur (EN 13792), bilan de zone simplifié en tant qu'équation non homogène, différentielle linéaire du premier ordre, en tenant compte des facteurs d'influence pertinents.

### **1.2.2.2 Spécifications pour le calcul de la simulation<sup>1</sup>**

La simulation prend en compte le weekend, mais pas les jours fériés ou périodes de vacances. La simulation doit s'étendre sur une année entière et commencer le 1<sup>er</sup> janvier sur base d'un calcul horaire. Le tableau 3 définit les exigences pour les conditions cadres des calculs et le tableau 5 (utilisation aux fins d'habitation) et le tableau 6 (utilisation comme bâtiment fonctionnel) définissent les profils standards à utiliser lors du calcul.

---

<sup>1</sup> Dans le cas de l'évaluation d'une pièce, les valeurs spécifiques du bâtiment doivent être déterminées et les valeurs (lesquelles ???) doivent être appliquées à la pièce à évaluer.

	Utilisation aux fins d'habitation	Utilisation comme bâtiment fonctionnel
Occupation par personne	$A_n \leq 35 \text{ m}^2$ $n_{\text{Pers}} = 1$ $A_n > 35 \text{ m}^2 \text{ et } A_n < 300 \text{ m}^2$ $n_{\text{Pers}} = 3,9 - 180 / A_n + 2.942 / A_n^2$ $A_n \geq 300 \text{ m}^2$ $n_{\text{Pers}} = A_n / 46,5 \text{ m}^2$	20 m <sup>2</sup> /Personne
Émission de chaleur des personnes	$q_{\text{Person}(h)} = 70 \text{ W/Personne} \cdot n_{\text{Pers}} \cdot f_{p(h)} / A_n \text{ [W/m}^2\text{]}$	
Émission de chaleur des appareils	$q_{\text{Geräte}} = \max(675; 1.677,3 \cdot n_{\text{Pers}}^{-0,495}) \cdot n_{\text{Pers}} / A_n$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)] $h_{\text{VL}} = \sum_n f_{i,n} \text{ [h/a]; } n = 1 - 8.760$ $q_{\text{Geräte}(h)} = q_{\text{Geräte}} / h_{\text{VL}} \cdot f_{i(h)} \cdot 10^{-3} \text{ [W/m}^2\text{]}$	$q_{\text{Geräte}} = 20 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ $h_{\text{VL}} = \sum_n f_{i,n} \text{ [h/a]; } n = 1 - 8.760$ $q_{\text{Geräte}(h)} = q_{\text{Geräte}} / h_{\text{VL}} \cdot f_{i(h)} \cdot 10^{-3} \text{ [W/m}^2\text{]}$
Échange d'air hygiénique	$n_{\text{WDWE}} = f_{i(h)} \cdot 0,30 \text{ [h}^{-1}\text{]}$	$n_{\text{WDWE}} = f_{i(h)} \cdot 3,28 + 0,72 \text{ [m}^3\text{/h} \cdot \text{m}^2\text{]} \cdot A_n \text{ [m}^2\text{]} / V_{\text{Raum}} \text{ [m}^3\text{]}$
Preuve de l'exigence	$h_{25} < 0,1 \cdot 8.760 \text{ h/a}$ $h_{25}$ = Heures par an avec une température ambiante supérieure à 26 °C pendant les heures d'exploitation. Les heures d'exploitation d'un an équivalent à $\sum_n f_{u,n} = 8.760 \text{ h/a}$	$h_{26} < 0,1 \cdot 3.132 \text{ h/a}$ $h_{26}$ = Heures par an avec une température ambiante supérieure à 26 °C pendant les heures d'exploitation. Les heures d'exploitation d'un an équivalent à $\sum_n f_{u,n} = 3.132 \text{ h/a}$
Divers	Les aspects techniques et de physique du bâtiment doivent être pris en compte selon la planification de la construction (par exemple, infiltration, composants des parois, ombrage structurel, etc.).	

Tableau 3 - Spécifications pour le calcul

où :

$A_n$	m <sup>2</sup>	surface de référence énergétique du bâtiment
$f_{p(h)}$	-	taux d'occupation par personne à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{i,n}$	-	charge partielle des appareils à l'heure n conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{i,(h)}$	-	charge partielle des appareils à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{i,(h)}$	-	charge partielle du débit variable de la ventilation à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{nl,(h)}$	-	temps d'exploitation maximale de la ventilation nocturne à l'heure h conformément au tableau 5 ou au tableau 6
$f_{u,n}$	-	taux d'exploitation de la pièce l'heure n
$h_{25}$	h/a	limite des heures avec une température trop chaude pendant le temps d'exploitation d'une zone d'habitation
$h_{26}$	h/a	limite des heures avec une température trop chaude pendant le temps d'exploitation d'une zone fonctionnelle
$h_{\text{VL}}$	h/a	heures de pleine charge des appareils
$n_{\text{Pers}}$	-	nombre de personnes dans la pièce de surface $A_n$
$n_{\text{WDWE}}$	h <sup>-1</sup>	échange d'air pendant les jours avec et sans exploitation à l'heure h
$V_{\text{Raum}}$	m <sup>3</sup>	volume de la pièce
$q_{\text{Geräte}}$	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	émission de chaleur des appareils pendant l'année
$q_{\text{Geräte}(h)}$	W/m <sup>2</sup>	émission de chaleur des appareils pendant l'heure h
$q_{\text{Person}(h)}$	W/m <sup>2</sup>	émission de chaleur des personnes pendant l'heure h

### 1.2.2.3. Documentation obligatoire du calcul

Lors d'une simulation dynamique, les éléments du tableau 4 sont à documenter. Le logiciel utilisé pour la simulation doit être mentionné dans la documentation.

accumulation des heures de température	Représentation de l'accumulation des heures de température $h_x$ au-dessus de 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30 °C en h/a. Température maximale calculée $T_{max}$ en °C
refroidissement nocturne	Surface géométrique des ouvrants $A_{Fe,geo}$ liée à la zone de référence énergétique respectivement à la surface de plancher nette respective $A_n$ en $m^2_{Fe,geo}/m^2_{An}$ . La ventilation nocturne peut seulement être utilisée dans la simulation pendant les temps d'exploitation maximale de la ventilation nocturne conformément au tableau 5 ou au tableau 6. Spécification des paramètres de contrôle pour la ventilation par des ouvrants. Ce sont notamment les températures ambiante et extérieure pour l'ouverture et la fermeture des ouvrants en °C, temps d'utilisation possible et éventuellement d'autres paramètres à respecter (par exemple le vent, la pluie).
protection contre le soleil	Paramètre de réglage pour la protection solaire. Il s'agit notamment de la valeur du seuil d'activation de l'intensité d'irradiation $I_{SS}$ sur la façade en $W/m^2$ et de la température extérieure $T_{e,SS}$ , à partir du moment où le système de protection solaire est utilisé.

Tableau 4 - Éléments à documenter lors d'une simulation dynamique

où :

$A_{Fe,geo}$	$m^2$	surface géométrique ouvrable de l'ouvrant pour la ventilation nocturne
$h_x$	h/a	température intérieure pendant une heure
$I_{SS}$	$W/m^2$	l'intensité d'irradiation solaire sur la façade
$T_{max}$	°C	température intérieure calculée maximale pendant l'année
$T_{e,SS}$	°C	la température extérieure, à partir du moment où le système de protection solaire est utilisé

La distribution temporelle de l'exploitation du bâtiment, des gains internes des appareils et d'autres paramètres du profil standard sont définis dans le tableau 5 (pour des bâtiments d'habitation) et au tableau 6 (pour des bâtiment fonctionnels).

h	exploitation du bâtiment $f_u$		charge interne (appareils) $f_i$		occupation par personnes $f_p$		ventilation $f_v$		ventilation nocturne $f_{ni}$	
	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE
1	1,00	1,00	0,22	0,29	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	0,19	0,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	0,18	0,19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	1,00	1,00	0,18	0,18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	0,20	0,18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,00	1,00	0,32	0,18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	1,00	1,00	0,47	0,24	0,85	0,85	1,00	1,00	0,00	0,00
8	1,00	1,00	0,56	0,36	0,75	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00
9	1,00	1,00	0,57	0,55	0,65	0,65	1,00	1,00	0,00	0,00
10	1,00	1,00	0,54	0,69	0,50	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00
11	1,00	1,00	0,53	0,80	0,50	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00
12	1,00	1,00	0,58	0,85	0,50	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00
13	1,00	1,00	0,59	0,77	0,50	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00
14	1,00	1,00	0,53	0,63	0,65	0,65	1,00	1,00	0,00	0,00
15	1,00	1,00	0,48	0,53	0,65	0,65	1,00	1,00	0,00	0,00
16	1,00	1,00	0,45	0,46	0,65	0,65	1,00	1,00	0,00	0,00
17	1,00	1,00	0,47	0,45	0,85	0,85	1,00	1,00	0,00	0,00
18	1,00	1,00	0,57	0,54	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
19	1,00	1,00	0,69	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
20	1,00	1,00	0,72	0,68	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
21	1,00	1,00	0,67	0,63	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
22	1,00	1,00	0,58	0,56	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
23	1,00	1,00	0,46	0,44	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24	1,00	1,00	0,32	0,31	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tableau 5 - facteur du profil standard pour un bâtiment d'habitation (WD = jour d'exploitation; WE = week-end)

h	exploitation du bâtiment $f_u$		charge interne (appareils) $f_i$		occupation par personnes $f_p$		ventilation $f_v$		ventilation nocturne $f_{nl}$	
	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE
1	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
2	0,00	0,00	0,23	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
3	0,00	0,00	0,22	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
4	0,00	0,00	0,25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
5	0,00	0,00	0,29	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
6	0,00	0,00	0,31	0,19	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
7	1,00	0,00	0,40	0,21	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
8	1,00	0,00	0,63	0,22	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
9	1,00	0,00	0,83	0,24	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
10	1,00	0,00	0,90	0,27	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
11	1,00	0,00	0,92	0,30	0,75	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
12	1,00	0,00	0,89	0,32	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
13	1,00	0,00	0,79	0,33	0,75	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
14	1,00	0,00	0,72	0,32	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
15	1,00	0,00	0,73	0,29	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
16	1,00	0,00	0,77	0,26	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
17	1,00	0,00	0,77	0,28	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
18	1,00	0,00	0,68	0,33	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,51	0,36	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,41	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,37	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,34	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,32	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
24	0,00	0,00	0,29	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00

Tableau 6 - facteur du profil standard pour un bâtiment fonctionnel (WD = jour d'exploitation; WE = week-end)

### 1.2.3 Détermination de la transmittance solaire

La transmittance solaire  $t_s$  des éléments de construction extérieurs transparents d'un local est calculée comme suit:

$$t_s = \frac{\sum_i (A_{Fe,(O,S,W),i} \cdot g_{tot,i} \cdot F_{S,i} + 0,4) \cdot \sum_i (A_{Fe,N,i} \cdot g_{tot,i} \cdot F_{S,i} + 1,4) * \sum_i (A_{Fe,H,i} \cdot g_{tot,i} \cdot F_{S,i})}{A_{NGF,R}}$$

où

$t_s$	[-]	est la transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
$A_{Fe,(O,S,W),i}$	m <sup>2</sup>	est la surface des fenêtres i (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre)) orientées vers le nord-est en passant par le sud jusqu'au nord-ouest ( $45^\circ \leq x \leq 315^\circ$ )
$A_{Fe,N,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface des fenêtres orientées vers le nord-ouest en passant par le nord jusqu'au nord-est ( $315^\circ < x < 45^\circ$ ) et les surfaces des fenêtres toujours à l'ombre du rayonnement direct (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre))
$A_{Fe,H,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface des fenêtres i horizontales ou inclinées ou des éléments de construction transparents i avec $0^\circ \leq \text{inclinaison} \leq 60^\circ$ (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre))
$g_{tot,i}$	[-]	est le facteur de transmission énergétique total (vitrage, protection solaire) de la fenêtre i pour une incidence verticale du rayonnement conformément au chapitre 1.2.5
$F_{S,i}$	[-]	est le facteur d'ombrage pour l'ombrage dû aux constructions pour les fenêtres i conformément à la norme DIN V 18599-2:2011-12, chapitre 6.4.1. Si aucun ombrage dû aux constructions existe, alors $F_{S,i}$ est égal à 1;
$A_{NGF,R}$	m <sup>2</sup>	est la surface de plancher nette du local considérée lors de la détermination de la transmittance solaire

### 1.2.4 Exigence minimale relative à la transmittance solaire

La transmittance solaire  $t_s$  d'un local ne doit pas dépasser la valeur limite de la transmittance solaire  $t_{s,max}$  mentionnée dans le tableau 7.

$$t_s \leq t_{s,max}$$

La valeur limite  $t_{s,max}$  dépend du type de construction visé au chapitre 1.2.6 et du quotient de la profondeur du local par la hauteur du local  $f_{a/h}$  visé au chapitre 1.2.7.

S'il s'agit d'une vitrine d'un magasin à travers laquelle les passants peuvent regarder et qui est au niveau des passants et si la transmittance solaire  $t_s$  dépasse la valeur limite de la transmittance solaire  $t_{s,max}$  mentionnée dans le tableau 7, l'exigence minimale relative à la transmittance solaire est respectée par dérogation du premier alinéa si la valeur  $g$  de tous les vitrages de ce local ne dépasse pas la valeur 0,35.

S'il s'agit d'une fenêtre d'un local avec un bassin et si la transmittance solaire  $t_s$  dépasse la valeur limite de la transmittance solaire  $t_{s,max}$  mentionnée dans le tableau 7, l'exigence minimale relative à la transmittance solaire est respectée par dérogation du premier alinéa si la valeur  $g$  de tous les vitrages de ce local ne dépasse pas la valeur 0,55.

Valeur limite de la transmittance solaire $t_{s,max}$	$f_{a/h}$				
	$\leq 1,0$	1,5	2,0	3,0	5,0
Construction légère	6,2%	5,8%	5,6%	5,2%	4,8%
Construction moyennement lourde	8,7%	7,9%	7,5%	6,8%	6,1%
Construction lourde	9,6%	8,8%	8,2%	7,5%	6,7%

Tableau 7 - Valeur limite de la transmittance solaire  $t_{s,max}$

Les valeurs intermédiaires de  $t_{s,max}$  qui ne sont pas reprises dans le tableau 7 et les valeurs de  $f_{a/h} > 5$  peuvent être obtenues au moyen des équations suivantes:

construction légère: 
$$t_{s,max} = 0,0624 \cdot f_{a/h}^{-0,1680}$$

construction moyennement lourde: 
$$t_{s,max} = 0,0868 \cdot f_{a/h}^{-0,2192}$$

construction lourde: 
$$t_{s,max} = 0,0964 \cdot f_{a/h}^{-0,2302}$$

Si le pourcentage de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire dans un local « critique » est inférieur ou égal aux valeurs indiquées dans le tableau 8 la protection thermique d'été est considérée comme garantie et il n'est pas nécessaire de démontrer l'exigence minimale relative à la protection thermique d'été pour ce local.

Inclinaison des fenêtres par rapport à l'horizontale	Orientation des fenêtres <sup>1)</sup>	Pourcentage de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire <sup>2)</sup>
Entre 60° et 90°	Nord-ouest en passant par le sud jusqu'au nord-est	10%
	Toutes les autres orientations au nord	20%
De 0° à 60°	Toutes les orientations	7%

<sup>1)</sup> Lorsque le local considéré présente des fenêtres avec différentes orientations, il faut prendre la valeur limite la plus petite.

<sup>2)</sup> Le pourcentage de surface de fenêtre d'un local est la somme de toutes les surfaces de fenêtre (dimensions brutes (gros-œuvre)) divisée par la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire.

Tableau 8 - Valeurs limites du pourcentage de surface de fenêtre par rapport à la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire d'un local critique à partir duquel la protection thermique d'été est considérée comme étant garantie sans avoir à le démontrer

### 1.2.5 Facteur de transmission énergétique totale, $g_{tot}$

Les tableaux 1 et 2 de l'annexe III fournissent des valeurs standards pour le facteur de transmission énergétique totale  $g_{tot}$  pour des systèmes de protection solaire courants et différents vitrages. Les tableaux 3 et 4 de l'annexe III fournissent des valeurs standards pour le facteur de transmission lumineuse totale  $\tau_{v,tot}$  pour des systèmes de protection solaire courants et différents vitrages. En alternative, le facteur  $g_{tot}$  et  $\tau_{v,tot}$  peut être déterminé conformément aux normes EN ISO 52022 ou conformément à la DIN V 18599-2. Pour les systèmes

qui ne peuvent pas être représentés de cette manière, le facteur  $g_{tot}$  peut être celui indiqué dans les données garanties par le fabricant.

Pour les vitrages de protection solaire présentant, pour une incidence verticale du rayonnement, un facteur de transmission énergétique totale de  $g_{\perp} \leq 0,4$ , la valeur de  $g_{tot}$  peut être multipliée par 0,8 compte tenu de la réduction permanente du rayonnement diffus.

### 1.2.6 Détermination du type de construction et de la capacité d'accumulation thermique effective, $C_{wirik}$

Le type de construction peut être déterminé de manière simplifiée à l'aide du tableau 9.

	Type de construction	Description des exigences
Construction légère	Construction légère	Toutes les surfaces de délimitation du local doivent être du type construction légère, par exemple: mur extérieur en bois ou avec isolation thermique à l'intérieur, cloisons de type construction légère, plafond suspendu et faux plancher, etc.
Construction moyennement lourde	Construction mixte avec des accumulateurs thermiques en partie accessibles	Au moins l'une des surfaces de délimitation du local est du type construction en dur: mur extérieur, plafond, cloisons (lorsqu'elles sont présentes en quantité non négligeable dans un local, ce qui est généralement le cas dans les locaux de surface < 25 m <sup>2</sup> ), plancher
Construction lourde	Construction lourde avec des accumulateurs thermiques accessibles	Toutes* les surfaces de délimitation du local mentionnées doivent être du type construction en dur: mur extérieur, plafond, cloisons, plancher
*) Pour les locaux plus petits (par exemple: bureau individuel ou double), on considère qu'il s'agit d'un type de construction lourde lorsque trois des surfaces de délimitation du local sont construites en dur. Cela peut être démontré par calcul.		

Tableau 9 - Détermination simplifiée du type de construction

En vue de simplifier la classification, les éléments de construction peuvent être considérés comme étant en dur lorsque leur masse surfacique est supérieure à 100 kg/m<sup>2</sup> en tenant uniquement compte des couches des éléments de construction qui se trouvent à l'intérieur de l'épaisseur effective. L'épaisseur effective  $d_T$  d'un élément de construction est la plus petite des valeurs suivantes:

- l'épaisseur des matériaux situés entre la surface respective et la première couche d'isolation thermique (matériaux avec une conductivité thermique  $\lambda$  inférieure ou égale à 0,1 W/(mK));
- la valeur maximale de 10 cm;
- pour les éléments de construction intérieurs: la moitié de l'épaisseur totale de l'élément de construction.

En alternative, il est possible de déterminer le type de construction et la capacité d'accumulation thermique effective  $C_{wirik}$  conformément à la norme DIN 4108-2. Dans ce cas, il faut appliquer les limites de classe visées au tableau 10 pour déterminer le type de construction.

Type de construction	$C_{wirik}/A_{NGF,R}$
Construction légère	< 50 Wh/(m <sup>2</sup> K)
Construction moyennement lourde	entre 50 et 130 Wh/(m <sup>2</sup> K)
Construction lourde	> 130 Wh/(m <sup>2</sup> K)

Tableau 10 - Classification du type de construction d'après la capacité d'accumulation thermique effective  $C_{wirik}$  conformément à la norme DIN 4108-2

### 1.2.7 Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local, $f_{a/h}$

La valeur limite de la transmittance solaire est déterminée en fonction du rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local.

$$f_{a/h} = \frac{a_R}{h_R}$$

où :

$f_{a/h}$	-	est le rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local
$a_R$	m	est la profondeur du local (dimensions intérieures)
$h_R$	m	est la hauteur libre du local (dimensions intérieures)

Pour les locaux rectangulaires dotés de fenêtres dans une façade extérieure, la profondeur du local  $a_R$  correspond à la profondeur du local reportée verticalement sur cette façade extérieure (dimensions intérieures).

Pour les locaux rectangulaires dotés de fenêtres dans plusieurs façades extérieures (différentes orientations), la profondeur du local correspond à la plus petite valeur des profondeurs reportées verticalement sur ces façades extérieures.

Pour les locaux qui ne sont pas rectangulaires, la profondeur du local  $a_R$  peut être calculée à partir de la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire  $A_{NGF,R}$  et de la longueur de la façade principale  $b_R$ .

$$a_R = \frac{A_{NGF,R}}{b_R}$$

où :

$A_{NGF,R}$	m <sup>2</sup>	est la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire;
$b_R$	m	est la longueur de la façade principale

En cas de fenêtres avec différentes orientations, la façade principale correspond à l'orientation présentant la surface de fenêtre la plus importante.

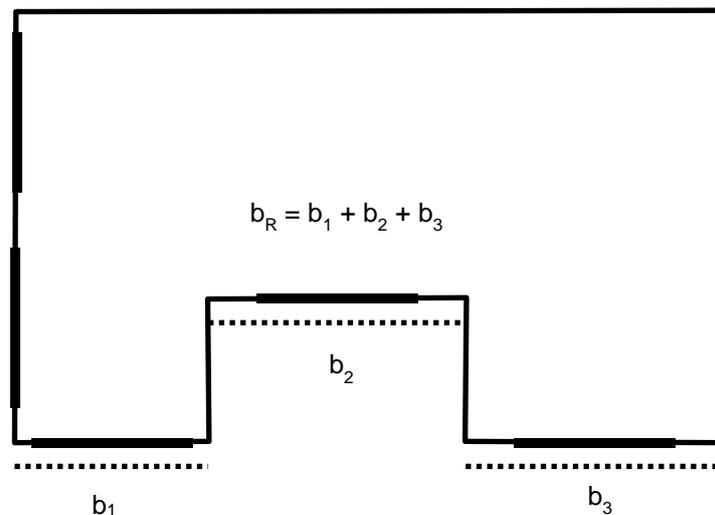


Figure 1 - Détermination de la façade principale

Si les façades ne sont pas droites, la projection de la façade pour chaque orientation est prise en considération en adoptant pour chaque orientation un champ angulaire de 90° (une distinction est donc établie uniquement entre quatre orientations).

Si le local à évaluer présente des hauteurs différentes, il faut utiliser la hauteur moyenne du local pondérée par la surface.

$$h_R = \frac{\sum_j (h_{R,j} \cdot A_{NGF,R,j})}{A_{NGF,R}}$$

où :

$h_{R,j}$	m	est la hauteur libre du local (dimensions intérieures) dans la partie du local j
$A_{NGF,R,j}$	m	est la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire pour la partie du local j

Dans des locaux présentant des surfaces de fenêtre principalement horizontales, tels que des halls dotés d'impostes réparties uniformément sur la toiture, le rapport  $f_{a/h}$  peut être pris égal à 2.

### 1.3 Étanchéité à l'air du bâtiment

Les bâtiments doivent être conçus de sorte que la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment, y compris les joints/jointures, soient durablement étanches à l'air, conformément à l'état de la technique. Lors de l'exécution de l'étanchéité à l'air du bâtiment, une attention particulière doit être prêtée aux constructions légères sur des constructions en dur et aux passages à travers le niveau étanche à l'air du bâtiment et aux installations techniques. Le niveau d'étanchéité à l'air doit être reporté sur les plans de construction à fournir conformément au chapitre 4.

Le débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport à la surface de l'enveloppe du bâtiment (appelé aussi valeur de l'étanchéité à l'air  $q_{E50}$ , valeur permettant de mesurer une surpression et une dépression) doit être inférieur ou égal aux valeurs limites indiquées dans le tableau 11. La surface de l'enveloppe du bâtiment ou de la partie du bâtiment est la surface totale de tous les sols, les murs et les plafonds qui englobent le volume conditionné à analyser. Les murs et les sols sous le niveau de la terre sont inclus. Les conditions générales de la norme EN ISO 9972 s'appliquent.

Classe d'exigences		Valeur limite $q_{E50}$ $m^3/(h m^2)^{1)}$
1	Bâtiments sans centrales de traitement d'air	$\leq 5,0$
2	Bâtiments équipés de centrales de traitement d'air en tant qu'installations de reprise d'air	$\leq 3,0$
3	Bâtiments équipés de centrales de traitement d'air en tant qu'installations d'amenée et de reprise d'air	$\leq 2,0$

Tableau 11 - Valeurs limites de  $q_{E50}$

- 1) Les valeurs limites de  $q_{E50}$  sont à respecter en arrondissant à une décimale près.
- 2) Un bâtiment équipé d'une centrale de traitement d'air est un bâtiment dans lequel la majeure partie du débit volumétrique de renouvellement d'air requis au cours de la période de chauffage ou de refroidissement est fournie au moyen d'une installation de ventilation mécanique (installation d'amenée et de reprise d'air, installation de reprise d'air, etc.). Si un bâtiment est doté d'installations de reprise d'air et d'installations d'amenée et de reprise d'air, les exigences minimales dépendent du système qui fournit la part la plus importante du débit volumétrique de renouvellement d'air requis.
- 3) Si des valeurs inférieures à celles visées au tableau 11. sont utilisées pour l'étanchéité à l'air du bâtiment dans les calculs de performance énergétique, il faut présenter une preuve de l'étanchéité à l'air du bâtiment ou des parties du bâtiment après achèvement de la construction. Les procédés de mesure de la norme DIN EN 13829 s'appliquent (test de l'étanchéité à l'air du bâtiment).
- 4) En cas de modification d'un bâtiment fonctionnel, on considère que les exigences minimales relatives à l'étanchéité à l'air du bâtiment sont remplies lorsque les nouveaux éléments de construction et leurs raccords respectent les recommandations d'exécution de la norme DIN 4108-7. La prise en considération de ces détails doit être confirmée.

### 1.4 Production de chaleur utile

Pour la production d'énergie thermique utile, aucun chauffage électrique direct ne peut être utilisé comme chauffage principal du bâtiment. Un chauffage électrique direct partiel est possible, par exemple pour la protection contre le gel ou des salles de bain et pour la production d'eau chaude sanitaire.

## 1.5 Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques

Les bâtiments doivent être conçus et réalisés de façon à minimiser les ponts thermiques. En cas de ponts thermiques bidimensionnels, il faut respecter au minimum les recommandations d'exécution de la norme DIN 4108 - Supplément 2 ou il y a lieu de démontrer l'équivalence conformément à la norme DIN 4108 - Supplément 2 qui est à joindre au calcul de performance énergétique.

## 1.6 Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur/froid et gaines de ventilation

La déperdition d'énergie à travers les conduites d'eau chaude sanitaire (ECS) et de distribution de chaleur t ainsi qu'à travers la robinetterie doit être limitée grâce à une isolation thermique conformément au tableau 12.

Ligne	Type de conduites/accessoires	Épaisseur minimale de la couche d'isolation pour une conductivité thermique de 0,035 W/(mK)
1	Diamètre intérieur inférieur ou égal à 22 mm	20 mm
2	Diamètre intérieur compris entre > 22 mm et 35 mm	30 mm
3	Diamètre intérieur compris entre > 35 mm et 100 mm	Égale au diamètre intérieur
4	Diamètre intérieur supérieur à 100 mm	100 mm
5	Conduites et accessoires visés aux lignes 1 à 4 dans les passages de mur et de plafond, au niveau de croisements de conduites, aux points de raccordement de conduites, au niveau des réseaux de distribution	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
6	Conduites de systèmes de chauffage central visées aux lignes 1 à 4 et posées dans des éléments de construction situés entre des zones chauffées de différents utilisateurs	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
7	Conduites avec une température aller du fluide caloporteur inférieur à 35°C	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
8	Conduites dans la structure du plancher	10 mm

Tableau 12 - Isolation thermique des conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur ainsi que de la robinetterie

Pour les conduites des systèmes de chauffage central qui sont posées dans une zone chauffée ou dans des éléments de construction installés entre des zones chauffées du même utilisateur et qui traversent le local uniquement à des fins de chauffage, comme par exemple les conduites de raccordement aux radiateurs, aucune exigence relative à l'épaisseur minimale de la couche d'isolation n'est établie. Cette disposition s'applique également aux conduites d'eau chaude sanitaire d'un diamètre intérieur inférieur ou égal à 22 mm qui ne sont pas incluses dans le circuit de circulation et qui ne sont pas équipées d'un câble/ruban chauffant électrique.

En présence de matériaux dont la conductivité thermique est différente de 0,035 W/(mK), il faut convertir les épaisseurs minimales des couches d'isolation. Les méthodes de calcul et les valeurs de calcul selon les règles de l'art en vigueur sont à utiliser pour la conversion de la conductivité thermique.

Pour les conduites de circulation qui, en raison des exigences plus strictes en matière de prévention de la légionellose, doivent en permanence être exploitées à des températures d'eau chaude élevées, il faut appliquer des exigences 1,5 fois plus élevées pour l'épaisseur minimale de la couche d'isolation que celles prévues dans le tableau 12.

Pour les conduites qui sont posées à l'extérieur, il y a lieu de respecter le double des épaisseurs minimales prévues dans le tableau 12.

Les conduites destinées à l'approvisionnement et à la distribution du froid, qui ne traversent pas la zone à desservir, doivent être isolées conformément aux exigences suivantes<sup>2</sup>:

- pour un diamètre inférieur ou égal à DN 40, avec 50% du diamètre;

<sup>2</sup> Pour une conductivité thermique de 0,035 W/mK

- pour un diamètre compris entre DN 40 et DN 80, avec 25 mm;
- pour un diamètre supérieur à DN 80, avec 32 mm;

lorsque la différence de température entre la température du fluide et la température ambiante<sup>3</sup> est supérieure à 6 K.

Les gaines de ventilation qui se trouvent à l'intérieur du bâtiment mais qui ne traversent pas la zone à desservir doivent être isolées<sup>1</sup> avec une couche d'au moins 30 mm d'épaisseur, lorsque la différence de température entre la température de l'air fourni et la température ambiante du local/de la zone<sup>4</sup> est supérieure à 4 K.

Les gaines de ventilation posées dans une zone non chauffée doivent être isolées<sup>1</sup> avec une couche d'au moins 80 mm d'épaisseur.

Les gaines de ventilation en contact avec l'air extérieur doivent être isolées<sup>2</sup> avec une couche d'au moins 160 mm d'épaisseur. Les puits dont l'air extérieur se trouve à l'intérieur du bâtiment doivent être traités comme des composants extérieurs du bâtiment.

Sans préjudice des prescriptions susmentionnées, il faut prendre toutes les mesures nécessaires afin d'éviter toute formation de condensation dans les conduites, les gaines ou les composants des installations.

### 1.7 Réservoir de chaleur, de froid et d'eau chaude sanitaire

Toute installation destinée à accumuler la chaleur et/ou le froid doit être exécutée de manière à limiter les déperditions de chaleur des pièces de raccordement à l'accumulateur conformément au chapitre 1.6. Les raccords dans la moitié supérieure de l'accumulateur doivent être réalisés vers le bas ou comme thermosiphon.

### 1.8 Centrales de traitement d'air

Le rendement thermique d'un récupérateur de chaleur ne doit pas être inférieur à une valeur de 60 % conformément à la norme EN 308 (degré de variation de la température). Par ailleurs, il faut tenir compte des normes en matière d'hygiène.

En règle générale, pour des raisons énergétiques et afin de réduire le bruit, les connexions et les raccords qui entravent l'écoulement sont à éviter. Cela concerne en particulier toutes les sorties d'un système de gaines dans lequel, par exemple, les sorties à angle droit entravent l'écoulement. Il est recommandé de réaliser des angles moins aigus. Plus le rapport de la longueur sur la largeur des gaines rectangulaires est important, plus ces gaines sont défavorables ; il faut impérativement éviter des rapports supérieurs à 5:1.

Pour les installations dimensionnées pour un débit volumétrique supérieur à 1.000 m<sup>3</sup>/h, il faut appliquer les exigences minimales relatives à la performance énergétique de la ventilation ci-dessous.

Dans le cadre d'une méthode de calcul simplifiée, il faut respecter les vitesses de l'air visées au tableau 13 et le rendement global par ventilateur visé au tableau 14. Pour les éléments encastrés, il faut respecter les pertes de charge conformément à la norme EN 13779, tableau A.8 de la catégorie « Normal ».

---

<sup>3</sup> Température ambiante : température ambiante de consigne de refroidissement  $\vartheta_{t,c,soil}$ : conditions générales relatives aux températures selon les profils d'utilisation conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10

<sup>4</sup> Température ambiante : température ambiante de consigne de refroidissement  $\vartheta_{t,c,soil}$  et/ou température ambiante de consigne de chauffage  $\vartheta_{t,h,soil}$  : conditions générales relatives aux températures selon les profils d'utilisation conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10

Zone	Débit volumétrique en m³/h	Vitesse de l'air en m/s
Dans les groupes de ventilation	Tous	≤ 1,8 m/s
Dans les gaines	≤ 1.000 m³/h	≤ 2,7 m/s
	< 2.000 m³/h	≤ 3,6 m/s
	< 4.000 m³/h	≤ 4,5 m/s
	< 10.000 m³/h	≤ 5,4 m/s
	≥ 10.000 m³/h	≤ 6,3 m/s
Dans une centrale de ventilation	Tous	Valeurs maximales identiques à celles indiquées dans les lignes « Dans les gaines » + 0,9 m/s

Tableau 13 - Valeurs limites des vitesses des installations de ventilation

Sans préjudice des directives européennes sur l'efficacité, le rendement global $n_{tot}$ par ventilateur ou pour la valeur moyenne pondérée des ventilateurs d'amenée et de reprise d'air en fonction du débit volumétrique de conception $q_{fan}$ en m³/h est :
$n_{tot} = 0,18 \cdot q_{fan}^{0,13}$ avec un maximum de 0,68

Tableau 14 - Valeurs limites du rendement global des ventilateurs

Le rendement global des ventilateurs  $n_{tot}$  (également appelé « rendement du système ») est le produit de tous les rendements partiels : rendement du ventilateur, rendement de l'entraînement (courroies trapézoïdales, courroies plates, etc.), rendement du moteur et rendement du convertisseur de fréquence.

Alternativement à la méthode du calcul simplifiée, les exigences minimales relatives à la performance de la ventilation sont satisfaites lorsque, pour les installations de ventilation, la puissance absorbée spécifique (SFP)

- d'un ventilateur; ou
- la valeur moyenne pondérée de la puissance électrique de tous les ventilateurs d'amenée et de reprise d'air rapportée au débit volumétrique de conception correspondant,

respecte la valeur limite de la catégorie SFP 4 conformément à la norme DIN EN 13779: 2009-09. La valeur limite de la classe SFP 4 peut être corrigée conformément à la norme ILNAS EN 16798-3 :2017 chapitre 9.5.2.2 pour les filtres HEPA et les filtres à gaz ainsi que les récupérations thermiques des classes H1 conformément à la norme DIN EN 13053.

## 1.9 Systèmes de réglage

Les systèmes nécessaires au réglage des composants ci-après doivent respecter les exigences minimales suivantes :

- a) installation de production de chaleur: les installations de production de chaleur doivent être réglées en fonction de la température extérieure ou d'une autre grandeur de référence appropriée et du temps.
- b) température ambiante: la température ambiante doit pouvoir être réglée selon le local. La température ambiante ne doit pas pouvoir être réglée selon le local, mais doit pouvoir être réglée par zone dans les cas suivants :
  - 1) si les locaux sont directement connectés et l'air peut facilement circuler entre les locaux ;
  - 2) si la température ambiante définie dans les locaux ne diffère pas, à condition que la classe de protection thermique soit une classe B ou meilleure ;
  - 3) pour les systèmes de chauffage de surface intégrés aux composants dans lesquels la différence de température entre la température de surface des surfaces de chauffage et la température ambiante souhaitée est ≤ 4 K et pour les systèmes de refroidissement de surface dans

lesquels la différence de température entre la température de surface des surfaces de refroidissement et la température ambiante souhaitée est  $\leq 4$  K ;

- c) préparation d'eau chaude sanitaire: le réglage de la circulation doit pouvoir être effectué en fonction du temps et/ou des besoins. Des exceptions sont admises si des exigences plus élevées sont posées à la température minimale de fonctionnement dans le cadre d'une prévention de la légionellose.
- d) pompes: les pompes et les dispositifs de transfert doivent être réglés en fonction du temps et/ou des besoins.
- e) humidification et déshumidification: le réglage des dispositifs d'humidification et de déshumidification doit permettre un paramétrage séparé des valeurs de consigne de l'humidification et de la déshumidification. L'humidité de la pièce du bâtiment (dans ce cas, celle de l'air évacué) doit généralement être utilisée comme paramètre de contrôle.

## **1.10 Dispositifs de mesure**

Afin de pouvoir déterminer les données relatives à la consommation nécessaires à l'établissement du certificat de performance énergétique visé au chapitre 5.1.4, il faut prévoir les dispositifs de mesure appropriés.

Il est recommandé d'installer des compteurs supplémentaires pour effectuer un mesurage individuel des différentes consommations pour les systèmes techniques tels que l'éclairage, la ventilation, l'approvisionnement en froid et les consommateurs d'énergie individuels importants. Outre une évaluation différenciée de la performance, il est ainsi possible de procéder à un suivi et une optimisation du comportement en service.

## **1.11 Dispositifs de charge pour voitures électriques ou hybrides rechargeables**

Pour les bâtiments fonctionnels, les emplacements de stationnement intérieurs et les emplacements extérieurs doivent être conçus et équipés de manière à pouvoir accueillir ultérieurement un dispositif de charge pour véhicules électriques ou hybrides rechargeables.

Un emplacement de stationnement sur quatre, mais au moins un emplacement de stationnement si le nombre d'emplacements est inférieur à quatre, doit disposer d'un précâblage approprié ou de deux conduits selon le concept de câblage prévu. Un de ces conduits devra pouvoir accueillir ultérieurement un câble électrique menant au tableau de distribution principal et l'autre conduit devra pouvoir accueillir un câble pour la transmission de données menant vers l'armoire de comptage ou vers l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge.

Un précâblage ou un conduit supplémentaire pour la pose d'un câble pour la transmission de données est à prévoir entre le point de terminaison d'un opérateur de réseau de communication public et le tableau de distribution principal respectivement l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge.

Selon le concept de câblage choisi, le tableau de distribution principal ou, le cas échéant, les tableaux de départs individuels doivent disposer d'un espace libre afin de pouvoir accueillir ultérieurement des appareils de protection supplémentaires pour le raccordement des dispositifs de charge.

Pour les bâtiments fonctionnels pour lesquels le nombre d'emplacements de stationnement est supérieur à dix et inférieur ou égal à vingt, au moins un emplacement de stationnement doit disposer d'un point de charge.

Pour les bâtiments fonctionnels pour lesquels le nombre d'emplacements de stationnement est supérieur à vingt, au moins trois emplacements de stationnement sur vingt doivent disposer d'un point de charge.

Pour les bâtiments fonctionnels pour lesquels le nombre d'emplacements de stationnement est supérieur à vingt emplacements, un système de gestion intelligente de charge doit être installé. Ce système gère l'ensemble des points de charge derrière un même point de raccordement de façon à limiter le prélèvement simultané de puissance à une valeur qui ne peut pas dépasser la capacité mise à disposition par le gestionnaire de réseau au point de raccordement et doit être capable d'intégrer un nombre de points de charge équivalent au moins au nombre de points de charge obligatoires, tel que défini par le présent règlement.

Le nombre total de points de charge obligatoires pour un bâtiment fonctionnel est limité à 25 points de charge.

## 1.12 Dispositifs techniques pour les installations photovoltaïques

Les bâtiments fonctionnels sont équipés d'un conduit pouvant accueillir ultérieurement un câblage électrique adapté pour une installation photovoltaïque

- entre chaque surface de toiture techniquement exploitable et l'endroit pouvant potentiellement accueillir les onduleurs d'une telle installation ;
- entre l'endroit prémentionné et le tableau de distribution principal respectivement l'armoire de comptage.

## 1.13 Systèmes d'automatisation et de contrôle

Les bâtiments fonctionnels ayant des systèmes de chauffage, des systèmes de chauffage et de ventilation, des systèmes de climatisation ou des systèmes de climatisation et de ventilation des locaux combinés d'une puissance nominale utile  $P_{ch,cl,sac}$ , supérieure à la valeur applicable telle que définie dans le tableau 15 ci-dessous, sont équipés de systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments.

Les systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments sont capables :

- a) de suivre, d'enregistrer et d'analyser en continu la consommation énergétique et de permettre de l'ajuster en continu ; une analyse au moins mensuelle des données enregistrées est à réaliser (monitoring énergétique) ;
- b) de situer l'efficacité énergétique du bâtiment par rapport à des valeurs de référence (benchmark), de détecter les pertes d'efficacité des systèmes techniques du bâtiment et d'informer la personne responsable des installations ou de la gérance technique du bâtiment des possibilités d'amélioration de l'efficacité énergétique ; une analyse benchmark est à réaliser au moins annuellement (comparaison des valeurs annuelles) ;
- c) de permettre la communication avec les systèmes techniques de bâtiment connectés et d'autres appareils à l'intérieur du bâtiment et d'être interopérables avec des systèmes techniques de bâtiment impliquant différents types de technologies brevetées, de dispositifs et de fabricants.

	Puissance nominale utile $P_{ch,cl,sac}$ en kW	Puissance nominale utile $P_{ch,cl,sac}$ en kW
Type de bâtiment	à partir du 01.01.2021	à partir du 01.01.2022
bâtiment neuf	> 200	> 100
bâtiment existant	> 290	> 100

Tableau 15 - Valeurs limites de puissance nominale d'un système de chauffage ou d'un système de climatisation à partir desquelles un système d'automatisation et de contrôle est obligatoire

où :

$P_{ch,cl,sac}$  kW puissance nominale utile maximale en froid ou en chaleur au-dessus de laquelle un système d'automatisation et de contrôle est obligatoire

Les données relevées et enregistrées par ces systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments sont à évaluer au minimum sur base mensuelle pour des besoins de monitoring énergétique.

La comparaison de la performance énergétique de bâtiments se fait avec des indicateurs de performance établis sur base annuelle.

## 2 EXIGENCES APPLICABLES AUX BÂTIMENTS FONCTIONNELS

Les exigences applicables aux bâtiments fonctionnels sont définies sur la base de la méthode du bâtiment de référence. À cette fin, il y a lieu de calculer le comportement énergétique du bâtiment à évaluer avec son cubage et les propriétés liées à son utilisation, mais en utilisant les équipements de référence définis au chapitre 2.4. Les valeurs spécifiques ainsi obtenues sont désignées comme étant les valeurs spécifiques de référence et servent de base à la définition du niveau d'exigences.

### 2.1 Bilan énergétique

La figure 2 représente le schéma du bilan énergétique des bâtiments fonctionnels. Selon les niveaux du bilan énergétique on distingue :

- énergie utile ;
- énergie finale ;
- énergie primaire.

Une distinction est établie entre les différentes dépenses énergétiques pour les systèmes techniques :

- chauffage ;
- eau chaude sanitaire ;
- éclairage ;
- ventilation ;
- froid ;
- humidification par la vapeur ;
- énergie auxiliaire.

Le calcul du besoin en énergie primaire doit être réalisé conformément au chapitre 6. Le calcul doit être réalisé pour toutes les parties d'un bâtiment pour lesquelles au moins un type de conditionnement est prévu selon la définition visée au chapitre 6.

Le bilan énergétique prend uniquement en considération les systèmes techniques visés au chapitre 6.

Le volume de bilan du bâtiment pour l'établissement du bilan énergétique est défini par les surfaces extérieures des éléments de construction qui englobent les surfaces conditionnées se trouvant à l'intérieur du bâtiment. Outre les zones normalement chauffées et/ou refroidies, cette méthode permet, entre autres, de tenir compte d'une éventuelle dépense énergétique dans des garages sous-sols non chauffés, pour l'éclairage et/ou la ventilation, sans prendre toutefois en considération l'éclairage extérieur d'un bâtiment ou le chauffage de la rampe d'un garage/parking souterrain.

Afin de déterminer les valeurs spécifiques, les besoins énergétiques calculés sont rapportés à la surface de référence énergétique  $A_n$  conformément au chapitre 6.2.

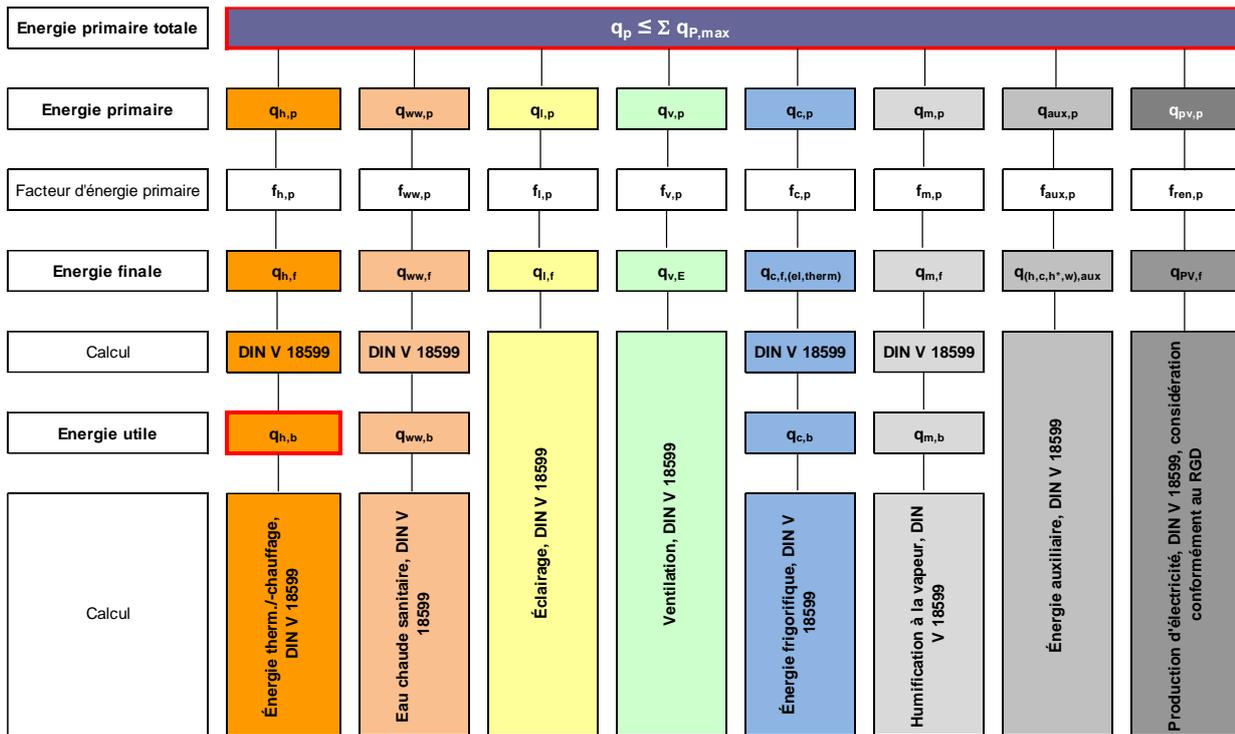


Figure 2 - Schéma du bilan énergétique des bâtiments fonctionnels

Le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment à évaluer est la somme des besoins en énergie primaire de tous les systèmes techniques.

$$q_p = q_{h,p} + q_{ww,p} + q_{l,p} + q_{v,p} + q_{c,p} + q_{m,p} + q_{aux,p} - q_{ren,p}$$

où :

$q_p$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment
$q_{h,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air conformément au chapitre 6.10
$q_{ww,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.11
$q_{l,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire éclairage conformément au chapitre 6.15
$q_{v,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire ventilation conformément au chapitre 6.16
$q_{c,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire froid pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement des centrales de traitement d'air conformément au chapitre 6.14
$q_{m,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire, humidification à la vapeur conformément au chapitre 6.13
$q_{aux,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire énergie auxiliaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air, pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air, pour l'humidification, la préparation d'eau chaude sanitaire et l'éclairage conformément au chapitre 6.17
$q_{ren,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	l'économie spécifique en énergie primaire pour l'énergie électrique autoconsommée par an, produite par une installation photovoltaïque, une éolienne et/ou une cogénération, conformément au chapitre 6.18.10.3

Pour le calcul, il faut appliquer les conditions générales d'utilisation visées au chapitre 6.8. Le zonage du bâtiment doit être effectué conformément au chapitre 6.9. Les données climatiques visées au chapitre 6.7 sont utilisées.

Les bilans énergétiques peuvent être réalisés sur la base des méthodes simplifiées visées aux chapitres 6.20 et 6.21.

## 2.2 Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire

Le besoin spécifique total en énergie primaire  $q_p$  du bâtiment considéré ne doit pas dépasser la valeur maximale  $q_{p,max}$  déterminée conformément au chapitre 2.4 sur la base du bâtiment de référence.

$$q_p \leq q_{p,max} + \Delta q_{p,2021/2023}$$

avec :

$$\text{jusqu'au 31/12/2022 inclus : } \Delta q_{p,2021/2023} = q_{ww,b} \cdot 0,6 + q_{h,b} \cdot 0,62$$

$$\text{à partir du 1/01/2023 : } \Delta q_{p,2021/2023} = 0$$

où :

$q_p$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment visé au chapitre 2.1
$q_{p,max}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire visée au chapitre 2.4
$\Delta q_{p,2021/2023}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur de correction pour le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment afin de compenser l'effet de la modification de l'installation de production de chaleur de référence visée au chapitre 2.4 pendant la phase transitoire de deux ans (pompe à chaleur air/eau comme installation de référence pour la production de chaleur et d'eau chaude sanitaire, contre une chaudière à condensation au gaz naturel dans la réglementation en vigueur jusqu'au 31/12/2020)
$q_{ww,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en chaleur de chauffage pour la production d'eau chaude sanitaire du bâtiment conformément à la norme DIN V 18599-8
$q_{h,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en chaleur de chauffage du bâtiment visé au chapitre 6.10

### 2.3 Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage

Le besoin spécifique en chaleur de chauffage  $q_{h,b}$  du bâtiment considéré ne doit pas dépasser la valeur maximale  $q_{h,b,max}$  déterminée conformément aux chapitres 2.4 et 6.10 sur base du bâtiment de référence.

$$q_{h,b} \leq q_{h,b,max}$$

où :

$q_{h,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en chaleur de chauffage du bâtiment visé au chapitre 6.10
$q_{h,b,max}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage visée au chapitre 2.4

### 2.4 Bâtiment de référence

Le bâtiment de référence est identique au bâtiment à certifier en termes d'utilisation, de cubage et d'orientation. Sans préjudice de la planification respectivement de l'exécution concrète, les exécutions de référence déterminées dans le calcul sont adoptées pour les points suivants :

- étanchéité à l'air du bâtiment ;
- coefficients de transmission thermique ;
- facteur de transmission énergétique total ;
- facteur de transmission lumineuse du vitrage ;
- facteur d'éclairement à la lumière naturelle avec protections solaires et/ou écran pare-soleil ;
- type d'éclairage et réglage ;
- générateur de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire ;
- traitement d'air des locaux ;
- production de froid ;
- énergie électrique autoconsommée d'une installation photovoltaïque.

Les exécutions de référence sont définies dans le tableau 16. Toutes les conditions générales qui n'y sont pas décrites sont appliquées dans le bâtiment de référence comme dans le bâtiment à évaluer. Si les méthodes simplifiées visées au chapitre 6.20 sont utilisées pour le calcul du bâtiment à évaluer, il faut également les appliquer dans le bâtiment de référence. Le bâtiment de référence doit toujours être calculé avec les valeurs standard visées au chapitre 6.21.

Si, dans le cadre d'une méthode d'évaluation telle que prévue au chapitre 6, plusieurs procédures d'évaluation sont disponibles pour l'évaluation d'un système technique, il faut appliquer la même procédure dans le bâtiment de référence que celle utilisée dans le bâtiment à évaluer.

La subdivision du bâtiment de référence en ce qui concerne l'utilisation et le zonage doit correspondre à celle du bâtiment à évaluer. Lors de la subdivision concernant les installations techniques et l'éclairage à la lumière naturelle, des différences, qui peuvent être dues à l'exécution technique du bâtiment à construire, sont admises.

Le calcul de la valeur de référence du besoin spécifique total en énergie primaire  $q_{p,ref}$  doit être réalisé conformément aux règles du chapitre 2.1 en utilisant les équipements de référence visés au tableau 16.

$$q_{p,ref} = q_{h,p,ref} + q_{ww,p,ref} + q_{l,p,ref} + q_{v,p,ref} + q_{c,p,ref} + q_{m,p,ref} + q_{aux,p,ref} - q_{ren,p,ref}$$

où :

$q_{p,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique total en énergie primaire pour le bâtiment de référence (valeur spécifique de référence)
$q_{x,p,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système technique x tel que prévu au chapitre 2.1 en tenant compte de l'équipement de référence (valeur spécifique de référence)
$q_{ren,p,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est l'économie spécifique en énergie primaire pour l'énergie électrique autoconsommée produite par une installation photovoltaïque du bâtiment de référence tel que prévu au chapitre 2.4 en tenant compte de l'équipement de référence (valeur spécifique de référence) conformément au chapitre 6.18.10.3

La valeur maximale du besoin spécifique total en énergie primaire  $q_{p,max}$  est obtenue en tenant compte des facteurs d'efficacité de chaque système technique comme suit:

$$q_{p,max} = q_{p,ref}$$

où :

$q_{p,max}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire
-------------	------------------------	--

Le calcul de la valeur de référence du besoin spécifique en chaleur de chauffage  $q_{h,b,ref}$  doit être réalisé conformément au chapitre 6.10 en utilisant les équipements de référence visés au tableau 16.

La valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage  $q_{h,b,max}$  correspond à la valeur spécifique de référence du besoin en chaleur de chauffage  $q_{h,b,ref}$  :

$$q_{h,b,max} = q_{h,b,ref}$$

où :

$q_{h,b,max}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage
---------------	------------------------	--

N°	Système	Pro-priété	Valeur de référence (unité de mesure)	
			Température intérieure moyenne >18 °C conformément au chapitre 1.1, paragraphe 7)	Température intérieure moyenne comprise entre 12 et 18 °C selon chapitre 1.1, paragraphe 6)
1	Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	Valeur U W/(m <sup>2</sup> K)	0,140	0,200
2	Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	Valeur U W/(m <sup>2</sup> K)	0,120	0,170
3	Éléments de construction en contact avec le sol <sup>5</sup> ou des zones non chauffées	Valeur U W/(m <sup>2</sup> K)	0,175	0,250
4	Bandes d'éclairage naturel, coupes d'éclairage naturel	$U_w$ W/(m <sup>2</sup> K)	1,60	2,31

<sup>5</sup> Dans le cas du calcul des composants touchés par la terre conformément à la norme EN 13370 dans le bâtiment à évaluer, le calcul pour le bâtiment de référence est effectué avec une valeur  $F_x$  de 0,8 conformément aux règles de calcul de la norme DIN V 18599-2, chapitre 6.1.4.2. en cas de chauffage et refroidissement

		$g_{\perp}$	0,64	0,64
		$\tau_{D65}$	0,60	0,60
5	Fenêtres, portes-fenêtres et fenêtres de toit	$U_W$ W/(m²K)	0,84	1,21
		$g_{\perp}$	0,50	0,50
		$\tau_{D65}$	0,69	0,69
6	Portes extérieures ou portes donnant sur des locaux non chauffés	Valeur U W/(m²K)	1,30	1,88
7	Facteur de correction des ponts thermiques	$\Delta U_{WB}$	0,030 W/(m²K)	0,043 W/(m²K)
8	Étanchéité à l'air du bâtiment	$q_{E50} / n_{50}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour un bâtiment avec un volume brut <math>V_e \leq 1.500 \text{ m}^3</math> Pour des zones avec un nombre pertinent de portes sectionnelles<sup>6</sup> : <math>n_{50} = 0,84 \text{ 1/h}</math> pour toutes autres zones : <math>n_{50} = 0,60 \text{ 1/h}</math></li> <li>Pour un bâtiment avec un volume brut <math>V_e &gt; 1.500 \text{ m}^3</math> Pour des zones avec un nombre pertinent de portes sectionnelles<sup>6</sup> : <math>q_{E50} = 1,25 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)</math> pour toutes autres zones : <math>q_{E50} = 0,90 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)</math></li> <li>La valeur du bâtiment de référence correspond à la moyenne volumétrique.</li> </ul>	
9	Éclairage à la lumière naturelle avec protections solaires et/ou écrans pare-soleil	$C_{TL, Vers, SA}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune protection solaire ou écran : 0,70</li> <li>Utilisation d'écrans : 0,15</li> </ul>	
10	Dispositif de protection solaire	<p>Bilan énergétique général :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En cas d'utilisation d'un dispositif de protection solaire, il faut réaliser le calcul avec un facteur de transmission énergétique total <math>g_{tot}</math> selon l'équation suivante pour toutes les fenêtres et tenir compte d'une commande manuelle (symboles visés au chapitre 1.2).</li> </ul> $g_{tot, Ref} = \text{Min}(0,5; \frac{0,075 \cdot A_n}{\sum_i A_{Fe,(O,S,W),i} + 0,4 \cdot \sum_i A_{Fe,N,i} + 1,4 \cdot \sum_i A_{Fe,H,i}})$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Les dispositifs de protection solaire et les écrans doivent être calculés comme étant exécutés ensemble.</li> </ul> <p>Pour le calcul de la classe du besoin en chaleur de chauffage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dans le bâtiment à évaluer et dans le bâtiment de référence le facteur de transmission énergétique <math>g_{tot}</math> resp. <math>g_{tot,ref}</math> est à calculer sans incidence d'une protection solaire supplémentaire et ne prend en compte que le facteur de transmission énergétique du vitrage <math>g_{\perp}</math> du bâtiment à évaluer. Dans le bâtiment de référence, le facteur de transmission énergétique du vitrage <math>g_{tot,ref}</math> doit être celui du bâtiment à évaluer <math>g_{\perp}</math>. Les transmittances d'énergie suivantes s'appliquent :</li> <li><math>g_{tot} = g_{tot,ref} = g_{\perp,ref} = g_{\perp}</math></li> </ul>		
11	Système d'éclairage	<p>L'intensité de l'éclairage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Éclairage lumineux dans des zones d'utilisation 6 et 7 conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10 identique au bâtiment exécuté, cependant pas plus de 1000 lx; dans les autres cas conformément aux profils d'utilisation indiqués dans la norme DIN V 18599 - Partie 10.</li> </ul> <p>Type d'éclairage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>identique au bâtiment exécuté; dans le cas d'un éclairage indirect: direct/indirect</li> </ul> <p>Facteur de maintenance</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>identique au bâtiment évalué<sup>7</sup></li> </ul> <p>Système d'éclairage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode d'efficacité avec une efficacité lumineuse de <math>h_{Leuchte} = 110 \text{ lm/W}</math>; où <math>h_{Leuchte} = h_S \cdot h_{LB}</math></li> <li>La procédure de table et l'utilisation de valeurs de planification ne sont pas autorisées</li> </ul>		
12	Réglage de l'installation d'éclairage	<p>Contrôle de la présence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dans les zones d'utilisation 4, 16, 18, 19, 20, 31, 32, 39 avec détecteur de présence</li> </ul>		

<sup>6</sup> le nombre pertinent de portes sectionnelles est atteint si le ratio ( $f_{Tor}$ ) de la surface de porte sectionnelle par rapport à la surface de façade de cette zone est  $\geq 20 \%$  ( $f_{Tor} = \text{Surface de porte sectionnelle de la zone} / \text{surface de façade de la zone}$ )

<sup>7</sup> Pour le calcul selon DIN V 18599-4, un facteur de maintenance de 0,80 doit être utilisé pour toutes les utilisations. Par dérogation à cette règle, un facteur de maintenance de 0,67 doit être utilisé pour les utilisations 22.1 à 22.3.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour tous les autres usages : manuel</li> </ul> <p>Contrôle d'éclairage constant / asservi à la lumière du jour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans les zones d'utilisation 22.1 à 22.3: Commande d'éclairage constant selon DIN V 18599-4, section 5.4.6</li> <li>• En outre, dans les zones d'utilisation 1 à 4, 8, 12 : régulation en fonction de la lumière du jour, mode de régulation « faire varier l'intensité de lumière, ne pas déconnecter » selon DIN V 18599-4, section 5.5.4 (avec régulation de l'éclairage constant)</li> <li>• Pour tous les autres usages : manuel</li> </ul>
13	Chauffage Installation de production de chaleur	<p>Générateur de chaleur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompe à chaleur air/eau, conformément à la norme DIN18599-5.</li> </ul>
14	Chauffage Distribution de chaleur	<p>Chauffage des locaux dans le cas d'un appareil de traitement d'air central :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour le cas de référence, il faut supposer les mêmes longueurs et les mêmes emplacements des conduites que ceux du bâtiment à évaluer</li> <li>• Réseau à deux tuyaux, tuyaux de distribution dans la zone non chauffée, conduites montantes et de raccordement à l'intérieur</li> <li>• Température du système 60/40 °C pour un chauffage statique</li> <li>• Différence de pression <math>\Delta p</math> constante</li> <li>• Pompe conçue sur demande, pas de trop-plein disponible, équilibrée hydrauliquement avec alimentation du régulateur de débit jusqu'à 8 radiateurs, aucune adaptation de la température de départ, aucune limitation de la température de retour, pas de fonctionnement intermittent</li> <li>• Autres valeurs caractéristiques de série selon DIN V 18599-5</li> <li>• Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales</li> <li>• Température du système 50/45 °C pour les groupes de ventilation</li> </ul>
15	Chauffage Transmission de chaleur	<p>Pour un chauffage statique et une hauteur de zone moyenne <math>\leq 4,0</math> m :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surfaces chauffantes libres contre le mur extérieur</li> <li>• Régulateur proportionnel</li> <li>• Pas d'opération intermittente</li> <li>• Aucune énergie auxiliaire</li> <li>• Température du système 60/40 °C</li> <li>• Autres caractéristiques comme valeur par défaut selon DIN V 18599-5</li> </ul> <p>Pour un chauffage statique et une hauteur de zone moyenne <math>&gt; 4,0</math> m :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plafonds rayonnants à eau chaude ; exécution améliorée</li> <li>• Régulateur proportionnel</li> <li>• Aucune énergie auxiliaire</li> <li>• Température du système 60/40 °C</li> <li>• Autres caractéristiques comme valeur par défaut selon DIN V 18599-5</li> </ul> <p>Pour un système décentralisé / chauffage de hall :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réchauffeur d'air décentralisé</li> <li>• Fonctionnement sans condensation</li> <li>• Source d'énergie gaz naturel</li> <li>• Régulation de performance</li> <li>• Régulateur proportionnel</li> <li>• Transfert de chaleur : Ventilateur centrifuge avec sortie latérale sans retour d'air chaud</li> </ul>
16	Eau chaude sanitaire Système centralisé	<p>Installation de production de chaleur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompe à chaleur air/eau pour la production d'ECS jusqu'à 55 °C et post-chauffe avec chauffe-eau électrique instantané</li> </ul> <p>Stockage de chaleur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réservoir chauffé indirectement (droit)</li> <li>• Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique</li> </ul> <p>Distribution de chaleur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuyaux de distribution dans la zone non chauffée, colonnes montantes et tuyaux de raccordement à l'intérieur</li> <li>• Pour le cas de référence, la longueur de la conduite doit être supposée identique à celle du bâtiment à évaluer</li> <li>• Pompe régulée et conçue selon les besoins</li> <li>• Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales</li> <li>• Autres valeurs caractéristiques de série selon DIN V 18599-5</li> </ul>
17	Eau chaude sanitaire Système décentralisé	<p>Pour les bâtiments avec un besoin en ECS <math>&lt; 20</math> kWh/m<sup>2</sup>/a</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chauffe-eau électrique instantané, direct</li> <li>• Un appareil par surface de référence énergétique de 200 m<sup>2</sup>, mais au moins 2 appareils ; longueur de conduite 4 m par appareil</li> </ul> <p>Pour des bâtiments avec un besoin en ECS <math>\geq 20</math> kWh/m<sup>2</sup>/a</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comme les générateurs d'ECS système centralisé (position 16)</li> </ul>
19	Traitement d'air des locaux	Type de ventilation :

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour toutes les zones chauffées avec une température ambiante réglée supérieure à 18 °C : système de ventilation avec récupération de chaleur</li> <li>• Pour toutes les autres zones : comme pour le bâtiment à construire</li> </ul> <p>Quantités d'air extérieur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit d'air extérieur selon les conditions d'utilisation de la partie 10 de la norme DIN V 18599. Dans les zones d'utilisation 4, 8, 9, 12, 13, 23, 24, 35, 37 et 40 conformément au tableau 5 de la norme DIN V 18599-10, un réglage du débit d'air des systèmes de ventilation en fonction de la demande selon la catégorie IDA-C6 de la DIN V 18599-7, section 5.8.1 est inclus.</li> </ul> <p>Calcul de la classe du besoin en chaleur de chauffage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En cas de prise en compte d'un système de ventilation mécanique, l'augmentation de température due au courant requis du ventilateur d'alimentation d'air <math>\Delta\theta_{SUP}</math> dans le bâtiment de référence et dans le bâtiment à évaluer doit être évaluée à 1,0 K.</li> </ul>
19	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée et de reprise d'air sans fonction de post-chauffage et de refroidissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• puissance absorbée spécifique ventilateur<sup>8</sup> d'amenée d'air et du ventilateur de reprise d'air: <math>P_{SFP} = 1,85 \text{ kW} / (\text{m}^3 / \text{s})</math></li> <li>• Les suppléments conformes à la norme EN 16798-3 : 2017 (tableau 15) ne peuvent être pris en compte que dans le cas des filtres HEPA, des filtres à gaz et / ou de la classe de récupération de chaleur H1.</li> <li>• Taux de changement de température de la récupération de chaleur = 0,73, rapport de pression = 0,4</li> <li>• Passage des gaines d'air : à l'intérieur du bâtiment</li> </ul>
20	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée et de reprise d'air avec régulation du conditionnement d'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• puissance absorbée spécifique du ventilateur d'amenée d'air et du ventilateur de reprise d'air: <math>P_{SFP} = 2,11 \text{ kW} / (\text{m}^3 / \text{s})</math></li> <li>• Les suppléments selon EN 16798-3 : 2017 (tableau 15) ne peuvent être comptés que dans le cas des filtres HEPA, des filtres à gaz et / ou des classes de récupération de chaleur H1.</li> <li>• taux de changement de température = 0,73<sup>9</sup>, température de l'air soufflé = 21 °C; Rapport de pression = 0,4</li> <li>• Passage des gaines d'air : à l'intérieur du bâtiment.</li> </ul>
21	Traitement d'air des locaux Humidification de l'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour le cas de référence, il faut adopter la même installation d'humidification de l'air que celle du bâtiment à évaluer.</li> </ul>
22	Refroidissement des locaux/ Refroidissement par traitement d'air	<p>Refroidissement des locaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilateur-convecteur avec batterie d'eau froide,</li> <li>• Régime de températures de l'eau froide : 8/14 °C</li> </ul> <p>Refroidissement par traitement d'air :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refroidisseur d'air central</li> <li>• Régime de températures de l'eau froide : 8/14 °C</li> </ul>
23	Production de froid	<p>Générateur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresseur à piston/spirale (« scroll »)</li> <li>• Réglable sur plusieurs niveaux</li> <li>• Réfrigérant R134a</li> <li>• Refroidi par eau - Refroidisseur à sec</li> <li>• Température d'entrée de l'eau de refroidissement : constante</li> <li>• Régime de températures de l'eau froide : 8/14 °C</li> <li>• Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique</li> <li>• Refroidissement en freecooling avec l'unité de refroidissement en mode parallèle</li> <li>• Pas de stockage à froid, ou de stockage de petite taille ou intégré à la machine</li> </ul>
24	Distribution de froid	Consommation d'énergie électrique de la distribution = Cas 2, $f_{Nutz}$ conformément au tableau 16 de la norme DIN V 18599-7
25	Automatisation du bâtiment	Classe C selon DIN V 18599-11

<sup>8</sup> Le SFP doit être déterminé dans les conditions limites suivantes : des filtres propres, sans dérivation de la récupération de chaleur, au débit volumétrique de conception.

<sup>9</sup> Si d'autres valeurs caractéristiques du taux de variation de température que celles spécifiées dans le tableau 9 de la norme DIN V 18599-7 sont prises en compte dans le calcul, la preuve du degré de variation de température utilisé conformément aux spécifications du tableau 9 de la norme DIN V 18599-7 : 2018-09 est à joindre au calcul.

26	Facteurs de vecteurs énergétiques	<p>Pour le calcul</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• du besoin total en énergie primaire</li> <li>• de la valeur spécifique d'émissions totales de CO<sub>2</sub></li> <li>• du besoin pondéré en énergie finale</li> <li>• les valeurs suivantes sont adoptées pour le bâtiment de référence:</li> </ul> <table border="1" data-bbox="678 309 1385 421"> <thead> <tr> <th></th> <th>Chaleur</th> <th>Électricité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Facteur d'énergie primaire <math>f_p</math></td> <td>1,12</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Facteur env. <math>f_{CO_2}</math></td> <td>0,246</td> <td>0,367</td> </tr> <tr> <td>Facteur d'économie <math>f_j</math></td> <td>1,0</td> <td>3,2</td> </tr> </tbody> </table>		Chaleur	Électricité	Facteur d'énergie primaire $f_p$	1,12	1,5	Facteur env. $f_{CO_2}$	0,246	0,367	Facteur d'économie $f_j$	1,0	3,2
	Chaleur	Électricité												
Facteur d'énergie primaire $f_p$	1,12	1,5												
Facteur env. $f_{CO_2}$	0,246	0,367												
Facteur d'économie $f_j$	1,0	3,2												
27	Énergie renouvelable	<p>Système photovoltaïque :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puissance installée <math>P_{pk} = 57 \text{ W/m}^2</math> Surface de la toiture (somme de la surface constitutive de l'enveloppe thermique du bâtiment appartenant à la catégorie de la toiture)</li> <li>• Orientation de l'installation = sud</li> <li>• Angle d'inclinaison des modules = 35°</li> <li>• Facteur de puissance du système <math>f_{P_{eff}} = 0,75</math></li> <li>• Facteur de dégradation pour la détermination de la puissance maximale moyenne <math>P_{pk,m} = 0,9</math></li> <li>• Pas de stockage d'énergie (batterie)</li> <li>• Autoconsommation de l'électricité produite conformément au chapitre 6.18.</li> </ul>												

Tableau 16 - Exécutions de référence du bâtiment de référence

## 2.5 Affectation aux catégories de bâtiments

En ce qui concerne les bâtiments fonctionnels, on distingue les catégories de bâtiments suivantes :

- a) bâtiments de bureaux ;
- b) jardins d'enfants et garderies ;
- c) écoles supérieures et universités ;
- d) hôpitaux ;
- e) centres de soins et maisons de retraite ;
- f) pensions ;
- g) hôtels ;
- h) restaurants ;
- i) centres de manifestations ;
- j) salles de sport ;
- k) piscines ;
- l) établissements commerciaux ;
- m) autres bâtiments conditionnés.

L'affectation d'un bâtiment à l'une des catégories susmentionnées doit être effectuée en fonction de l'utilisation principale.

### 3 RÉPARTITION EN CLASSES DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

En vue d'évaluer la qualité énergétique d'un bâtiment fonctionnel, les dépenses énergétiques du bâtiment sont comparées aux valeurs spécifiques de référence. Dans le cadre de l'évaluation énergétique pour représenter la performance énergétique, différentes échelles d'évaluation sont établies selon le besoin énergétique calculé ou la consommation énergétique mesurée car les évaluations englobent différents systèmes techniques et les valeurs spécifiques ne sont donc pas comparables.

#### 3.1 Classification sur la base du besoin énergétique calculé

En vue d'évaluer et de documenter le besoin énergétique calculé d'un bâtiment fonctionnel, une répartition en classes de performance énergétique est réalisée. Les limites des classes sont déterminées individuellement pour chaque bâtiment en se rapportant au bâtiment de référence conformément au chapitre 2.4, c'est-à-dire que le cubage respectif et la situation d'utilisation respective sont pris en considération. Le bâtiment de référence constitue la limite supérieure de la classe D. Les limites des autres classes sont obtenues en pourcentages à partir de la valeur spécifique du bâtiment de référence conformément à la figure 3.

Classe de performance énergétique	Classe A+	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe H	Classe I
Besoin total en énergie primaire	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %
Valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub>	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %
Besoin en chaleur de chauffage	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %
Besoin en énergie primaire Chauffage	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %
Besoin en énergie primaire Froid	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %
Besoin en énergie primaire Ventilation	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %
Besoin en énergie primaire Éclairage	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %
Besoin pondéré en énergie finale	≤ 90 %	≤ 100 %	≤ 120 %	≤ 150 %	≤ 190 %	≤ 260 %	≤ 380 %	≤ 530%	≤ 700 %	> 700 %

Figure 3 - Définition des limites des classes de performance énergétique en pourcentage de la valeur spécifique de référence

L'intégration dans une classe de performance énergétique est effectuée au moyen de l'indice du besoin  $B_{index,x}$  de la grandeur  $x$  à évaluer. L'indice du besoin respectif est déterminé en rapportant la valeur spécifique d'énergie du bâtiment à évaluer à la valeur spécifique d'énergie équivalente du bâtiment de référence (valeur spécifique de référence), exprimé en pourcentage.

$$B_{index,x} = \frac{q_x}{q_{x,ref}} \cdot 100\%$$

où :

$B_{index,x}$	-	est l'indice du besoin pour la grandeur $x$
$q_x$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'énergie du bâtiment à évaluer pour la grandeur $x$
$q_{x,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'énergie du bâtiment de référence pour la grandeur $x$ (valeur spécifique de référence)

Une classification du besoin énergétique total d'un bâtiment fonctionnel est à réaliser pour le besoin total en énergie primaire  $q_p$  et pour la valeur spécifique des émissions totales de CO<sub>2</sub>  $q_{CO_2}$  d'un bâtiment fonctionnel. En outre, il y a lieu de classer par niveau de valeurs spécifiques partielles les systèmes techniques  $x$  suivants selon le même schéma :

$q_{h,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en chaleur de chauffage visé au chapitre 6.10
$q_{h,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air conformément au chapitre 6.10
$q_{l,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire éclairage conformément au chapitre 6.15
$q_{v,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire ventilation conformément au chapitre 6.16
$q_{c,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air conformément au chapitre 6.14

Le calcul des valeurs spécifiques d'émissions de CO<sub>2</sub> du bâtiment est effectué conformément au chapitre 6.22. Pour déterminer les valeurs spécifiques d'émissions du bâtiment de référence, il faut appliquer les conditions générales visées au chapitre 2.4.

### 3.2 Classification sur la base du besoin pondéré en énergie finale

La classification sur la base du besoin pondéré en énergie finale est indiquée sous la forme de la classe d'économie. La classe d'économie est déterminée à partir de l'indice  $K_{index}$  en utilisant les limites de classes visées à la figure 3. L'indice d'économie correspond au pourcentage du besoin pondéré en énergie finale du bâtiment à évaluer se rapportant au besoin pondéré en énergie finale du bâtiment de référence.

$$K_{index} = \frac{Q_{f,k}}{Q_{f,k,ref}} \cdot 100\%$$

où :

$K_{index}$	[-]	est l'indice d'économie pour le bâtiment à évaluer
$Q_{f,k}$	kWh/a	est le besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment à évaluer
$Q_{f,k,ref}$	kWh/a	est le besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment de référence

Le besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment à évaluer et pour le bâtiment de référence sont obtenus en multipliant le besoin annuel calculé en énergie finale par le facteur d'économie moyen correspondant pour toutes les sources d'énergie utilisées et en additionnant tous ces produits.

$$Q_{f,k} = \sum_x (Q_{f,x} \cdot f_{j,x})$$

$$Q_{f,k,ref} = \sum_x (Q_{f,ref,x} \cdot f_{j,x})$$

où :

$Q_{f,k}$	kWh/a	est le besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment à évaluer
$Q_{f,k,ref}$	kWh/a	est le besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment de référence
$Q_{f,x}$	kWh/a	est le besoin annuel en énergie finale pour la source d'énergie x du bâtiment à évaluer, calculé conformément au chapitre 6
$Q_{f,ref,x}$	kWh/a	est le besoin annuel en énergie finale pour la source d'énergie x du bâtiment de référence, calculé conformément au chapitre 2.4
$f_{j,x}$	-	est le facteur d'économie moyen pour la source d'énergie x

Les facteurs d'économie moyens pour les sources d'énergie sont publiés par le ministre.

## 4 CONTENU DU CALCUL DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Le calcul de performance énergétique atteste le respect des exigences minimales et des exigences relatives au besoin spécifique en énergie primaire et au besoin spécifique en énergie pour le chauffage. Il doit contenir les indications suivantes.

### 4.1 Informations générales

- désignation du bâtiment évalué;
- date d'établissement;
- nom et adresse actuelle du maître d'ouvrage;
- nom et adresse de l'architecte;
- nom et adresse de l'expert ayant établi le calcul de performance énergétique;
- date prévue pour le début des travaux et durée de construction;
- signature de l'expert ayant établi le calcul de performance énergétique.

### 4.2 Indications concernant le bâtiment

- surface de référence énergétique  $A_n$  [m<sup>2</sup>] conformément au chapitre 6.2;
- volume conditionné brut  $V_e$  [m<sup>3</sup>] conformément au chapitre 6.4;
- surface de l'enveloppe thermique  $A$  [m<sup>2</sup>] conformément au chapitre 6.3;
- rapport  $A/V_e$  [1/m] conformément au chapitre 6.6;
- plans de construction (plans, coupes et vues des façades, avec indication des niveaux d'isolation et d'étanchéité à l'air);
- catégorie de bâtiment conformément au chapitre 2.5;
- zones du bâtiment avec indication de l'utilisation respective, de l'utilisation standard affectée et de la surface de plancher nette des zones conformément au chapitre 6.8;
- part de la surface de référence énergétique  $A_n$  ventilée mécaniquement;
- part de la surface de référence énergétique  $A_n$  refroidie.

### 4.3 Respect des exigences relatives à la valeur spécifique du besoin en énergie primaire et à la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage

Pour attester le respect des exigences relatives au besoin spécifique total en énergie primaire et au besoin spécifique en chaleur de chauffage, les valeurs réelles

- du besoin spécifique en chaleur de chauffage  $q_{n,b}$  visé au chapitre 6.10 ;
- du besoin spécifique total en énergie primaire  $q_p$  visé au chapitre 2.1 ;

doivent être comparées aux valeurs maximales respectives visées aux chapitres 2.2 et 2.3.

Indications supplémentaires :

- indications précisant pour quels systèmes techniques des systèmes alternatifs d'approvisionnement en énergie sont utilisés.

Si des valeurs ou des facteurs qui s'écartent des valeurs standard ou des valeurs des tableaux fournis dans le présent document sont utilisés, il faut en apporter les preuves de calcul, par des données du fabricant ou par des certificats et les joindre au calcul de performance énergétique.

### 4.4 Respect des exigences minimales

Le respect des exigences minimales doit être confirmé. Si les exigences minimales font l'objet d'exceptions, celles-ci doivent être indiquées et justifiées.

#### 4.4.1 Isolation thermique d'hiver

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.1 doit être confirmé. L'emplacement du niveau d'isolation doit être reporté sur les plans de construction conformément au chapitre 4.2.

#### **4.4.2 Protection thermique d'été**

Le respect des exigences minimales relatives à la protection thermique d'été visées au chapitre 1.2 doit être confirmé et le calcul des locaux critiques doit être fourni.

#### **4.4.3 Étanchéité à l'air du bâtiment**

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.3 doit être confirmé. L'emplacement du niveau d'étanchéité à l'air du bâtiment doit être reporté sur les plans de construction. La classe d'exigences correspondante visée au tableau 11 doit être indiquée.

#### **4.4.4 Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques**

Les mesures adoptées en vue d'éviter les ponts thermiques visées au chapitre 1.5 doivent être confirmées. Si un certificat d'équivalence au sens de la norme DIN 4108- Supplément 2 est établi, il doit être joint en annexe au certificat de performance énergétique visé à l'article 4, paragraphe 12.

#### **4.4.5 Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur et de froid et gaines de ventilation**

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.6 doit être confirmé.

#### **4.4.6 Accumulation de chaleur**

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.7 doit être confirmé.

#### **4.4.7 Centrales de traitement d'air**

Le respect des exigences minimales relatives à la valeur  $P_{SFP}$  visées au chapitre 1.8 doit être confirmé. Si le choix est porté sur la variante des exigences minimales relatives à la vitesse dans les gaines et au rendement du ventilateur, il faut confirmer le respect de ces exigences minimales.

#### **4.4.8 Systèmes de réglage**

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.9 doit être confirmé séparément selon chaque chapitre.

### **4.5 Documentation du calcul**

Il faut joindre en annexe au calcul de performance énergétique une documentation du calcul, telle que décrite ci-après, lorsque des exigences relatives au besoin spécifique total en énergie primaire visé au chapitre 2.2 et au besoin spécifique en chaleur de chauffage visé au chapitre 2.3 sont fixées, et lorsque leur respect doit être attesté par un calcul.

La documentation du calcul se divise en deux parties comprenant au minimum les données suivantes :

1. document de synthèse concernant le bâtiment: cette présentation abrégée permet de comparer les caractéristiques énergétiques et les résultats de calcul du bâtiment considéré à d'autres bâtiments, même lorsque ceux-ci présentent un nombre différent de zones et d'autres équipements techniques. À cette fin, les principaux paramètres de saisie et les résultats sont exprimés au niveau global du bâtiment. Il faut indiquer au minimum comme valeurs agrégées au niveau global du bâtiment, la géométrie du bâtiment, l'utilisation, le type et l'étendue du conditionnement, le besoin en énergie utile, les centrales de traitement d'air, les installations d'éclairage, les générateurs de vapeur ainsi que les installations de production de chaleur et de froid. En présence de plusieurs composants (par exemple : plusieurs installations de production de froid), ceux-ci doivent être agrégés en un système respectif. Lors de l'agrégation des installations de production, il faut distinguer entre les deux classes de vecteurs énergétiques suivantes :
  - l'électricité, c'est-à-dire l'énergie électrique et
  - la chaleur, c'est-à-dire les combustibles ainsi que les chauffages urbains.

Les valeurs spécifiques d'énergie sont toujours rapportées à la surface de référence énergétique  $A_n$ .

2. au niveau des composants: ce niveau permet d'interpréter le document de synthèse concernant le bâtiment et donne un aperçu des principaux composants énergétiques du bâtiment. À cette fin, les grandeurs caractéristiques des principaux composants du bâtiment doivent y figurer. Au minimum les grandeurs suivantes sont à indiquer :

- géométrie et données sur les matériaux de l'enveloppe thermique du bâtiment;
- nature, dimensions, conditionnement et système d'éclairage des zones;
- centrales de traitement d'air existantes en indiquant les fonctions relatives au traitement de l'air et le besoin en électricité des ventilateurs;
- besoin en énergie utile de chauffage et de refroidissement des systèmes de chauffage et de refroidissement statiques ainsi que des centrales de traitement d'air;
- pour les générateurs de vapeur, les installations de production de chaleur et de froid, les indications relatives au système utilisé, à la déperdition d'énergie utile du générateur, au rapport consommation/besoin de l'installation de production, au besoin en énergie finale et à la quantité d'énergie auxiliaire.

Lors de la représentation des installations de production et du besoin en énergie finale, il faut différencier entre les deux classes de vecteurs énergétiques suivants : électricité et chaleur. Les valeurs spécifiques d'énergie doivent être indiquées au niveau des composants et par rapport à chaque surface conditionnée du bâtiment, c'est-à-dire que les valeurs spécifiques relatives au besoin en énergie finale et en énergie utile de refroidissement doivent être établies en fonction de la surface refroidie. Il faut représenter sous forme graphique les valeurs spécifiques mensuelles d'énergie finale pour la production de chaleur, de froid et de vapeur comme la somme de toutes les installations de production correspondantes (par exemple : toutes les installations de production de froid) par rapport à la surface conditionnée correspondante.

## 5 CONTENU DU CERTIFICAT DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

### 5.1 Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel

Le certificat de performance énergétique établi sur base du besoin énergétique calculé doit contenir les informations et les indications suivantes.

#### 5.1.1 Informations requises sur chaque page

- date de d'établissement et durée de validité sous forme de la date d'expiration;
- numéro du certificat de performance énergétique et numéro d'identification de l'expert l'ayant établi.

#### 5.1.2 Informations générales

- désignation du bâtiment évalué;
- nom et adresse du propriétaire du bâtiment;
- nom et adresse de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique;
- motif de l'établissement du certificat de performance énergétique: demande du permis de construire, modification, extension, évaluation d'un bâtiment existant;
- date des deux échéances auxquelles une mise à jour du certificat de performance énergétique est nécessaire en ce qui concerne les données relatives à la consommation et au classement;
- signature de l'expert ayant établi le certificat;
- adresse du bâtiment concerné;
- indication où le propriétaire ou locataire peut obtenir des informations plus détaillées;
- mention « comme planifié » s'il s'agit d'un certificat de performance énergétique qui reflète la performance énergétique du bâtiment dans la phase de planification du bâtiment.

#### 5.1.3 Indications concernant le bâtiment

- catégorie du bâtiment conformément au chapitre 2.5;
- surface de référence énergétique  $A_n$  conformément au chapitre 6.2;
- zones du bâtiment avec l'indication de l'utilisation respective, de l'utilisation standard affectée et de la surface de plancher nette des zones conformément au chapitre 6.8 et représentation graphique de cette répartition;
- indication précisant si la zone est chauffée, climatisée, ventilée et/ou aérée;
- classification du besoin spécifique total en énergie primaire visé au chapitre 2.1 (classe de performance énergétique), du besoin pondéré en énergie finale visé au chapitre 3.2 (classe d'économie) et de la valeur spécifique d'émissions totales de CO<sub>2</sub> visée au chapitre 6.22 du bâtiment fonctionnel dans la classe de performance énergétique (classe A+ à I) visée au chapitre 3.1;
- représentation des valeurs annuelles des besoins en énergie primaire, finale et utile en kWh/(m<sup>2</sup>a) pour les systèmes techniques visés au chapitre 2.1 pour l'état réel et classement dans les classes de performance (classe A+ à I) visées au chapitre 3.1.
- valeur spécifique de consommation mesurée et estimée en énergie finale en kWh/m<sup>2</sup>a conformément au chapitre 5.1.4 (pour les constructions neuves, à insérer après 4 ans d'utilisation);
  - l'année de consommation;
  - le vecteur énergétique utilisé pour chaque installation de production d'énergie utile;
  - la quantité consommée et l'unité de livraison et/ou de consommation relative au vecteur énergétique;
  - les consommations mesurées avec considération des corrections selon le chapitre 5.1.4 en kWh/m<sup>2</sup>a pour les années de consommation prises en considération;
  - nom, adresse et signature de l'expert ayant inséré la valeur spécifique de consommation en énergie finale;
  - explications/remarques concernant les valeurs fournies, par exemple: influence des utilisations spéciales;
  - le cas échéant, recommandations conformément au chapitre 5.1.4.2.

### 5.1.4 Indications concernant la consommation mesurée en énergie finale du bâtiment

Pour un bâtiment existant le certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel selon le chapitre 5.1 est complété par la consommation énergétique mesurée et le cas échéant des recommandations de modernisation.

Lors de l'indication de la consommation énergétique mesurée, une distinction est faite entre électricité et chaleur. Par électricité on entend la consommation énergétique finale en énergie électrique pour les systèmes mentionnés au chapitre 7.1. Par chaleur on entend la consommation énergétique finale en combustibles ainsi que les chauffages urbains pour les systèmes mentionnés au chapitre 7.1.

Afin d'évaluer les consommations énergétiques mesurées pour l'électricité et la chaleur, il faut calculer la moyenne des valeurs spécifiques de consommation visées aux chapitres 7.6 et 7.7 des trois dernières années. Elles doivent être calculées à l'aide des équations suivantes :

$$e_{Vs} = \frac{\sum_{i=1}^3 e_{Vs,i}}{3} \quad \text{et} \quad e_{Vw} = \frac{\sum_{i=1}^3 e_{Vw,i}}{3}$$

où :

$e_{Vs}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la moyenne de la valeur spécifique de consommation électricité mesurée
$e_{Vw}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la moyenne de la valeur spécifique de consommation chaleur mesurée
$e_{Vs,i}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment conformément au chapitre 7.6 dans l'année i
$e_{Vw,i}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment conformément au chapitre 7.7 dans l'année i
i	-	est le nombre d'années qui doivent être prises en considération pour déterminer la valeur spécifique de consommation (3 ans)

La méthode pour le calcul du besoin en énergie ne prend pas en compte toutes les consommations du bâtiment, en particulier celles des utilisateurs. Pour cette raison, la consommation mesurée n'est pas comparable au besoin en énergie calculé selon le chapitre 6. Pour cette raison, une consommation estimative de référence est déterminée, qui consiste à estimer suivant le chapitre 7.1 la consommation totale en électricité  $e_{Ref,s}$  et en chaleur  $e_{Ref,w}$  du bâtiment, y compris les utilisateurs.

Les valeurs spécifiques de référence  $e_{Ref,w}$  et  $e_{Ref,s}$  correspondent à la consommation estimée du bâtiment. En fonction d'une valeur supérieure ou inférieure d' $e_{Vw}$  et  $e_{Vs}$  par rapport à  $e_{Ref,w}$  et  $e_{Ref,s}$ , une indication sur la performance réelle du bâtiment peut se déduire.

#### 5.1.4.1 Évaluation de la performance et des valeurs spécifiques énergétiques

En vue d'évaluer la performance énergétique du bâtiment, les corrections suivantes sont à appliquer :

- une correction tenant compte des surfaces inoccupées conformément aux chapitres 7.6.2 et 7.7.2,
- une correction temporelle conformément aux chapitres 7.6.3 et 7.7.3, ou
- la non possibilité de compléter les données de consommation en cas de données manquantes conformément au chapitre 7.9,

#### 5.1.4.2 Recommandations de modernisation visant une amélioration de la performance énergétique

Les recommandations de modernisation ont pour objectif de présenter des possibilités d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. Les recommandations de modernisation du niveau 1 doivent être jointes au certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel existant si la classe du besoin de chauffage est  $\geq D$  ou si la classe de performance énergétique est  $\geq D$ . Les recommandations de modernisation du niveau 2 doivent être jointes au certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel existant si la classe du besoin de chauffage est  $\geq F$  ou si la classe de performance énergétique est  $\geq F$ . Aux fins de l'élaboration des mesures visant une amélioration de la performance énergétique, deux niveaux sont définis

avec un degré de précision différent. Le niveau 1 prend en considération les principaux composants énergétiques d'un bâtiment, les évalue sur le plan qualitatif et attire l'attention sur d'éventuels points faibles. Le niveau 2 comprend, en plus, une analyse quantitative de l'état réel et permet ainsi de fournir des recommandations plus précises pour les mesures visant à améliorer la performance énergétique.

#### **a) Recommandations de modernisation - Niveau 1**

Les recommandations de modernisation du niveau 1 comprennent l'évaluation qualitative de la performance existante du corps du bâtiment et des installations techniques ainsi que l'identification des points faibles. Des indications générales concernant l'amélioration de la performance pour les points faibles doivent être fournies. L'évaluation de la performance doit être réalisée dans le cadre d'une inspection sur place. Il y a lieu d'évaluer la performance énergétique des principaux composants énergétiques et notamment :

- l'isolation de la façade;
- l'isolation du toit;
- les fenêtres;
- la protection solaire;
- les autres éléments de construction de l'enveloppe thermique;
- l'installation d'éclairage;
- les installations de ventilation;
- l'isolation des conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur et de froid et des gaines de ventilation;
- les installations de production de chaleur et de froid et les générateurs de vapeur.

Les recommandations de modernisation du niveau 1 doivent être reprises sur le certificat de performance énergétique sous la forme d'une liste des priorités.

#### **b) Recommandations de modernisation - Niveau 2**

Outre l'évaluation qualitative de la performance de la structure et des installations techniques conforme au niveau 1, les recommandations de modernisation du niveau 2 comprennent l'analyse quantitative de la structure des consommations d'énergie pour la chaleur et l'électricité ainsi que des conseils concernant la gestion de l'exploitation. Ce niveau permet de déterminer des mesures pertinentes visant l'amélioration de la performance énergétique. Pour les recommandations de modernisation, les économies d'énergie sont estimées afin de parvenir à des conclusions visant l'optimisation énergétique. Plus précisément, les analyses du niveau 2 doivent couvrir les points suivants :

- l'évaluation de la performance du corps du bâtiment et des installations techniques conformément au niveau 1;
- le contrôle du fonctionnement des installations de chauffage, de ventilation et de climatisation en fonction de la durée d'utilisation et du réglage. Pour les centrales de traitement d'air, il faut vérifier si les filtres ont été remplacés régulièrement. En ce qui concerne l'éclairage, il y a lieu de contrôler la présence de détecteurs de présence dans les zones générales ;
- l'analyse quantitative de la structure des consommateurs de chaleur et d'électricité. À cette fin, il faut répartir la consommation totale pour l'électricité entre les principaux consommateurs individuels et les systèmes techniques. Les principales parts de consommation doivent être expliquées. L'analyse peut se concentrer sur les principaux domaines de consommation. Cependant, il faut attribuer 60% au moins de la consommation électrique totale aux systèmes techniques et/ou aux consommateurs individuels ;
- la performance de toutes les consommations partielles individuelles doit être évaluée en tenant compte de chaque situation d'utilisation respective du bâtiment. Les mesures pertinentes en vue d'augmenter la performance énergétique doivent être déterminées. Les économies d'énergie et les frais d'investissement doivent être estimés et la rentabilité doit être déterminée grossièrement ;
- les mesures sont à réunir et à classer dans une liste des priorités, la priorité découlant de l'avantage énergétique et économique.

En vue de réaliser les analyses, outre l'expérience du conseiller en matière d'énergie, il est possible de s'appuyer sur les indications relatives à une analyse globale, fournies dans la directive allemande VDI 3807 - Feuille 4 « Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude – Teilkennwerte elektrische Energie ». Il est également recommandé, entre autres, de réaliser l'analyse des mesures de la courbe de charge.

Les recommandations de modernisation doivent être documentées dans un rapport et les résultats doivent être réunis dans le certificat de performance énergétique sous la forme d'une liste des priorités.

## 6 CALCULS DU BESOIN EN ÉNERGIE PRIMAIRE DES BÂTIMENTS FONCTIONNELS

Le bilan énergétique des bâtiments doit être réalisé avec les méthodes de calcul de la norme DIN V 18599, à l'exception des modifications indiquées ci-après. La version de la norme DIN V 18599, édition 2018, s'applique. Ci-après sont signalées :

- des références à la norme DIN V 18599 à partir desquelles les différentes parties du bilan énergétique sont à déterminer;
- des indications de calcul qui doivent être prises en considération lors de l'établissement du bilan énergétique, le cas échéant, par dérogation à la norme DIN V 18599.

La détermination du besoin en énergie primaire, obtenue d'après le besoin en énergie finale de la norme DIN V 18599, est représentée ci-après pour la période d'évaluation d'un an. Si le besoin en énergie finale est disponible sous forme de valeurs mensuelles, il faut d'abord calculer la somme annuelle.

Si les données du projet détaillé des installations, nécessaires au calcul conformément à la norme DIN V 18599, ne sont pas disponibles, il est possible d'utiliser les hypothèses standard de la norme DIN V 18599 (l'étude de l'éclairage constitue une exception).

### 6.1 Définition de données importantes concernant le bâtiment

Le tableau suivant illustre la répartition des surfaces partielles d'un bâtiment dans la surface de plancher.

Surface de plancher				
Surface de plancher nette				Surface de construction
Surface utile		Surface de circulation	Surface d'installations	
Surface utile principale	Surface utile secondaire			

Tableau 17 - Répartition de la surface de plancher d'un bâtiment en m<sup>2</sup>

#### 6.1.1 Surface de plancher

Par « surface de plancher » on entend toutes les surfaces couvertes et fermées de toute part, y compris la surface de construction. La surface des espaces vides situés en dessous du dernier sous-sol accessible n'est pas considérée comme une surface de plancher. La surface de plancher se divise en surface de plancher nette et surface de construction.

Les surfaces horizontales doivent être mesurées dans leurs dimensions réelles et les surfaces obliques en projection verticale sur un plan horizontal. Pour les cages d'escalier, les cages d'ascenseur et les gaines techniques, la surface de plancher est déterminée de la même façon comme si le plancher les traversait. Cela s'applique également aux trémies d'escalier d'une surface maximale de 15 m<sup>2</sup>. Dans les autres cas, il s'agit d'un espace qui ne fait pas partie de la surface de plancher.

#### 6.1.2 Surface de construction

Par « surface de construction » on entend la surface construite de la surface de plancher par des éléments formant l'enveloppe du bâtiment et par des éléments intérieurs de construction, comme par exemple : les murs, les cloisons, les piliers et les garde-corps. En font partie les embrasures de fenêtres et de portes, pour autant qu'elles ne soient pas prises en compte dans la surface de plancher nette. Les éléments tels que les cloisons mobiles ou les parois d'armoires ne sont pas considérés comme des éléments de construction. Les cloisons et les parois d'armoires sont considérées comme mobiles lorsque le plancher et le plafond finis sont continus et que leur remplacement est aisé. Les seuils fermables de fenêtres et de portes à balustrades font partie de la surface de construction.

### **6.1.3 Surface de plancher nette**

Par « surface de plancher nette » on entend la partie de la surface de plancher délimitée par l'enveloppe du bâtiment ou par les éléments intérieurs de la construction. La surface de plancher nette se divise en surface utile, surface de circulation et surface d'installations. Les surfaces des cloisons mobiles, des murs d'armoires et des appareils/meubles de cuisine et de salle de bains/toilettes intégrés font partie de la surface de plancher nette. Les ouvertures murales non fermables font également partie de la surface de plancher nette. Les seuils de fenêtre comptent également dans la surface de plancher nette lorsque le plancher fini est continu. Les cloisons et les parois de séparation dont la hauteur n'atteint pas celle du local ainsi que les équipements mobiles peuvent être négligés.

### **6.1.4 Surface utile**

Par « surface utile » on entend la partie de la surface de plancher nette qui est affectée aux fonctions répondant à la destination du bâtiment au sens large. La surface utile se divise en surface utile principale et surface utile secondaire.

### **6.1.5 Surface utile principale**

Par « surface utile principale » on entend la partie de la surface utile qui est affectée aux fonctions répondant à la destination du bâtiment au sens strict.

### **6.1.6 Surface utile secondaire**

Par « surface utile secondaire » on entend la partie de la surface utile qui est affectée à des fonctions complétant celles de la surface utile principale. Elle est déterminée en fonction de la destination et de l'utilisation du bâtiment. Les surfaces utiles secondaires sont, par exemple, les caves, les débarras, les garages et les locaux à poubelles.

### **6.1.7 Surface de circulation**

Par « surface de circulation » on entend la partie de la surface de plancher nette qui assure exclusivement l'accès aux surfaces utiles. Les surfaces de circulation sont, par exemple, les couloirs situés en dehors de l'utilisation principale, les halls d'entrée, les escaliers, les rampes et les cages d'ascenseur.

### **6.1.8 Surface d'installations**

Par « surface d'installations » on entend la partie de la surface de plancher nette qui est affectée aux installations techniques du bâtiment. La surface d'installations comprend notamment les locaux affectés aux installations domotiques, aux machineries des ascenseurs ou autres installations de transport, les gaines techniques, les niveaux d'installations techniques ainsi que les espaces abritant des réservoirs.

## **6.2 Surface de référence énergétique $A_n$ en $m^2$**

La surface de référence énergétique  $A_n$  correspond à la partie conditionnée (chauffée et/ou refroidie) de la surface de plancher nette d'un bâtiment fonctionnel. En cas d'un besoin énergétique dans une partie d'utilisation du bâtiment ou dans une zone ne faisant pas partie de la surface de référence énergétique, comme par exemple le besoin en éclairage d'un garage, il faut le prendre en considération dans le besoin en énergie du bâtiment. Cependant, la surface de cette partie d'utilisation du bâtiment ou de cette zone ne doit pas être prise en compte lors de la détermination de la surface de référence énergétique.

## **6.3 Surface de l'enveloppe thermique $A$ en $m^2$**

La surface de l'enveloppe thermique  $A$  correspond à la surface d'enceinte transmettant la chaleur d'un bâtiment fonctionnel et elle doit être déterminée conformément à la norme DIN V 18599-1. Les surfaces à prendre en considération correspondent à la limite extérieure, au moins, de toutes les zones conditionnées conformément à la norme DIN V 18599-1.

## 6.4 Volume conditionné brut $V_e$ en $m^3$

Le volume conditionné brut  $V_e$  correspond au volume de construction compris dans la surface de l'enveloppe thermique  $A$  du bâtiment (dimensions extérieures). Si  $V_e$  n'est pas connu mais que le volume thermiquement conditionné net  $V_n$  est connu, il est possible de calculer  $V_e$  selon une méthode simplifiée à l'aide de la formule suivante :  $V_e = V_n / 0,77$  en  $m^3$ .

## 6.5 Volume thermiquement conditionné net $V_n$ en $m^3$

Le volume thermiquement conditionné net  $V_n$  correspond à la somme des volumes de tous les locaux conditionnés et il est obtenu en multipliant la surface de référence énergétique  $A_n$  par la hauteur libre moyenne des locaux de la surface de référence énergétique  $A_n$ .

## 6.6 Rapport $A/V_e$ en $m^{-1}$

Le rapport  $A/V_e$  est la surface de l'enveloppe thermique  $A$  calculée conformément au chapitre 6.3 par rapport au volume conditionné brut  $V_e$  visé au chapitre 6.4.

## 6.7 Climat de référence

Aux fins du bilan énergétique, il faut utiliser les conditions climatiques générales de la norme DIN V 18599 - Partie 10.

## 6.8 Profils d'utilisation

Aux fins du bilan énergétique, les profils d'utilisation de la norme DIN V 18599 - Partie 10 sont à utiliser. Les utilisations 1 et 2 visées au tableau 5 de la norme DIN V 18599-10 peuvent être agrégées à l'utilisation 1.

Par dérogation à la norme DIN V 18599-10, tableau 5, il est possible d'appliquer pour les zones des utilisations 6 et 7 l'intensité de l'éclairage à mettre en place réellement sans excéder toutefois 1000 lx.

Pour les utilisations qui ne sont pas mentionnées dans la norme DIN V 18599-10, l'utilisation 17 prévue dans la norme DIN V 18599-10, tableau 5, peut être appliquée. Par dérogation, il est possible de déterminer individuellement et d'appliquer une utilisation sur la base de la norme DIN V 18599-10 suivant le niveau général des connaissances reconnu. Les données choisies doivent être justifiées et jointes au calcul de performance énergétique. Par défaut pour la zone avec un bassin, l'utilisation 31 conformément à la DIN V 18599-10, tableau 5 peut être sélectionnée avec une température de consigne de 32 °C sans fonctionnement par abaissement en dehors des heures d'exploitation, avec 365 jours d'exploitation.

## 6.9 Directives relatives au zonage

Dans la mesure où, dans un bâtiment, des surfaces se distinguent considérablement par leur utilisation, leur équipement technique, les charges internes ou l'apport en lumière naturelle, le bâtiment doit être divisé en zones conformément à la norme DIN V 18599-1 en relation à la norme DIN V 18599-10.

## 6.10 Énergie de chauffage

Le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air  $q_{h,p}$  doit être évalué lorsque la température ambiante de consigne du bâtiment ou d'une zone du bâtiment est d'au moins 12 °C. Le calcul du besoin en énergie finale pour le chauffage doit être effectué conformément à la norme DIN V 18599-10 - Parties 2, 3, 5, 7 et 9. En cas d'utilisation d'un générateur de chaleur non répertorié dans la DIN V 18599-5, les valeurs d'une simulation appropriée peuvent être utilisées pour le calcul conformément à ce chapitre et au chapitre 6.12 s'il est garanti qu'un système de surveillance approprié est installé. Dans ce cas, au cours des trois premières années de fonctionnement, la surveillance est à documenter et à évaluer.

La classe de besoin en chaleur de chauffage correspond au rapport entre les besoins de chauffage spécifiques du bâtiment à évaluer  $q_{h,b,WSK}$  et du bâtiment de référence  $q_{h,b,WSK,réf}$ .

Le besoin de chauffage spécifique pour la classe de besoin en chaleur de chauffage  $q_{h,b,WSK}$  est calculé par zone selon le principe du calcul pour  $Q_{h,b}$  dans la DIN V 18599-2 chapitre 5.2.2. La température de l'air soufflé du débit d'air extérieur requis de manière hygiénique  $\theta_{V,mech}$  est prise en compte dans le bilan de la zone en tant que température de l'air extérieur, mais avec l'inclusion d'une récupération de chaleur optionnelle en amont selon l'équation (98) DIN V 18599-2:2018-09. Nonobstant le calcul selon la norme DIN V 18599-2, une augmentation de la température due à la consommation électrique du ventilateur d'air soufflé  $\Delta\theta_{SUP}$  est prise en compte. L'équation est écrite comme suit:

$$\theta_{V,mech} = \theta_e + \eta_t \cdot (\theta_i - \theta_e) + \Delta\theta_{SUP}$$

$\theta_{V,mech}$	°C	température de l'air soufflé
$\theta_i$	°C	température à l'intérieur de la zone
$\theta_e$	°C	température à l'extérieur
$\eta_t$	%	rendement de la récupération de chaleur
$\Delta\theta_{SUP}$	°C	augmentation de la température due à l'émission de chaleur du ventilateur d'air soufflé

avec:

$$\Delta\theta_{SUP} = P_{SFP,Zuluft} \cdot 1,224^{-1}$$

où:

$P_{SFP,Zuluft}$	KW/(m³/s)	consommation spécifique du ventilateur d'air soufflé
------------------	-----------	--

Pour une consommation spécifique inconnue du ventilateur d'air soufflé  $P_{SFP,Zuluft}$ , elle peut être calculée à partir de la perte de pression totale du réseau de distribution de l'air soufflé au débit nominal  $\Delta p^*_{SUP}$  et du rendement total moyen  $\eta$  du ventilateur, du système de transmission, du moteur et du contrôle de la vitesse, comme suit:

$$P_{SFP,Zuluft} = \frac{\Delta p^*_{SUP}}{\eta_v \cdot 1000}$$

où:

$\Delta p^*_{SUP}$	Pa	Perte de pression totale du réseau de conduits d'air soufflé au débit volumétrique prévu
$\eta_v$	-	efficacité globale moyenne du ventilateur, du système de transmission, du moteur et du contrôle de la vitesse

### Instructions de calcul pour la classe de besoin en chaleur de chauffage

Pour calculer la classe de besoin en chaleur de chauffage,  $\Delta\theta_{SUP}$  doit être utilisé avec 1,0 K.

Pour le calcul de la demande de chauffage spécifique pour la classe de protection thermique  $q_{h,b,WSK}$ , il convient d'utiliser la valeur avant la première itération selon DIN V 18599-1, qui doit encore être modifiée par l'influence de la source de chaleur par l'éclairage artificiel. L'influence des sources ou puits de chaleur internes spécifiques à l'installation (systèmes de chauffage, de refroidissement, d'eau potable et de ventilation) n'est pas prise en compte. Les apports de chaleur provenant du transfert et de la distribution des flux d'air ainsi que les besoins en énergie utile des registres de chauffage des systèmes de ventilation ne sont pas inclus dans le besoin de chauffage spécifique pour la classe de besoin en chaleur de chauffage  $q_{h,b,WSK}$ . De même, la source de chaleur interne de l'éclairage artificiel ne sera pas prise en compte pour ce calcul. Les sources de chaleur internes liées à l'utilisation (personnes, aides au travail, transport de substances) continueront d'être incluses. Le besoin de chauffage spécifique pour la classe de besoin en chaleur de chauffage  $q_{h,b,WSK}$  est un paramètre du bâtiment et correspond donc à l'énergie utile à fournir dans la zone, en tenant compte des pertes de chaleur de transmission et de ventilation (éventuellement avec récupération de chaleur) et des caractéristiques d'utilisation, sans tenir compte d'autres installations techniques.

Le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage des centrales de traitement d'air  $q_{h,p}$  est calculé comme suit:

$$q_{h,p} = \frac{\sum_x (Q_{h,f,x} \cdot \frac{f_{p,x}}{f_{H_s} / H_{i,x}})}{A_n}$$

où

$q_{h,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air
$Q_{h,f,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur x pour la fourniture de chaleur utile au système de chauffage et de traitement d'air conformément à la norme DIN V 18599-5 en utilisant $Q_{h,b} = q_{h,b,WSK} \cdot A_n$ , avec $q_{h,b,WSK}$ défini au-dessus
$f_{p,x}$	-	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au tableau 43
$f_{H_s/H_{i,x}}$	-	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au tableau 45

Le besoin spécifique en chaleur de chauffage  $q_{h,b}$  est calculé par zone conformément à la norme DIN V 18599-2. La température d'entrée d'air du débit volumétrique d'air extérieur requis en raison de l'hygiène est prise en considération dans le bilan par zone comme la température de l'air extérieur en tenant compte d'une récupération thermique éventuelle en amont, selon l'équation (98) de la norme DIN V 18599-2:2018-09. Les déperditions de chaleur dues à la transmission et à la distribution des débits de renouvellement d'air et au besoin en énergie utile des batteries de chauffage des centrales de traitement d'air ne sont pas comprises dans le besoin spécifique en chaleur de chauffage. Le besoin spécifique en chaleur de chauffage correspond donc à l'énergie utile à fournir dans la zone en tenant compte des pertes de ventilation et d'une récupération de chaleur mais sans prendre en considération les autres installations techniques.

$$q_{h,b} = \frac{\sum_z Q'_{h,b,z}}{A_n}$$

où:

$q_{h,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en chaleur de chauffage
$Q'_{h,b,z}$	kWh/a	est le besoin en chaleur de chauffage de la zone du bâtiment avant l'itération en tenant compte de la définition existante de $q_{h,b}$

La conversion des exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment  $q_{50}$ , visées au tableau 11, en la valeur d'étanchéité à l'air du bâtiment  $n_{50}$ , requise par la norme DIN V 18599, est effectuée à l'aide de l'équation suivante :

$$n_{50} = q_{50} \cdot \frac{A \cdot 0,9}{V_n}$$

où:

$q_{50}$	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )	est la mesure de l'étanchéité à l'air du bâtiment, c'est-à-dire le débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport à la surface de l'enveloppe du bâtiment
$n_{50}$	1/h	est la perméabilité à l'air, c'est-à-dire le débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport au volume conditionné net $V_n$
A	m <sup>2</sup>	est la surface de l'enveloppe thermique conformément au chapitre 6.3.
0,9	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	est le facteur de conversion global de la référence des dimensions extérieures en référence des dimensions intérieures de la surface de l'enveloppe thermique A
$V_n$	m <sup>3</sup>	est le volume conditionné net conformément au chapitre 6.5

## 6.11 Détermination du renouvellement d'air par fenêtre

Par dérogation à la norme DIN V 18599-2 au chapitre 6.3.2.2, le nombre minimum de changements d'air  $n_{win,min}$ , indépendamment de l'infiltration et du changement d'air du système de ventilation, est à évaluer avec la hauteur libre du local et est calculée comme suit :

$$n_{win,min} = \min(0,1; 0,1 \cdot \frac{3}{h_R})$$

$n_{win,min}$	1/h	nombre minimum de changement d'air par fenêtre indépendamment de l'infiltration et du changement d'air du système de ventilation
$h_R$	M	hauteur libre du local

## 6.12 Eau chaude sanitaire

Le calcul du besoin en énergie finale pour l'eau chaude sanitaire doit être effectué conformément à la norme DIN V 18599 - Parties 2, 6 et 9. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'eau chaude sanitaire  $q_{ww,p}$  est calculé comme suit:

$$q_{ww,p} = \frac{\sum_x (Q_{w,f,x} \cdot \frac{f_{p,x}}{f_{HS/HI,x}})}{A_n}$$

où:

$q_{ww,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire, eau chaude sanitaire
$Q_{w,f,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur x pour la fourniture de chaleur utile au système d'eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
$f_{p,x}$	m <sup>2</sup>	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au tableau 43
$f_{HS/HI,x}$	m <sup>2</sup>	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au tableau 45

## 6.13 Humidification par la vapeur

Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'humidification par la vapeur  $q_{m,p}$  doit être évalué lorsque, pour le bâtiment ou une zone du bâtiment, un tel approvisionnement doit être prévu en raison de l'utilisation d'une centrale de traitement d'air pendant plus de deux mois par an en moyenne. Le calcul du besoin en énergie finale pour l'humidification par la vapeur de l'air, tel que prévu au chapitre 2, doit être effectué conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 3 ainsi qu'à la norme DIN V 18599 - Partie 7. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'humidification par la vapeur  $q_{m,p}$  est calculé comme suit:

$$q_{m,p} = \frac{\sum_x (Q_{m,f,x} \cdot \frac{f_{p,x}}{f_{HS/HI,x}})}{A_n}$$

où :

$q_{m,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire, humidification par la vapeur
$Q_{m,f,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale du générateur de vapeur x pour humidifier l'air fourni conformément à la norme DIN V 18599-7
$f_{p,x}$	m <sup>2</sup>	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie du générateur de vapeur x conformément au tableau 43
$f_{HS/HI,x}$	m <sup>2</sup>	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie du générateur de vapeur x conformément au tableau 45

## 6.14 Froid

Le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air  $q_{c,p}$  doit être évalué lorsque, pour le bâtiment ou une zone du bâtiment, l'utilisation d'une technique de refroidissement est prévue. Le calcul du besoin en énergie finale pour le refroidissement et la déshumidification doit être effectué conformément à la norme DIN V 18599 - Parties 2, 3, 5, 7 et 9. Contrairement à la DIN 18599 où le besoin électrique du refroidissement de la chaleur perdue lors de la production de froid est indiqué en tant qu'énergie auxiliaire, ce besoin est pris en compte dans le besoin en énergie pour le refroidissement. En cas d'utilisation d'un producteur de froid non répertorié dans la DIN V 18599-7, les valeurs d'une simulation appropriée peuvent être utilisées pour le calcul conformément à ce chapitre s'il est garanti qu'un système de surveillance approprié est installé. Dans ce cas, la surveillance est à documenter et à évaluer au cours des trois premières années de fonctionnement. Le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air  $q_{c,p}$  est calculé comme suit:

$$q_{c,p} = \frac{\sum_x (Q_{C,f,elektr,x} \cdot f_{p,Strom-Mix})}{A_n} + \frac{\sum_y (Q_{C,f,therm,y} \cdot \frac{f_{p,y}}{f_{Hs/Hi,y}})}{A_n} + \frac{\sum_z (Q_{C,f,R,z} \cdot f_{p,Strom-Mix})}{A_n}$$

où :

$q_{c,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement des centrales de traitement d'air
$Q_{C,f,elektr,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de la machine frigorifique à compression conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{C,f,therm,y}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur y pour alimenter la machine frigorifique à absorption conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{C,f,R,z}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de l'installation de refroidissement conformément à la norme DIN V 18599-7
$f_{p,y}$	[-]	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur y, conformément au tableau 43
$f_{p,Strom-Mix}$	[-]	est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « mix de l'électricité » conformément au tableau 43
$f_{Hs/Hi,y}$	[-]	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur y, conformément au tableau 45

Le tableau 14 de la DIN V 18599-7:2018-09 reprenant les facteurs pour le refroidissement d'une pièce, sera remplacé par le tableau 18 et le niveau de température est à choisir conformément au tableau 18 avec le facteur relatif, sans possibilité d'interpolation.

Système frigorifique	ventilateur	$n_{c,ce,sens}$	$n_{c,ce}$	$n_{c,d}$
Eau froide 6/12 sans ventilateur, p. ex. convecteur	non	0,87	1,00	0,90
Eau froide 6/12 avec ventilateur, p. ex. ventiloconvecteur	oui	0,87	1,00	0,90
Eau froide 8/14 sans ventilateur, p. ex. convecteur	non	0,90	1,00	0,90
Eau froide 8/14 avec ventilateur, p. ex. ventiloconvecteur	oui	0,90	1,00	0,90
Eau froide 14/18 sans ventilateur, p. ex. convecteur	non	1,00	1,00	1,00
Eau froide 14/18 avec ventilateur, p. ex. ventiloconvecteur	oui	1,00	1,00	1,00
Eau froide 16/18, p. ex. plafond froid	non	1,00	1,00	1,00
Eau froide 18/20, p. ex. dalle active	non	1,00	0,90	1,00
Eau froide 20/22 p. ex. dalle active	non	1,00	0,90	1,00
Détente directe	non	0,87	1,00	1,00

Tableau 18 - des facteurs (valeur annuelle) pour le refroidissement d'une pièce

Le calcul du besoin en énergie auxiliaire pour l'installation de refroidissement suivant formule (25) de la DIN V 18599-7:2018-09 sera ajusté.

Dans le cas d'un fonctionnement automatisé et basé sur le besoin, le facteur de conversion pour d'autres utilisations est déterminé en utilisant une durée d'utilisation moyenne pondérée selon le besoin.

La durée de vie utile à appliquer dans une zone refroidie i correspond à la valeur maximale des heures de fonctionnement de refroidissement des zones (GEB) et de refroidissement pour la ventilation (RLT), comme indiqué dans le tableau 16 de la DIN V 18599-7:2018-09. Pour le cas où une zone de circulation (profile 19 selon le tableau 16 de la DIN V 18599-7:2018-09) sera refroidie, les heures  $t_{RLT}$  et  $t_{GEB}$  de l'utilisation principale du bâtiment sont prises en compte.

$$f_{Nutz,i} = \max(t_{RLT,i}; t_{GEB,i})$$

$f_{Nutz,i}$	H	facteur de conversion pour d'autres utilisations en fonction de la demande pour la zone i alimentée en froid
$t_{RLT,i}$	H	valeur de référence de la zone i pour la période d'utilisation du refroidissement pour la ventilation selon le tableau 16 de la DIN V 18599-7

$t_{GEB,i}$  H valeur de référence de la zone i pour la période d'utilisation du refroidissement du bâtiment selon le tableau 16 de la DIN V 18599-7

Contrairement à la norme DIN V 18599-7, le facteur  $f_{Nutz}$  est formé en tant que moyenne pondérée en fonction de la demande pour toutes les zones i alimentées en froid.

$$f_{Nutz} = \frac{\sum_i (f_{Nutz,i} \cdot q_{c,outg,i})}{q_{c,outg}}$$

où :

$f_{Nutz}$	H	moyenne pondérée du facteur de conversion pour d'autres utilisations en fonction de la demande pour toutes les zones alimentées en froid
$q_{c,outg,i}$	kWh/a	besoin en froid utile proportionné d'un producteur de froid pour la zone i avec un besoin en froid
$q_{c,outg}$	kWh/a	froid utile fourni par le producteur de froid

## 6.15 Éclairage

Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'éclairage  $q_{l,p}$  doit être évalué lorsque, dans un bâtiment ou une zone du bâtiment, une intensité de l'éclairage d'au moins 75 lx est requise. Le calcul du besoin en énergie finale pour l'éclairage doit être effectué conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 4. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'éclairage  $q_{l,p}$  est calculé comme suit:

$$q_{l,p} = \frac{\sum_z (Q_{l,f,z} \cdot f_{p,Strom-Mix})}{A_n}$$

où :

$q_{l,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour l'éclairage
$Q_{l,f,z}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale pour éclairer la zone Z conformément à la norme DIN V 18599-4
$f_{p,Strom-Mix}$	[-]	est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « mix de l'électricité » conformément au tableau 43

### Remarques concernant le calcul

Lors du calcul, les valeurs extraites de la planification spécialisée et détaillée ne doivent pas être utilisées pour l'établissement du certificat de performance énergétique.

## 6.16 Ventilation

Le besoin spécifique en énergie primaire pour la ventilation  $q_{v,p}$  doit être pris en compte dans le bilan lorsque, pour le bâtiment ou une zone du bâtiment, l'utilisation d'une centrale de traitement d'air est prévue pendant plus de deux heures par jour en moyenne ou un mois par an. Une installation de ventilation de cuisine (hottes de cuisine) est à considérer pour le besoin spécifique en énergie primaire.

Les installations techniques de sécurité (par exemple : aération en surpression en cas d'incendie, installations de désenfumage) et les ventilateurs permettant d'éviter les surchauffes des installations du bâtiment (par exemple : ascenseurs) ne sont pas pris en compte.

Le calcul du besoin en énergie finale pour les installations de ventilation doit être effectué conformément à la norme DIN V 18599 - Parties 3 et 7. Le besoin spécifique en énergie primaire pour la ventilation  $q_{v,p}$  est calculé comme suit:

$$q_{v,p} = \frac{\sum_x (Q_{V,E,x} \cdot f_{p,Strom-Mix})}{A_n}$$

où :

$q_{v,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour la ventilation
$Q_{V,E,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale pour la ventilation de la centrale de traitement d'air (x) conformément à la norme DIN V 18599-3 (équivalant au besoin en énergie utile)

$f_{p,Strom-Mix}$ 

[-]

est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « mix de l'électricité » conformément au tableau 43

Par dérogation à cette disposition, une régulation du débit volumétrique en fonction des besoins, en cas de ventilation par ouverture des fenêtres, ne peut être adoptée que pour la catégorie IDA-C6 (détecteurs de gaz). L'application de ce concept de ventilation implique une ventilation par ouverture des fenêtres automatisée et régulée en fonction des besoins, avec des fermetures ou des vannes motorisées ainsi que des détecteurs de gaz appropriés. Les détecteurs et le concept de ventilation doivent être déterminés pour tous les locaux de chaque zone selon des règles de planification et les détecteurs doivent être calibrés à intervalles réguliers.

## 6.17 Énergie auxiliaire

Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'énergie auxiliaire doit être évalué pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air, pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air, pour l'humidification, pour la préparation d'eau chaude sanitaire et l'éclairage  $q_{aux,p}$ . Le calcul du besoin en énergie finale pour l'énergie auxiliaire doit être effectué conformément à la norme DIN V 18599 - Parties 2 à 9. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'énergie auxiliaire  $q_{aux,p}$  est calculé comme suit:

$$q_{aux,p} = \frac{(Q_{h,aux} + Q_{c,aux} + Q_{h^*,aux} + Q_{w,aux}) \cdot f_{p,Strom-Mix}}{A_n}$$

où :

$q_{aux,p}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour l'énergie auxiliaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air, pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air, pour l'humidification, la préparation d'eau chaude sanitaire et l'éclairage
$Q_{h,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour le système de chauffage conformément à la norme DIN V 18599-5
$Q_{c,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour le traitement d'air et la production de froid dans les locaux conformément à la norme DIN V 18599-7, à l'exception de l'énergie pour les installations de refroidissement
$Q_{h^*,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour la fourniture de chaleur destinée à la centrale de traitement d'air conformément à la norme DIN V 18599-5
$Q_{w,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour l'approvisionnement en eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
$f_{p,Strom-Mix}$	[-]	est le facteur d'énergie primaire pour la source d'énergie « mix de l'électricité » conformément au tableau 43

## 6.18 Production et autoconsommation d'une installation photovoltaïque, d'une éolienne et/ou d'une cogénération

### 6.18.1 Répartition de la demande totale en électricité entre les durées utiles et non utiles

Les heures avec exploitation et les heures sans exploitation sont considérées séparément dans la procédure de bilan mensuel. Le besoin en énergie finale mensuel en électricité  $Q_{f,M,elektr}$  du bâtiment, déterminé sur la base de la norme DIN V 18599, est subdivisé en heures d'exploitation (NZ) et heures sans exploitation (NNZ). Il est supposé que les besoins en énergie totale pour l'éclairage, l'approvisionnement en eau chaude, le refroidissement et la ventilation sont requis pendant les heures d'exploitation. Le besoin requis pour le chauffage est toutefois proportionnel aux heures d'exploitation et aux heures sans exploitation.

$$Q_{f,NZ,M,elektr} = (Q_{l,M,elektr} + Q_{ww,M,elektr} + Q_{c,M,elektr} + Q_{v,M,elektr} + Q_{h,M,elektr} + Q_{m,M,elektr} + Q_{aux,M,elektr}) \cdot \frac{t_{Nutz,d}}{24} \cdot \frac{d_{Nutz,a}}{365}$$

$$Q_{f,NNZ,M,elektr} = Q_{f,M,elektr} - Q_{f,NZ,M,elektr}$$

où:

$Q_{f,NZ,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pendant les heures d'exploitation
$Q_{f,NNZ,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois en dehors des heures d'exploitation
$Q_{f,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois du bâtiment selon le chapitre 6

$Q_{l,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'éclairage selon le chapitre 6.15
$Q_{ww,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'eau chaude sanitaire selon le chapitre 6.11
$Q_{c,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pour le froid selon le chapitre 6.14
$Q_{v,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pour la ventilation selon le chapitre 6.16
$Q_{h,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pour le chauffage selon le chapitre 6.10
$Q_{m,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'humidification selon le chapitre 6.13
$Q_{aux,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pour l'énergie auxiliaire selon le chapitre 6.17
$t_{Nutz,d}$	h/d	moyenne heures d'exploitation par jour selon le chapitre 6.18.2
$d_{Nutz,a}$	d/a	moyenne de jour d'exploitation par an selon le chapitre 6.18.2

Le besoin mensuel en électricité est divisé en besoin en électricité pendant les heures d'exploitation et en dehors des heures d'exploitation. De plus, le besoin mensuel en électricité est divisé en besoin en électricité pendant les heures en dehors des jours d'exploitation et pendant les heures en dehors des heures d'exploitation des jours d'exploitations.

$$Q_{f,NNT,M,elektr} = Q_{f,M,elektr} \cdot \frac{365 - d_{Nutz,a}}{365}$$

$$Q_{f,NNZ,NT,M,elektr} = Q_{f,M,elektr} \cdot \frac{24 - t_{Nutz,d}}{24} \cdot \frac{d_{Nutz,a}}{365}$$

où:

$Q_{f,NNT,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois pendant les jours sans exploitation
$Q_{f,NNZ,NT,M,elektr}$	kWh/M	besoin en énergie finale en électricité par mois en dehors des heures d'exploitation pendant les jours d'exploitation

La somme mensuelle du besoin en électricité  $Q_{f,NZ,M,elektr}$  pendant la période d'exploitation et du besoin en électricité en dehors de la période d'exploitation  $Q_{f,NNZ,M,elektr}$  correspond au besoin total mensuel en électricité  $Q_{f,M,elektr}$  du bâtiment évalué.

$$Q_{f,M,elektr} = Q_{f,NZ,M,elektr} + Q_{f,NNZ,M,elektr}$$

et :

$$Q_{f,NNZ,M,elektr} = Q_{f,NNT,M,elektr} + Q_{f,NNZ,NT,M,elektr}$$

### 6.18.2 Nombre d'heures et de jours d'exploitation

La moyenne des heures d'exploitation par jour et le nombre de jours d'exploitations et des jours sans exploitation pendant l'année peut être déterminée conformément au chapitre 6.8 et de la DIN V 18599-10. Il s'agit d'une moyenne pondérée par rapport aux surfaces :

$$t_{Nutz,d} = \frac{\sum_i (t_{Nutz,d,i} \cdot A_{n,h,i})}{\sum_i A_{n,h,i}}$$

$$d_{Nutz,a} = \frac{\sum_i (d_{Nutz,a,i} \cdot A_{n,h,i})}{\sum_i A_{n,h,i}}$$

$$t_{Nutz,a} = d_{Nutz,a} \cdot t_{Nutz,d}$$

où:

$t_{Nutz,a}$	h/a	moyenne des heures d'exploitation par an
$t_{Nutz,d,i}$	h/d	heures d'exploitation par jour et zone i conformément au chapitre 6.8
$d_{Nutz,a,i}$	d/a	heures d'exploitation par an et zone i au chapitre 6.8
$A_{n,h,i}$	m <sup>2</sup>	surface de référence énergétique de la zone i

### 6.18.3 L'ordre de source d'énergie utilisée pour l'autoconsommation

S'il existe plusieurs producteurs d'électricité, la priorité suivante est appliquée pour l'ordre de source d'énergie utilisée pour l'autoconsommation

1. Électricité produite par une installation photovoltaïque
2. Électricité produite par une éolienne
3. Électricité produite par une cogénération
4. Électricité qui a été stockée dans une batterie

L'autoconsommation électrique mensuelle totale sans système de batterie  $Q_{use,ges,M}$  des trois sources de production d'électricité se calcule comme suit :

$$Q_{use,ges,M} = Q_{PV,use,M} + Q_{WEA,use,M} + Q_{CHP,use,M}$$

où:

$Q_{use,ges,M}$	kWh/M	autoconsommation électrique mensuelle totale sans système de batterie
$Q_{PV,use,M}$	kWh/M	autoconsommation d'électricité mensuelle produite par une installation photovoltaïque sans système de batterie
$Q_{WEA,use,M}$	kWh/M	autoconsommation d'électricité mensuelle produite par une éolienne sans système de batterie
$Q_{CHP,use,M}$	kWh/M	autoconsommation d'électricité mensuelle produite par cogénération sans système de batterie

### 6.18.4 Autoconsommation d'électricité provenant d'une installation photovoltaïque

#### 6.18.4.1 Besoin en électricité pendant les périodes avec rayonnement solaire pertinent

Le besoin en électricité pendant les périodes avec rayonnement solaire pertinent  $t_{IG,day}$  est calculé séparément pour chaque mois pour les heures d'exploitation et les heures en dehors des heures d'exploitation.

Pendant les heures d'exploitation :

$$Q_{f,day,NZ,M,elektr} = \begin{cases} \frac{t_{IG,day}}{t_{Nutz,d}} \cdot Q_{f,NZ,M,elektr} & \text{si } t_{IG,day} \leq t_{Nutz,d} \\ Q_{f,NZ,M,elektr} & \text{si } t_{IG,day} > t_{Nutz,d} \end{cases}$$

En dehors des heures d'exploitation :

$$Q_{f,day,NNZ,M,elektr} = \begin{cases} \frac{t_{IG,day}}{24} \cdot Q_{f,NNZ,M} & \text{si } t_{IG,day} \leq t_{Nutz,d} \\ \frac{t_{IG,day}}{24} \cdot Q_{f,NNZ,M} + \frac{t_{IG,day} - t_{Nutz,d}}{24 - t_{Nutz,d}} \cdot Q_{f,NNZ,NT,M} & \text{si } t_{IG,day} > t_{Nutz,d} \end{cases}$$

où:

$Q_{f,day,NZ,M,elektr}$	kWh/M	besoin en électricité mensuel pendant les heures d'exploitation et pendant la période $t_{IG,day}$
$Q_{f,day,NNZ,M,elektr}$	kWh/M	besoin en électricité mensuel en dehors des heures d'exploitation et pendant la période $t_{IG,day}$
$t_{IG,day}$	h/d	durée moyenne de la période avec rayonnement solaire pertinent conformément au tableau 19

mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aoû	sep	oct	nov	déc
$t_{IG,day}$	3,5	6,5	8,4	10,5	12,3	13,2	13,0	11,1	9,4	6,9	4,2	2,8

Tableau 19 - durée moyenne en h/d de la période avec rayonnement solaire pertinent par mois,  $t_{IG,day}$

#### 6.18.4.2 Répartition de la production d'une installation photovoltaïque en production pendant et en dehors des heures d'exploitation

La production d'électricité mensuelle d'une installation photovoltaïque conformément à la DIN V 18599-10 au chapitre 7 doit être répartie dans une production pendant et en dehors des heures d'exploitation comme suit :

Pendant les heures d'exploitation :

$$Q_{f,PV,NZ,M} = \begin{cases} \frac{d_{Nutz,a}}{365} \cdot Q_{f,prod,PV,M} & \text{si } t_{IG,day} \leq t_{Nutz,d} \\ \frac{d_{Nutz,a}}{365} \cdot \frac{t_{Nutz,d}}{t_{IG,day}} \cdot Q_{f,prod,PV,M} & \text{si } t_{IG,day} > t_{Nutz,d} \end{cases}$$

En dehors des heures d'exploitation :

$$Q_{f,PV,NNZ,M} = Q_{f,prod,PV,M} - Q_{f,PV,NZ,M}$$

où:

$Q_{f,PV,NZ,M}$	kWh/M	production d'électricité mensuelle d'une installation photovoltaïque pendant les heures d'exploitation
$Q_{f,PV,NNZ,M}$	kWh/M	production d'électricité mensuelle d'une installation photovoltaïque en dehors des heures d'exploitation
$Q_{f,prod,PV,M}$	kWh/M	production d'électricité mensuelle d'une installation photovoltaïque conformément à la DIN V 18599-10, chapitre 7

#### 6.18.4.3 Détermination de l'autoconsommation de l'électricité produite par une installation photovoltaïque

L'autoconsommation de l'électricité produite par une installation photovoltaïque se détermine séparément pendant et en dehors des heures d'exploitation. À cet égard la production d'électricité pendant la période  $t_{G,day}$  est comparée au besoin en électricité pendant cette même période.

L'autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une installation photovoltaïque se détermine par la somme de l'énergie autoconsommée pendant et en dehors des heures d'exploitation.

$$Q_{PV,use,M} = Q_{PV,use,NZ,M} + Q_{PV,use,NNZ,M}$$

avec:

$$Q_{PV,use,NZ,M} = f_{PV,korr,NZ,M} \cdot \text{Min} \left( \frac{Q_{f,day,NZ,M}}{Q_{f,PV,NZ,M}} \right)$$

$$Q_{PV,use,NNZ,M} = f_{PV,korr,NNZ,M} \cdot \text{Min} \left( \frac{Q_{f,day,NNZ,M}}{Q_{f,PV,NNZ,M}} \right)$$

où:

$Q_{PV,use,NZ,M}$	kWh/M	autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une installation photovoltaïque pendant les heures d'exploitation
$Q_{PV,use,NNZ,M}$	kWh/M	autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une installation photovoltaïque en dehors des heures d'exploitation
$f_{PV,korr,NZ,M}$	-	facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques pendant les heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{PV,NZ,M}/Q_{f,day,NZ,M}$
$f_{PV,korr,NNZ,M}$	-	facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques en dehors des heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{PV,NNZ,M}/Q_{f,day,NNZ,M}$

Pour tenir compte des fluctuations climatiques pendant et en dehors des heures d'exploitation, il est nécessaire d'utiliser les facteurs mensuels  $f_{PV,korr,NZ,M}$  et  $f_{PV,korr,NNZ,M}$  conformément au tableau 20 et de les interpoler si nécessaire. Les facteurs sont dépendants du ratio ( $Q_{prod}/Q_{need,day}$ ) de la production mensuelle et du besoin mensuel en électricité.

$$Q_{prod}/Q_{need,day} = \frac{Q_{f,day,NZ/NNZ,M,elektr}}{Q_{f,PV,NZ/NNZ,M}}$$

où :

$Q_{prod}/Q_{need,day}$	-	ratio de la production mensuelle d'une installation photovoltaïque et du besoin mensuel en électricité pendant et en dehors des heures d'exploitation
-------------------------	---	---

$Q_{\text{prod}}/Q_{\text{need,day}}$	$f_{\text{PV,korr}}$	$Q_{\text{prod}}/Q_{\text{need,day}}$	$f_{\text{PV,korr}}$	$Q_{\text{prod}}/Q_{\text{need,day}}$	$f_{\text{PV,korr}}$	$Q_{\text{prod}}/Q_{\text{need,day}}$	$f_{\text{PV,korr}}$
≤ 0,25	1,000	1,10	0,750	1,95	0,867	2,80	0,947
0,30	0,997	1,15	0,756	2,00	0,874	2,85	0,951
0,35	0,986	1,20	0,765	2,05	0,879	2,90	0,954
0,40	0,974	1,25	0,772	2,10	0,883	2,95	0,958
0,45	0,954	1,30	0,778	2,15	0,889	3,00	0,962
0,50	0,933	1,35	0,785	2,20	0,894	3,05	0,966
0,55	0,905	1,40	0,792	2,25	0,900	3,10	0,969
0,60	0,876	1,45	0,800	2,30	0,905	3,15	0,972
0,65	0,850	1,50	0,807	2,35	0,910	3,20	0,975
0,70	0,824	1,55	0,816	2,40	0,915	3,25	0,979
0,75	0,803	1,60	0,824	2,45	0,920	3,30	0,982
0,80	0,782	1,65	0,830	2,50	0,924	3,35	0,985
0,85	0,767	1,70	0,835	2,55	0,928	3,40	0,988
0,90	0,752	1,75	0,841	2,60	0,932	3,45	0,991
0,95	0,743	1,80	0,847	2,65	0,936	3,50	0,994
1,00	0,741	1,85	0,854	2,70	0,940	3,55	0,997
1,05	0,743	1,90	0,860	2,75	0,944	≥ 3,65	1,000

Tableau 20 - Facteur de correction  $f_{\text{PV,korr,M}}$  pour tenir compte des fluctuations climatiques pendant et en dehors les heures d'exploitation

## 6.18.5 Autoconsommation d'électricité provenant d'une éolienne

### 6.18.5.1 Répartition de la production d'une éolienne en production pendant et en dehors des heures d'exploitation

La production d'électricité mensuelle d'une éolienne conformément à la DIN V 18599-10 au chapitre 6 doit être répartie dans une production pendant et en dehors des heures d'exploitation comme suit :

$$Q_{f,WEA,NZ,M} = \frac{t_{\text{Nutz,a}}}{8.760 \text{ h/a}} \cdot Q_{f,prod,WEA,M}$$

$$Q_{f,WEA,NNZ,M} = Q_{f,prod,WEA,M} - Q_{f,WEA,NZ,M}$$

où:

$Q_{f,WEA,NZ,M}$	kWh/M	production d'électricité mensuelle d'une éolienne pendant les heures d'exploitation
$Q_{f,WEA,NNZ,M}$	kWh/M	production d'électricité mensuelle d'une éolienne en dehors des heures d'exploitation
$Q_{f,prod,WEA,m}$	kWh/M	production d'électricité mensuelle d'une éolienne conformément à la DIN V 18599-10 au chapitre 6

### 6.18.5.2 Détermination de l'autoconsommation de l'électricité produite par une éolienne

L'autoconsommation de l'électricité produite par une éolienne se détermine séparément pendant et en dehors des heures d'exploitation. Pour prendre en compte l'autoconsommation d'électricité produite par une installation photovoltaïque, celle-ci est déduite du besoin électrique pour les calculs de l'autoconsommation de l'électricité produite par une éolienne.

L'autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une éolienne se détermine par la somme de l'énergie autoconsommée pendant et en dehors des heures d'exploitation.

$$Q_{WEA,use,M} = Q_{WEA,use,NZ,M} + Q_{WEA,use,NNZ,M}$$

avec:

$$Q_{WEA,use,NZ,M} = \text{Min} \left( \frac{f_{WEA,korr,1} \cdot (Q_{f,NZ,M,elektr} - Q_{PV,use,NZ,M})}{f_{WEA,korr,2,NZ,M} \cdot Q_{f,WEA,NZ,M}} \right)$$

$$Q_{WEA,use,NNZ,M} = \text{Min} \left( \frac{f_{WEA,korr,1} \cdot (Q_{f,NNZ,M,elektr} - Q_{PV,use,NNZ,M})}{f_{WEA,korr,2,NNZ,M} \cdot Q_{f,WEA,NNZ,M}} \right)$$

où:

$Q_{WEA,use,NZ,M}$	kWh/M	autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une éolienne pendant les heures d'exploitation
$Q_{WEA,use,NNZ,M}$	kWh/M	autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une éolienne en dehors des heures d'exploitation
$f_{WEA,korr,1}$	-	facteur de correction pour tenir compte des périodes de production
$f_{WEA,korr,2,NZ,M}$	-	facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques pendant les heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{WEA,NZ,M}/Q_{f,NZ,M}$
$f_{WEA,korr,2,NNZ,M}$	-	facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques en dehors des heures d'exploitation, en fonction du ratio $Q_{WEA,NNZ,M}/Q_{f,NNZ,M}$

Le facteur de correction  $f_{WEA,korr,1}$  prend en compte la durée de fonctionnement des éoliennes, car les besoins en énergie d'un bâtiment ne peuvent être satisfaits que pendant la durée de fonctionnement des éoliennes.

$$f_{WEA,korr,1} = \frac{t_{WEA,Betrieb,a}}{8.760 \text{ h/a}}$$

où :

$t_{WEA,Betrieb,a}$	h/a	durée annuelle de fonctionnement des éoliennes, conformément à la DIN 18599-9 chapitre 6.5
---------------------	-----	--

Pour tenir compte des fluctuations climatiques pendant et en dehors des heures d'exploitation il est nécessaire d'utiliser les facteurs mensuels  $f_{WEA,korr,2,NZ,M}$  et  $f_{WEA,korr,2,NNZ,M}$ . Ils sont calculés en fonction du facteur  $f_{WEA,korr,1}$  et en fonction du facteur de référence des fluctuations climatiques  $f_{WEA,korr,2,ref}$  conformément au tableau 21 et interpolés si nécessaire. Les facteurs sont dépendants du ratio ( $Q_{prod,WEA}/Q_{need,day}$ ) de la production mensuelle et du besoin mensuel en électricité et de la hauteur du moyeu  $h_2$ .

$$f_{WEA,korr,2,NZ/NNZ,M} = \min \left( 1 - (1 - f_{WEA,korr,2,ref}) \cdot \frac{(1 - f_{WEA,korr,1})}{(1 - 0,37)} \right)$$

où:

$f_{WEA,korr,2,ref}$	-	valeur de référence pour les facteurs mensuels pour tenir compte des fluctuations climatiques conformément au tableau 21
----------------------	---	--

Les valeurs de référence pour les facteurs mensuels peuvent être extraits du tableau 21 en fonction du rapport  $Q_{prod,WEA}/Q_{need}$  et pour différentes hauteurs de moyeu  $h_2$  de l'éolienne et, si nécessaire, interpolées.

$$Q_{prod,WEA}/Q_{need} = \frac{Q_{f,WEA,NZ/NNZ,M}}{Q_{f,NZ/NNZ,M,elektr}}$$

où:

$Q_{prod,WEA}/Q_{need}$	-	ratio de la production mensuelle et du besoin mensuel en électricité pendant et en dehors des heures d'exploitation
-------------------------	---	---

$Q_{\text{prod,WEA}}/Q_{\text{need}}$	$f_{\text{WEA,korr,2,ref}}$	$h_2=10$ m	$h_2=15$ m	$h_2=20$ m	$h_2=25$ m	$h_2=30$ m	$h_2=35$ m	$h_2=40$ m	$h_2=45$ m	$h_2=50$ m
≤ 0,10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,15	0,960	0,958	0,960	0,962	0,963	0,964	0,965	0,965	0,966	0,966
0,20	0,880	0,874	0,881	0,885	0,888	0,891	0,894	0,896	0,897	0,899
0,25	0,810	0,801	0,811	0,818	0,823	0,828	0,831	0,835	0,838	0,840
0,30	0,750	0,738	0,751	0,760	0,767	0,773	0,778	0,782	0,786	0,790
0,35	0,700	0,686	0,701	0,712	0,721	0,728	0,734	0,739	0,743	0,747
0,40	0,655	0,639	0,657	0,669	0,679	0,687	0,694	0,700	0,705	0,710
0,45	0,610	0,592	0,612	0,626	0,637	0,646	0,654	0,661	0,666	0,672
0,50	0,575	0,555	0,577	0,593	0,605	0,615	0,623	0,630	0,637	0,642
0,55	0,545	0,524	0,547	0,564	0,577	0,587	0,596	0,604	0,611	0,617
0,60	0,520	0,497	0,522	0,540	0,554	0,565	0,574	0,582	0,590	0,596
0,65	0,490	0,466	0,492	0,511	0,526	0,537	0,548	0,556	0,564	0,571
0,70	0,460	0,435	0,463	0,482	0,498	0,510	0,521	0,530	0,538	0,545
0,75	0,440	0,414	0,443	0,463	0,479	0,492	0,503	0,513	0,521	0,529
0,80	0,425	0,398	0,428	0,449	0,465	0,479	0,490	0,500	0,508	0,516
0,85	0,410	0,382	0,413	0,434	0,451	0,465	0,477	0,487	0,495	0,503
0,90	0,395	0,367	0,398	0,420	0,437	0,451	0,463	0,474	0,483	0,491
0,95	0,380	0,351	0,383	0,406	0,423	0,438	0,450	0,460	0,470	0,478
≥ 1,00	0,370	0,340	0,373	0,396	0,414	0,429	0,441	0,452	0,461	0,470

Tableau 21 - facteur de correction  $f_{\text{WEA,korr,2,ref}}$  et  $f_{\text{WEA,korr,2,NZ,NNZ}}$  pour différentes hauteur de moyeu  $h_2$  d'éolienne

### 6.18.5.3 Allocation pour plusieurs éoliennes

En principe, la détermination des facteurs doit être faite individuellement pour chaque éolienne, si possible. Si cela n'est pas possible, un facteur pondéré  $f_{\text{weighted}}$  doit être déterminé. Le facteur  $f_{\text{WEA},i}$  doit être pondéré en fonction de la production d'électricité mensuelle  $Q_{\text{prod},i}$  respective pour toutes les éoliennes affectées:

$$f_{\text{weighted}} = \sum_i \frac{(f_{\text{WEA},i} \cdot Q_{\text{prod},i})}{(\sum_i Q_{\text{prod},i})}$$

$f_{\text{weighted}}$	-	facteur de correction pour plusieurs éoliennes
$Q_{\text{prod},i}$	kWh/M	production d'électricité mensuelle respective pour toutes les éoliennes affectées $i$
$f_{\text{WEA},i}$	-	facteur de correction $f_{\text{WEA,korr,2,NZ,M}}$ respectivement $f_{\text{WEA,korr,2,NZ,M}}$ des éolienne affectées

### 6.18.6 Autoconsommation d'électricité provenant d'une cogénération

#### 6.18.6.1 Détermination de la production mensuelle d'électricité par une cogénération

La production nette mensuelle d'énergie électrique  $Q_{f,\text{prod,CHP,M}}$  d'une cogénération est déterminée en multipliant la puissance électrique par le nombre d'heures de pleine charge mensuelle de la cogénération.

$$Q_{f,\text{prod,CHP,M}} = P_{\text{el,CHP}} \cdot t_{\text{vollast,CHP,M}}$$

où:

$Q_{f,\text{prod,CHP,M}}$	kWh/M	production nette mensuelle d'énergie électrique d'une cogénération
$P_{\text{el,CHP}}$	kW	la puissance électrique d'une cogénération conformément à la DIN V 18599-9 chapitre 5.2.2
$t_{\text{vollast,CHP,M}}$	h/M	heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération

La puissance électrique d'une cogénération  $P_{\text{el,CHP}}$  est déterminée sur la base des rendements thermique et électrique d'une cogénération.

Les heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération sont déterminées par la relation suivante basée sur les parts de couverture mensuelles d'une cogénération pour les différents consommateurs d'énergie thermique.

$$t_{Vollast,CHP,M} = \frac{Q_{ww,CHP,M} + Q_{h,CHP,M} + Q_{c,CHP,M}}{P_{th,CHP}}$$

où:

$Q_{ww,CHP,M}$	kWh/M	production d'énergie utile mensuelle d'une cogénération pour la production d'eau chaude sanitaire
$Q_{h,CHP,M}$	kWh/M	production d'énergie utile mensuelle d'une cogénération pour le chauffage
$Q_{c,CHP,M}$	kWh/M	production d'énergie utile mensuelle d'une cogénération pour la production de froid (si thermique)

Il est supposé que la cogénération fournira principalement de l'eau chaude sanitaire pour le chauffage des zones; et ensuite de la chaleur pour le refroidissement (si froid produit thermiquement par machine frigorifique à absorption). L'approvisionnement mensuel en énergie d'une cogénération aux différents consommateurs d'énergie thermique est déterminé comme suit :

$$Q_{ww,CHP,M} = \text{Min} \left( \begin{array}{c} Q_{th,CHP,max,M} \\ Q_{ww,M} - Q_{ww,solar,M} \\ P_{th,CHP} \cdot d_M \cdot \text{Min} \left( \frac{t_{Nutz,d} + 2h}{24} \right) \cdot \frac{d_{Nutz,a}}{365 d/a} \end{array} \right)$$

$$Q_{h,CHP,M} = f_{Betrieb} \cdot \text{Min} \left( \begin{array}{c} Q_{th,CHP,max,M} - Q_{ww,CHP,M} \\ Q_{h,M} - Q_{h,solar,M} \end{array} \right)$$

$$Q_{c,CHP,M} = f_{Betrieb} \cdot \text{Min} \left( \begin{array}{c} Q_{th,CHP,max,M} - Q_{ww,CHP,M} - Q_{h,CHP,M} \\ Q_{c,M} - Q_{c,solar,M} \end{array} \right)$$

où:

$f_{Betrieb}$	-	facteur de fonctionnement d'une cogénération
$Q_{ww,solar,M}$	kWh/M	approvisionnement mensuel en énergie du système solaire pour le besoin en eau chaude sanitaire
$Q_{h,solar,M}$	kWh/M	approvisionnement mensuel en énergie du système solaire pour le besoin en énergie de chauffage
$Q_{c,solar,M}$	kWh/M	approvisionnement mensuel en énergie du système solaire pour le besoin en énergie de refroidissement (si thermique)
$Q_{th,CHP,max,M}$	kWh/M	approvisionnement mensuel maximum en énergie thermique utile d'une cogénération
$Q_{ww,M}$	kWh/M	besoin énergétique utile mensuel avec pertes pour le besoin en eau chaude sanitaire
$Q_{h,M}$	kWh/M	besoin énergétique utile mensuel avec pertes pour le besoin en énergie de chauffage
$Q_{c,M}$	kWh/M	besoin énergétique utile mensuel avec pertes pour le besoin en énergie de refroidissement (si thermique)

La production d'énergie thermique d'une cogénération est à considérer dans les calculs aux chapitres 6.10, 6.11, 6.13 et 6.14 conformément à la DIN V 18599-9.

La production d'énergie thermique utile mensuelle maximale  $Q_{th,CHP,max,M}$  de l'installation de cogénération est déterminée en multipliant la puissance thermique de l'installation de cogénération par le nombre d'heures par mois.

$$Q_{th,CHP,max,M} = P_{th,CHP} \cdot t_M$$

où:

$t_M$	h/M	heures par mois
-------	-----	-----------------

La puissance thermique de l'installation de cogénération  $P_{th,CHP}$  est déterminée comme suit :

$$P_{th,CHP} = n_{CHP} \cdot \dot{Q}_h$$

où:

$n_{CHP}$	%	part de couverture de l'installation de cogénération à la puissance thermique totale requise (chauffage + ECS, y compris les pertes de distribution)
-----------	---	--

$P_{th,CHP}$	kW	la puissance thermique d'une cogénération
$\dot{Q}_h$	kW	puissance thermique totale requise (chauffage + ECS, y compris les pertes de distribution)

Le nombre d'heures du mois  $t_M$  est déterminé par la relation suivante :

$$t_M = d_M \cdot 24 \text{ h/d}$$

où:

$d_M$	d/M	jours par mois
-------	-----	----------------

Le facteur de fonctionnement  $f_{Betrieb}$  prend en compte les fluctuations temporelles de la demande de chaleur (ou de la demande de refroidissement en absorption froide), qui ne peuvent pas être compensées par un accumulateur de chaleur. Il dépend du taux de couverture  $n_{CHP}$  de l'installation de cogénération à la puissance thermique totale requise (chauffage + ECS, y compris les pertes de distribution) et est déterminé par la relation suivante :

$$f_{Betrieb} = \text{Max} \left[ \text{Min} \left( \frac{0,6}{1}, 0,1424 \cdot \ln(n_{CHP}) + 0,3645 \right) \right]$$

La part de couverture annuelle d'une cogénération de la demande totale de chaleur du bâtiment k peut être déterminée comme suit.

$$k = \frac{\sum_M Q_{h,CHP,M} + \sum_M Q_{ww,CHP,M} + \sum_M Q_{c,CHP,M}}{\sum_M Q_{h,M} + \sum_M Q_{ww,M} + \sum_M Q_{c,M}}$$

où:

k	%	part de couverture annuelle d'une cogénération de la demande totale de chaleur du bâtiment
---	---	--

### 6.18.6.2 Répartition de la production d'une cogénération en production pendant et en dehors des heures d'exploitation

Les heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération doivent être réparties sur une production pendant et en dehors des heures d'exploitation comme suit :

$$t_{Vollast,CHP,NZ,M} = \text{Min} \left( \frac{Q_{ww,CHP,M} + Q_{c,CHP,M} + \frac{t_{Nutz,a}}{8760} \cdot Q_{h,CHP,M}}{Q_{ww,CHP,M} + Q_{h,CHP,M} + Q_{c,CHP,M}} \cdot t_{Vollast,CHP,M}, \frac{t_{Nutz,a}}{8760} \cdot 24 \cdot d_M \right)$$

$$t_{Vollast,CHP,NNZ,M} = t_{Vollast,CHP,M} - t_{Vollast,CHP,NZ,M}$$

où:

$t_{Vollast,CHP,NZ,M}$	h/M	heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération pendant les heures d'exploitation
$t_{Vollast,CHP,NNZ,M}$	h/M	heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération en dehors des heures d'exploitation
$t_{Vollast,CHP,M}$	h/M	heures de pleine charge mensuelles d'une cogénération

La production d'électricité d'une cogénération pendant les heures d'exploitation  $Q_{CHP,NZ,M}$  et en dehors des heures d'exploitation  $Q_{CHP,NNZ,M}$  peut être calculée comme suit :

$$Q_{CHP,NZ,M} = t_{Vollast,CHP,NZ,M} \cdot P_{el,CHP}$$

$$Q_{CHP,NNZ,M} = t_{Vollast,CHP,NNZ,M} \cdot P_{el,CHP}$$

où:

$Q_{CHP,NZ,M}$	kWh/M	production mensuelle nette d'électricité d'une cogénération pendant les heures d'exploitation
$Q_{CHP,NNZ,M}$	kWh/M	production mensuelle nette d'électricité d'une cogénération en dehors des heures d'exploitation

### 6.18.6.3 Détermination de l'autoconsommation de l'électricité produite par une cogénération

L'autoconsommation de l'électricité produite par une cogénération se détermine séparément pendant et en dehors des heures d'exploitation. Pour prendre en compte l'autoconsommation d'électricité produite par une installation photovoltaïque et par une éolienne, celles-ci sont déduites du besoin électrique pour les calculs de l'autoconsommation de l'électricité produite par une cogénération.

L'autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une cogénération se détermine par la somme de l'énergie autoconsommée pendant et en dehors des heures d'exploitation.

$$Q_{CHP,use,M} = Q_{CHP,use,NZ,M} + Q_{CHP,use,NNZ,M}$$

avec:

$$Q_{CHP,use,NZ,M} = \text{Min} \left( \frac{f_{CHP,korr,NZ,M} \cdot (Q_{f,NZ,M} - Q_{PV,use,NZ,M} - Q_{WEA,use,NZ,M})}{Q_{CHP,NZ,M}} \right)$$

$$Q_{CHP,use,NNZ,M} = \text{Min} \left( \frac{f_{CHP,korr,NNZ,M} \cdot (Q_{need,NNZ,M} - Q_{PV,use,NNZ,M} - Q_{WEA,use,NNZ,M})}{Q_{CHP,NNZ,M}} \right)$$

où:

$Q_{CHP,use,NZ,M}$	kWh/M	autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une cogénération pendant les heures d'exploitation
$Q_{CHP,use,NNZ,M}$	kWh/M	autoconsommation de l'électricité mensuelle produite par une cogénération en dehors des heures d'exploitation
$f_{CHP,korr,NZ,M}$	-	facteur de correction mensuel pour tenir compte des temps de fonctionnement d'une cogénération pendant les heures d'exploitation
$f_{CHP,korr,NNZ,M}$	-	facteur de correction mensuel pour tenir compte des temps de fonctionnement d'une cogénération en dehors des heures d'exploitation

Les facteurs de correction  $f_{CHP,korr,NZ,M}$  et  $f_{CHP,korr,NNZ,M}$  prennent en compte la durée de fonctionnement d'une cogénération, car les besoins en énergie d'un bâtiment ne peuvent être satisfaits que pendant la durée de fonctionnement d'une cogénération. Les deux facteurs déterminent la part des heures de fonctionnement pendant et en dehors des heures d'exploitation.

$$f_{CHP,korr,NZ,M} = \frac{t_{vollast,CHP,NZ,M}}{\frac{t_{Nutz,a}}{8760} \cdot 24 \cdot d_M}$$

$$f_{CHP,korr,NNZ,M} = \frac{t_{vollast,CHP,NNZ,M}}{\frac{8760 - t_{Nutz,a}}{8760} \cdot 24 \cdot d_M}$$

### 6.18.7 Système de batterie d'accumulateurs

Par l'utilisation d'un système de batterie d'accumulateurs, l'autoconsommation de l'électricité générée par une installation photovoltaïque, une éolienne et/ou une cogénération peut être augmentée.

#### 6.18.7.1 Autoconsommation supplémentaire utilisable grâce à la mise en œuvre d'une batterie d'accumulateurs

Le surplus de production d'électricité qui ne peut pas être autoconsommée est comparé à la demande résiduelle du bâtiment après déduction de l'énergie directement autoconsommée. L'énergie mensuelle autoconsommée supplémentaires par l'utilisation d'un système de batterie d'accumulateurs  $Q_{Bat,M}$  est déterminée comme suit :

$$Q_{Bat,M} = f_{korr,Bat,WEA,M} \cdot \min \left[ \frac{Q_{f,prod,ges,M} - Q_{use,ges,M}}{Q_{f,M} - Q_{use,ges,M}} \cdot \frac{Q_{f,M} - Q_{use,ges,M}}{Q_{Bat} \cdot d_M} \right] \cdot \eta_{Bat}$$

où:

$Q_{Bat,M}$	kWh/M	énergie mensuelle autoconsommée supplémentaire grâce à l'utilisation d'un système de batterie d'accumulateurs
$Q_{f,prod,ges,M}$	kWh/M	production mensuelle d'énergie électrique
$Q_{Bat}$	kWh	capacité effective du stockage d'électricité de la batterie
$\eta_{Bat}$	%	efficacité du stockage de la batterie
$f_{korr,Bat,WEA,M}$	-	facteur de correction mensuel pour tenir compte des fluctuations climatiques pour la production d'une éolienne

Le facteur de correction mensuel  $f_{korr,Bat,WEA,M}$  prend en compte les fortes fluctuations temporelles pour la production d'une éolienne avec des périodes avec beaucoup de vent ou peu de vent et il est déterminé comme suit :

$$f_{korr,Bat,WEA,M} = 1 - 0,45 \cdot \frac{Q_{f,prod,WEA,M}}{Q_{f,prod,ges,M}}$$

### 6.18.7.2 Détermination de l'autoconsommation indirecte de l'électricité par un système de batterie d'accumulateurs

L'autoconsommation indirecte de l'électricité par l'utilisation d'un système de batterie d'accumulateurs  $Q_{Bat,M}$  est attribuée proportionnellement aux différents générateurs (installation photovoltaïque, éolienne et cogénération) comme suit :

$$Q_{PV,Bat,M} = \frac{Q_{f,prod,PV,M} - Q_{PV,use,M}}{Q_{f,prod,ges,M} - Q_{use,ges,M}} \cdot Q_{Bat,M}$$

$$Q_{WEA,Bat,M} = \frac{Q_{f,prod,WEA,M} - Q_{WEA,use,M}}{Q_{f,prod,ges,M} - Q_{use,ges,M}} \cdot Q_{Bat,M}$$

$$Q_{CHP,Bat,M} = \frac{Q_{f,prod,CPH,M} - Q_{CHP,use,M}}{Q_{f,prod,ges,M} - Q_{use,ges,M}} \cdot Q_{Bat,M}$$

où:

$Q_{PV,Bat,M}$	kWh/M	autoconsommation électrique mensuelle supplémentaire d'une installation photovoltaïque grâce à l'utilisation d'un système de batterie
$Q_{WEA,Bat,M}$	kWh/M	autoconsommation électrique mensuelle supplémentaire d'une éolienne grâce à l'utilisation d'un système de batterie
$Q_{CHP,Bat,M}$	kWh/M	autoconsommation électrique mensuelle supplémentaire d'une cogénération grâce à l'utilisation d'un système de batterie

L'autoconsommation mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque, d'une éolienne et/ou d'une cogénération peut être déterminée comme suit, en tenant compte de l'utilisation d'un système de batterie d'accumulateurs.

$$Q_{PV,self,M} = Q_{PV,use,M} + Q_{PV,Bat,M}$$

$$Q_{WEA,self,M} = Q_{WEA,use,M} + Q_{WEA,Bat,M}$$

$$Q_{CHP,self,M} = Q_{CHP,use,M} + Q_{CHP,Bat,M}$$

où:

$Q_{PV,self,M}$	kWh/M	autoconsommation électrique mensuelle d'une installation photovoltaïque avec système de batterie
$Q_{WEA,self,M}$	kWh/M	autoconsommation électrique mensuelle d'une éolienne avec un système de batterie
$Q_{CHP,self,M}$	kWh/M	autoconsommation électrique mensuelle d'une cogénération avec un système de batterie

### 6.18.7.3 Pertes d'un système de batterie d'accumulateurs

Les pertes d'un système de batterie d'accumulateurs  $Q_{loss,Bat,M}$  se détermine comme suit :

$$Q_{loss,Bat,a} = \frac{\sum_M Q_{Bat,M}}{\eta_{Bat}} - \sum_M Q_{Bat,M}$$

où:

$Q_{loss,Bat,a}$  kWh/a pertes d'un système de batterie d'accumulateurs

#### 6.18.7.4 Autoconsommation totale d'énergie électrique

Agrégée sur tous les mois, l'énergie autoconsommée d'une installation photovoltaïque, d'une éolienne et/ou d'une cogénération peut être déterminée en tenant compte d'un système de batterie d'accumulateurs comme suit :

$$Q_{self,ges,a} = \sum_M Q_{use,ges,M} + \sum_M Q_{Bat,M}$$

où:

$Q_{self,ges,a}$  kWh/a l'énergie autoconsommée en tenant compte d'un système de batterie d'accumulateurs

#### 6.18.8 Injection d'électricité au réseau public

L'énergie électrique auto-générée injectée au réseau électrique public  $Q_{feed-in}$  est déterminée comme suit :

$$Q_{feed-in,a} = \sum_M (Q_{f,prod,ges,M} - Q_{use,ges,M} - Q_{Bat,M} - Q_{loss,Bat,M})$$

où:

$Q_{feed-in,a}$  kWh/a énergie électrique auto-générée injectée au réseau électrique public

#### 6.18.9 Approvisionnement d'électricité du réseau public

L'approvisionnement en énergie électrique à partir du réseau public  $Q_{grid}$  est déterminée comme suit :

$$Q_{grid,a} = \sum_M (Q_{f,M,elektr} - Q_{use,ges,M} - Q_{Bat,M})$$

où:

$Q_{grid,a}$  kWh/a approvisionnement d'énergie électrique du réseau public

#### 6.18.10 Considération de l'autoconsommation d'électricité pour l'évaluation du bâtiment

La détermination de l'électricité autoconsommée s'effectue dans les bilans énergétiques finals respectifs. Pour évaluer l'influence de l'électricité autoconsommée par rapport à l'efficacité énergétique globale d'un bâtiment, l'allocation en est faite au niveau de l'énergie primaire. Pour cela, les quantités d'énergie finales calculées sont évaluées avec les facteurs d'énergie primaire correspondants. Il en résulte un crédit d'énergie primaire  $q_{res,p}$ , qui peut être déduit des besoins en énergie primaire du bâtiment.

##### 6.18.10.1 Crédit pour installation photovoltaïque et éolienne

L'électricité autoconsommée d'une installation photovoltaïque et d'une éolienne est créditée au bâtiment dans le bilan énergétique sous la forme d'un crédit d'électricité. Pour le bilan d'énergie primaire, la part d'électricité respective éligible est multipliée par le facteur d'énergie primaire pour l'électricité  $f_{p,Strom}$ . Le crédit d'énergie primaire résultant est calculé comme suit :

$$Q_{p,Gutschrift,PV,M} = - f_{p,Strom} \cdot Q_{PV,self,M}$$

$$Q_{p,Gutschrift,WEA,M} = - f_{p,Strom} \cdot Q_{WEA,self,M}$$

où:

$Q_{p,Gutschrift,PV,M}$	kWh/M	crédit mensuel d'énergie primaire pour l'autoconsommation d'énergie électrique d'une installation photovoltaïque
$Q_{p,Gutschrift,WEA,M}$	kWh/M	crédit mensuel d'énergie primaire pour l'autoconsommation d'énergie électrique d'une éolienne

$f_{p,Strom}$  kWh<sub>p</sub>/kWh<sub>e</sub> facteur d'énergie primaire pour électricité conformément au chapitre 8.1

### 6.18.10.2 Crédit pour cogénération

Dans le contexte du bilan énergétique d'une cogénération, seule la demande de combustible devant être utilisé pour la production de chaleur utile et la production de l'électricité produite à partir de la cogénération et qui est autoconsommée doivent être pris en compte. La demande en combustible utilisé pour générer l'électricité injectée (dans le réseau public) n'est pas à inclure dans le bilan énergétique du bâtiment.

La consommation totale en combustible (énergie finale) d'une cogénération est divisée en une part pour la production de chaleur  $Q_{f,CHP,Wärme,M}$  et une part pour la production d'énergie électrique  $Q_{f,CHP,Strom,M}$ . La part de la demande en carburant pour la production d'électricité est divisée en fonction du ratio de l'autoconsommation. Cela se fait via le facteur de puissance  $f_{el,self}$ , qui représente la proportion de l'électricité autoconsommée par rapport à l'électricité totale générée par la cogénération. L'électricité autoconsommée  $Q_{CHP,self,M}$ , est créditée au bâtiment sous forme de crédit. L'impact total sur l'énergie primaire  $Q_{p,CHP,self,M}$  d'une cogénération dans le bilan énergétique du bâtiment peut donc être évalué comme suit :

$$Q_{p,CHP,ges,M} = f_{p,CHP} \cdot (Q_{f,CHP,Wärme,M} + Q_{f,CHP,self,M}) - f_{p,Strom} \cdot Q_{CHP,self,M}$$

avec:

$$Q_{f,CHP,Wärme,M} = \frac{\eta_{CHP,th}}{\eta_{CHP,ges}} \cdot Q_{f,CHP,ges,M}$$

$$Q_{f,CHP,Strom,M} = \frac{\eta_{CHP,el}}{\eta_{CHP,ges}} \cdot Q_{f,CHP,ges,M}$$

$$Q_{f,CHP,self,M} = f_{el,self} \cdot Q_{f,CHP,Strom,M}$$

$$\eta_{CHP,ges} = \eta_{CHP,th} + \eta_{CHP,el}$$

$$f_{el,self} = \frac{Q_{CHP,self,M}}{Q_{f,prod,CPH,M}}$$

où:

$Q_{p,CHP,ges,M}$	kWh/M	besoin en énergie primaire mensuel prise en compte pour une cogénération
$f_{p,CHP}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	facteur d'énergie primaire du combustible pour la cogénération conformément au chapitre 8.1
$\eta_{CHP,ges}$	%	rendement total de la cogénération
$\eta_{CHP,th}$	%	rendement thermique de la cogénération
$\eta_{CHP,el}$	%	rendement électrique de la cogénération
$f_{el,self}$	%	facteur du ratio d'autoconsommation de la production électrique de la cogénération
$Q_{f,CHP,Wärme,M}$	kWh/M	besoin en énergie finale mensuel pour la production d'énergie thermique utile
$Q_{f,CHP,self,M}$	kWh/M	besoin en énergie finale mensuel pour la production d'énergie électrique autoconsommée
$Q_{f,CHP,Strom,M}$	kWh/M	besoin en énergie finale mensuel pour la production d'énergie électrique

L'électricité autoconsommée d'une cogénération est créditée au bâtiment dans le bilan énergétique. Pour le bilan d'énergie primaire, la part d'électricité autoconsommée est multipliée par le facteur d'énergie primaire pour l'électricité  $f_{p,Strom}$  et la consommation pour la production de l'électricité en combustible (énergie finale) d'une cogénération est multipliée par le facteur d'énergie primaire pour ce combustible  $f_{p,CHP}$ . Le crédit d'énergie primaire résultant est calculé comme suit :

$$Q_{p,CHP,ren,M} = f_{p,CHP} \cdot Q_{f,CHP,self,M} - f_{p,Strom} \cdot Q_{CHP,self,M}$$

où:

$Q_{p,CHP,ren,M}$	kWh/M	crédit mensuel d'énergie primaire pour l'autoconsommation d'énergie électrique d'une cogénération
-------------------	-------	---

Pour un mode de fonctionnement de la cogénération à contrôle thermique, la demande d'énergie finale (combustible) conformément au chapitre 6.18.6 est composée de la quantité de chaleur fournie par la cogénération pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le refroidissement et est déterminée comme suit :

$$Q_{f,CHP,ges,M} = \frac{Q_{ww,CHP} + Q_{h,CHP} + Q_{c,CHP}}{\eta_{CHP,th}}$$

où:

$Q_{f,CHP,ges,M}$  kWh/M besoin en énergie finale mensuel de la cogénération

### 6.18.10.3 Allocation pour l'énergie autoconsommée produite par une installation photovoltaïque, une éolienne et/ou une cogénération

$$Q_{ren,p} = \sum_M (Q_{p,Gutschrift,PV,M} + Q_{p,Gutschrift,WEA,M} + Q_{p,CHP,ren,M})$$

$Q_{ren,p}$  kWh/a l'économie en énergie primaire pour l'énergie électrique autoconsommée produite par une installation photovoltaïque, une éolienne et/ou une cogénération par an

## 6.19 Autres

Si des éléments de construction ou d'installations, pour lesquels il n'existe aucune règle technique reconnue, sont utilisés dans un bâtiment fonctionnel, les exécutions de référence visées au chapitre 2.4 à ces composants sont appliquées.

### 6.19.1 Évaluation du système de protection solaire mobile

Par dérogation à la norme DIN V 18599-2, les tableaux A.4 et A.5 visés à l'annexe A3 « Bewertung von beweglichen Sonnenschutzsystemen für die Systemlösungen » doivent être remplacés par les tableaux 22 et 23 suivants.

	Période	NORD	NE/NO	EST/OUEST	SO/SE	SUD
90°, verticale	Hiver	0,00	0,00	0,17	0,32	0,36
	Été	0,00	0,13	0,39	0,56	0,67
60°	Hiver	0,00	0,01	0,18	0,32	0,35
	Été	0,03	0,33	0,54	0,68	0,76
45°	Hiver	0,00	0,01	0,17	0,30	0,33
	Été	0,30	0,46	0,61	0,72	0,78
30°	Hiver	0,00	0,03	0,16	0,27	0,30
	Été	0,55	0,60	0,67	0,74	0,78
0°, horizontale	Hiver	0,12				
	Été	0,74				

Tableau 22 - Paramètre d'évaluation a de l'activation de dispositifs mobiles de protection solaire manuels ou réglés en fonction du temps pour différentes inclinaisons de surface

	Période	NORD	NE/NO	EST/OUEST	SO/SE	SUD
90°, verticale	Hiver	0,00	0,02	0,23	0,36	0,39
	Été	0,10	0,49	0,70	0,77	0,79
60°	Hiver	0,00	0,03	0,24	0,35	0,38
	Été	0,43	0,69	0,81	0,86	0,88
45°	Hiver	0,01	0,04	0,24	0,34	0,36
	Été	0,64	0,77	0,84	0,88	0,90
30°	Hiver	0,03	0,07	0,23	0,31	0,34
	Été	0,80	0,83	0,87	0,89	0,90
0°, horizontale	Hiver	0,21				
	Été	0,89				

Tableau 23 - Paramètre d'évaluation  $a$  de l'activation de dispositifs mobiles de protection solaire réglés en fonction du rayonnement pour différentes inclinaisons de surface

Si le pare-soleil est réalisé indépendamment de la protection solaire, par exemple au moyen d'un rideau placé à l'intérieur, la part de durée d'activation de la protection solaire mobile en hiver doit être fixée au paramètre  $a = 0$ .

Pour les zones présentant des orientations intermédiaires (par exemple: sud/sud-ouest, etc.), le paramètre  $a$  doit être interpolé linéairement à partir des points cardinaux les plus proches.

### 6.19.2 Ponts thermiques

Lors de la détermination du besoin en chaleur de chauffage et de refroidissement, les ponts thermiques sont à considérer selon l'une des méthodes suivantes :

1. prise en compte en augmentant les coefficients de transmission thermique du facteur de correction des ponts thermiques  $\Delta U_{WB}=0,10$  [W/(m<sup>2</sup>K)] pour l'ensemble de la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment;
2. dans le respect des exemples de planification et d'exécution conformément à la norme DIN 4108 - Feuille 2, prise en compte en augmentant les coefficients de transmission thermique du facteur de correction des ponts thermiques  $\Delta U_{WB}=0,05$  [W/(m<sup>2</sup>K)] pour l'ensemble de la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment;
3. calcul des ponts thermiques conformément à la norme DIN V 18599-2.

Pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique qui sont à remettre avec la demande d'autorisation de construire d'un bâtiment fonctionnel neuf ou d'une extension d'un bâtiment fonctionnel, une valeur estimative peut être prise en compte. Le calcul des ponts thermiques est à apporter lors de l'établissement du certificat de performance énergétique visé à l'article 4, paragraphe 12.

Si tous les coefficients linéiques de transmission thermique des ponts thermiques des raccords d'un élément de construction sont pris en considération, la valeur forfaitaire du supplément pour cet élément peut être négligée.

### 6.19.3 Constructions jumelées et mitoyennes

Lors du calcul de bâtiments ou de parties de bâtiment jumelés ou mitoyens, pour lesquels la différence de la température ambiante de consigne ne dépasse pas 4 °K, les murs mitoyens sont considérés comme ne transmettant pas la chaleur.

Si la différence de température ambiante de consigne de parties contiguës d'un bâtiment est supérieure à 4 °K, il faut réaliser un zonage spécial pour ces parties du bâtiment et le flux thermique à travers l'élément de construction limitrophe doit être pris en considération dans le calcul.

## 6.19.4 Autres conditions générales

Lors du calcul, les conditions générales suivantes sont à appliquer :

Grandeur caractéristique	Conditions générales
Interruption du chauffage	Le fonctionnement à température réduite selon la durée conformément aux conditions générales d'utilisation visées au tableau 5 de la norme DIN V 18599-10 est à appliquer.
Apport thermique solaire par des éléments de construction opaques	Lors de la détermination des apports thermiques solaires pour le bâtiment de référence, il faut appliquer, dans le cadre d'une méthode simplifiée, un coefficient de transmission thermique des éléments de construction opaques $U=0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Émissivité de la surface extérieure pour le rayonnement thermique $\varepsilon = 0,8$ Facteur d'absorption solaire sur les surfaces opaques $\alpha = 0,5$ ; pour les toits sombres, il est possible de prendre $\alpha = 0,8$ lorsque cela est également indiqué dans le cas de la planification.

Tableau 24 - Autres conditions générales de calcul conformément à la norme DIN V 18599

## 6.19.5 Refroidissement nocturne

La réduction du besoin spécifique de refroidissement dû à un refroidissement nocturne passif doit être prise en compte dans le bilan lorsque, pour le bâtiment ou une zone du bâtiment, un refroidissement nocturne passif atteint au moins une des conditions suivantes pour une zone :

- 1) refroidissement nocturne avec une surface de fenêtre d'au moins 2 % par  $\text{m}^2$  de la zone ;
- 2) refroidissement nocturne avec une surface de fenêtre d'au moins 4 % par  $\text{m}^2$  de la zone ou un refroidissement nocturne à travers un atrium avec une surface de fenêtre d'au moins 1 % par  $\text{m}^2$  de la zone.

Le calcul de la réduction du besoin de refroidissement spécifique  $q_{c,b,nv}$  par jour qui peut être dissipé via un refroidissement nocturne passif doit être effectué conformément à l'équation ci-dessous :

$$q_{c,b,nv} = - \frac{1}{(a_0 \cdot q_{c,b} + 1)^{a_1}} + 1$$

où :

$q_{c,b,nv}$	kWh/( $\text{m}^2\text{d}$ )	est la réduction du besoin de refroidissement spécifique d'une utilisation d'un refroidissement nocturne par jour
$q_{c,b}$	kWh/( $\text{m}^2\text{d}$ )	est le besoin de refroidissement spécifique sans utilisation d'un refroidissement nocturne conformément à la DIN V 18599-2 chapitre 5.2.3
$a_0$	-	paramètre de régression conformément au tableau 25 pour le calcul de la réduction du besoin de refroidissement spécifique journalier d'une utilisation d'un refroidissement nocturne
$a_1$	-	paramètre de régression conformément au tableau 25 pour le calcul de la réduction du besoin de refroidissement spécifique journalier d'une utilisation d'un refroidissement nocturne

La réduction du besoin de refroidissement spécifique journalier  $q_{c,b,nv}$  par le refroidissement nocturne passif est ensuite déduite du besoin de refroidissement spécifique journalier  $q_{c,b}$  de la zone du bâtiment et résulte dans le besoin réduit de refroidissement spécifique journalier de la zone  $q_{c,b,mod}$  :

$$q_{c,b,mod} = q_{c,b} - q_{c,b,nv}$$

où :

$q_{c,b,mod}$	kWh/( $\text{m}^2\text{d}$ )	est le besoin de refroidissement spécifique avec l'utilisation d'un refroidissement nocturne
---------------	------------------------------	--

Le calcul doit être effectué pour chaque jour de l'année, pour les jours d'exploitation et les jours sans exploitation (jour fériés et week-end) des zones.

Le besoin de refroidissement  $q_{c,b,mod}$  réduit journalier par l'influence du refroidissement nocturne passif doit alors être utilisé pour tous les calculs des autres chapitres au lieu du besoin  $q_{c,b}$ .

Le tableau suivant contient les paramètres de régression  $a_0$  et  $a_1$ .

Surface des fenêtres pour la ventilation nocturne	2 % de la surface de la zone			4 % de la surface de la zone		
	légère	moyennement lourde	lourde	légère	moyennement lourde	lourde
Paramètre $a_0$	7,044291	4,422857	3,589956	6,543134	2,897138	1,512090
Paramètre $a_1$	0,104690	0,170364	0,209041	0,110691	0,246914	0,454691

Tableau 25 - paramètres pour le calcul d'un refroidissement nocturne

## 6.19.6 Utilisation de geocooling

### 6.19.6.1 Calcul du refroidissement par geocooling

L'allocation au prorata de la production de froid utile est calculée pour :

- le geocooling et
- le refroidissement avec refroidisseur.

La caractéristique de charge des sondes thermiques est définie comme étant le quotient du besoin de froid utile par longueur totale des sondes terrestres.

La part de la production de froid utile par geocooling est calculée comme l'extraction de froid utile du champ de sondes terrestres en dessous d'une température de départ de la distribution de froid utile maximale de 14 °C, 16 °C, 18 °C ou 20 °C divisé par le besoin en froid final. La part du refroidissement produite par geocooling se calcule pour les quatre régimes de température comme suit:

$$Anteil_{GS} = \min(1; a_{geo} \cdot e^{b_{geo} \cdot q_{c,sonde}})$$

où:

$Anteil_{GS}$	-	la part de la production de froid utile produite par geocooling
$q_{c,sonde}$	kWh/m/a	besoin en froid utile par mètre de sonde
$a_{geo}$	-	paramètre de régression conformément au tableau 26 pour le calcul de la part de la production de froid utile par geocooling
$b_{geo}$	-	paramètre de régression conformément au tableau 26 pour le calcul de la part de la production de froid utile par geocooling

avec :

$$q_{c,sonde} = \frac{q_{c,b} \cdot A_n}{l_{sonde}}$$

où:

$l_{sonde}$	m	longueur totale des sondes (forage géothermique)
-------------	---	--

Niveau de température	14 °C	16 °C	18 °C	20 °C
$a_{geo}$	6,471	6,106	7,785	28,02
$b_{geo}$	-0,161	-0,101	-0,080	-0,091

Tableau 26 - paramètres de régression  $a_{geo}$  et  $b_{geo}$  pour le calcul de la part de la production de froid utile par geocooling en fonction du régime de température de froid utile

Pour l'intégration dans la méthodologie de la norme DIN V 18599-7, le facteur de freecooling  $f_{FC}$  est défini suivant la norme DIN V 18599-7, chapitre 7.2 pour les refroidisseurs avec freecooling dans les installations de refroidissement, en tant que facteur avec lequel le SEER de la réfrigération est amélioré.

La proportion de freecooling pour le freecooling via l'installation de refroidissement, en plus du refroidissement avec les refroidisseurs à compression, est définie dans la DIN V 18599-7, chapitre 7.2. Convertie avec une combinaison de différents composants de freecooling d'une machine de réfrigération par compression d'une part, et de freecooling à partir d'un champ de sondes terrestres d'autre part, il résulte alors :

$$SEER_{FC} = f_{FC} \cdot SEER_{KM} = Anteil_{GS} \cdot SEER_{GS} + Anteil_{KM} \cdot SEER_{KM}$$

avec:

$$f_{FC} = \frac{Anteil_{GS} \cdot SEER_{GS} + (1 - Anteil_{GS}) \cdot SEER_{KM}}{SEER_{KM}}$$

où

$f_{FC}$	facteur de freecooling conformément à la définition dans la DIN V 18599-7, chapitre 7.2, formule 74
$Anteil_{KM}$	part de la production en froid utile produite par un refroidisseur à compression ( $Anteil_{KM} = 1 - Anteil_{GS}$ )
$SEER_{GS}$	coefficient de performance annuel du froid utile par le geocooling, basée sur la norme DIN V 18599-7, chapitre 7.3, tableau 41 et formule 78
$SEER_{KM}$	coefficient de performance annuel du froid utile par la machine frigorifique à compression et conformément à la DIN V 18599-7:2012, chapitre 7.1.3.1, formule 47

Par conséquent, avec la formule ci-dessus, le facteur de geocooling tel que défini par la norme DIN V 18599-7, chapitre 7.2, formule (74), peut être appliqué au geocooling partiel à partir de champs de sondes terrestres.

Pour l'application de la formule, il faut utiliser les proratas de froid utile produit par geocooling et par la machine frigorifique à compression suivant la formule pour le  $Anteil_{GS}$  et  $Anteil_{KM}$ .

En outre, les coefficients de performance annuels doivent être utilisés à la fois pour la production de froid utile avec la machine frigorifique et le geocooling. Le coefficient de performance annuel  $SEER_{GS}$  est par défaut considéré comme étant égal à 50 et considère des valeurs moyennes conformément à la norme DIN V 18599-7, chapitre 7.3, page 78, tableau 41. Le coefficient de performance annuel  $SEER_{KM}$  pour la réfrigération avec la machine frigorifique peut être déterminé selon la formule de la norme DIN V 18599-7, chapitre 7.1, pour différentes constellations de machines frigorifiques et d'installations de refroidissement. Cependant, le facteur de charge partielle dépend de la proportion de geocooling.

## 6.20 Méthodes de calcul simplifiées pour le corps du bâtiment

Pour l'établissement du bilan énergétique d'un bâtiment fonctionnel conformément au chapitre 2.1, les méthodes simplifiées décrites ci-après peuvent être appliquées. Pour le calcul simplifié, il existe la méthode:

- affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment conformément au chapitre 6.20.1.

### 6.20.1 Affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment

Dans le cadre de cette méthode simplifiée, l'enveloppe thermique du bâtiment est prise en compte au niveau global du bâtiment et elle est affectée aux zones au moyen d'une clé de répartition prescrite. L'affectation simplifiée comprend la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment ainsi que les caractéristiques correspondantes des matériaux des éléments de construction.

Lors de l'affectation simplifiée, les catégories suivantes d'éléments de construction sont à distinguer:

- $A_w$  - mur extérieur (en contact avec l'extérieur, locaux non chauffés ou en contact avec le sol);
- $F_{e,x}$  - fenêtre selon l'orientation x;
- $D_a$  - toit (en contact avec l'extérieur ou combles non chauffés);
- $F_b$  - plancher (en contact avec le sol, caves non chauffées ou en contact avec l'extérieur).

L'affectation simplifiée de la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment aux zones est effectuée en différenciant les catégories d'éléments de construction conformément à la formule suivante:

$$A_{i,Z} = A_{i,ges} \cdot \frac{A_{N,i,Z}}{A_{N,i,ges}}$$

où :

$A_{i,Z}$	m <sup>2</sup>	est la surface de la catégorie d'éléments de construction $i$ affectée à la zone $Z$
$A_{i,ges}$	m <sup>2</sup>	est la surface totale de la catégorie d'éléments de construction $i$

$A_{N,i,Z}$	$m^2$	est la surface pondérée de la zone Z pour la catégorie d'éléments de construction $i$
$A_{N,i,ges}$	$m^2$	est la somme des surfaces pondérées des zones pour la catégorie d'éléments de construction $i$

À la surface  $A_{i,Z}$  de la catégorie d'éléments de construction  $i$  affectés à la zone Z sont associées des caractéristiques des matériaux, chaque caractéristique correspondant à la moyenne des surfaces pondérées pour la catégorie d'éléments de construction  $i$  respective. Pour l'exemple du coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission  $H'_{T,i,Z}$  qui est affecté à la partie de surface de l'enveloppe  $A_{i,Z}$ , cela signifie que:

$$H'_{T,i,Z} = H'_{T,i}$$

où :

$H'_{T,i,Z}$	$W/(m^2K)$	est le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission affecté à la surface $A_{i,Z}$
$H'_{T,i}$	$W/(m^2K)$	est le coefficient spécifique moyen de transfert de chaleur par transmission obtenu pour la catégorie d'éléments de construction $i$

L'affectation simplifiée de la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment n'est pas autorisée pour:

- l'affectation de surfaces de fenêtres en contact avec des constructions vitrées adjacentes non chauffées;
- l'affectation de surfaces de fenêtres en cas d'atriums.

Dans ces cas, les surfaces correspondantes des éléments de construction doivent être indiquées individuellement pour les zones concernées au niveau des zones conformément au chapitre 6.20.1.2. Les caractéristiques liées aux matériaux doivent être déterminées à travers l'affectation d'un élément de construction défini au niveau du bâtiment de la catégorie d'élément de construction respective.

Pour les zones d'un bâtiment ne tombant pas sous ces exceptions, il est possible de continuer à appliquer l'affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment.

Lors de l'affectation simplifiée de la surface de l'enveloppe du niveau global du bâtiment au niveau des zones, les surfaces d'enceintes de zones thermiquement non conditionnées ne sont pas prises en compte. Les surfaces et les éléments de construction doivent être définis séparément au niveau des zones lorsque cela est requis pour d'autres calculs.

### 6.20.1.1 Prise en considération au niveau global du bâtiment

Les surfaces partielles de l'enveloppe du bâtiment ainsi que leurs caractéristiques sont indiquées au niveau global du bâtiment comme la valeur cumulée pour l'ensemble du bâtiment. Il n'y a pas de distinction en fonction des zones. Chacune des surfaces partielles de l'enveloppe thermique du bâtiment doit être affectée à l'une des catégories d'éléments de construction définies au chapitre 6.20.1.

Au niveau global du bâtiment, toutes les surfaces de l'enveloppe thermique du bâtiment doivent être indiquées, même lorsque les surfaces partielles ou la surface totale sont définies séparément au niveau des zones. La prise en considération des surfaces partielles définies au niveau des zones est effectuée selon la méthode suivante:

$$A_{i,ges} = \sum_j A_{i,j} - \sum_{j,z} A_{i,j,z}$$

où

$A_{i,j}$	$m^2$	est la surface partielle de l'élément de construction ( $j$ ), qui est affectée à la catégorie d'éléments de construction $i$
$A_{i,j,z}$	$m^2$	est la surface partielle de l'élément de construction ( $j$ ), qui est définie au niveau des zones et qui est affectée à la catégorie d'éléments de construction $i$
$A_{i,ges}$	$m^2$	est la surface totale de la catégorie d'éléments de construction $i$

Les caractéristiques moyennes des matériaux des catégories d'éléments de construction sont déterminées par la moyenne pondérée en fonction des surfaces des caractéristiques des matériaux de chaque surface

partielle de la catégorie d'éléments de construction. Cela concerne, par exemple, pour les fenêtres, les grandeurs suivantes:

- le facteur de transmission énergétique total du vitrage pour une incidence verticale du rayonnement  $g_{\perp}$  et  $g_{\text{tot}}$  du vitrage et du dispositif de protection solaire (à prendre en considération pour chaque catégorie d'éléments de construction);
- le facteur de transmission lumineuse du vitrage  $\tau_{D65,SNA}$  (SNA: protections solaires et/ou écrans non utilisés) conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 4;
- les facteurs de réduction pour le châssis et les montants et traverses  $k_1$ .

Pour les éléments de construction opaques, cela concerne les grandeurs suivantes :

- le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission  $H'_T$ ;
- le facteur d'absorption solaire  $\alpha$ .

À titre d'exemple, la moyenne du coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission est obtenue à l'aide de l'équation suivante:

$$H'_{T,i} = \frac{\sum_j (A_{i,j} - A_{i,j,z}) \cdot H'_{T,i,j}}{A_{i,ges}}$$

où :

$H'_{T,i,j}$  W/(m<sup>2</sup>K) est le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission de la surface partielle (j) affectée à la catégorie d'éléments de construction i

La surface totale pondérée des zones pour la catégorie d'éléments de construction i est obtenue par la somme des surfaces pondérées de chaque zone à l'aide de l'équation suivante:

$$A_{N,i,ges} = \sum_z A_{N,i,z}$$

où :

$A_{N,i,ges}$  m<sup>2</sup> est la somme des surfaces pondérées des zones pour la catégorie d'éléments de construction i

Au niveau global du bâtiment, les grandeurs supplémentaires suivantes sont définies; dans le cadre d'une méthode simplifiée, celles-ci peuvent être affectées aux éléments de construction ou aux zones:

- indice d'obstruction  $I_V$  pour la construction linéaire. Celui-ci doit être attribué à toutes les fenêtres de chaque orientation;
- facteur d'ombrage  $F_S$  pour l'ombrage dû aux constructions de chaque orientation. Celui-ci doit être attribué à toutes les fenêtres de chaque orientation;
- facteur de renouvellement de l'air pour une différence de pression  $n_{50}$  de 50 Pa. Celui-ci doit être attribué à chaque zone d'un bâtiment;
- Paramètre d'activation des dispositifs mobiles de protection solaire (a).

### 6.20.1.2 Prise en considération au niveau des zones

Au niveau des zones, des parties d'ampleur différente de catégories d'éléments de construction peuvent être prises en considération au moyen des facteurs de pondération  $f_{i,z}$ . Les facteurs de pondération sont multipliés par la surface de la zone ce qui a un impact sur les différentes parties générées par la répartition automatique des surfaces. La surface pondérée des zones dans le cadre de l'affectation des surfaces est déterminée comme suit:

$$A_{N,i,z} = A_{N,z} \cdot f_{i,z}$$

où :

$A_{N,z}$  m<sup>2</sup> est la surface de plancher nette de la zone z

$f_{i,z}$  m<sup>2</sup> est le facteur de pondération pour la catégorie d'éléments de construction  $i$  de la zone  $z$

Les facteurs de pondération doivent être définis conformément au tableau 27 au niveau des zones. Lors de la prise en considération simplifiée des surfaces de fenêtre, une surface de fenêtre peut être considérée comme « non existante » lorsque la surface de fenêtre spécifique de l'orientation concernée représente moins de 0,03 m<sup>2</sup> de surface de fenêtre par m<sup>2</sup> de surface de plancher nette de la zone.

Catégorie d'éléments de construction/Facteur de pondération	Éléments de construction en contact avec l'extérieur ou non chauffés	
	Absent	Présent
Mur extérieur	$f_{AW,z} = 0$	$f_{AW,z} = 1$
Toit	$f_{Da,z} = 0$	$f_{Da,z} = 1$
Plancher	$f_{Fb,z} = 0$	$f_{Fb,z} = 1$
Fenêtre (selon l'orientation $x$ )	$f_{Fe,z,x} = 0$	$f_{Fe,z,x} = 1$

Tableau 27 - Facteurs de pondération pour la catégorie d'éléments de construction correspondante

Dans la mesure où des surfaces partielles d'une catégorie d'éléments de construction sont définies séparément dans des zones individuelles, il faut indiquer toutes les surfaces de la catégorie d'éléments de construction correspondante pour chacune des zones considérées. Dans ce cas, le facteur de pondération pour la catégorie d'éléments de construction  $i$  pour la zone  $z$  doit être  $f_{i,z} = 0$ .

Au niveau des zones, les autres grandeurs supplémentaires suivantes sont définies:

- La capacité d'accumulation thermique effective  $C_{wirk}$  d'une zone doit être classée en construction légère, moyenne ou lourde. La détermination de la capacité d'accumulation thermique effective et la classification du type de construction doivent être effectuées conformément au chapitre 1.2.6.
- La hauteur libre moyenne doit être indiquée et le volume d'air net de la zone doit être déterminé en utilisant la surface de plancher nette des zones. Le volume d'air net de l'ensemble du bâtiment est la somme des volumes d'air nets de chaque zone.
- Il faut indiquer le procédé de conditionnement de la zone.

### 6.20.2 Détermination simplifiée de l'éclairage à la lumière naturelle

En alternative au calcul détaillé, le modèle de calcul suivant peut être utilisé pour le calcul simplifié de l'éclairage à la lumière naturelle. Ce modèle est conçu pour la modélisation simple de bâtiments à plusieurs étages.

Une zone d'éclairage à la lumière naturelle peut être adoptée pour chaque zone et chaque orientation. Elle doit être divisée conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 4 en une zone d'éclairage à la lumière naturelle avec une surface exposée à la lumière naturelle  $A_{TL}$  et une surface non éclairée à la lumière naturelle  $A_{KL}$ . Dans une zone d'éclairage à la lumière naturelle, différentes zones d'éclairage artificiel peuvent être prises en considération (par exemple: différents systèmes d'éclairage dans les locaux/parties d'une zone). En vue de réaliser le calcul, il faut attribuer le pourcentage de la surface des zones à ces différentes zones d'éclairage artificiel et les surfaces de fenêtre d'une zone doivent également être attribuées suivant une méthode simplifiée selon le pourcentage de répartition de ces zones d'éclairage artificiel. Il faut appliquer les lignes directrices du zonage de la norme DIN V 18599 - Partie 1 à la création de zones.

Si une zone d'éclairage à la lumière naturelle est alimentée en lumière naturelle simultanément par des impostes et des fenêtres verticales, il faut utiliser pour le calcul du besoin en électricité pour l'éclairage la valeur la plus favorable des deux valeurs pour l'éclairage à la lumière naturelle; cela concerne le quotient lumière naturelle.

Pour chaque zone, il faut tenir compte de la hauteur moyenne de linteau  $h_{St}$  et de la hauteur moyenne de fenêtre  $h_{Fe}$  pour une fenêtre caractéristique. Si l'évaluation de la hauteur moyenne de linteau ou de la hauteur moyenne de fenêtre n'est pas facilement réalisable en raison des géométries et/ou des positionnements très

différents des fenêtres dans une zone, celles-ci peuvent être déterminées par la moyenne pondérée en fonction des surfaces sur toutes les fenêtres d'une zone.

La largeur caractéristique des fenêtres  $b_{Fe,i}$  est déterminée via la surface totale de fenêtre pour chaque orientation en fonction de la hauteur moyenne des fenêtres  $h_{Fe}$ . Cette largeur est limitée par la largeur maximale possible d'une zone qui est obtenue en divisant la surface des façades pour chaque orientation (fenêtre + mur) par la hauteur moyenne de la zone  $h_z$ .

$$b_{Fe,i} = \min \left( \frac{A_{Fe,i} + A_{Wa,i}}{h_z} \cdot f_{F,ai}; \frac{A_{Fe,i}}{h_{Fe}} \right)$$

où :

$b_{Fe,i}$	m	est la largeur caractéristique de fenêtre d'une zone en fonction de l'orientation $i$
$A_{Fe,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface de fenêtre d'une zone en fonction de l'orientation $i$
$A_{Wa,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface des murs extérieurs d'une zone selon l'orientation $i$
$h_z$	m	est la hauteur moyenne de la zone
$h_{Fe}$	m	est la hauteur moyenne des fenêtres dans la zone
$f_{F,ai}$	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	est le coefficient de correction pour la référence de dimensions intérieures; valeur standard = 0,9 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

La circonférence extérieure caractéristique moyenne des murs extérieurs de zone  $b_{Zone,ges}$  est obtenue par la somme de toutes les surfaces des façades extérieures (fenêtre + mur) divisée par la hauteur moyenne de zone  $h_z$ . Cette valeur correspond approximativement au périmètre des façades extérieures.

$$b_{Zone,ges} = \frac{\sum_i (A_{Fe,i} + A_{Wa,i})}{h_z} \cdot f_{F,ai}$$

où :

$b_{Zone,ges}$	m	est la circonférence extérieure caractéristique de zone
----------------	---	---

La profondeur caractéristique de local  $a_R$  est obtenue en fonction de la circonférence extérieure caractéristique moyenne. La profondeur de local est prise pour chaque zone d'éclairage à la lumière naturelle orientée  $i$ .

$$a_R = a_{R,i} = \frac{A_z}{\frac{\sum_i (A_{Fe,i} + A_{Wa,i})}{h_z} \cdot f_{F,ai}} = \frac{A_z}{b_{Zone,ges}}$$

où :

$b_{Zone,ges}$	m	est la circonférence extérieure caractéristique d'une zone
$a_{R,i}$	m	est la profondeur caractéristique de local en fonction de l'orientation $i$

En vue de déterminer sommairement le positionnement des fenêtres dans une zone, une moyenne représentative de la façade est formée. Pour le calcul de l'éclairage à la lumière naturelle, la surface de fenêtre  $A_{RB,TL,i}$  doit être déterminée au-dessus du niveau utile  $h_{Fe}$  d'après l'équation suivante:

$$A_{RB,TL,i} = \frac{\min(h_{Fe}; h_{St} - h_{Ne}) \cdot A_{Fe,i}}{h_{Fe}}$$

où :

$A_{RB,TL,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface de fenêtre au-dessus du plan de travail en fonction de l'orientation $i$
$h_{Fe}$	m	est la hauteur moyenne de la fenêtre
$h_{St}$	m	est la hauteur de linteau moyenne
$h_{Ne}$	m	est la hauteur du plan utile

La profondeur maximale de la zone d'éclairage à lumière naturelle est déterminée conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 4.

$$a_{TL,max,i} = 2,5 \cdot (h_{St} - h_{Ne})$$

où :

$a_{TL,max,i}$  m est la profondeur maximale de la zone d'éclairage à la lumière naturelle en fonction de l'orientation  $i$

Le critère 1,25 conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 4 est pris en considération.

Si  $a_{TL,max,i} \leq (a_{R,i} - 0,25 \cdot a_{TL,max,i})$ , alors  $a_{TL,i} = a_{TL,max,i}$

dans les autres cas:  $a_{TL,i} = a_{R,i}$

où :

$a_{TL,max,i}$  m est la profondeur maximale de la zone d'éclairage à la lumière naturelle en fonction de l'orientation  $i$   
 $a_{TL,i}$  m est la profondeur de la zone d'éclairage à la lumière naturelle en fonction de l'orientation  $i$   
 $a_{R,i}$  m est la profondeur caractéristique du local en fonction de l'orientation  $i$

Si les surfaces de fenêtre de toutes les façades orientées d'une zone sont placées dans une façade dotée d'ouvertures, la largeur de la zone d'éclairage à la lumière naturelle peut être augmentée de la moitié de la profondeur en suivant une méthode simplifiée.

Dans ce cas, il faut appliquer ce qui suit:  $b_{TL,i} = b_{Fe,i} + \frac{a_{TL,i}}{2}$

Dans le cas contraire, il faut appliquer ce qui suit:  $b_{TL,i} = b_{Fe,i}$

où :

$b_{TL,i}$  m est la largeur de la zone d'éclairage à la lumière naturelle en fonction de l'orientation  $i$   
 $b_{Fe,i}$  m est la largeur caractéristique des fenêtres d'une zone en fonction de l'orientation  $i$   
 $a_{TL,i}$  m est la profondeur de la zone d'éclairage à la lumière naturelle en fonction de l'orientation  $i$

Avec ces données, il est possible de déterminer la surface éclairée à la lumière naturelle  $A_{TL,i}$  en fonction de l'orientation d'après l'équation suivante:

$$A_{TL,i} = a_{TL,i} \cdot b_{TL,i}$$

où :

$A_{TL,i}$  m<sup>2</sup> est la surface éclairée à la lumière naturelle d'une zone pour l'orientation  $i$

### Puits de lumière de toit

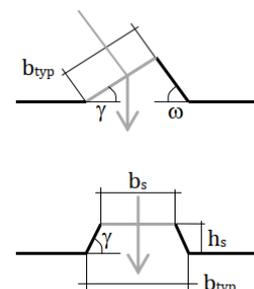
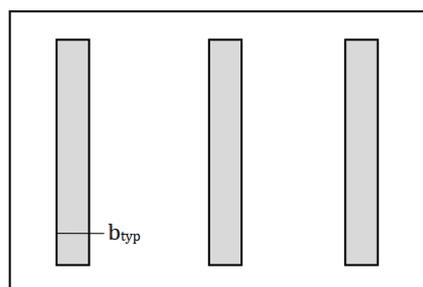
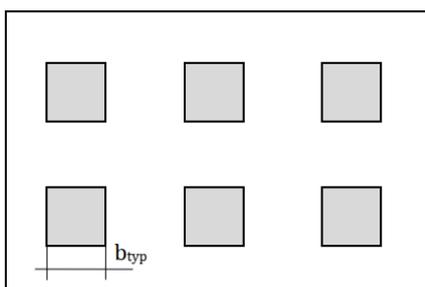
Si des puits de lumière de toit sont présents dans la zone, ceux-ci sont calculés à ce stade, c'est-à-dire que  $A_{TL,i}$  est déjà déterminé pour les façades.

Un seul puits de lumière de toit (horizontal ou du type « shed ») par zone est pris en compte.

Les fenêtres de toit nécessitent une approche compatible. En conséquence, les fenêtres de toit sont modifiées selon le modèle géométrique. Analogues aux simplifications des façades, les surfaces de la fenêtre de toit, en fonction du type de vitrage choisi (horizontal ou du type « shed »), sont traitées géométriquement pour ensuite pouvoir déterminer la zone éclairée à la lumière naturelle  $A_{TL,OL}$ , résultant de la zone de fenêtre de toit  $A_{Da}$ . Il est supposé que les fenêtres de toit sont uniformément distribuées – c'est à dire judicieusement réparties.

lucarne horizontale :

fenêtre du type « shed » :



Les valeurs par défaut:

**Pour les lucarnes horizontales:**

$h_s$	m	Distance entre vitre et surface de la toiture ( $h_s = 0,25$ m)
$b_s$	m <sup>2</sup>	longueur de la vitre (par défaut un carré) ( $b_s = 1,00$ m)
$\gamma_w$	°	l'inclinaison de la vitre ( $\gamma_w = 90^\circ$ )

Pour les fenêtres du type lucarne horizontale et du type « shed » :

$b_{typ}$	m	longueur de la vitre ( $b_{typ} = 1,00$ m)
-----------	---	--

S'il y a des fenêtres dans la façade, la profondeur d'espace caractéristique calculée ci-dessus est utilisée. S'il n'y a pas de fenêtres dans la façade, un carré est utilisé et la profondeur d'espace caractéristique est calculée comme suit :

$$a_r = \sqrt{A_Z}$$

où :

$a_r$	m	profondeur d'espace caractéristique
$A_Z$	m <sup>2</sup>	surface de la pièce

**Largeur caractéristique**

Tout d'abord, une transformation de la surface de fenêtre totale  $A_{Fenster,HO}$  avec la largeur caractéristique  $b_{typ}$  en une bande de fenêtre de longueur  $l_{typ}$  a lieu.

$$l_{typ} = \frac{A_{Fenster,HO}}{b_{typ}}$$

où :

$l_{typ}$	m	longueur caractéristique de la vitre de la paumelle
$A_{Fenster,HO}$	m <sup>2</sup>	surface totale des fenêtres horizontales de la pièce

En supposant que les puits de lumière sont répartis de manière uniforme, le nombre de puits de lumière de toit  $n_{OL}$  peut être déterminé à partir de la profondeur d'espace caractéristique de la zone  $a_r$  et du type de longueur caractéristique de puits de lumière. La profondeur d'espace caractéristique  $a_r$  est réduite d'une distance au mur.

$$n_{OL} = \frac{l_{typ}}{a_r - \frac{1}{2} \cdot d_{OL}}$$

où :

$n_{OL}$	pièce	nombre caractéristique de puits de lumière de toit
$d_{OL}$	m	distance entre les bandes lumineuses virtuelles

Afin de déterminer la surface éclairée à la lumière naturelle, les bandes de lumière virtuelle précédemment déterminées doivent être réparties sur la surface de la pièce. Pour cela, la distance entre les bandes lumineuses virtuelles  $d_{OL}$  doit être déterminée. En tant que critère de distance, la détermination de la profondeur maximale de la lumière du jour conformément à la DIN V 18599-4, sera utilisée pour la distance maximale entre les ouvertures des puits de lumière de toit.

$$d_{OL} = h_R - h_{Ne}$$

où :

$h_R$	m	hauteur libre du local
$h_{Ne}$	m	hauteur du plan utile conformément à la DIN V 18599-4

La longueur de la zone  $l_{OL,TL}$  éclairée à la lumière naturelle est calculée avec :

$$l_{OL,TL} = n_{OL} \cdot (d_{OL} + f_{OL} \cdot b_{typ})$$

où :

$l_{OL,TL}$	m	longueur de la zone éclairée à la lumière naturelle
$f_{OL}$	-	facteur pour calculé la largeur caractéristique projetée sur le plan du sol

Dans le cas des toits en appentis, la largeur caractéristique doit être évaluée avec l'angle d'inclinaison du vitrage par rapport à l'horizontale afin de déterminer la zone d'ouverture de la lumière projetée sur le plan du sol.

$$f_{OL} = \cos(\gamma_W)$$

Pour les puits de lumière horizontaux, le facteur doit être déterminé à partir des paramètres de géométrie d'un puits de lumière caractéristique conformément à la DIN V 18599-4, comme suit :

$$f_{OL} = \left( \frac{\tan(\gamma_W) \cdot b_{typ}}{\tan(\gamma_W) + \frac{h_s}{b_s}} \right) / b_{typ}$$

La surface éclairée à la lumière naturelle  $A_{TL,OL}$  est calculée comme suit :

$$A_{TL,OL} = l_{OL,TL} \cdot a_r$$

où :

$A_{TL,OL}$	m <sup>2</sup>	surface éclairée à la lumière naturelle d'une zone par des puits de lumière
-------------	----------------	---

Avec les paramètres géométriques des puits de lumière de toit ( $\gamma_W$ ,  $h_s$ ,  $b_s$ ), les efficacités spatiales conformément à la DIN V 18599-4 (tableaux 19 et 20) et le quotient de la lumière du jour  $D_{OL}$  sur la base de la surface  $A_{TL,OL}$  éclairée à la lumière naturelle sont déterminées.

### **Chevauchement des zones d'éclairage à lumière naturelle par fenêtres et par puits de lumière**

Les heures de fonctionnement effectives sont calculées pour la façade et les puits de lumière en parallèle, séparément les uns des autres. Afin de prendre en compte l'influence de zones d'éclairage à lumière naturelle qualitativement différentes, il est nécessaire de procéder à une évaluation par chevauchement des zones d'éclairage à lumière naturelle. Il faut vérifier quelle quantité de lumière du jour peut être utilisée dans quelle enveloppe. Cela se produit au niveau des heures de fonctionnement effectives pour la zone  $t_{eff,day,TL}$  éclairée à la lumière naturelle. Deux cas sont distingués:

- 1) Si la surface de la zone est supérieure à la somme des zones éclairées à la lumière naturelle par des fenêtres de façade et de la zone éclairée à la lumière naturelle par des puits de lumière, les fenêtres de toit et de façade ne se chevauchent pas et les zones éclairées à la lumière naturelle sont ajoutées.
- 2) Si la surface de la zone est inférieure à la somme des zones éclairées à la lumière naturelle par des fenêtres de façade et de la zone éclairée à la lumière naturelle par des puits de lumière, il y a un chevauchement. Pour les zones qui se chevauchent, conformément à la DIN V 18599-4, le cas le plus favorable est appliqué et les zones sont décalées les unes par rapport aux autres.

En fonction des zones éclairées à la lumière naturelle différenciées, les durées de fonctionnement effectives  $t_{eff,day,TL}$  sont pondérées et agrégées pour former une valeur de zone, utilisée pour calculer la demande de puissance d'éclairage.

Vu que la somme des surfaces éclairées à la lumière naturelle ne peut être supérieure à la surface totale des zones, la surface éclairée à la lumière naturelle  $A_{TL}$  pour la zone totale est limitée, lors de la détermination, à la surface maximale éclairée à la lumière naturelle.

$$A_{TL} = \min \left( \sum_i A_{TL,i} ; A_Z \right)$$

où :

$A_{TL}$	m <sup>2</sup>	est la surface éclairée à la lumière naturelle dans une zone
$A_{TL,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface éclairée à la lumière naturelle d'une zone pour l'orientation $i$

$A_Z$  m<sup>2</sup> est la surface de plancher nette de la zone Z

La surface non éclairée à la lumière naturelle  $A_{KL}$  est calculée à partir de la différence entre la surface de plancher nette  $A_Z$  et la surface éclairée à la lumière naturelle  $A_{TL}$  dans une zone.

$$A_{KL} = A_Z - A_{TL}$$

où :

$A_{KL}$  m<sup>2</sup> est la surface non éclairée à la lumière naturelle dans une zone

### Valeurs limites pour la détermination de l' $A_{TL}$ de la zone de lumière du jour

$$A_{TL,OL} \leq A_Z$$

$$A_{TL,FA} \leq A_Z$$

$$A_{TL,OL} + A_{TL,FA} \leq A_Z$$

$$A_{TL} = \min(A_{TL,OL} + A_{TL,FA}; A_Z)$$

### Chevauchement et pondération des heures de fonctionnement effectives par jour

$$A_{TL,lap} = \max(0; -1 \cdot (A_Z - A_{TL,OL} - A_{TL,FA}))$$

avec:

$A_{TL,lap}$  m<sup>2</sup> la surface éclairée à la lumière naturelle à la fois par des fenêtres et par des puits de lumière de toit  
 $A_{TL,FA}$  m<sup>2</sup> la surface éclairée à la lumière naturelle par des fenêtres

$$t_{eff,Tag,TL,lap} = \min(t_{eff,Tag,TL,OL}; t_{eff,Tag,TL,FA})$$

avec:

$t_{eff,Tag,TL,lap}$  h/a la durée par an où la surface de la zone est éclairée à la lumière naturelle à la fois par des fenêtres et par des puits de lumière de toit  
 $t_{eff,Tag,TL,OL}$  h/a la durée par an où la surface de la zone est éclairée à la lumière naturelle par des puits de lumière de toit  
 $t_{eff,Tag,TL,FA}$  h/a la durée par an où la surface de la zone est éclairée à la lumière naturelle par des fenêtres

$$A_{TL,best} = A_{TL} \quad \text{avec } \min(t_{eff,Tag,TL,OL}; t_{eff,Tag,TL,FA}) - A_{TL,lap}$$

$$A_{TL,worst} = A_{TL} \quad \text{avec } \max(t_{eff,Tag,TL,OL}; t_{eff,Tag,TL,FA}) - A_{TL,lap}$$

avec:

$A_{TL,best}$  m<sup>2</sup> la surface maximale éclairée à la lumière naturelle  
 $A_{TL,worst}$  m<sup>2</sup> la surface minimale éclairée à la lumière naturelle

$$t_{eff,Tag,TL} = ((A_{TL,best} + A_{TL,lap}) \cdot \min(t_{eff,Tag,TL,OL}; t_{eff,Tag,TL,FA}) + A_{TL,worst} \cdot \max(t_{eff,Tag,TL,OL}; t_{eff,Tag,TL,FA})) / (A_{TL,best} + A_{TL,lap} + A_{TL,worst})$$

avec:

$t_{eff,Tag,TL}$  h/a la durée corrigée par an où une surface de la zone est éclairée à la lumière naturelle

### 6.20.3 Coefficients de correction de la température $F_x$ dans le cas du chauffage et du refroidissement

Dans le cas du chauffage, il est possible d'appliquer les valeurs de  $F_x$  conformes à la norme DIN V 18599 - Partie 2, tableau 3, les températures moyennes mensuelles visées au tableau 29 et tableau 30 ou les valeurs de  $F_x$  visées au tableau 31 et au tableau 32.

Dans le cas du refroidissement, il est possible d'utiliser les températures moyennes mensuelles visées au 9 et au tableau 30 ou les valeurs de  $F_x$  visées au tableau 31 et au tableau 32.

En vue de déterminer les températures moyennes mensuelles visées au tableau 29 et au tableau 30 ou les valeurs de  $F_x$  visées au tableau 31 et au tableau 32, il faut réaliser un classement des zones non conditionnées selon les critères suivants:

- Standard d'isolation: la zone non conditionnée doit être classée selon son standard d'isolation. Le standard d'isolation d'une zone non conditionnée est défini par le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission  $H'_{T,ue}$  en  $W/(m^2K)$ .
- Charges solaires: la zone non conditionnée est classée en fonction des charges solaires présentes ou des apports internes existants. Le classement des charges solaires correspond généralement à la part vitrée en combinaison avec la protection solaire de la construction vitrée non conditionnée.
- Profondeur dans le sol: Si la zone non conditionnée est en contact avec le sol; elle est à classer selon son standard d'isolation et la profondeur/situation dans le sol. Pour les murs, il faut adopter la profondeur moyenne sous le sol. Pour les éléments de construction horizontaux, la profondeur correspond à la différence entre le bord inférieur d'un élément de construction et le bord supérieur du niveau du sol.

### 6.20.3.1 Classement en fonction du standard d'isolation

Le standard d'isolation de la zone non conditionnée est classé conformément au tableau suivant:

Standard d'isolation de la zone limitrophe	Valeur de calcul de $H'_{T,ue}$
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	1,50 $W/(m^2K)$
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	1,00 $W/(m^2K)$
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,50 $W/(m^2K)$
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,25 $W/(m^2K)$

Tableau 28 - Définition du standard d'isolation des zones concernées

### 6.20.3.2 Classification en fonction des charges solaires

La figure 4 représente le modèle d'évaluation énergétique de la zone non conditionnée avec des apports solaires.

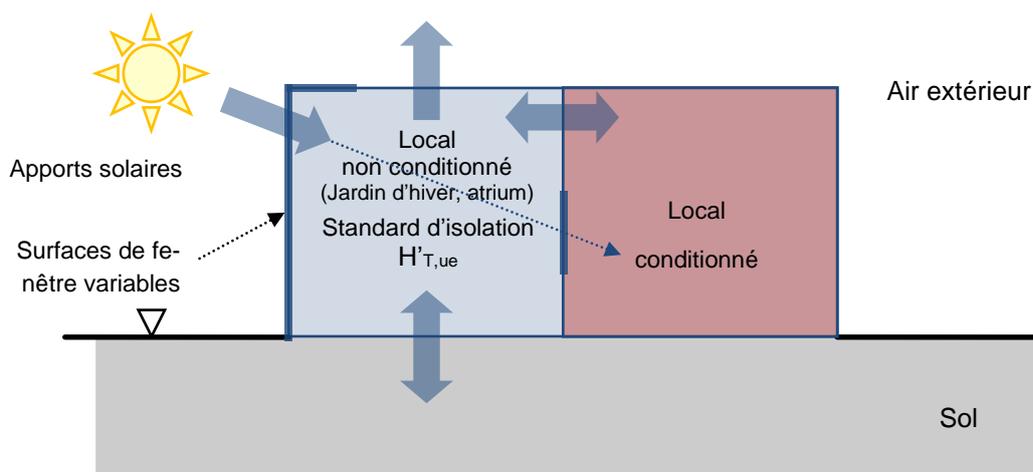


Figure 4 - Schéma du modèle permettant d'analyser l'impact des zones non conditionnées exposées aux rayonnements solaires sur le bilan énergétique thermique

Les valeurs de calcul fournies dans les tableaux sont déterminées pour une configuration sans protection solaire. En cas d'utilisation de systèmes de protection solaire, la part de surface de fenêtre peut être augmentée sans que les apports solaires n'augmentent. L'éventuelle augmentation de la part de surface de fenêtre dépend de la performance de la protection solaire. Il faut distinguer deux cas d'application:

- 1) Classification de la zone non conditionnée en fonction de la part de surface de fenêtre. Cette classification peut être appliquée lorsqu'il s'agit d'une construction vitrée adjacente simple avec une surface de fenêtre en façade et que la part de surface de fenêtre peut être facilement évaluée.
- 2) Classification de la zone non conditionnée en fonction de la part de surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette  $f_{Fe,An,u}$ . Dans le cas des atriums présentant différentes surfaces vitrées ou pour des surfaces vitrées avec différentes orientations, la détermination de la part de surface fenêtre n'est pas toujours aisée. La détermination de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette donne des informations sur les apports solaires dans la zone non conditionnée qui peuvent être corrigés en fonction de l'orientation.

Lors de l'évaluation, des corrections sont nécessaires en particulier pour les surfaces vitrées horizontales et les surfaces orientées au nord. Pour les fenêtres orientées au nord ou pour les fenêtres qui ne sont pas exposées au rayonnement direct, les rayonnements solaires évalués sont plus faibles. Les rayonnements sont plus élevés pour les surfaces de fenêtre horizontales. En référence à la méthode relative à la protection thermique d'été visée au chapitre 1.2, les surfaces de fenêtre doivent être pondérées en fonction de l'orientation.

La surface de fenêtre modifiée rapportée à la surface de plancher nette  $f_{Fe,An,u}$  est obtenue pour différentes orientations d'après l'équation suivante:

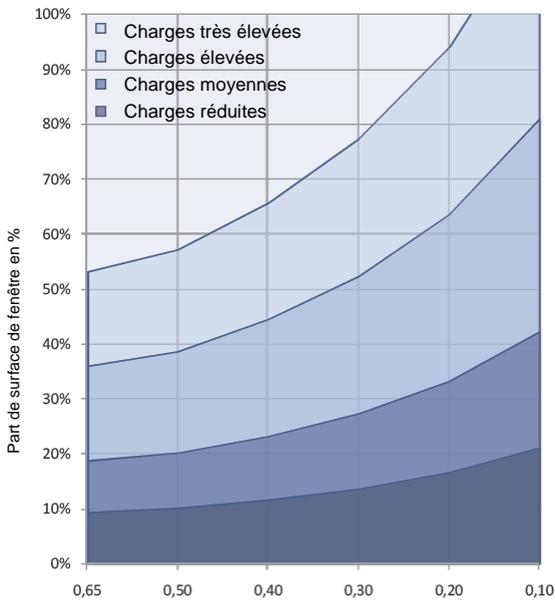
$$f_{Fe,An,u} = \frac{\sum_i A_{fe,(O,S,W),i} + 0,4 \cdot \sum_i A_{fe,N,i} + 1,4 \cdot \sum_i A_{fe,H,i}}{A_{n,u}}$$

où :

$f_{Fe,An,u}$	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	est la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette
$A_{n,u}$	m <sup>2</sup>	est la surface de plancher nette de la zone non conditionnée
$A_{fe,(O,S,W),i}$	m <sup>2</sup>	est la surface des fenêtres ( <i>i</i> ) orientées à l'est, au sud ou à l'ouest (du nord-est en passant par le sud jusqu'au nord-ouest)
$A_{fe,N,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface des fenêtres ( <i>i</i> ) orientées au nord (du nord-ouest en passant par le nord jusqu'au nord-est) et les surfaces des fenêtres qui sont toujours à l'ombre
$A_{fe,H,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface des fenêtres ( <i>i</i> ) horizontales ou inclinées ou des éléments de construction transparents ( <i>i</i> ) avec $0^\circ \leq \text{inclinaison} \leq 60^\circ$

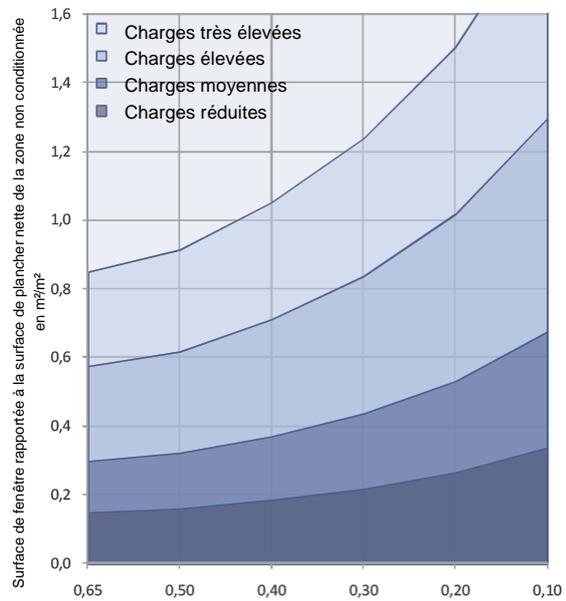
Les diagrammes suivants illustrent cette classification.

Classification en profils de charge en fonction de la protection solaire et de la part de surface de fenêtre totale de la zone non conditionnée



Facteur de transmission énergétique total,  $g_{tot}$

Classification en profils de charge en fonction de la protection solaire et de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette de la zone non conditionnée



Facteur de transmission énergétique total,  $g_{tot}$

Figure 5 - Estimation du niveau des apports solaires d'une zone non conditionnée en fonction de la protection solaire et de la part de surface de fenêtre respectivement de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette

### 6.20.3.3 Classification en fonction de la profondeur sous-sol

Une zone non conditionnée est représentée de manière simplifiée en fonction de la profondeur sous-sol. La figure suivante illustre les paramètres de classification en fonction de l'emplacement dans le sol. Les paramètres requis sont la profondeur de la zone non conditionnée dans le sol et le standard d'isolation.

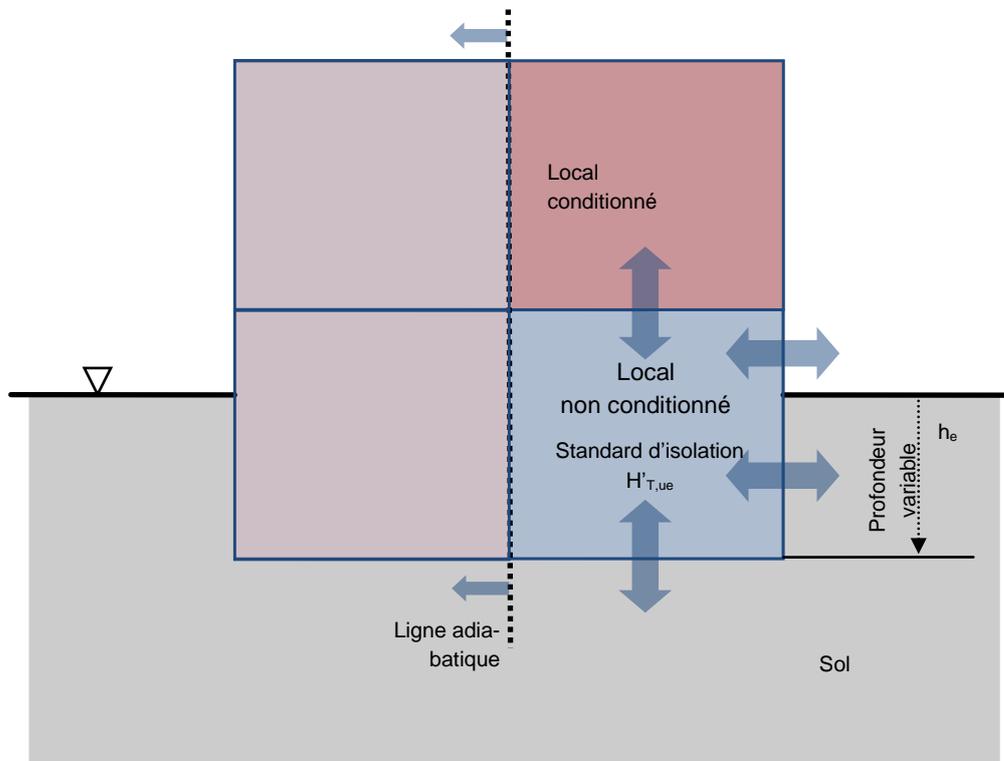


Figure 6 - Modèle de l'emplacement des zones non conditionnées sous-sol

Valeurs moyennes mensuelles de la température intérieure des zones non conditionnées avoisinantes

Zone **sans** charge interne et/ou solaire

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,1	1,7	5,0	10,0	13,6	16,5	18,5	18,4	14,9	9,9	5,6	2,3
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,5	2,0	5,3	10,2	13,7	16,5	18,5	18,5	15,0	10,1	5,9	2,6
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	1,3	2,9	6,0	10,7	14,0	16,7	18,6	18,6	15,2	10,6	6,6	3,4
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	2,5	3,9	6,9	11,3	14,4	16,9	18,7	18,8	15,6	11,2	7,4	4,5

Zone avec de **faibles** charges internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,8	2,4	5,9	11,3	14,7	17,7	19,7	19,4	15,9	10,8	6,3	2,8
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	1,5	3,1	6,5	12,0	15,3	18,2	19,8	19,9	16,5	11,3	6,8	3,4
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	3,0	4,6	8,0	13,8	16,7	19,5	20,4	20,2	17,8	12,6	8,1	4,6
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	5,0	6,6	10,0	16,1	18,5	19,0	21,1	20,8	19,5	14,2	9,7	6,2

Zone avec des charges **moyennes** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	1,5	3,2	6,7	12,6	15,8	18,8	20,4	20,1	17,0	11,6	6,9	3,3
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	2,5	4,1	7,7	13,8	16,8	19,8	21,1	20,7	18,0	12,5	7,7	4,0
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	4,6	6,3	10,0	16,8	19,2	20,3	22,4	21,8	18,5	14,4	9,5	5,7
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	7,4	9,0	12,9	16,2	18,6	21,5	23,6	22,9	19,7	16,9	11,8	7,9

Zone avec des charges **élevées** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	2,5	4,3	8,2	15,2	18,4	20,9	22,9	22,0	19,0	12,9	7,8	4,0
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	3,8	5,6	9,7	17,5	18,9	22,3	24,4	23,2	19,4	14,3	8,9	4,9
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	6,7	8,7	13,2	18,8	21,5	25,1	27,2	25,4	21,7	17,4	11,5	7,1
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	10,4	12,6	17,5	21,6	24,0	27,7	29,8	27,6	23,8	16,7	14,7	9,9

Zone avec des charges **très élevées** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	3,4	5,3	9,6	17,8	19,7	23,3	25,4	23,9	19,9	14,2	8,7	4,6
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	5,0	7,1	11,6	18,7	21,7	25,5	27,6	25,6	21,6	16,1	10,1	5,8
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	8,7	11,1	16,3	22,9	25,5	29,7	31,8	28,9	24,8	17,1	13,4	8,5
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	13,1	15,8	15,3	26,9	29,1	33,6	35,8	32,1	27,8	19,3	17,4	11,7

Tableau 29 - Température moyenne en °C dans une zone non conditionnée avec des charges internes et/ou solaires

Zone  $h_e < 0,5$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	2,4	4,0	6,8	11,1	13,8	15,9	17,6	17,6	14,5	10,3	6,9	4,3
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	3,4	4,9	7,6	11,5	14,0	16,0	17,5	17,5	14,6	10,7	7,5	5,2
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	5,2	6,5	8,8	12,3	14,5	16,3	17,6	17,7	15,1	11,7	8,8	6,7
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	6,8	7,9	10,0	13,2	15,2	16,7	18,0	18,1	15,7	12,7	10,1	8,2

Zone  $h_e \geq 0,5$  m et  $< 1,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	2,7	4,3	7,0	11,2	13,8	15,9	17,4	17,4	14,4	10,3	7,0	4,5
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	3,7	5,2	7,7	11,6	14,0	15,9	17,4	17,4	14,5	10,8	7,7	5,3
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	5,4	6,7	9,0	12,4	14,5	16,2	17,5	17,5	15,0	11,6	8,9	6,9
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	6,9	8,0	10,1	13,2	15,1	16,7	17,9	17,9	15,7	12,6	10,1	8,3

Zone  $h_e \geq 1,0$  m et  $< 2,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	3,6	5,1	7,7	11,5	13,9	15,8	17,2	17,1	14,2	10,5	7,4	5,2
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	4,5	5,9	8,3	11,9	14,1	15,9	17,1	17,0	14,4	10,9	8,1	6,0
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	5,9	7,2	9,3	12,5	14,5	16,1	17,3	17,2	14,9	11,7	9,2	7,3
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	7,2	8,3	10,3	13,2	15,1	16,5	17,7	17,7	15,6	12,6	10,3	8,5

Zone  $h_e \geq 2,0$  m et  $< 3,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	5,4	6,7	9,0	12,2	14,2	15,8	16,8	16,5	14,1	10,9	8,4	6,6
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	5,9	7,1	9,3	12,3	14,3	15,8	16,8	16,6	14,3	11,3	8,8	7,0
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	6,7	7,8	9,8	12,7	14,6	16,0	17,0	17,0	14,8	11,9	9,6	7,9
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	7,6	8,6	10,5	13,3	15,0	16,4	17,5	17,5	15,5	12,7	10,5	8,8

Zone  $h_e \geq 3,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	5,4	6,7	8,9	12,1	14,1	15,7	16,7	16,4	14,0	10,9	8,3	6,5
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	5,8	7,1	9,2	12,3	14,2	15,7	16,7	16,5	14,2	11,2	8,7	7,0
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	6,6	7,7	9,7	12,6	14,5	15,9	16,9	16,9	14,7	11,8	9,5	7,8
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	7,4	8,5	10,4	13,2	14,9	16,3	17,4	17,4	15,3	12,6	10,3	8,7

Tableau 30 - Températures moyennes en °C dans une zone non conditionnée en contact avec le sol

Coefficients de correction de la température pour des zones non conditionnées

Zone **sans** charge interne et/ou solaire

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,94	0,95	0,95	0,96	0,92	0,87	0,86	0,96	0,93	0,93	0,94	0,95
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,92	0,93	0,93	0,94	0,91	0,85	0,85	0,94	0,92	0,92	0,93	0,93
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,88	0,89	0,89	0,90	0,87	0,83	0,82	0,90	0,88	0,88	0,89	0,89
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,83	0,84	0,84	0,85	0,82	0,79	0,79	0,85	0,83	0,83	0,84	0,84

Zone avec de **faibles** charges internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,91	0,91	0,90	0,85	0,79	0,66	0,52	0,64	0,78	0,86	0,91	0,92
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,88	0,88	0,86	0,79	0,72	0,57	0,49	0,50	0,71	0,82	0,87	0,90
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,81	0,81	0,77	0,64	0,56	0,34	0,31	0,41	0,52	0,72	0,80	0,84
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,72	0,71	0,66	0,45	0,35	0,43	0,12	0,22	0,29	0,59	0,70	0,76

Zone avec des charges **moyennes** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,88	0,88	0,85	0,74	0,66	0,46	0,31	0,44	0,64	0,80	0,87	0,90
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,83	0,83	0,79	0,64	0,54	0,29	0,12	0,26	0,50	0,73	0,82	0,86
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,74	0,73	0,66	0,39	0,27	0,21	-0,25	-0,09	0,43	0,57	0,71	0,78
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,62	0,60	0,50	0,44	0,34	0,00	-0,60	-0,43	0,26	0,37	0,58	0,68

Zone avec des charges **élevées** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,83	0,82	0,77	0,53	0,36	0,11	-0,41	-0,16	0,36	0,69	0,81	0,87
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,78	0,76	0,68	0,34	0,30	-0,14	-0,83	-0,52	0,29	0,58	0,75	0,82
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,65	0,61	0,48	0,22	0,00	-0,61	-1,62	-1,23	-0,03	0,33	0,59	0,71
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,49	0,43	0,23	-0,01	-0,29	-1,07	-2,38	-1,90	-0,33	0,39	0,40	0,58

Zone avec des charges **très élevées** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,79	0,77	0,69	0,31	0,21	-0,31	-1,12	-0,74	0,22	0,59	0,76	0,84
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,72	0,69	0,57	0,23	-0,02	-0,69	-1,75	-1,28	-0,02	0,44	0,68	0,78
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,56	0,50	0,30	-0,12	-0,47	-1,41	-2,95	-2,32	-0,46	0,36	0,48	0,64
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,37	0,27	0,36	-0,45	-0,89	-2,09	-4,08	-3,30	-0,89	0,18	0,24	0,48

Tableau 31 - Coefficients de correction de la température pour une zone non conditionnée avec des charges internes et/ou solaires

Zone  $h_e < 0,5$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,84	0,84	0,84	0,87	0,90	0,96	1,13	1,22	0,99	0,90	0,87	0,85
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,79	0,79	0,80	0,83	0,87	0,95	1,14	1,24	0,97	0,87	0,83	0,81
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,72	0,72	0,73	0,76	0,81	0,90	1,11	1,20	0,90	0,79	0,75	0,73
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,65	0,65	0,66	0,69	0,74	0,82	1,00	1,08	0,81	0,71	0,68	0,66

Zone  $h_e \geq 0,5$  m et  $< 1,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,82	0,83	0,83	0,86	0,90	0,97	1,16	1,27	1,00	0,90	0,86	0,84
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,78	0,78	0,79	0,83	0,87	0,96	1,18	1,29	0,98	0,87	0,82	0,80
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,71	0,71	0,72	0,76	0,81	0,91	1,15	1,25	0,92	0,79	0,75	0,72
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,64	0,64	0,66	0,69	0,74	0,83	1,03	1,11	0,82	0,71	0,68	0,66

Zone  $h_e \geq 1,0$  m et  $< 2,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,78	0,78	0,79	0,83	0,88	0,98	1,24	1,38	1,02	0,89	0,84	0,81
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,74	0,75	0,76	0,80	0,86	0,97	1,25	1,39	1,00	0,85	0,80	0,77
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,68	0,69	0,70	0,75	0,81	0,93	1,21	1,33	0,93	0,79	0,73	0,70
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,63	0,63	0,65	0,69	0,75	0,85	1,09	1,18	0,84	0,71	0,67	0,64

Zone  $h_e \geq 2,0$  m et  $< 3,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,71	0,71	0,72	0,78	0,84	0,99	1,35	1,55	1,04	0,85	0,78	0,74
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,68	0,69	0,70	0,76	0,84	0,99	1,35	1,53	1,02	0,83	0,76	0,72
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,65	0,65	0,67	0,73	0,81	0,95	1,28	1,42	0,95	0,77	0,71	0,67
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,61	0,62	0,63	0,68	0,75	0,87	1,14	1,24	0,85	0,71	0,66	0,63

Zone  $h_e \geq 3,0$  m profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ( $H'_{T,ue} > 1,3$ )	0,71	0,71	0,72	0,78	0,86	1,01	1,38	1,58	1,05	0,86	0,78	0,74
Mauvaise isolation ( $0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$ )	0,69	0,69	0,71	0,77	0,85	1,00	1,38	1,55	1,03	0,83	0,76	0,72
Isolation moyenne ( $0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$ )	0,65	0,66	0,68	0,74	0,82	0,97	1,31	1,45	0,96	0,78	0,71	0,68
Bonne isolation ( $0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$ )	0,62	0,62	0,64	0,70	0,77	0,89	1,18	1,28	0,87	0,72	0,66	0,64

Tableau 32 - Coefficients de correction de la température pour une zone non conditionnée en contact avec le sol

#### 6.20.4 Représentation simplifiée de l'ombrage

L'ombrage simplifié est réalisé au niveau global du bâtiment en fonction de chaque orientation de façade. Pour simplifier la prise en considération de l'ombrage, des angles d'ombrage tels que prévus au tableau 33 sont définis forfaitairement pour chaque façade d'un bâtiment. À cet effet, il faut établir une distinction en fonction de l'orientation.

Il y a lieu d'illustrer des situations pour l'ombrage d'horizon et pour une construction en porte-à-faux. En cas d'application de la méthode simplifiée, il est possible de ne pas prendre en considération les influences latérales de l'ombrage. L'angle d'ombrage pour un ombrage latéral est pris égal à 0° pour l'évaluation simplifiée de l'ombrage dans le calcul.

En cas d'ombrage d'horizon, l'angle d'ombrage moyen doit être déterminé en milieu de la façade.

Une construction en porte-à-faux, tels que des balcons et autres éléments en encorbellement, ne peut être représentée de manière simplifiée que si elle est présente régulièrement dans une façade. Dans la méthode simplifiée, un ombrage lié à une construction en porte-à-faux doit être pris en considération lorsqu'une partie importante de la façade (> 50%) présente une construction régulière en porte-à-faux. L'angle d'ombrage doit être déterminé pour une situation caractéristique et représentative et il sert d'angle de classification pour l'ensemble de la façade.

Les angles d'ombrage correspondants sont attribués dans le calcul à toutes les fenêtres de chaque orientation. Ils doivent être pris en considération dans les bilans thermiques et dans le calcul du besoin en électricité pour l'éclairage. Pour le bilan énergétique, la valeur de calcul correspondante pour la classe d'ombrage doit être utilisée.

Angle d'ombrage d'horizon				
Classe d'ombrage	Aucune	Réduite	Moyenne	Élevée
Champ angulaire pour toutes les orientations	0° - 5°	5° - 15°	15° - 30°	> 30°
Valeur de calcul pour toutes les orientations	2,5°	10°	22,5°	35°
Angle d'ombrage pour une construction en porte-à-faux				
Classe d'ombrage	Aucune	Réduite	Moyenne	Élevée
Champ angulaire pour toutes les orientations	0° - 15°	15° - 35°	35° - 50°	> 50°
Valeur de calcul pour toutes les orientations	7,5°	25°	42,5°	55°

Tableau 33 - Valeurs de calcul pour l'angle d'ombrage d'horizon et une construction en porte-à-faux

Pour des surfaces de fenêtre détaillées au niveau des zones, l'angle d'ombrage peut également être précisé.

#### 6.20.5 Autres méthodes simplifiées pour le corps du bâtiment

Les méthodes simplifiées suivantes sont également autorisées pour le calcul:

- Les flux thermiques par transmission de zones refroidies vers des zones non refroidies ne doivent pas être pris en considération.
- En cas de ventilation mécanique avec un surflux d'air entre des zones, le renouvellement d'air de la zone qui bénéficie de l'amenée d'air par surflux d'une autre zone doit être pris égal à 0 lorsque le débit volumétrique d'air extérieur minimal conformément à la norme DIN V 18599-10 est ainsi couvert. Si le débit volumétrique d'air extérieur minimal n'est pas couvert par l'amenée d'air provenant du surflux de zones adjacentes, la quantité manquante doit être évaluée comme une ventilation supplémentaire par ouverture des fenêtres  $n_{win}$  conformément à la norme DIN V 18599-2.
- Dans le cas d'une construction adjacente non conditionnée et entièrement vitrée, le rayonnement solaire dans le volume conditionné du bâtiment doit être calculé suivant une méthode simplifiée en ce sens que la valeur  $g$  de la surface de fenêtre entre la zone conditionnée et la construction vitrée soit modifiée de manière à prendre en considération les propriétés optiques du vitrage de la construction.

$$g_{\perp, \text{res}} = g_{\perp} \cdot F_{F, \text{ue}} \cdot \tau_{\text{eu}, e}$$

$$g_{\text{tot}, \text{res}} = g_{\text{tot}} \cdot F_{F, \text{ue}} \cdot \tau_{\text{eu}, e}$$

où :

$g_{\perp, \text{res}}$	-	est le facteur de transmission énergétique total résultant pour une incidence verticale du rayonnement en tenant compte des caractéristiques optiques de la surface extérieure des fenêtres
$g_{\text{tot}, \text{res}}$	-	est le facteur de transmission énergétique total résultant, y compris le dispositif de protection solaire, en tenant compte des caractéristiques optiques de la surface extérieure des fenêtres
$F_{F, \text{ue}}$	-	est le coefficient de perte pour le cadre du vitrage extérieur, valeur standard: $F_{F, \text{ue}} = 0,9$
$\tau_{\text{eu}, e}$	-	est le facteur de transmission du vitrage extérieur. Valeurs standard visées au tableau 1 de l'annexe III.

Le calcul simplifié de la transmission aux zones non conditionnées (locaux ou constructions adjacentes) peut être réalisé à l'aide du coefficient de correction de la température  $F_x$  ou des températures mensuelles moyennes des zones conformément au chapitre 6.20.3.

## 6.21 Méthodes de calcul simplifiées des installations techniques

En vue d'établir le certificat et le calcul de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base du calcul du besoin énergétique, les méthodes de calcul simplifiées mentionnées ci-après peuvent être appliquées aux installations techniques.

Si des valeurs standard sont disponibles dans la DIN V 18599, elles sont à utiliser (par ex. un compteur de chaleur à pression différentielle).

### 6.21.1 Chauffage - Accumulation

Lorsqu'il existe un accumulateur de chauffage, la condition générale suivante est appliquée:

- présence d'une pompe de circulation pour l'accumulateur-tampon.

### 6.21.2 Chauffage - Distribution

Les valeurs standard suivantes peuvent être utilisées dans la mesure où les données pour le calcul sont requises. Elles représentent un standard de construction neuve et s'orientent d'après les exigences minimales visées au chapitre 1:

- type de la distribution principale: système de chauffage à bitube traditionnel;
- conduites et tuyaux de raccordement: à l'intérieur;
- présence d'une pompe de circulation dans la distribution;
- type de fonctionnement lorsque le chauffage du local et au moins une zone sont raccordés avec un régime réduit, puis régime réduit, sinon régime d'arrêt (le type de fonctionnement doit correspondre au réglage des zones. Si un régime réduit est sélectionné au niveau des zones, cela vaut également pour les installations techniques.);
- régulation de la température de la chaudière en fonction de la température extérieure;
- contenance en eau du générateur:  $>0,15 \text{ l/kW}$ ;
- équilibrage hydraulique du réseau de conduites;
- pompe de l'installation de chauffage dimensionnée selon les besoins;
- pompe non connue : Puissance calculée à partir de  $p_{\text{hyd}}$ , où  $b = 1,0$ ;
- actionneur thermique/mécanique.

Besoin en énergie auxiliaire de la distribution de chaleur

Afin de simplifier le calcul du besoin en énergie auxiliaire de la distribution de chaleur, il faut sélectionner le type de régulation de la pompe:

- pression variable;
- pression constante.

Cette sélection est effectuée séparément pour les dispositifs suivants:

- distribution pour le traitement d'air;
- distribution pour le bâtiment.

Elle se réfère à toutes les pompes de toutes les zones.

Déperditions de chaleur des conduites de distribution

Pour les conduites de distribution de la chaleur, le standard d'isolation conformément au tableau 34 est à sélectionner. Les valeurs U indiquées sont valables pour les conduites de distribution, les conduites verticales principales et les tuyaux de raccordement d'un circuit de distribution.

	Tous les types de conduites
Valeurs standard (exigences minimales)	0,20 W/(mK)
Exigences améliorées (standard d'un bâtiment neuf)	0,14 W/(mK)

Tableau 34 - Standard d'isolation des conduites de distribution

Les températures d'entrée et de retour à utiliser dans le calcul peuvent être déterminées suivant une méthode simplifiée à partir du système de transmission sélectionné. Il faut utiliser les températures suivantes pour chaque système de transmission:

Systèmes de transmission/systèmes de chauffage	Température d'entrée/de retour en °C
Surfaces chauffantes libres	60/40 °C
Chauffage par le sol	35/28 °C
Chauffage de surfaces (activation au cœur du béton/chauffage mural)	30/25 °C
Chauffage à air	60/40 °C
Plafonds rayonnants	60/40 °C
Circuits de traitement d'air	60/40 °C

Tableau 35 - Températures standard de différents systèmes de transmission

Longueurs des conduites : Les longueurs des conduites du circuit de distribution du bâtiment sont obtenues à partir des dimensions du bâtiment conformément au principe du calcul des longueurs des conduites du circuit de distribution pour l'eau chaude sanitaire au chapitre 6.21.3. Les longueurs ainsi obtenues sont divisées par le nombre de circuits de distribution pour le chauffage des locaux. Le nombre de circuits de distribution résulte du nombre des différents systèmes de transmission de chaleur pour le chauffage.

### 6.21.3 Distribution d'eau chaude sanitaire

Pour le calcul simplifié des déperditions de chaleur des conduites de distribution d'eau chaude sanitaire, il est possible d'utiliser les méthodes simplifiées suivantes:

Valeurs standard

Les valeurs standard représentent une construction neuve et s'orientent d'après les exigences minimales visées au chapitre 1:

- conduites verticales principales: à l'intérieur;
- présence d'une pompe de circulation;
- régulation: régulée;
- pompe de circulation dimensionnée selon les besoins.

Déperditions de chaleur des conduites de distribution

Isolation standard des conduites de distribution : Le standard d'isolation doit être choisi conformément au tableau 34. Les valeurs U indiquées sont valables pour les conduites de distribution, les conduites verticales principales et les tuyaux de raccordement d'un circuit de distribution.

Longueurs des conduites : les longueurs des conduites du circuit de distribution du bâtiment sont obtenues à partir des dimensions du bâtiment conformément à la norme DIN V 18599-8. Par dérogation à la norme DIN V 18599-8 la caractérisation des réseaux est définie dans le tableau 36 sur base des catégories du tableau 9 de la DIN V 18599-8 par catégories de bâtiment définies au chapitre 2.5 et le type du réseau de distribution est toujours de type I suivant la DIN 18599-8 tableau A-2.

catégories de bâtiment	caractérisation des réseaux de distribution par catégories de bâtiment	
	réseaux de chauffage	réseaux de l'eau chaude sanitaire
a) bâtiments de bureaux	1	2
b) jardins d'enfants et garderies	1	1
c) écoles supérieures et universités	2	3
d) hôpitaux	2	2
e) centres de soins et maisons de retraite	1	1
f) pensions	1	1
g) hôtels	1	1
h) restaurants	3	2
i) centres de manifestations	2	3
j) salles de sport	4	4
k) piscines	4	4
l) établissements commerciaux	3	2
m) autres bâtiments conditionnés	1	2

Tableau 36 - caractérisation des réseaux pour le calcul du réseau de distribution par catégories de bâtiment

Les longueurs et les largeurs caractéristiques sont également déterminées à partir du type de bâtiment selon la procédure simplifiée.

À cet effet, la somme des surfaces de plancher nettes connectées est calculée pour chaque cercle de distribution et conformément aux formules de la norme DIN V 18599-1 chapitre 8.2.4 « simplifications » ; il en résulte la longueur et la largeur caractéristiques :

$$L_{char} = \sqrt{\frac{A_{NFG}}{n_G \cdot f_{geo}}}$$

où :

$L_{char}$	kWh/(m <sup>2</sup> d)	longueur caractéristique du bâtiment selon formule 38 de la DIN V 18599-1 chapitre 8.2.4
$A_{NFG}$	m <sup>2</sup>	surface de référence énergétique
$n_G$	-	nombre d'étages conditionnés du bâtiment
$f_{geo}$	-	facteur géométrique pour la détermination des dimensions caractéristiques conformément au tableau 9 de la DIN V 18599-1

$$B_{char} = L_{char} \cdot f_{B/L}$$

où :

$B_{char}$	kWh/(m <sup>2</sup> d)	largeur caractéristique du bâtiment selon formule 39 de la DIN V 18599-1 chapitre 8.2.4
$f_{B/L}$	-	facteur géométrique pour la détermination des dimensions caractéristiques conformément au tableau 9 de la DIN V 18599-1

#### 6.21.4 Énergie auxiliaire, distribution d'eau de refroidissement et d'eau froide

Pour le calcul simplifié de l'énergie auxiliaire pour la distribution d'eau de refroidissement et d'eau froide, il est possible d'utiliser des valeurs standard respectivement les valeurs d'entrée découlant de la définition d'autres paramètres de l'installation. Il faut indiquer l'un des modes de fonctionnement des pompes suivants:

- arrêt saisonnier, nocturne et le week-end: les pompes sont activées ou désactivées par des systèmes externes (par exemple: commande temporisée);
- régime en fonction des besoins totalement automatisé: activation de pompe en tenant compte des exigences en matière de refroidissement actuelles, par exemple: à travers une procédure de réglage ou une automatisation du bâtiment.

Le choix de ce type de fonctionnement par pompe est effectué une fois pour chaque unité de production de froid et concerne toutes les pompes du circuit de distribution (circuit de refroidissement du bâtiment, circuit de refroidissement pour le traitement d'air, circuit primaire, refroidissement en circuit de refroidissement du condenseur) de cette unité.

Les valeurs standard à utiliser pour le calcul simplifié sont définies dans le tableau 37. Les valeurs sont des valeurs caractéristiques de constructions neuves:

	Circuit de refroidissement du bâtiment	Circuit de refroidissement pour le traitement d'air	Circuit primaire	Circuit de refroidissement du condenseur
<b>Pompe</b>				
Puissance des pompes	Connue	Connue	Connue	Connue
Réglage des pompes	Réglée	Réglée	Réglée	Réglée
Adaptation	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement
Fonctionnement intermittent	Non	Non	Non	Non
<b>Perte de charge dans le circuit de distribution</b>				
Échange de chaleur, générateur	Aucun	Aucun	Évaporateur à plaques	Condenseur
Échange de chaleur, consommateur	En fonction du système de transmission	Refroidisseur d'air central	-	-
Échange	Eau/eau <sup>1</sup>	-	-	-
Tour de refroidissement	m <sup>2</sup>	-	-	Fermée
Clapets anti-retour	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
Vannes de régulation	Vanne à trois voies diviseuse	Vanne de réglage permanente	Vanne à trois voies diviseuse	Aucune
Autorité de la vanne	0,4	0,4	0,4	0,4
Part de résistances singulières	0,3	0,3	0,5	0,5
Chute de pression kPa/m	0,25	0,25	0,15	0,15
Longueur max. distribution m	$l_{max,c}$	80	30	80
Distance jusqu'à la transmission m	0	40	15	40
<b>Structure du circuit de distribution</b>				
Présence d'un surflux	Oui	Oui	Non	Non
Taux de surflux	3%	3%	-	-
Équilibrage hydraulique du réseau	Oui	Oui	Oui	Oui
Circuit de distribution (la pompe fait partie d'une installation)	Non	Non	Non	Non
Découplage hydraulique du circuit primaire	Oui	Oui	Oui	Non
Utilisation de vannes/soupapes de déviation dans le circuit de consommation	Oui	Non	Oui	Non
Adaptation du débit volumétrique au moyen d'une activation parallèle des pompes	Non	Non	Non	Non
<b>Frigoporteur</b>	Eau	Eau	Eau	Glycol
1) en cas de système de transmission, plafonds froids ou activation d'éléments de construction; dans le cas contraire: aucune				

Tableau 37 - Valeurs standard pour la détermination simplifiée du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution d'eau de refroidissement et froide

La longueur maximale de la distribution du froid  $l_{max,c}$  est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$l_{max,c} = l_{geb} \frac{A_c}{A_n}$$

où :

$l_{max,c}$	m	est la longueur de la distribution du froid (circuit du bâtiment)
$l_{geb}$	m	est la longueur totale de la distribution du froid calculée d'après les dimensions du bâtiment conformément à la norme DIN V 18599
$A_c$	m <sup>2</sup>	est la somme des surfaces des zones refroidies par le circuit du bâtiment
$A_n$	m <sup>2</sup>	est la surface de référence énergétique

Les longueurs ainsi obtenues  $l_{max,c}$  sont divisées par le nombre de circuits de distribution du bâtiment. Le nombre de circuits de distribution est obtenu d'après le nombre de systèmes de transmission, c'est-à-dire qu'un circuit de distribution du bâtiment est supposé exister pour chaque système de transmission. Les systèmes de transmission se distinguent selon les températures d'eau froide conformément à la norme DIN V 18599.

Uniquement la dépense en énergie auxiliaire des circuits de distribution réellement existants est prise en compte. Le nombre de circuits de refroidissement du bâtiment et de circuits de refroidissement pour le traitement d'air est obtenu selon la méthode décrite ci-dessus. Un circuit primaire est pris en considération dans tous les cas, car les hypothèses standard, telles les pertes de pression de l'évaporateur, sont attribuées au circuit primaire.

Le circuit de refroidissement du condenseur est pris en considération en présence d'une machine frigorifique à compression refroidie à eau dotée d'un système de refroidissement du condenseur. Dans le cas d'une machine frigorifique à compression refroidie à air, la dépense en électricité du refroidissement du condenseur est déjà prise en compte dans le coefficient de performance frigorifique nominal et il ne faut prendre en compte aucun circuit de refroidissement du condenseur.

## 6.22 Calcul de la valeur spécifique d'émissions totales de CO<sub>2</sub>

Les émissions totales de CO<sub>2</sub> des systèmes techniques sont calculées de manière similaire au besoin correspondant en énergie primaire conformément aux chapitres 6.10 à 6.17 à la différence près que, dans les équations, au lieu du facteur d'énergie primaire  $f_{p,x}$  il faut utiliser le facteur environnemental  $f_{CO_2,x}$  de chaque source d'énergie correspondante conformément au tableau 44. La valeur spécifique d'émissions totales de CO<sub>2</sub> est la somme des valeurs spécifiques d'émissions totales de CO<sub>2</sub> de tous les systèmes techniques.

$$q_{CO_2} = q_{h,CO_2} + q_{ww,CO_2} + q_{l,CO_2} + q_{v,CO_2} + q_{c,CO_2} + q_{m,CO_2} + q_{aux,CO_2} - q_{ren,CO_2} \quad (47)$$

où :

$q_{CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> du bâtiment
$q_{h,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> pour le chauffage conformément au chapitre 6.10 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$q_{ww,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> pour l'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.11 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$q_{l,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> pour l'éclairage conformément au chapitre 6.15 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$q_{v,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> pour la ventilation conformément au chapitre 6.16 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$q_{c,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> pour le froid conformément au chapitre 6.14 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$q_{m,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> pour l'humidification par la vapeur conformément au chapitre 6.13 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$q_{aux,CO_2}$	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO <sub>2</sub> pour l'énergie auxiliaire conformément au chapitre 6.17 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$

$q_{ren,CO_2}$	$kgCO_2/(m^2a)$	est l'économie spécifique d'émissions de $CO_2$ pour l'énergie électrique autoconsommée d'une installation de production d'électricité renouvelable ou d'une cogénération conformément au chapitre 6.18.10.3 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$f_{CO_2,x}$	-	est le facteur environnemental de la source d'énergie x conformément au chapitre 8.2

## 7 DÉTERMINATION DES VALEURS SPÉCIFIQUES DE CONSOMMATION CHALEUR ET ÉLECTRICITÉ DE BÂTIMENTS FONCTIONNELS EXISTANTS

Au fin de calculer la consommation du bâtiment sur base des consommations mesurées, il est possible d'utiliser les méthodes simplifiées conformément aux chapitres suivants. Lors de l'établissement des certificats de performance énergétique, les valeurs spécifiques de référence visées au chapitre 7.1 sont utilisées pour un bâtiment existant et pour un bâtiment neuf après quatre ans comme base de comparaison avec les besoins calculés conformément au chapitre 6. Pour obtenir les valeurs spécifiques de référence et les valeurs spécifiques de consommation, la surface de référence énergétique visée au chapitre 6.2 est utilisée.

### 7.1 Détermination des valeurs spécifiques de référence chaleur et électricité

La consommation énergétique des bâtiments fonctionnels dépend dans une large mesure de leur utilisation et du type de conditionnement. C'est la raison pour laquelle, en vue d'évaluer la performance énergétique, il s'avère nécessaire de comparer les valeurs spécifiques de consommation aux valeurs spécifiques de référence appropriées. Les valeurs spécifiques de référence chaleur  $e_{Ref,w}$  et électricité  $e_{Ref,s}$  se basent sur les besoins calculés au chapitre 6 et résultent de la somme des valeurs spécifiques de référence des systèmes techniques suivants:

$$e_{Ref,w} = 1,47 \cdot \left( \frac{Q_{f,brenn}}{A_n} \right)^{-0,118}$$

$$e_{Ref,s} = Q_{f,s} + e_{Ref,fac} + e_{Ref,ds} + e_{Ref,cs}$$

où :

$e_{Ref,w}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique de référence de consommation d'énergie finale pour la chaleur, sauf l'électricité
$e_{Ref,s}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique de référence de consommation en électricité
$Q_{f,brenn}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin en énergie finale sauf électricité chaleur pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'humidification selon le chapitre 6
$Q_{f,s}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est le besoin en énergie finale électrique du bâtiment conformément au chapitre 6
$e_{Ref,fac}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique de référence des équipements de travail (facility) conformément au chapitre 7.2
$e_{Ref,ds}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique de référence des services divers selon le chapitre 7.3
$e_{Ref,cs}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	est la valeur spécifique de référence des services centraux (central services) selon le chapitre 7.4

Lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence, uniquement les systèmes qui sont présents dans le bâtiment à évaluer sont à prendre en compte. Les valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie se rapportant aux zones, indiquées dans le tableau 38, constituent entre autres la base de la détermination des valeurs spécifiques de référence.

	Utilisation standard	Utilisation principale	Équip. de travail en kWh/(m <sup>2</sup> a)		Utilisation standard	Utilisation principale	Équip. de travail en kWh/(m <sup>2</sup> a)
1	Bureaux individuels et groupés	x	23	19	Surface de circulation		0
2	Grand espace de bureaux (à partir de sept places de travail)	x	29	20	Surface de circulation sans lumière naturelle		0
3	Conférence/salle de réunion/séminaire	x	3	21	Entrepôt		0
4	Salles de guichets/réception	x	14	22	Entrepôt avec tâches de lecture		0
5	Commerce de détail/magasin (sans produit frais)	x	11	23	Local de serveurs dans des centres informatiques	x	1.314
6	Commerce de détail/magasin (avec des produits frais)	x	36	24	Atelier	x	79
7	Salles de classe (écoles)	x	6	25	Salle de spectacle	x	0
8	Salles de conférence, auditorium	x	5	26	Théâtre - Foyer	x	0
9	Chambres d'hôpitaux / de maisons de retraite	x	13	27	Scène	x	0
10	Chambre d'hôtel	x	24	28	Foire/congrès	x	3
11	Cantine (salle à manger)	x	4	29	Salles d'exposition et musée	x	0
12	Restaurant (salle à manger)	x	6	30	Bibliothèque - Salle de lecture	x	0

13	Cuisines industrielles (cuisine avec électricité)	x	720	31	Bibliothèque - Zone d'échange	x	0
14	Cuisines industrielles (cuisine à gaz)	x	420	32	Bibliothèque - Magasin et dépôt	x	0
15	Cuisines industrielles - préparation, stockage	x	72	33	Salle de sport	x	0
16	WC et sanitaires		0	34	Parking/garages sous-sols (usage privé)		0
17	Autres salles de séjour		3	35	Parking/garages sous-sols (public)		0
18	Surfaces annexes sans locaux de séjour		0	36	Habitation	x	30

Tableau 38 - Valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie se rapportant aux zones pour les équipements de travail

Pour les utilisations qui ne correspondent pas directement à une utilisation standard conformément au tableau 38, il faut utiliser soit une utilisation similaire soit l'utilisation standard n° 17 « Autres salles de séjour ».

## 7.2 Valeur spécifique de référence équipements de travail

La valeur spécifique de référence équipements de travail comprend la consommation énergétique des équipements de travail nécessaires dans le cadre de l'utilisation du bâtiment. Dans le cas de bureaux, il s'agirait par exemple des ordinateurs, des écrans, des télécopieurs et des imprimantes. La valeur spécifique de référence équipements de travail est calculée comme suit:

$$e_{Ref, fac} = \frac{\sum_i (q_{TK, fac, i} \cdot A_{z, i})}{A_n}$$

où :

$q_{TK, fac, i}$  kWh/(m<sup>2</sup>a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie des équipements de travail pour l'utilisation standard de la zone i conformément au tableau 38

## 7.3 Valeur spécifique de référence services divers

La valeur spécifique de référence services divers est calculée comme suit:

$$e_{Ref, ds} = q_{TK, elv} + q_{TK, oth}$$

où :

$q_{TK, elv}$  kWh/(m<sup>2</sup>a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique des ascenseurs conformément au tableau 39

$q_{TK, oth}$  kWh/(m<sup>2</sup>a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique d'autres consommateurs: installations à courant faible, pompes de chauffage, cuisines des employés, machines à café et réfrigérateurs, etc., conformément au tableau 39

$q_{TK, elv}$	2,0	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>A<sub>n</sub></sub> a)
$q_{TK, oth}$	6,5	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>A<sub>n</sub></sub> a)

Tableau 39 - Valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie pour les services divers se rapportant à la surface de référence énergétique  $A_n$

La valeur spécifique de référence partielle ascenseurs  $q_{TK, elv}$  peut être prise en considération sous les conditions suivantes:

- dans un bâtiment avec plus de 3 étages complets et un ou plusieurs ascenseurs.

La valeur spécifique de référence partielle autres systèmes  $q_{TK, oth}$  peut toujours être prise en considération.

## 7.4 Valeur spécifique de référence services centraux

La valeur spécifique de référence services centraux comprend la consommation électrique des locaux centraux ou des armoires de serveurs. Elle est calculée comme suit:

$$e_{Ref, cs} = q_{TK, cedv}$$

où :

$q_{TK,cedv}$  kWh/(m<sup>2</sup>a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie pour des systèmes informatiques centralisés conformément au tableau 40

Système informatique centralisé - aucun	0	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>An</sub> a)
Système informatique centralisé - faible	2	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>An</sub> a)
Système informatique centralisé - moyen	7	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>An</sub> a)
Système informatique centralisé - élevé	28	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>An</sub> a)

Tableau 40 - Valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie pour les systèmes informatiques centralisés  $q_{TK,cedv}$  se rapportant à la surface de référence énergétique  $A_n$

Pour la valeur spécifique partielle de dépense énergétique des systèmes informatiques centralisés  $q_{TK,cedv}$ , le choix de la classe est effectué selon les critères suivants:

- système informatique centralisé - aucun: il n'y a pas de réseau informatique ce qui signifie que les ordinateurs éventuellement existants sont utilisés comme des unités individuelles;
- système informatique centralisé - faible: il y a une unité de serveur dans le bâtiment par 1.000 m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique. Pour un bâtiment d'une superficie de 4.000 m<sup>2</sup>, cela comprend par exemple les armoires de serveurs individuelles ou les petits locaux de serveurs;
- système informatique centralisé - moyen: jusqu'à quatre unités de serveurs dans le bâtiment par 1.000 m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique;
- système informatique centralisé - élevé: plus que quatre unités de serveurs dans le bâtiment par 1.000 m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique.

Par « unité de serveur » on comprend le serveur, y compris les périphériques correspondants tels que les commutateurs, le système d'alimentation de secours (« USV »), les supports de mémoire, etc. On admet une consommation d'électricité moyenne par unité de serveur de 500 W et une durée de marche de 8.760 heures par an.

Si une partie de la surface utile principale est attribuée à l'utilisation standard n° 23 « Local de serveurs dans des centres informatiques », il faut choisir « Système informatique centralisé - aucun » pour  $q_{TK,cedv}$ .

## 7.5 Valeurs spécifiques de référence pour des utilisations qui ne peuvent pas être représentées à l'aide des valeurs de référence partielles de dépense d'énergie

Certaines situations d'utilisation ne peuvent pas être représentées de façon judicieuse avec les valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie. Dans ce cas, il est possible d'utiliser les valeurs spécifiques de référence suivantes se rapportant au bâtiment.

Catégorie du bâtiment	$e_{Ref,w}$	$e_{Ref,s}$
	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Ateliers de construction, garages, sites de production agricoles ou forestiers (caractéristiques particulières: températures ambiantes réduites, renouvellement d'air élevé par des portes ouvrables)	190	40
Piscines couvertes (caractéristiques particulières: températures ambiantes élevées, besoin en eau chaude sanitaire élevé, déshumidification intensive)	755	220

Tableau 41 - Valeurs spécifiques de référence pour les catégories de bâtiment qui ne peuvent pas être représentées à l'aide des valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie

## 7.6 Valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment, $e_{vw}$

La valeur spécifique de consommation chaleur  $e_{vw}$  est la consommation énergétique annuelle en chaleur d'un bâtiment corrigée et rapportée à la surface de référence énergétique  $A_n$ . Par « consommation énergétique en chaleur » on entend la consommation énergétique finale en combustibles et/ou le chauffage urbain.

$$e_{vw} = \frac{E_{vw,b}}{A_n}$$

où :

$e_{vw}$  kWh/(m<sup>2</sup>a) est la valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment

$E_{vw,b}$	kWh/a	est la consommation énergétique finale annuelle de chaleur d'un bâtiment, corrigée selon les conditions météorologiques
$A_n$	m <sup>2</sup>	est la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.2

La consommation énergétique finale annuelle de chaleur corrigée est déterminée en plusieurs étapes:

1. La consommation énergétique finale de chaleur mesurée  $E_{Vg}$  est déterminée. Si nécessaire, la consommation des consommateurs spécifiques est soustraite conformément au chapitre 7.6.1.
2. Si nécessaire, les données de consommation qui font défaut sont complétées conformément au chapitre 7.9.
3. Si nécessaire, une correction tenant compte des surfaces inoccupées est réalisée conformément au chapitre 7.6.2.
4. Si nécessaire, une correction de temps est réalisée conformément au chapitre 7.6.3.
5. Il faut procéder à une correction climatique conformément au chapitre 7.6.4.

### 7.6.1 Consommation énergétique finale calculée de chaleur d'un bâtiment, $E_{Vg}$

La consommation énergétique finale calculée de chaleur comprend la consommation énergétique finale en combustibles ainsi que le chauffage urbain. Selon la technique du bâtiment à évaluer, la consommation énergétique finale de chaleur peut comprendre les systèmes techniques suivants: chauffage, préparation d'eau chaude sanitaire, refroidissement (installation frigorifique à sorption, système de refroidissement urbain), humidification et déshumidification (génération de vapeur, post-chauffage).

En outre, la consommation énergétique finale mesurée peut comprendre des parts de consommation significatifs de consommateurs spécifiques qui ne sont pas pris en considération lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence conformément au chapitre 7.1. Ces consommateurs spécifiques peuvent être les suivants:

- chaleur de procédé (process);
- chauffage de rampe;
- chaleur fournie à d'autres bâtiments, etc.

Si la consommation de chaleur de consommateurs spécifiques est mesurée, elle doit être soustraite de la consommation totale de chaleur mesurée du bâtiment.

Si la consommation de chaleur de consommateurs spécifiques ne peut pas être déterminée, ceux-ci doivent être indiqués et mentionnés expressément dans le certificat de performance énergétique sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ».

La consommation énergétique finale de chaleur mesurée d'un bâtiment  $E_{Vg}$  est déterminée comme suit:

$$E_{Vg} = \sum_j (B_{Vg,j} \cdot H_{i,j}) - E_{Vg,sond}$$

où :

$E_{Vg}$	kWh	est la consommation énergétique finale de chaleur mesurée (combustibles et chauffage urbain) d'un bâtiment
$B_{Vg,j}$	unité	est la consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie utilisée j (combustibles et chauffage urbain) dans l'unité de quantité correspondante pour le bâtiment, rapportée au pouvoir calorifique inférieur
$H_{i,j}$	kWh/unité	est le pouvoir calorifique inférieur en kWh par unité de quantité de la source d'énergie j, conformément au tableau 45
$E_{Vg,sond}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée (combustibles et chauffage urbain) de consommateurs spécifiques
J	m <sup>2</sup>	est l'indice courant des sources d'énergie

Si les données relatives à la consommation pour chaque source d'énergie par rapport au pouvoir calorifique supérieur  $H_s$  sont disponibles, celui-ci doit être converti avec le facteur suivant en pouvoir calorifique inférieur  $H_i$ .

$$B_{Vg} = \frac{B_{VHS}}{f_{HS/Hi}}$$

où :

$B_{VHS}$	kWh	est la consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique supérieur
$f_{HS/Hi}$	m <sup>2</sup>	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur pour les différentes sources d'énergie conformément au tableau 45

Les quantités d'énergie qui sont introduites de l'extérieur des limites du système d'un bâtiment doivent être intégrées dans le bilan. En outre, les quantités énergétiques qui sont produites et utilisées dans les limites du système d'un bâtiment sont évaluées. À cette fin, la quantité qui est mise à la disposition de tiers (par exemple: fourniture de chaleur) n'est pas prise en compte dans le bilan (voir ci-dessus: consommateurs spécifiques  $E_{Vg,sond}$ ).

En cas d'injection d'électricité provenant d'une production combinée de chaleur et d'électricité dans le réseau public, la quantité de consommation de combustibles pour l'électricité réinjectée n'est pas imputée à la consommation du bâtiment. Pour une centrale de production combinée de chaleur et d'électricité, il est possible d'utiliser une valeur forfaitaire de 1,15 kWh de combustibles par kWh de courant produit en suivant une méthode simplifiée. La détermination est effectuée pour la période de calcul concrète sur laquelle se base également la correction climatique.

Si, pour un bâtiment, le froid (par exemple: eau froide à des fins de refroidissement) provient de sources externes, cette consommation énergétique finale mesurée doit être prise en compte dans la consommation énergétique finale de chaleur. Une correction climatique n'est pas réalisée pour cette quantité de consommation mais celle-ci est imputée à la consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour chaleur diverse  $E_{Vww}$  conformément au chapitre 7.6.3.

## 7.6.2 Correction tenant compte des surfaces inoccupées

Lors de la détermination de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, une correction tenant compte des surfaces inoccupées peut être réalisée sous les conditions mentionnées ci-après selon la méthode simplifiée décrite dans le présent point. Afin de quantifier l'étendue de la surface inoccupée, un facteur de surfaces inoccupées du bâtiment est calculé selon la formule suivante.

$$f_{leer} = \frac{\sum_i (A_{leer,i} \cdot d_{leer,i})}{A_n \cdot d_{gesamt}}$$

où :

$f_{leer}$	m <sup>2</sup>	est le facteur de surfaces inoccupées
$A_{leer,i}$	m <sup>2</sup>	est la surface partielle inoccupée $i$
$d_{leer,i}$	jours	est la durée d'inoccupation de la surface partielle $i$
$d_{gesamt}$	jours	est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Par exemple, un facteur de surfaces inoccupées de  $f_{leer} = 10\%$  signifie que 10% de la surface de référence énergétique du bâtiment sont inoccupés pendant la période considérée ou que l'ensemble du bâtiment est inoccupé pendant 10% de la période considérée.

Pour la correction tenant compte des surfaces inoccupées de la consommation énergétique finale de chaleur, il faut prendre en considération lors de la détermination des durées d'inoccupation  $d_{leer,i}$  et de la durée globale  $d_{gesamt}$  uniquement les mois de la période de chauffage. De manière simplifiée, il est possible de prendre la période d'octobre à avril comme période de chauffage.

La consommation énergétique finale de chaleur mesurée, corrigée en tenant compte des surfaces inoccupées, est calculée comme suit.

$$E_{Vg} = E_{Vg,leer} \cdot (1 + 0,5 \cdot f_{leer})$$

où :

$E_{Vg,leer}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée de chaleur en présence d'une surface inoccupée dans le bâtiment
---------------	-----	--

Le facteur 0,5 tient compte du fait que les surfaces inoccupées d'un bâtiment sont chauffées dans une certaine mesure par les locaux environnants.

Il est possible de procéder à une correction des surfaces inoccupées lorsque le facteur de surfaces inoccupées  $f_{leer}$ , rapporté aux trois années utilisées pour la détermination de la consommation conformément au chapitre 5.1.4, remplit les conditions suivantes :

- $f_{leer} \leq 10\%$ : il est possible de procéder à une correction des surfaces inoccupées, elle n'est cependant pas obligatoire;
- $10\% < f_{leer} \leq 50\%$ : une correction des surfaces inoccupées est requise et doit être réalisée;
- $f_{leer} > 50\%$ : une correction des surfaces inoccupées ne peut pas être réalisée. Les données de consommation mesurées ne sont pas appropriées pour une évaluation de la performance énergétique du bâtiment pour la chaleur.

### 7.6.3 Correction temporelle

La consommation énergétique finale de chaleur d'un bâtiment doit être indiquée pour une période d'un an, c'est-à-dire pour 365 jours consécutifs. Lorsque les périodes de calcul/mesure sont différentes de la période susmentionnée, il faut procéder à une correction du temps de la consommation énergétique finale mesurée, c'est-à-dire la convertir en une consommation énergétique finale annuelle.

Une correction temporelle est réalisée séparément pour la part de la consommation énergétique finale mesurée tributaire des conditions météorologiques et pour celle qui ne l'est pas. La part de la consommation énergétique finale mesurée, tributaire des conditions météorologiques, pour la chaleur de chauffage  $E_{Vh}$  est obtenue d'après la formule suivante:

$$E_{Vh} = E_{Vg} - E_{Vww}$$

où :

$E_{Vh}$	kWh	est la part (chaleur de chauffage) de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
$E_{Vg}$	kWh	est la consommation énergétique finale chaleur mesurée d'un bâtiment conformément au chapitre 7.6.1 en tenant compte du chapitre 7.6.2
$E_{Vww}$	kWh	est la consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur (eau chaude sanitaire, production de froid, chaleur de procès, etc.)

La consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur  $E_{Vww}$  est obtenue comme suit:

- à partir de valeurs de mesure ou de valeurs de calcul selon les règles de la technique reconnues;
- avec la valeur forfaitaire de 5% de la consommation énergétique finale annuelle pour le chauffage et pour toute autre chaleur d'un bâtiment à défaut de données plus précises. Par dérogation, pour les bâtiments dont la consommation de chaleur est dominée par la part de consommation d'eau chaude sanitaire (par exemple: piscines couvertes, hôpitaux ou cuisines), il est possible d'adopter une valeur forfaitaire de 50%. Si seules certaines parties d'un bâtiment présentent des utilisations avec une consommation d'eau chaude sanitaire particulièrement élevée, il faut déterminer une valeur moyenne pondérée du bâtiment en fonction des surfaces de la valeur forfaitaire;
- à partir d'un relevé mensuel de la consommation de chaleur pendant les mois d'été: juin, juillet et août. Généralement, pendant cette période, très peu de chaleur est utilisée pour le chauffage.

Il faut procéder à une correction du temps des consommations **indépendantes** des conditions météorologiques pour la chaleur à l'aide de la formule suivante:

$$E_{Vww,a} = E_{Vww} \cdot \frac{365}{d_{gesamt}}$$

où :

$E_{Vww,a}$	kWh/a	est la consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur (eau chaude sanitaire, chaleur industrielle, etc.) pour l'année a
$d_{gesamt}$	jours	est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Pour la part de la consommation de chaleur **tributaire** des conditions météorologiques, il est possible de réaliser de manière simplifiée une extrapolation conformément à la clé de répartition de la consommation mensuelle visée au tableau 42.

$$E_{Vh,a} = \frac{E_{Vh}}{\sum_i f_{Monat,i}}$$

où :

$I$	m <sup>2</sup>	est l'indice courant pour les mois pour lesquels des données relatives à la consommation sont disponibles
$E_{Vh,a}$	kWh/a	est la part (chaleur de chauffage) annuelle de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
$f_{Monat}$	%	est le pourcentage de consommation mensuelle conformément au tableau 42
$\sum f_{Monat}$	%	est la somme des pourcentages de consommation des mois i pour lesquels des données relatives à la consommation sont disponibles

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
$f_{Monat}$	19%	15%	12%	8%	4%	0%	0%	0%	3%	8%	13%	18%

Tableau 42 - Clé de répartition pour le pourcentage de consommation mensuelle pour la chaleur de chauffage

La correction de temps peut au maximum être de 2 mois par an pour la part de consommation de chaleur, tributaire des conditions météorologiques. Si la correction de temps est réalisée pour une période totale de trois ans, nécessaire pour déterminer la consommation conformément au chapitre 5.1.4, la correction peut être de 6 mois maximum.

Si des corrections de temps sont réalisées pour des périodes de moins d'un mois, il faut multiplier les pourcentages mentionnés dans le tableau 42 par la part du nombre de jours de la période considérée sur les jours du mois correspondant.

#### 7.6.4 Correction climatique

Lors de la détermination de la consommation énergétique finale de chaleur, corrigée selon les conditions météorologiques, seule la consommation énergétique finale pour la chaleur de chauffage  $E_{Vh,a}$  d'un bâtiment est corrigée selon les conditions météorologiques. La consommation de toute autre chaleur  $E_{Vww,a}$  ne fait l'objet d'aucune correction climatique.

La correction climatique de la part annuelle de la consommation énergétique finale mesurée (chaleur de chauffage), tributaire des conditions météorologiques  $E_{Vh,a}$  est réalisée à l'aide de la formule suivante:

$$E_{Vh,b} = E_{Vh,a} \cdot f_{Klima}$$

où :

$E_{Vh,b}$	kWh/a	est la consommation énergétique finale annuelle corrigée selon les conditions météorologiques pour la chaleur de chauffage
$E_{Vh,a}$	kWh/a	est la part (chaleur de chauffage) annuelle de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
$f_{Klima}$	m <sup>2</sup>	est le facteur de correction climatique annuelle pour la chaleur de chauffage

Les facteurs climatiques  $f_{Klima}$  nécessaires à la correction climatique sont publiés par le ministre.

La consommation énergétique finale de chaleur, corrigée selon les conditions météorologiques, est obtenue comme suit:

$$E_{Vw,b} = E_{Vh,b} + E_{Vww,a}$$

où :

$E_{Vw,b}$  kWh/a est la consommation énergétique finale annuelle de chaleur d'un bâtiment, corrigée selon les conditions météorologiques

## 7.7 Détermination de la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment, $e_{Vs}$

Par valeur spécifique de consommation électricité  $e_{Vs}$  d'un bâtiment on entend la consommation électrique annuelle d'un bâtiment corrigée et se rapportant à la surface de référence énergétique  $A_n$ . La consommation énergétique en électricité comprend également une éventuelle consommation électrique pour le chauffage électrique ou la préparation électrique d'eau chaude sanitaire.

$$e_{Vs} = \frac{E_{Vs,b}}{A_n}$$

où :

$e_{Vs}$  kWh/(m<sup>2</sup>a) est la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment  
 $E_{Vs,b}$  kWh/a est la consommation électrique annuelle corrigée du bâtiment  
 $A_n$  m<sup>2</sup> est la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.2

La consommation électrique annuelle corrigée est déterminée en plusieurs étapes:

1. La consommation électrique mesurée  $E_{Vs,m}$  doit être déterminée et, si nécessaire, la consommation des consommateurs spécifiques doit être soustraite conformément au chapitre 7.7.1.
2. Si nécessaire, les données de consommation qui font défaut sont complétées conformément au chapitre 7.9.
3. Si nécessaire, une correction tenant compte des surfaces inoccupées est réalisée conformément au chapitre 7.7.2.
4. Si nécessaire, une correction temporelle est réalisée conformément au chapitre 7.7.3.

Une correction climatique n'est pas réalisée pour la consommation électrique car il n'existe pas encore de procédures facilement applicables. Cela ne s'applique pas lorsque la consommation électrique mesurée du bâtiment est utilisée principalement à des fins de chauffage ou lorsque la consommation électrique utilisée à des fins de chauffage est mesurée séparément. Dans ce cas, il faut procéder à une correction climatique, une correction tenant compte des surfaces inoccupées et une correction du temps pour cette quantité de consommation conformément aux chapitres 7.6.2 à 7.6.4.

### 7.7.1 Consommation électrique mesurée d'un bâtiment, $E_{Vs,m}$

La consommation énergétique finale à prendre en considération lors de la détermination de la valeur spécifique de consommation électricité correspond dans la plupart des cas à la consommation électrique mesurée de l'ensemble du bâtiment. Elle peut se composer des systèmes techniques pris en considération dans le bilan énergétique visé au chapitre 2.1: chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation, refroidissement, humidification par la vapeur et énergie auxiliaire. En outre, elle peut comprendre des parts pour:

- les équipements de travail;
- les services divers (par exemple: ascenseurs, escaliers mécaniques, dispositifs auxiliaires); et
- les services centraux (par exemple: installations informatiques centrales, centrales téléphoniques), etc.

Ces systèmes sont pris en considération lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence. La consommation électrique mesurée peut également comprendre des parts de consommation significatives qui ne sont pas prises en considération lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence conformément au chapitre 7.1. Ces consommateurs spécifiques peuvent être les suivants:

- énergie de procédés (process) industriels;
- éclairage extérieur;

- installation à air comprimé;
- chauffage de rampe, etc.

Si la consommation électrique de consommateurs spécifiques est mesurée, elle doit être soustraite de la consommation totale électrique mesurée du bâtiment.

Si la consommation électrique de consommateurs spécifiques ne peut pas être déterminée, ceux-ci doivent être indiqués et mentionnés expressément dans le certificat de performance énergétique sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ».

La consommation électrique mesurée d'un bâtiment  $E_{Vs,m}$  est déterminée comme suit:

$$E_{Vs,m} = E_{Vs,m,ges} - E_{Vs,m,sond}$$

où :

$E_{Vs,m}$	kWh	est la consommation électrique mesurée du bâtiment
$E_{Vs,m,ges}$	kWh	est la consommation électrique totale mesurée du bâtiment, y compris les consommateurs spécifiques
$E_{Vs,m,sond}$	kWh	est la consommation électrique mesurée des consommateurs spécifiques

### 7.7.2 Correction tenant compte des surfaces inoccupées

Lors de la détermination de la consommation énergétique finale d'électricité mesurée, une correction tenant compte des surfaces inoccupées peut être réalisée sous les conditions mentionnées ci-après selon la méthode simplifiée décrite dans le présent point.

Afin de quantifier l'étendue de la surface inoccupée, un facteur de surfaces inoccupées du bâtiment  $f_{leer}$  est calculé conformément au chapitre 7.6.2. Contrairement à la correction tenant compte des surfaces inoccupées concernant la consommation de chaleur, il faut prendre en compte des durées d'inoccupation pour tous les mois de l'année pour la consommation électrique.

La consommation électrique corrigée tenant compte des surfaces inoccupées est calculée comme suit.

$$E_{Vs,m} = E_{Vs,m,leer} \cdot (1 + f_{leer})$$

où :

$E_{Vs,m,leer}$	kWh	est la consommation électrique mesurée en présence d'une surface inoccupée dans le bâtiment
-----------------	-----	---

Il est possible de procéder à une correction tenant compte des surfaces inoccupées lorsque le facteur de surfaces inoccupées  $f_{leer}$ , rapporté aux trois années utilisées pour la détermination de la consommation électrique conformément au chapitre 5.1.4, remplit les conditions suivantes:

- $f_{leer} \leq 5\%$ : il est possible de procéder à une correction tenant compte des surfaces inoccupées, elle n'est cependant pas obligatoire;
- $5\% < f_{leer} \leq 34\%$ : une correction tenant compte des surfaces inoccupées est requise et doit être réalisée;
- $f_{leer} > 34\%$ : une correction des surfaces inoccupées ne peut pas être réalisée. Les données de consommation mesurées ne sont pas appropriées pour une évaluation de la performance énergétique du bâtiment pour l'électricité.

### 7.7.3 Correction de temps

La consommation électrique en vue de déterminer la valeur spécifique de consommation d'électricité doit être indiquée pour une période d'un an, c'est-à-dire pour 365 jours consécutifs. Si la période de calcul/mesure est différente de la période susmentionnée, il faut procéder à une correction du temps de la consommation électrique mesurée, c'est-à-dire la convertir en une consommation électrique annuelle (365 jours). La correction du temps est effectuée de manière simplifiée à l'aide de la formule suivante:

$$E_{Vs,b} = E_{Vs,m} \cdot \frac{365}{d_{gesamt}}$$

où :

$E_{Vs,b}$	kWh/a	est la consommation électrique annuelle corrigée du bâtiment
$d_{gesamt}$	jours	est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Afin de réduire au minimum l'impact du résultat dû à la correction du temps, il faut réaliser la correction du temps sur une période la plus longue possible. En particulier, pour les trois valeurs spécifiques de consommation électricité  $e_{Vs}$ , il faut réaliser la correction du temps sur la période totale de trois ans. Il n'y a donc qu'une seule correction du temps au début respectivement à la fin de la période de temps totale.

Une correction du temps sur une période de n années est effectuée lorsque la consommation énergétique mesurée est relevée pour chaque période de mesure et qu'elle est multipliée par le rapport du nombre de jours en n années sur la totalité du nombre de jours de la période de mesure:

$$E_{Vs,b,n} = \sum_i E_{Vs,m,i} \cdot \frac{n \cdot 365}{\sum_i d_{gesamt,i}}$$

où :

$E_{Vs,b,n}$	kWh	est la consommation électrique mesurée du bâtiment corrigée pour la période de n années
N	nombre	est le nombre d'années sur lesquelles la consommation électrique mesurée est corrigée
I	m <sup>2</sup>	est l'indice courant pour les périodes de mesure/calcul relevées pour la correction du temps

En vue de déterminer les valeurs spécifiques de consommation électricité, la consommation électrique corrigée  $E_{Vs,b,n}$  doit encore être divisée par les n consommations annuelles  $E_{Vs,b}$ .

Si les périodes de mesure ne fournissent aucun critère pertinent, la division peut être réalisée de manière simplifiée comme suit:

$$E_{Vs,b} = \frac{E_{Vs,b,n}}{n}$$

Afin de limiter l'impact des valeurs spécifiques de consommation dû à la correction du temps, celle-ci peut comprendre 3 mois par an au maximum. Si la correction du temps est réalisée pour une période totale de trois ans, nécessaire pour déterminer la consommation électricité conformément au chapitre 5.1.4, la correction peut être alors de 9 mois maximum.

## 7.8 Sources des données de consommation

En vue de déterminer la consommation énergétique finale annuelle de chaleur, il faut utiliser les données de consommation qui ont été déterminées dans le cadre du relevé de la consommation de chaleur, dans le cadre du calcul des frais de chauffage d'un bâtiment ou sur la base d'autres données de consommation appropriées (par exemple: calcul du fournisseur d'énergie).

En vue de déterminer la consommation énergétique finale annuelle d'électricité, il faut utiliser les données de consommation qui ont été déterminées dans le cadre du calcul des frais d'électricité ou sur la base du relevé de la consommation électrique d'un bâtiment.

## 7.9 Complément de données manquantes de consommation

Lorsque les données de consommation d'un bâtiment ne sont pas complètes, elles peuvent être calculées sur la base des mesures de consommation disponibles sous certaines conditions. Dans ce contexte, il faut distinguer deux cas:

- Des données concernant la consommation font défaut pour l'ensemble du bâtiment : dans ce cas, les données qui font défaut peuvent être complétées dans le cadre de la correction du temps conformément aux chapitres 7.6.3 et 7.7.3.

- Des données concernant la consommation font défaut pour des parties du bâtiment : ce type de lacunes peut se produire, par exemple, lorsque les locataires règlent directement les frais de chaleur ou d'électricité auprès du fournisseur en énergie et que, dans la période de consommation, il y a eu un changement de locataire ou en cas de perte des factures de consommation. Dans ce cas, il est possible d'appliquer la procédure décrite ci-après en vue de compléter les données faisant défaut.

Afin de pouvoir calculer des données manquantes pour des parties du bâtiment, il faut disposer de suffisamment de données relatives à la consommation d'autres parties du bâtiment (unités de location) présentant une utilisation similaire à la partie pour laquelle les données font défaut. En outre, les données de consommation disponibles doivent comprendre les mêmes systèmes techniques (par exemple: éclairage et équipements de travail) que les données manquantes. La somme des consommations indiquées sur ces factures de consommation similaires et disponibles est désignée par  $E_x$ .

La détermination de la consommation énergétique finale pour la chaleur et l'électricité, complétée par les données manquantes, est réalisée comme suit:

$$E_{(Vg/Vs,m)} = E_{(Vg/Vs,m),teil} + \frac{E_x}{1 - f_{fehl,x}} \cdot f_{fehl,x}$$

où :

$E_{(Vg/Vs,m)}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée de chaleur (combustibles et chauffage urbain) ou d'électricité d'un bâtiment
$E_{(Vg/Vs,m),teil}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée de chaleur (combustibles et chauffage urbain) ou d'électricité d'un bâtiment avec les parts de consommation manquantes comprises
$E_x$	kWh	est la somme des données relatives à la consommation provenant d'autres parties du bâtiment présentant une utilisation similaire et des systèmes x identiques ( $E_x$ elle représente un sous-ensemble de $E_{(Vg/Vs,m),teil}$ )
$f_{fehl,x}$	m <sup>2</sup>	est le facteur de manque de données: il définit l'étendue des données qui font défaut pour les systèmes x

Le facteur de manque de données  $f_{fehl}$  pour les systèmes x se calcule comme suit:

$$f_{fehl,x} = \frac{\sum_j (A_{n,fehl,x,j} \cdot d_{fehl,x,j})}{A_{n,x} \cdot d_{gesamt}}$$

où :

$A_{n,fehl,x,j}$	m <sup>2</sup>	est la surface partielle j de la surface de référence énergétique $A_n$ pour laquelle des données relatives à la consommation pour les systèmes techniques x font défaut
$d_{fehl,x,j}$	jours	est la période exprimée en jours pour laquelle des données relatives à la consommation pour la surface partielle j et les systèmes techniques x font défaut
$A_{n,x}$	m <sup>2</sup>	est la partie de la surface de référence énergétique pour laquelle le système technique x existe
$d_{gesamt}$	jours	est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Si les données de consommation qui font défaut concernent principalement le système de chauffage, il faut prendre en considération uniquement les temps compris dans la période de chauffage lors de la détermination du facteur de manque de données pour  $d_{fehl,x}$  et  $d_{gesamt}$ . De manière simplifiée, il est possible de prendre la période d'octobre à avril comme période de chauffage.

Il est possible de compléter les données de consommation faisant défaut lorsque le facteur de manque de données  $f_{fehl,x}$ , rapporté aux trois années utilisées pour la détermination la consommation conformément au chapitre 5.1.4, remplit les conditions suivantes:

- $f_{fehl,x} \leq 5\%$ : il est possible de compléter les données, cependant aucune obligation n'existe;
- $5\% < f_{fehl,x} \leq 34\%$ : il est requis de compléter les données et ceci doit être réalisé;
- $f_{fehl,x} > 34\%$ : il n'est pas autorisé de compléter les données.

Lorsqu'il n'est pas possible de compléter les données de consommation en cas de données manquantes, soit parce que la consommation correspondante  $E_x$  du système x ne peut pas être déterminée sur base de la consommation mesurée, soit parce que le facteur de manque de données est  $f_{fehl,x} > 34\%$ , il n'est pas possible

d'évaluer la performance énergétique du bâtiment pour la chaleur ou l'électricité sur base de la consommation mesurée.

Il faut prendre toutes les mesures nécessaires afin de réunir à l'avenir des données de consommation complètes de manière à pouvoir établir dès que possible un certificat de performance énergétique accompagné de l'évaluation de la performance énergétique appropriée.

### **7.10 Utilisations spéciales dans des bâtiments fonctionnels**

Outre les utilisations indiquées dans le tableau 38, les bâtiments peuvent avoir des utilisations spéciales susceptibles d'avoir un impact considérable sur la consommation énergétique. Si la consommation énergétique de ces utilisations spéciales n'est pas comprise dans les valeurs spécifiques de référence visées au chapitre 7.1 et que leur consommation n'a pas été soustraite comme consommateur spécifique de la consommation totale mesurée (chapitres 7.6.1 et 7.7.1), ces utilisations spéciales doivent être indiquées et mentionnées expressément dans le certificat de performance énergétique d'un bâtiment sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ». Par « utilisations spéciales » on entend entre autres:

- zone avec une partie commerciale qui requiert beaucoup d'énergie;
- zone avec des températures intérieures différentes en raison de processus de production;
- zone avec un besoin de ventilation élevé en raison de dispositions particulières ou de processus de production;
- zone avec des exigences élevées concernant la température du local (salles d'exposition, sites de production, zones sensibles du point de vue biologique et médical, chambres stériles dans des salles d'opération);
- zone avec des charges de chaleur élevées en raison de processus de fabrication;
- zone pour le stockage de produits frais (commerce de détail/magasin);
- atrium chauffé ou climatisé;
- zone avec des laboratoires;
- zone destinée à l'élevage d'animaux;
- zone destinée à la culture de plantes;
- zone destinée aux centrales téléphoniques.

## 8 TABLEAUX ET CARACTÉRISTIQUES

### 8.1 Facteurs d'énergie primaire, $f_{p,x}$

Facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$ rapporté à l'énergie finale (kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub> ) <sup>10</sup> pour la source d'énergie x correspondante		
Combustibles	Fioul EL	1,10
	Gaz naturel H	1,12
	Gaz liquéfié	1,13
	Houille	1,08
	Lignite	1,21
	Combustible renouvelable	0,20
Électricité	Mix de l'électricité	1,50
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,00
	avec du combustible fossile	1,14
Chauffage à distance et chauffage de proximité	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,00
	par PCCE avec du combustible fossile	1,29
	d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable	0,61
	d'installations de chauffage avec du combustible fossile	1,41

Tableau 43 - Facteurs d'énergie primaire  $f_{p,x}$  pour la quantité non renouvelable

Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage à distance et de proximité

Dans le cas d'un chauffage à distance et chauffage de proximité alimenté par une ou plusieurs installations de chauffage et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage urbain met à disposition un facteur d'énergie primaire pondéré  $f_{p,mix}$ . Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$f_{p,mix} = n_{inst.ch.foss} \cdot f_{p,inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} \cdot f_{p,inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} \cdot f_{p,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$f_{p,mix}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur d'énergie primaire pondéré
$f_{p,centr.th.foss}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur d'énergie primaire conformément au tableau 43, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{p,centr.th.ren}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur d'énergie primaire conformément au tableau 43, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{p,ch.fatale}$	kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur d'énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$n_{inst.ch.foss}$	-	est le taux de couverture de la production de chaleur par le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{inst.ch.ren}$	-	est le taux de couverture de la production de chaleur par le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{ch.fatale}$	-	est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

<sup>10</sup> Pour le bois, le biogaz, l'huile de colza et les installations de chauffage avec une partie d'énergie renouvelable comme source d'énergie, cela correspond à la quantité non renouvelable.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments fonctionnels et en cas de changement de la valeur du facteur d'énergie primaire par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur d'énergie primaire considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 4, paragraphe 12.

## 8.2 Facteurs environnementaux, $f_{CO_2,x}$

Facteur environnemental <sup>11</sup> $f_{CO_2,x}$ rapporté à l'énergie finale (kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub> ) pour la source d'énergie x correspondante		
Combustibles	Fioul EL	0,300
	Gaz naturel H	0,246
	Gaz liquéfié	0,270
	Houille	0,439
	Lignite	0,452
	Combustible renouvelable	0,040
Électricité	Mix de l'électricité	0,367
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,000
	avec du combustible fossile	0,234
Chauffage à distance et chauffage de proximité	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,000
	par PCCE avec du combustible fossile	0,258
	d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable	0,131
	d'installations de chauffage avec du combustible fossile	0,309

Tableau 44 - Facteurs environnementaux  $f_{CO_2,x}$

Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage à distance et de proximité

Dans le cas d'un chauffage à distance et chauffage de proximité alimenté par une ou plusieurs installations de chauffage et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage à distance met à disposition un facteur environnemental pondéré  $f_{CO_2,mix}$ . Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$f_{CO_2,mix} = n_{inst.ch.foss} \cdot f_{CO_2,inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} \cdot f_{CO_2,inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} \cdot f_{CO_2,ch.fatale}$$

avec :

$$n_{inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$f_{CO_2,mix}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur environnemental pondéré
$f_{CO_2,centr.th.foss}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur environnemental conformément au tableau 44, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{CO_2,centr.th.ren}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur environnemental conformément au tableau 44, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{CO_2,ch.fatale}$	kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>e</sub>	est le facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$n_{inst.ch.foss}$	-	est le taux de couverture de la production de chaleur par les systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{inst.ch.ren}$	-	est le taux de couverture de la production de chaleur par les systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{ch.fatale}$	-	est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

<sup>11</sup> Pour les facteurs environnementaux  $e_{CO_2}$ , il s'agit des équivalents CO<sub>2</sub>.

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments fonctionnels et en cas de changement de la valeur du facteur environnemental par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur environnemental considéré à la date de la demande de l'auto-risation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 4, paragraphe 12.

### 8.3 Teneur énergétique de différentes sources d'énergie et facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur, $f_{H_s/H_i}$

Conversion d'une unité de consommation en (kWh/« unité »)				
Source d'énergie	Unité	Teneur énergétique Pouv. cal. sup. $H_s$	Teneur énergétique Pouv. cal. inf. $H_i$	Facteur $f_{H_s/H_i}$
Fioul EL	1 litre	10,60 kWh/litre	9,90 kWh/litre	1,07
Gaz naturel H	1 Nm <sup>3</sup>	11,33 kWh/m <sup>3</sup>	10,20 kWh/m <sup>3</sup>	1,11
Gaz liquéfié	1 kg	13,85 kWh/kg	12,80 kWh/kg	1,08
Houille	1 kg	8,98 kWh/kg	8,70 kWh/kg	1,03
Lignite	1 kg	5,89 kWh/kg	5,50 kWh/kg	1,07
Copeaux de bois	1 Sm <sup>3</sup>	1 060 kWh/Sm <sup>3</sup>	950 kWh/Sm <sup>3</sup>	1,12
Bois de chauffage	1 rm	1 780 kWh/rm	1 595 kWh/rm	1,12
Pellets	1 kg	4,90 kWh/kg	4,50 kWh/kg	1,09
Biogaz	1 Nm <sup>3</sup>	7,20 kWh/m <sup>3</sup>	6,50 kWh/m <sup>3</sup>	1,11
Huile de colza	1 litre	10,20 kWh/litre	9,50 kWh/litre	1,07
Chauffage urbain, courant, énergies renouvelables	1 kWh	1 kWh/kWh	1 kWh/kWh	1,00

Tableau 45 - Teneur énergétique de différentes sources d'énergie