

ANNEXE

Règlement grand-ducal concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels

(Règlement grand-ducal du 5 mai 2012; Mém. A – 96 du 11 mai 2012, p. 1095; doc. parl. 6312)

Modifié par

Règlement grand-ducal du 26 mai 2014

(Mém. A – 99 du 12 juin 2014, p. 1491; doc. parl. 6627)

Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015

(Mém. A – 17 du 5 février 2015, p.202; doc. parl. 6693)

Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016

(Mém. A – 146 du 1^{er} août 2016, p. 2464 ; doc. parl. 6851)

Sommaire

0 Définitions et symboles	6
0.1 Symboles et unités.....	9
0.2 Signification des indices.....	14
1 Exigences minimales applicables aux bâtiments fonctionnels	15
1.1 Isolation thermique d'hiver	15
1.2 Protection thermique d'été	18
1.2.1 Détermination de la transmittance solaire	19
1.2.2 Exigence minimale relative à la transmittance solaire	19
1.2.3 Exemple d'application	20
1.2.4 Facteur de transmission énergétique totale, g_{tot}	20
1.2.5 Détermination du type de construction et de la capacité d'accumulation thermique effective, C_{wilk}	22
1.2.6 Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local, $f_{a/h}$	23
1.3 Étanchéité à l'air du bâtiment	24
1.4 Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques.....	25
1.5 Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur/froid et gaines de ventilation.....	26
1.6 Réservoir de chaleur, de froid et d'eau chaude sanitaire.....	27
1.7 Centrales de traitement d'air	27
1.8 Systèmes de réglage	29
1.9 Dispositifs de mesure.....	30
2 Exigences applicables aux bâtiments fonctionnels	30
2.1 Bilan énergétique	30
2.2 Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire	32
2.3 Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage	32
2.4 Bâtiment de référence.....	32
2.5 Affectation aux catégories de bâtiments.....	37
3 Répartition en classes de performance énergétique.....	38
3.1 Classification sur la base du besoin énergétique calculé.....	38
3.2 Classification sur la base du besoin pondéré en énergie finale	39
3.3 Classification sur base de la consommation énergétique mesurée	40
4 Contenu du calcul de performance énergétique	41
4.1 Informations générales	41
4.2 Indications concernant le bâtiment.....	41

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	41
4.4	Respect des exigences minimales	42
4.4.1	Isolation thermique d'hiver	42
4.4.2	Protection thermique d'été	42
4.4.3	Étanchéité à l'air du bâtiment.....	42
4.4.4	Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques.....	42
4.4.5	Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur et de froid et gaines de ventilation	42
4.4.6	Accumulation de chaleur.....	42
4.4.7	Centrales de traitement d'air	42
4.4.8	Systèmes de réglage	42
4.5	Documentation du calcul.....	43
5	Contenu du certificat de performance énergétique	44
5.1	Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base du besoin énergétique calculé	44
5.1.1	Informations requises sur chaque page.....	44
5.1.2	Informations générales	44
5.1.3	Indications concernant le bâtiment	44
5.2	Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base de la consommation énergétique mesurée.....	45
5.2.1	Informations requises sur chaque page.....	45
5.2.2	Informations générales	45
5.2.3	Indications concernant le bâtiment	45
5.2.4	Évaluation de la performance et valeurs spécifiques énergétiques	45
5.2.5	Recommandations de modernisation visant une amélioration de la performance énergétique.....	46
6	Calculs du besoin en énergie primaire des bâtiments fonctionnels.....	48
6.1	Définitions des données importantes concernant le bâtiment.....	48
6.1.1	Surface de plancher	49
6.1.2	Surface de construction	49
6.1.3	Surface de plancher nette	49
6.1.4	Surface utile	49
6.1.5	Surface utile principale.....	50
6.1.6	Surface utile secondaire	50
6.1.7	Surface de circulation	50
6.1.8	Surface d'installations	50
6.2	Surface de référence énergétique A_n , en m^2	50
6.3	Surface de l'enveloppe thermique A en m^2	50
6.4	Volume conditionné brut V_e en m^3	50
6.5	Volume thermiquement conditionné net V_n , en m^3	50
6.6	Rapport A/V_e en $1/m$	50
6.7	Climat de référence.....	51
6.8	Profils d'utilisation	51

6.9 Directives relatives au zonage	51
6.10 Énergie de chauffage	51
6.11 Eau chaude sanitaire	52
6.12 Humidification par la vapeur	52
6.13 Froid	53
6.14 Éclairage	53
6.15 Ventilation	54
6.16 Énergie auxiliaire	54
6.17 Autres	55
6.17.1 Évaluation du système de protection solaire mobile	55
6.17.2 Ponts thermiques	56
6.17.3 Constructions jumelées et mitoyennes	56
6.17.4 Autres conditions générales	56
6.18 Méthodes de calcul simplifiées pour le corps du bâtiment	57
6.18.1 Affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment	57
6.18.2 Détermination simplifiée de l'éclairement à la lumière naturelle	61
6.18.3 Coefficients de correction de la température F_x dans le cas du chauffage et du refroidissement	63
6.18.4 Représentation simplifiée de l'ombrage	71
6.18.5 Autres méthodes simplifiées pour le corps du bâtiment	71
6.19 Méthodes de calcul simplifiées des installations techniques	73
6.19.1 Chauffage - Accumulation	73
6.19.2 Chauffage - Distribution	74
6.19.3 Distribution d'eau chaude sanitaire	75
6.19.4 Énergie auxiliaire, distribution d'eau de refroidissement et d'eau froide	75
6.20 Modèle à zone unique	78
6.20.1 Conditions générales spéciales et mesures pour le modèle zone unique	80
6.21 Calcul de la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂	80
7 Détermination des valeurs spécifiques de consommation chaleur et électricité de bâtiments fonctionnels existants	82
7.1 Détermination des valeurs spécifiques de référence chaleur et électricité	82
7.2 Zonage	83
7.3 Valeur spécifique de référence chauffage	84
7.4 Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire	85
7.5 Valeur spécifique de référence éclairage	85
7.6 Valeur spécifique de référence ventilation	86
7.7 Valeur spécifique de référence froid	86
7.8 Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification	87
7.9 Valeur spécifique de référence équipements de travail	87
7.10 Valeur spécifique de référence services divers	87
7.11 Valeur spécifique de référence services centraux	88

7.12 Méthodes simplifiées	89
7.12.1 Zonage	89
7.12.2 Chauffage et préparation d'eau chaude sanitaire électriques	90
7.12.3 Détermination simplifiée de la surface de référence énergétique	90
7.13 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.....	90
7.14 Valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment, e_{vw}	91
7.14.1 Consommation énergétique finale calculée de chaleur d'un bâtiment, E_{vg}	91
7.14.2 Correction tenant compte des surfaces inoccupées	93
7.14.3 Correction temporelle	94
7.14.4 Correction climatique	95
7.15 Détermination de la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment, e_{vs}	96
7.15.1 Consommation électrique mesurée d'un bâtiment, $E_{vs,m}$	96
7.15.2 Correction tenant compte des surfaces inoccupées	97
7.15.3 Correction de temps.....	98
7.16 Sources des données de consommation	99
7.17 Complément de données manquantes de consommation.....	99
7.18 Utilisations spéciales dans des bâtiments fonctionnels	101
8 Tableaux et caractéristiques.....	102
8.1 Facteurs d'énergie primaire, $f_{p,x}$	102
8.2 Facteurs environnementaux, $f_{CO2,x}$	102
8.3 Teneur énergétique de différentes sources d'énergie et facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur, $f_{Hs/Hi}$	103

0 Définitions et symboles

Certificat de performance énergétique

Tel que défini à l'article 3 (6).

Calcul de performance énergétique

Tel que défini à l'article 3 (5).

Ministre

Tel que défini à l'article 3 (9).

Performance énergétique

Telle que définie à l'article 3 (11).

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 CO₂ du bâtiment, q_{CO_2}

Emissions spécifiques de CO₂ calculées par rapport à la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.21. Cette valeur spécifique comprend toutes les émissions de CO₂ 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 (1).

Surface de référence énergétique, A_n en m^2

Telle que définie à l'article 3 (13).

Surface de l'enveloppe thermique, A en m^2

Telle que définie à l'article 3 (12).

Volume conditionné brut, V_e en m^3

Tel que défini à l'article 3 (15).

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.

Systèmes techniques

Systèmes d'approvisionnement techniques sur lesquels l'ensemble du besoin énergétique d'un bâtiment peut être réparti. Le présent règlement prend en considération les systèmes 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, $q_{h,b}$

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, 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 (4) 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 (7).

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.

Energies renouvelables

Energie 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 (2).

Bâtiment fonctionnel neuf

Tel que défini à l'article 3 (3).

Modification d'un bâtiment fonctionnel

Telle que définie à l'article 3 (10).

Extension d'un bâtiment fonctionnel

Telle que définie à l'article 3 (8).

Bâtiment fonctionnel conforme au standard de la maison à économie d'énergie (ESH)

Bâtiment qui atteint les **classes de performance énergétique C** visées au chapitre 3.1 pour le besoin total en énergie primaire visé au chapitre 2.1, pour la valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ visée au chapitre 6.21 et pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage visé au chapitre 6.10 et dans lequel les exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment visées au chapitre 1.3 sont remplies et attestées.

Bâtiment fonctionnel conforme au standard de la maison à basse consommation d'énergie (NEH)

Bâtiment qui atteint les **classes de performance énergétique B** visées au chapitre 3.1 pour le besoin total en énergie primaire visé au chapitre 2.1, pour la valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ visée au chapitre 6.21 et pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage visé au chapitre 6.10 et dans lequel les exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment visées au chapitre 1.3 sont remplies et attestées.

Bâtiment fonctionnel conforme au standard de la maison passive (PH)

Bâtiment qui atteint les **classes de performance énergétique A** visées au chapitre 3.1 pour le besoin total en énergie primaire visé au chapitre 2.1, pour la valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ visée au chapitre 6.21 et pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage visé au chapitre 6.10 et dans lequel les exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment visées au chapitre 1.3 sont remplies et attestées.

0.1 Symboles et unités

ΔU_{WB}	W/(m²K)	Facteur de correction des ponts thermiques
$\tau_{D65, SNA}$	-	Facteur de transmission lumineuse du vitrage (SNA: protections solaires et/ou écrans non utilisés) conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 4
A	m²	Surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment
α	-	Facteur d'absorption solaire
A	m²	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⁻¹	Rapport de la surface de l'enveloppe thermique au volume conditionné brut
A_C	m²	Surface du capteur plan d'une installation solaire thermique
A_c	m²	Partie refroidie de la surface de référence énergétique
A_{Fe}	m²	Surface de fenêtre
A_{KL}	m²	Surface sans éclairage naturel
A_{leer}	m²	Surface partielle inoccupée
A_m	m²	Partie de la surface de référence énergétique humidifiée au moyen d'un humidificateur à vapeur
A_n	m²	Surface de référence énergétique
$A_{n,fehl,x,j}$	m²	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
$A_{n,u}$	m²	Surface de plancher nette de la zone non conditionnée
A_{NB}	m²	Partie de la surface de référence énergétique A_n qui n'est pas affectée à la surface utile principale
A_{NGF}	m²	Surface de plancher nette
$A_{NGF,R}$	m²	Surface de plancher nette du local considéré lors de la détermination de la transmittance solaire
a_R	m	Profondeur du local (dimensions intérieures); profondeur caractéristique du local
$A_{RB,TL}$	m²	Surface vitrée au-dessus du plan de travail
a_{TL}	m	Profondeur de la zone d'éclairage naturel
A_{TL}	m²	Surface avec un éclairage naturel
$a_{TL,max}$	m	Profondeur maximale de la zone d'éclairage naturel
A_{Wa}	m²	Surface de mur extérieur
A_Z	m²	Surface de plancher nette de la zone Z
b_{Fe}	m	Largeur caractéristique de fenêtre
B_{index}	-	Indice du besoin
b_R	m	Longueur de la façade principale
b_{TL}	m	Largeur de la zone d'éclairage naturel
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
$C_{TL,Vers,SA}$	-	Éclairement à la lumière naturelle avec utilisation de protections solaires et/ou d'écrans
C_{wirk}	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_T	m	Épaisseur effective d'un élément de construction
ε	-	Émissivité
$e_{Ref,c,s}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence froid/électricité
$e_{Ref,c,w}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence froid/chaaleur

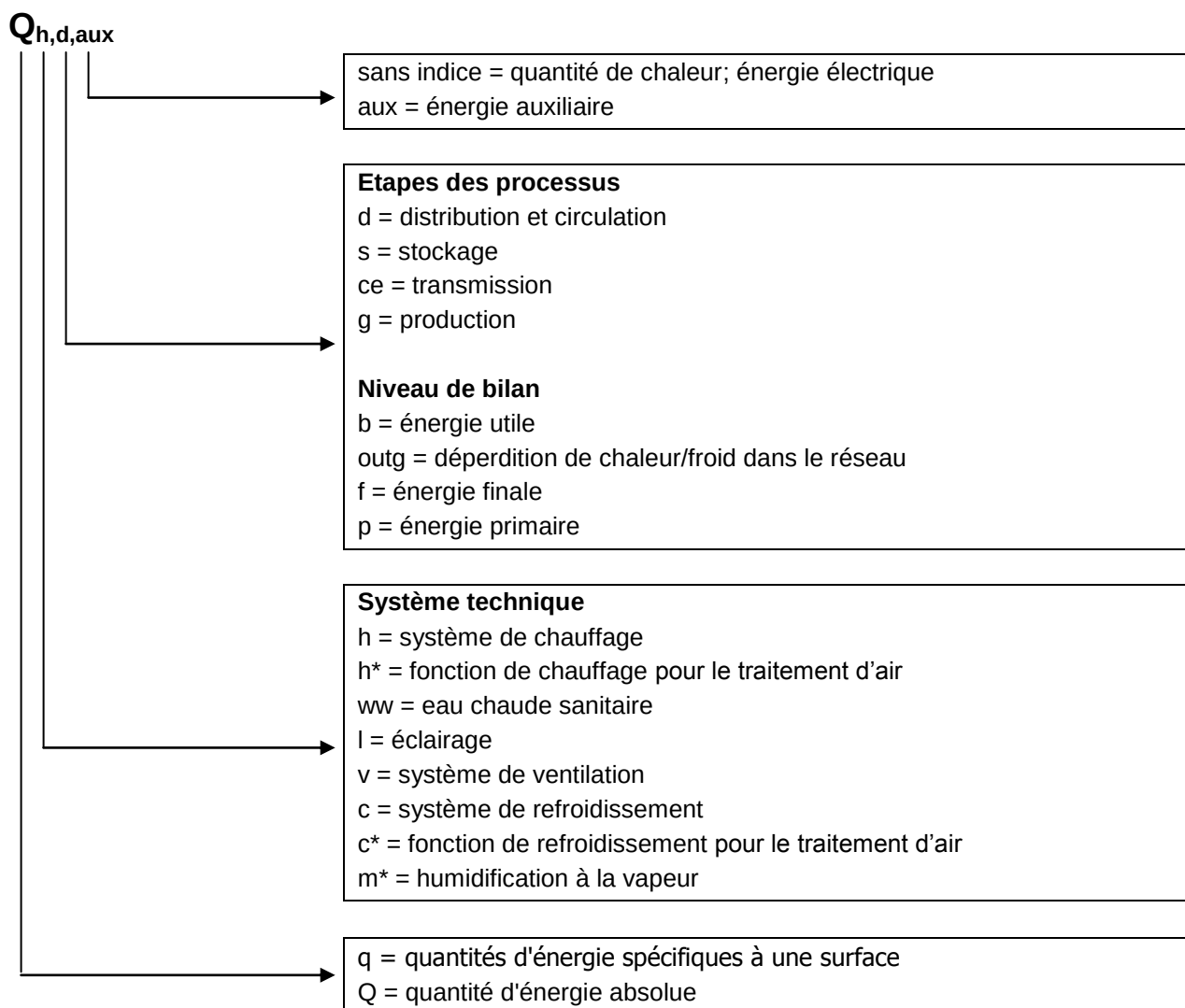
$e_{Ref,cs}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence services centraux (central services)
$e_{Ref,ds}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence services divers (diverse services)
$e_{Ref,fac}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence équipements de travail (facility)
$e_{Ref,h,s}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence chauffage/électricité
$e_{Ref,h,w}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence chauffage/chaleur
$e_{Ref,hum,s}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification/électricité (humidity)
$e_{Ref,hum,w}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification/chaleur (humidity)
$e_{Ref,l}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence éclairage
$e_{Ref,s}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence électricité du bâtiment
$e_{Ref,v}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence ventilation
$e_{Ref,w}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence chaleur du bâtiment
$e_{Ref,ww,s}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/électricité
$e_{Ref,ww,w}$	kWh/(m²a)	Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/chaleur
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/(m²a)	Valeur spécifique de consommation 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/(m²a)	Valeur spécifique de consommation 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
$f_{a/h}$	-	Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local
f_{aux}	-	Facteur d'efficacité, énergie auxiliaire
f_c	-	Facteur d'efficacité, froid
$f_{c,aux}$	-	Facteur qui tient compte de la consommation énergétique auxiliaire lors de la production et la distribution de froid
f_{CO2}	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental
$f_{F,ai}$	m²/m²	Coefficient de correction pour la référence aux dimensions intérieures; valeur standard = 0,9 m²/m²
$F_{F,ue}$	-	Coefficient de perte pour le cadre du vitrage extérieur
$f_{Fe,An,u}$	m²/m²	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_h	-	Facteur d'efficacité, chauffage
$f_{h,b}$	-	Facteur d'efficacité, chaleur pour le chauffage
$f_{h,el}$	-	Part de la surface de référence énergétique A_n 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/(m²K)	Facteur de pondération pour une catégorie d'éléments de construction
f_j	-	Facteur d'économie moyen

f_{Klima}	-	Facteur de correction climatique annuelle pour le chauffage
f_l	-	Facteur d'efficacité, éclairage
f_{leer}	-	Facteur de surfaces inoccupées
f_m	-	Facteur d'efficacité, humidification
f_{Monat}	%	Pourcentage de consommation mensuelle
f_{NGF}	-	Facteur d'adaptation du tableau des valeurs caractéristiques aux dimensions réelles du bâtiment
f_p	-	Facteur d'énergie primaire
F_s	-	Facteur d'ombrage (coefficient de perte dû à l'ombrage)
f_v	-	Facteur d'efficacité ventilation
f_{WW}	-	Facteur d'efficacité eau chaude sanitaire
$f_{\text{WW,el}}$	-	Part de la quantité de la préparation électrique d'eau chaude sanitaire pour l'ensemble de la consommation d'eau chaude sanitaire
g_L	-	Facteur de transmission énergétique totale pour une incidence verticale du rayonnement
$g_{L,\text{res}}$	-	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
$g_{\text{tot, res}}$	-	Facteur de transmission énergétique totale résultant, y compris le dispositif de protection solaire, en tenant compte des caractéristiques optiques extérieures des fenêtres
H'_T	W/(m²K)	Coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission
h_{Fe}	m	Hauteur moyenne de la fenêtre
H_i	kWh/unité	Pouvoir calorifique inférieur en kWh par unité de quantité
η_{LB}	-	Rendement de service d'un luminaire
h_{Ne}	m	Hauteur du plan utile
h_R	m	Hauteur libre du local (dimensions intérieures)
η_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
I_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 18599 - Partie 7 - Équation 32 (hypothèse: surface de référence énergétique totale refroidie)
$l_{\text{max,c}}$	m	Longueur de la distribution du froid (circuit du bâtiment)
η_{tot}	-	Rendement global par ventilateur ou pour la valeur moyenne pondérée des ventilateurs d'amenée et de rejet d'air
n_{50}	h^{-1}	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
$P_{\text{d,spez}}$	$\text{W}_{\text{el}}/\text{kW}_{\text{Kälte}}$	Puissance électrique spécifique des pompes d'un système de distribution d'eau froide
P_{SFP}	$\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$	Puissance absorbée spécifique d'un ventilateur en fonction du débit volumétrique
$Q'_{h,b}$	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_{fan}	m^3/h	Débit volumétrique de conception du ventilateur
Q_{50}	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	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
$Q_{\text{aux,CO}_2}$	$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\cdot\text{a})$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , énergie auxiliaire
$Q_{\text{aux,p}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$	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
$Q_{\text{c,aux}}$	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,CO_2}	$kgCO_2/(m^2a)$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , 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
$q_{c,p}$	$kWh/(m^2a)$	Besoin spécifique en énergie primaire, froid pour le système et la fonction de refroidissement des centrales de traitement d'air
$Q_{C,f,elektr}$	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_{CO_2}	$kgCO_2/(m^2a)$	Valeur spécifique d'émissions totales de CO_2 du bâtiment
Q_f	kWh/a	Besoin annuel en énergie finale
$Q_{f,k}$	kWh/a	Besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment à évaluer
$Q_{h^*,aux}$	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
$q_{h,b}$	$kWh/(m^2a)$	Besoin spécifique en chaleur de chauffage
$q_{h,b,max}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage
q_{h,CO_2}	$kgCO_2/(m^2a)$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , 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
$q_{h,p}$	$kWh/(m^2a)$	Besoin spécifique en énergie primaire pour le système et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air
q_{l,CO_2}	$kgCO_2/(m^2a)$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , éclairage
$q_{l,p}$	$kWh/(m^2a)$	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}	$kgCO_2/(m^2a)$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , 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
$q_{m,p}$	$kWh/(m^2a)$	Besoin spécifique en énergie primaire, humidification à la vapeur
q_p	$kWh/(m^2a)$	Besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment
$q_{p,max}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire
$q_{p,ref}$	$kWh/(m^2a)$	Besoin spécifique total en énergie primaire pour le bâtiment de référence (valeur spécifique de référence)
$q_{TK,c}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de refroidissement pour l'utilisation standard
$q_{TK,cedv}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie pour des systèmes informatiques centralisés
$q_{TK,elv}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique des ascenseurs
$q_{TK,fac}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie des équipements de travail pour l'utilisation standard
$q_{TK,h}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de chauffage pour l'utilisation standard
$q_{TK,l}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'éclairage pour l'utilisation standard
$q_{TK,oth}$	$kWh/(m^2a)$	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.
$q_{TK,v}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de ventilation pour l'utilisation standard
$q_{TK,ww}$	$kWh/(m^2a)$	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'eau chaude sanitaire pour l'utilisation standard
q_{v,CO_2}	$kgCO_2/(m^2a)$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , 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)
$q_{v,p}$	$kWh/(m^2a)$	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_{ww,CO_2}	$kgCO_2/(m^2a)$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , eau chaude sanitaire
$q_{ww,p}$	$kWh/(m^2a)$	Besoin spécifique en énergie primaire, eau chaude sanitaire
R	$(m^2K)/W$	Résistivité thermique d'un élément de construction (sans résistances de transmission de chaleur)
$\tau_{eu,e}$	-	Facteur de transmission énergétique du vitrage extérieur
τ_{D65}	-	Facteur de transmission lumineuse pour une incidence verticale de la lumière et éclairage normalisé D65
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
U_g	$W/(m^2K)$	Valeur U d'une vitre de fenêtre
U_{max}	$W/(m^2K)$	Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique de différents éléments de construction
U_w	$W/(m^2K)$	Valeur U de l'ensemble de la fenêtre
V_e	m^3	Volume du bâtiment thermiquement conditionné brut
$V_{index,s}$	%	Indice de consommation électricité
$V_{index,w}$	%	Indice de consommation chaleur
V_n	m^3	Volume net du bâtiment thermiquement conditionné
$V_{s,sol}$	m^3	Volume de la partie solaire (située en partie inférieure) d'un réservoir d'eau chaude sanitaire
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
Indices		
i,z,n,y,x,n	-	Variables de calcul
M	-	Indice caractérisant le mois
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



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.

Valeurs max. des coefficients de transmission thermique de chaque élément de construction $U_{\max}$ en $W/(m^2K)$ ^{1) 2) 6) 8) 10)}			
	1	2	3
Élément de construction	Climat extérieur ¹⁰⁾	Locaux très peu chauffés ⁷⁾	Surfaces en contact avec le sol ou des locaux non chauffés ⁹⁾
Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	0,32	0,5	0,40
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	0,25	0,35	0,30
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le cadre ^{3) 4) 5)}	1,5	2,0	2,0
Coupoles d'éclairage naturel	2,7	2,7	2,7
Porte extérieure, y compris le cadre	2,0	2,5	2,5

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 DIN EN ISO 6946.
- 2) 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.
- 3) (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «Les vitrines de locaux servant à des activités commerciales ou libérales» de grandes dimensions ($>15 m^2$) font l'objet d'une exception. Dans ce cas, il y a lieu de respecter une valeur U pour le vitrage dont $U_g \leq 1,30 W/(m^2K)$.
- 4) La valeur totale U d'une fenêtre U_w doit être déterminée conformément à la norme DIN EN ISO 10077 et elle comprend le cadre, la vitre 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 $0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ sauf si, en vue de réduire les déperditions de chaleur, des protections appropriées, indémontables ou intégrées, d'une résistivité thermique R d'au moins $1 \text{ (m}^2\text{K)/W}$, 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 $4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ et, entre la surface chauffante et le sol ou la partie non chauffée du bâtiment, d'au moins $3,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$.
- 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) En 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 DIN EN ISO 13789 ou DIN 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 $> 600 \text{ Wh/(m}^2\text{d)}$.

(Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015)

- «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 du tableau 1 est à multiplier par les facteurs d'abaissement f_{abm} du tableau 1a ($U_{\max, BH} = U_{\max} * f_{abm}$).

Facteurs d'abaissement f_{abm} pour la détermination des coefficients de transmission maximaux autorisés		
Date de la demande de l'autorisation de bâtir	jusqu'au 30.06.2015	à partir du 01.07.2015
Elément de construction		
Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	1	0,69
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	1	0,72
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le cadre	1	0,73
Coupole d'éclairage naturel	1	0,67

Porte extérieure, y compris le cadre	1	0,70
--------------------------------------	---	------

Tableau 1a – Facteurs d'abaissement f_{abm} pour la détermination des coefficients de transmission maximaux autorisés

Si, dans le cas des extensions visées ci-avant, il est dérogé au respect d'un ou de plusieurs coefficient(s) de transmission thermique $U_{max,BH}$, 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:

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

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

où

H'_T	W/(m² 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/(m² 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	m²	est la surface de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
U_i	W/(m² K)	est le coefficient de transmission thermique de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
$U_{max,i}$	W/(m² K)	est le coefficient de transmission thermique maximal de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment selon le tableau 1
$f_{abm,i}$	-	est le facteur d'abaissement pour la détermination du coefficient de transmission thermique maximal autorisé pour l'élément de construction i selon le tableau 1a
$F_{X,i}$	-	est le coefficient 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
ΔU_{WB}	W/(m² K)	est le facteur de correction des ponts thermiques conformément au chapitre 1.4 et 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 1 du présent règlement 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.»

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«11) Les exigences minimales relatives aux coefficients de transmission thermique applicables contre 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'influence 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.»

1.2 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. Dans le cadre des exigences minimales relatives à la protection thermique d'été, des prescriptions concernant l'efficacité de la protection solaire sont établies. Elles 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 définies dans le présent chapitre concernant la protection thermique d'été n'affectent pas les exigences d'autres règles techniques, notamment, en ce qui concerne la température ambiante maximale.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «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 de ce chapitre.» On considère que des zones présentent une efficacité de protection solaire équivalente lorsque la valeur du facteur de transmission énergétique total (g_{tot}) de la protection solaire et du vitrage ne s'écarte pas de plus de $\Delta g_{tot} = 0,1$.

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 m^2 de *(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)* «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire». *(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)* «Est considérée comme « local », un seul local ou un ensemble de locaux en équilibre thermique assuré par un échange d'air.»

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 *(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)* «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 constructions vitrées et aux systèmes d'isolation thermique transparente. Dans ces cas, il faut garantir une protection thermique d'été par des méthodes de calcul d'ingénierie plus précises (par exemple: calcul de simulation dynamique). L'application de ces méthodes est généralement autorisée, voire recommandée en cas de concepts à ventilation nocturne. Dans ce cas, 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. En ce qui concerne les sources de chaleur internes et les taux de renouvellement d'air, il est possible d'appliquer au calcul les exigences générales prévues dans la norme DIN 4108-2. Il faut réaliser le calcul avec des données climatiques du Luxembourg ou avec une année de référence test d'une région directement voisine.

1.2.1 Détermination de la transmittance solaire

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

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

où

t_s	m ²	est la transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
$A_{Fe,(O,S,W),i}$	m ²	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 ²	est la surface des fenêtres orientées vers le nord-ouest en passant par le nord jusqu'au nord-est ($315^\circ < x$; $x < 45^\circ$) et les surfaces des fenêtres toujours à l'ombre du rayonnement direct (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre))
$A_{Fe,H,i}$	m ²	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))
$g_{tot,i}$	m ²	est le facteur de transmission énergétique total (vitrage, protection solaire) de la fenêtre i pour une incidence verticale du rayonnement conformément au chapitre 1.2.4
« $F_{S,i}$	[-]	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 ²	est la surface de plancher nette du local considéré lors de la détermination de la transmittance solaire

1.2.2 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 2.

$$t_s \leq t_{s,max} \quad (2)$$

La valeur limite $t_{s,max}$ dépend du type de construction visé au chapitre 1.2.5 et du quotient de la profondeur du local par la hauteur du local $f_{a/h}$ visé au chapitre 1.2.6.

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 2: Valeur limite de la transmittance solaire $t_{S,max}$

Les valeurs intermédiaires de $t_{S,max}$ qui ne sont pas comprises dans le Tableau 2 et les valeurs de $f_{a/h} > 5$ peuvent être obtenues au moyen des équations suivantes:

construction légère: $t_{S,max} = 0,0624 \cdot f_{a/h}^{-0,168}$

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 (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «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 3, 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 (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «ce local».

Inclinaison des fenêtres par rapport à l'horizontale	Orientation des fenêtres ¹⁾	Pourcentage de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette (<i>Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016</i>) «considérée lors de la détermination de la transmittance solaire» ²⁾
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%

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

²⁾ 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 (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire.»

Tableau 3: Valeurs limites du pourcentage de surface de fenêtre par rapport à la (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «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

1.2.3 «(...)» (*supprimé par le Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)

1.2.4 Facteur de transmission énergétique totale, g_{tot}

Le Tableau 4 fournit des valeurs standard pour le facteur de transmission énergétique totale g_{tot} pour des systèmes de protection solaire courants et différents vitrages. En alternative, le facteur g_{tot} peut être

déterminé conformément à la norme DIN EN 13363-1/2. 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.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«

Type de verre	Indices sans dispositif de protection solaire				Avec dispositif de protection solaire ext.										Avec dispositif de protection solaire int.							
					Store ext. ^b (inclinaison de 10°)		Store ext. (inclinaison de 45°)		Auvent vert.		Volet roulant (fermé)		Volet roulant ^g (fermé à 3/4)		Store int. ^b (inclinaison de 10°)		Store int. (inclinaison de 45°)		Rideau roulant en mat. textile		Film	
	Blanc	Gris foncé	Blanc	Gris foncé	Blanc ^c	Gris	Blanc	Gris foncé	Blanc	Gris foncé	Blanc	Gris clair	Blanc	Gris clair	Blanc	Gris ^c	Blanc ^c					
	U_g^d	$g_{\perp}$	τ_e	τ_{D65}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}				
Simple	5,80	0,87	0,85	0,90	0,09	0,20	0,17	0,21	0,24	0,23	0,07	0,18	0,27	0,36	0,32	0,44	0,40	0,50	0,26	0,54	0,27	
Double	2,90	0,78	0,73	0,82	0,08	0,15	0,15	0,15	0,21	0,18	0,05	0,13	0,24	0,30	0,35	0,46	0,42	0,51	0,29	0,53	0,31	
Triple	2,00	0,70	0,63	0,75	0,06	0,12	0,13	0,13	0,19	0,15	0,04	0,11	0,21	0,26	0,36	0,44	0,41	0,49	0,31	0,50	0,32	
MSIV ^e Double	1,70	0,72	0,60	0,74	0,06	0,11	0,12	0,11	0,19	0,14	0,04	0,10	0,21	0,25	0,36	0,45	0,42	0,50	0,31	0,52	0,32	
MSIV ^e Double	1,40	0,67	0,58	0,78	0,06	0,09	0,11	0,10	0,18	0,13	0,03	0,09	0,19	0,23	0,36	0,44	0,41	0,48	0,31	0,49	0,33	
MSIV ^e Double	1,10	0,60	0,54	0,80	0,05	0,08	0,10	0,08	0,16	0,11	0,03	0,07	0,17	0,20	0,35	0,42	0,39	0,45	0,31	0,46	0,33	
MSIV ^e Double	1,00	0,48	0,54	0,71	0,04	0,07	0,09	0,08	0,13	0,10	0,03	0,07	0,14	0,17	0,32	0,36	0,35	0,38	0,30	0,39	0,30	
MSIV ^e Triple	0,80	0,50	0,39	0,69	0,04	0,06	0,08	0,07	0,13	0,09	0,02	0,06	0,14	0,17	0,33	0,37	0,36	0,40	0,30	0,40	0,31	
MSIV ^e Triple	0,80	0,60	0,50	0,74	0,04	0,06	0,09	0,07	0,15	0,10	0,02	0,06	0,17	0,19	0,35	0,42	0,39	0,45	0,31	0,46	0,33	
MSIV ^e Triple	0,70	0,50	0,39	0,70	0,04	0,06	0,08	0,06	0,13	0,08	0,02	0,05	0,14	0,16	0,33	0,38	0,36	0,40	0,30	0,40	0,31	
MSIV ^e Triple	0,60	0,50	0,39	0,69	0,03	0,05	0,08	0,05	0,13	0,08	0,02	0,04	0,14	0,16	0,33	0,38	0,36	0,40	0,30	0,40	0,31	
SSV ^f Double	1,30	0,48	0,44	0,59	0,05	0,09	0,10	0,09	0,14	0,11	0,03	0,08	0,14	0,18	0,32	0,36	0,35	0,38	0,30	0,39	0,30	
SSV ^f Double	1,20	0,37	0,34	0,67	0,04	0,08	0,08	0,09	0,12	0,10	0,03	0,08	0,12	0,15	0,27	0,30	0,29	0,31	0,26	0,31	0,26	
SSV ^f Double	1,20	0,25	0,21	0,40	0,04	0,08	0,07	0,09	0,10	0,10	0,03	0,08	0,09	0,12	0,20	0,22	0,21	0,22	0,20	0,22	0,20	
SSV ^f Triple	0,70	0,34	0,29	0,63	0,03	0,05	0,07	0,06	0,10	0,07	0,02	0,05	0,10	0,12	0,26	0,28	0,27	0,29	0,25	0,29	0,25	
SSV ^f Triple	0,70	0,24	0,21	0,45	0,03	0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,02	0,05	0,08	0,10	0,20	0,21	0,21	0,21	0,19	0,22	0,20	
SSV ^f Triple	0,70	0,16	0,13	0,27	0,03	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,02	0,05	0,06	0,08	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	
					Indices du dispositif de protection solaire																	
Facteur de transmission $\tau_{e,B}$					0	0	0	0	0,22	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,30	0,03	
Facteur de réflexion $\rho_{e,B}$					0,74	0,085	0,74	0,085	0,63	0,14	0,65	0,13	0,65	0,13	0,74	0,52	0,74	0,52	0,79	0,37	0,75	

^a Calcul de g_{tot} conformément à la norme DIN EN 13363-1. Feuille conformément à la norme DIN EN 410.

^b Si possible, les systèmes à lamelles doivent être évalués avec une inclinaison de 45°. Les valeurs pour une inclinaison des lamelles de 10° sont déterminées d'après la pondération $g_{tot,10^\circ} = 2/3 g_{tot,0^\circ} + 1/3 g_{tot,45^\circ}$.

^c Pour ces systèmes, l'écran de protection n'est pas suffisant. L'équipement d'un écran supplémentaire réduit la transmission lumineuse mais n'a pratiquement pas d'influence sur la valeur g_{tot} .

^d Valeur de calcul en W/(m² • K) conformément à la norme DIN V 4108-4 (y compris le facteur de correction de 0,1 W/(m² • K)).

^e MSIV: vitrage isolant feuilleté.

^f SSV: vitrage de protection solaire.

^g Les volets roulants sont à évaluer de préférence comme "fermé à 3/4". Les valeurs pour "fermé à 3/4" sont déterminées d'après la pondération $g_{tot,fermé \text{ à } 3/4} = 3/4 g_{tot,fermé} + 1/4 g_{\perp}$.

Tableau 4 - Valeurs standard des indices des vitrages et des dispositifs de protection solaire selon la norme DIN V 18599-2:2011-12 »

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.

1.2.5 Détermination du type de construction et de la capacité d'accumulation thermique effective, C_{wirk}

Le type de construction peut être déterminé de manière simplifiée à l'aide du Tableau 5.

	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 (<i>Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016</i>) «un local», ce qui est généralement le cas dans les locaux de surface < 25 m ²), 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 5 - 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/m² 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 (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «(matériaux avec une conductivité thermique λ 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_{wirk} conformément à la norme DIN V 4108-2 «(...)» (*supprimé par le Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*). Dans ce cas, il faut appliquer les limites de classe visées au Tableau 6 pour déterminer le type de construction.

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

Construction lourde	> 130 Wh/(m²K)
---------------------	----------------

Tableau 6 - Classification du type de construction d'après la capacité d'accumulation thermique effective C_{wirk} conformément à la norme DIN V 4108-2 «(...)» (supprimé par le Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

1.2.6 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.

$$f_{a/h} = \frac{a_R}{h_R} \quad (3)$$

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 (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire» $A_{\text{NGF},R}$ et de la longueur de la façade principale b_R .

$$a_R = \frac{A_{\text{NGF},R}}{b_R} \quad (4)$$

où

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

$A_{\text{NGF},R}$	[m²]	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.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«

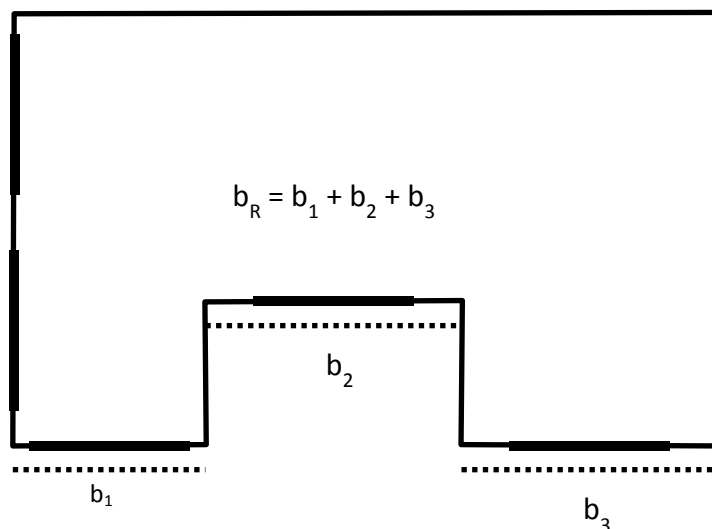


Figure 1 – Détermination de la façade principale»

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.

$$h_R = \frac{\sum_j h_{R,j} \cdot A_{NGF,R,j}}{A_{NGF,R}} \quad (5)$$

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 (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «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_{50} , valeur permettant de mesurer une surpression et une dépression) doit être inférieur ou égal aux valeurs limites indiquées dans le Tableau 7. 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 DIN EN 13829 s'appliquent.

Classe d'exigences		Valeur limite q_{50} $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$
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 7 - Valeurs limites de q_{50}

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.

Pour les bâtiments qui répondent au standard de la maison passive, la valeur limite $q_{50} \leq 0,9 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ doit être respectée.

Pour les bâtiments qui répondent au standard de la maison à basse consommation d'énergie, la valeur limite $q_{50} \leq 1,6 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ doit être respectée.

Pour les bâtiments qui répondent au standard de la maison à économie d'énergie, la valeur limite $q_{50} \leq 2,0 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ doit être respectée.

Si des valeurs inférieures à celles visées au Tableau 7 sont utilisées pour l'étanchéité à l'air du bâtiment dans les calculs de performance énergétique ou s'il s'agit d'un bâtiment qui répond au standard de la maison passive, de la maison à basse consommation d'énergie ou de la maison à économie d'énergie, 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).

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 (*Règlement grand-ducal du 26 mai 2014*) «DIN 4108-7». La prise en considération de ces détails doit être confirmée.

1.4 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.

1.5 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 et de distribution de chaleur et à travers la robinetterie doit être limitée grâce à une isolation thermique conformément au Tableau 8.

Ligne	Type de conduites/robinetterie	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
<i>(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)</i>		
«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 8 - 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 8.

Dans les bâtiments répondant au standard de la maison passive, il y a lieu de respecter le double des épaisseurs minimales prévues dans le Tableau 8 pour les conduites qui sont posées à l'extérieur de l'enveloppe thermique.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«Pour les conduites qui sont posées à l'extérieur, il y a lieu de respecter le double des épaisseurs minimales prévues dans le tableau 8.»

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 suivantes¹:

- pour un diamètre inférieur ou égal à DN 40, avec 50% du diamètre;
- 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 ambiante² 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 isolées¹ 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 zone³ est supérieure à 4 K.

Les gaines de ventilation posées dans une zone non chauffée doivent être isolées¹ avec une couche d'au moins 80 mm d'épaisseur.

Les gaines de ventilation en contact avec l'air extérieur doivent être isolées¹ avec une couche d'au moins 150 mm d'épaisseur.

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.

1.6 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 1.5. Les raccords dans la moitié supérieure de l'accumulateur doivent être réalisés vers le bas ou comme thermosiphon.

1.7 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

¹ Pour une conductivité thermique de 0,035 W/mK

² Température ambiante : température ambiante de consigne de refroidissement $\vartheta_{i,c,soll}$: conditions générales relatives aux températures selon les profils d'utilisation conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10

³ Température ambiante : température ambiante de consigne de refroidissement $\vartheta_{i,c,soll}$ et/ou température ambiante de consigne de chauffage $\vartheta_{i,h,soll}$: conditions générales relatives aux températures selon les profils d'utilisation conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10

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 m³/h, il faut appliquer les exigences minimales suivantes relatives à la performance énergétique de la ventilation.

Dans le cadre d'une méthode de calcul simplifiée, il faut respecter les vitesses de l'air visées au Tableau 9 et le rendement global par ventilateur visé au Tableau 10. Pour les éléments encastrés, il faut respecter les pertes de charge conformément à la norme EN 13779, tableau A.8 de la catégorie « Normal ».

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

Tableau 9 - Valeurs limites des vitesses des installations de ventilation

Rendement global η_{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
$0,18 \cdot q_{\text{fan}}^{0,13}$ avec un maximum de 0,68

Tableau 10 - Valeurs limites du rendement global des ventilateurs

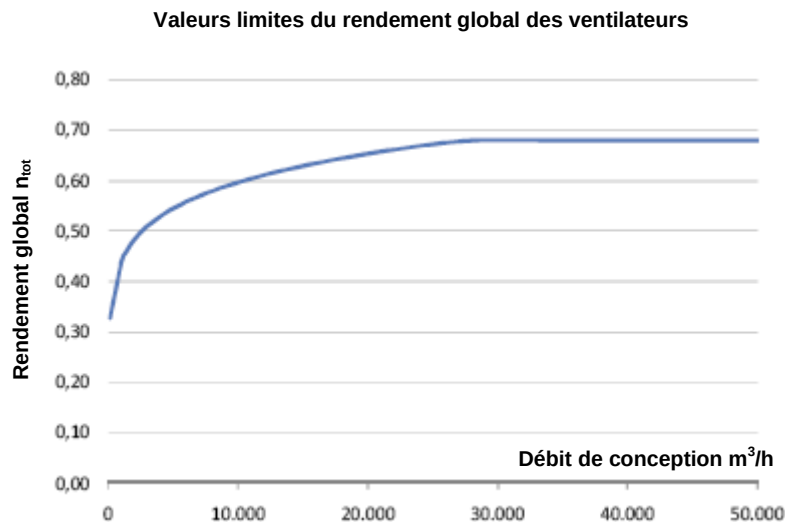


Figure 2: Valeurs limites du rendement global des ventilateurs

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.

En alternative à la méthode de 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 DIN EN 13779: 2007-09 - Point 6.5.2 pour les filtres HEPA et les filtres à gaz ainsi que les récupérations thermiques des classes H2 ou H1 conformément à la norme DIN EN 13053.

1.8 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 zone.
- 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.

1.9 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 5.2, 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.

2 Exigences applicables aux bâtiments fonctionnels

Les exigences applicables aux bâtiments fonctionnels sont définies dans le présent règlement sur la base de la méthode du bâtiment de référence. A 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 dans le cadre du présent règlement.

2.1 Bilan énergétique

La Figure 3 représente le schéma du bilan énergétique des bâtiments fonctionnels au sens du présent règlement. Selon les niveaux du bilan énergétique:

- énergie utile;
- énergie finale; et
- 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; et
- 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 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.

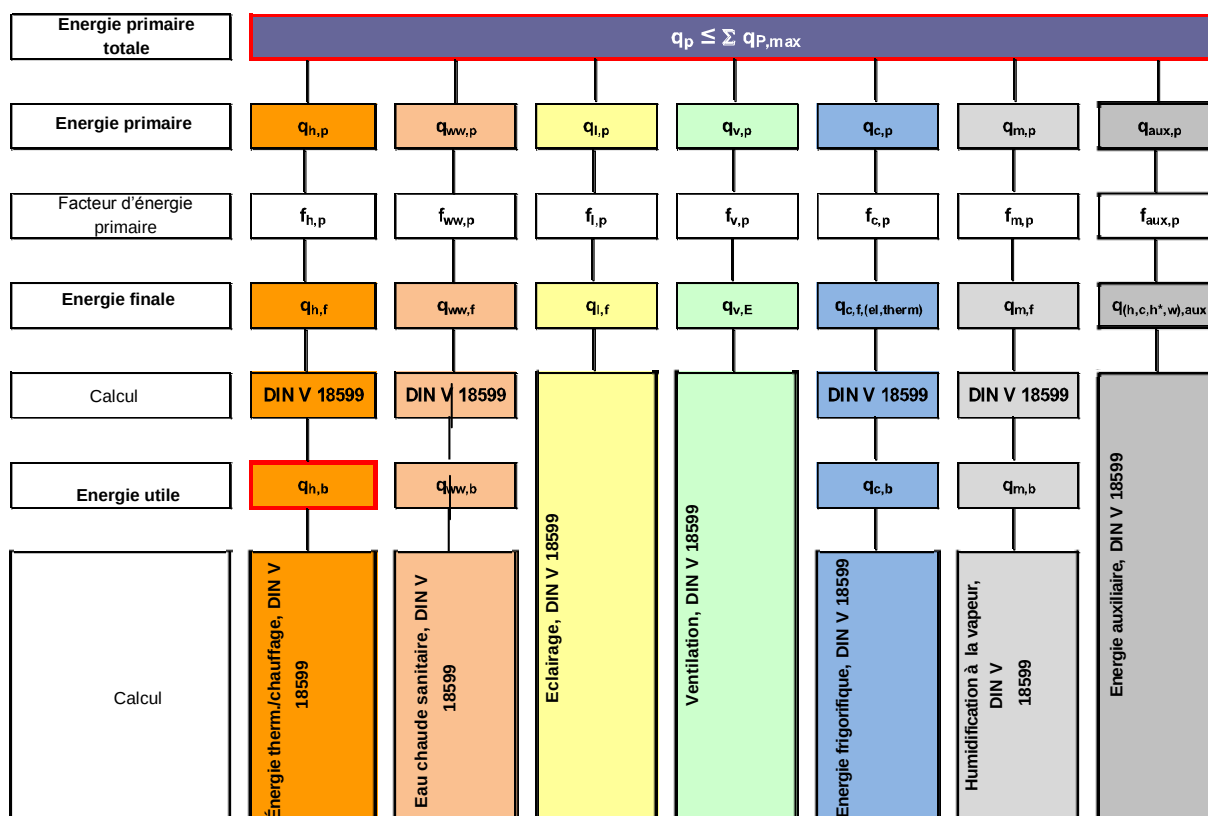


Figure 3 - Schéma du bilan énergétique des bâtiments fonctionnels au sens du présent règlement

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

$$q_p = q_{h,p} + q_{ww,p} + q_{l,p} + q_{v,p} + q_{c,p} + q_{m,p} + q_{aux,p} \quad (1)$$

où

q_p	kWh/(m²a)	est le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment
$q_{h,p}$	kWh/(m²a)	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/(m²a)	est le besoin spécifique en énergie primaire, eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.11
$q_{l,p}$	kWh/(m²a)	est le besoin spécifique en énergie primaire éclairage conformément au chapitre 6.14
$q_{v,p}$	kWh/(m²a)	est le besoin spécifique en énergie primaire ventilation conformément au chapitre 6.15
$q_{c,p}$	kWh/(m²a)	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 6.13
$q_{m,p}$	kWh/(m²a)	est le besoin spécifique en énergie primaire, humidification à la vapeur conformément au chapitre 6.12
$q_{aux,p}$	kWh/(m²a)	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 6.16

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 visés dans le présent règlement peuvent être réalisés sur la base des méthodes simplifiées visées aux chapitres 6.18 et 6.19.

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.

$$q_p \leq q_{p,max} \quad (7)$$

où

q_p kWh/(m²a) est le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment visé au chapitre 2.1

$q_{p,max}$ kWh/(m²a) est la valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire visée au chapitre 2.4

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 au chapitre 2.4 sur la base du bâtiment de référence.

$$q_{h,b} \leq q_{h,b,max} \quad (8)$$

où

$q_{h,b}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en chaleur de chauffage du bâtiment visé au chapitre 6.10

$q_{h,b,max}$ kWh/(m²a) 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 en fonction du rapport A/V_e du bâtiment;
- 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.

Les exécutions de référence sont définies dans le Tableau 11. 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 aux chapitres 6.18 et/ou 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 6.19.

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 spécifique de référence pour le 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 11.

$$q_{p,ref} = q_{h,p,ref} + q_{ww,p,ref} + q_{l,p,ref} + q_{v,p,ref} + q_{c,p,ref} + q_{m,p,ref} + q_{aux,p,ref} \quad (9)$$

où

$q_{p,ref}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique total en énergie primaire pour le bâtiment de référence (valeur spécifique de référence)
$q_{x,p,ref}$	kWh/(m ² 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)

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:

$$q_{p,max} = q_{h,p,ref} f_h + q_{ww,p,ref} f_{ww} + q_{l,p,ref} f_l + q_{v,p,ref} f_v + q_{c,p,ref} f_c + q_{m,p,ref} f_m + q_{aux,p,ref} f_{aux} \quad (10)$$

où

$q_{p,max}$	kWh/(m ² a)	est la valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire
f_h	m ²	est le facteur d'efficacité chauffage
f_{ww}	m ²	est le facteur d'efficacité eau chaude sanitaire
f_l	m ²	est le facteur d'efficacité éclairage
f_v	m ²	est le facteur d'efficacité ventilation
f_c	m ²	est le facteur d'efficacité froid
f_m	m ²	est le facteur d'efficacité humidification
f_{aux}	m ²	est le facteur d'efficacité énergie auxiliaire

(Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015)

«Les facteurs d'efficacité f_h , f_{ww} , f_l , f_v , f_c , f_m et f_{aux} servent à décrire le niveau d'exigences de la performance énergétique des bâtiments fonctionnels et, aux fins du présent règlement, ils sont déterminés comme suit:

a) Pour les bâtiments fonctionnels dont l'autorisation de bâtir est demandée jusqu'au 30 juin 2015:

$$f_h = f_{ww} = f_l = f_v = f_c = f_m = f_{aux} = 1 \quad (11)$$

b) Pour les bâtiments fonctionnels dont l'autorisation de bâtir est demandée à partir du 1^{er} juillet 2015:

$$f_h = f_{ww} = f_l = f_v = f_c = f_m = f_{aux} = 0,85 \quad (11bis)»$$

Le calcul de la valeur spécifique de référence pour le 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 11. La valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage $q_{h,b,max}$ est obtenue comme suit en tenant compte du facteur d'efficacité de chaleur de chauffage:

$$q_{h,b,max} = q_{h,b,ref} f_{h,b} \quad (12)$$

où

$q_{h,b,max}$ kWh/(m²a) est la valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage

$f_{h,b}$ m² est le facteur d'efficacité de chaleur de chauffage

(Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015)

«Le facteur d'efficacité de chaleur de chauffage $f_{h,b}$ sert à décrire le niveau d'exigences de l'isolation thermique des bâtiments fonctionnels et, aux fins du présent règlement, il est déterminé comme suit:

a) Pour les bâtiments fonctionnels dont l'autorisation de bâtir est demandée jusqu'au 30 juin 2015:

$$f_{h,b} = 1$$

b) Pour les bâtiments fonctionnels dont l'autorisation de bâtir est demandée à partir du 1^{er} juillet 2015:

$$f_{h,b} = 0,80$$

N°	Système	Propriété	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 7)
1	Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	Valeur U W/(m ² K) ⁴	$0,24 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,27 < 0,30$	$0,34 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,38 < 0,42$
2	Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	Valeur U W/(m ² K)	$0,19 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,21 < 0,23$	$0,27 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,30 < 0,33$
3	Éléments de construction en contact avec le sol ou des zones non chauffées	Valeur U W/(m ² K)	$0,31 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,34 < 0,37$	$0,31 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,34 < 0,37$
4	Bandes d'éclairage naturel, coupoles d'éclairage naturel	U_w W/(m ² K) $g_{\perp}$ τ_{D65}	$2,07 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 2,30 < 2,53$ 0,65 0,60	$2,07 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 2,30 < 2,53$ 0,65 0,60
5	Fenêtres, portes- fenêtres et fenêtres de toit	U_w W/(m ² K) $g_{\perp}$ τ_{D65}	$1,22 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 1,36 < 1,50$ 0,60 0,78	$1,53 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,2115}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 1,70 < 1,87$ 0,67 0,78

⁴ La valeur U du bâtiment de référence est obtenue en fonction du rapport A/V_e du bâtiment à évaluer et sa courbe est tracée entre une limite supérieure et une limite inférieure. Dans les projets de bâtiments à bon rendement énergétique, une valeur U plus élevée est supposée dans le bâtiment de référence; si le projet de bâtiment présente un rendement énergétique défavorable, une valeur U plus faible dans le bâtiment de référence est alors supposée.

6	Portes extérieures ou portes donnant sur des locaux non chauffés	Valeur U W/(m²K)	$1,53 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 1,70 < 1,87$	$1,92 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 2,13 < 2,34$
7	Facteur de correction des ponts thermiques	ΔU_{WB}	0,05 W/(m²K)	0,10 W/(m²K)
8	Étanchéité à l'air du bâtiment	q ₅₀	Exigences visées au Tableau 7	
9	Éclairage à la lumière naturelle avec protections solaires et/ou écrans pare-soleil	C _{TL,Vers,SA}	Aucune protection solaire ou écran: 0,70 Utilisation d'écrans: 0,15	
10	Dispositif de protection solaire	Les dispositifs de protection solaire et les écrans doivent être calculés comme étant exécutés ensemble. En cas d'utilisation du dispositif de protection solaire, il faut réaliser le calcul avec un facteur de transmission énergétique total g _{tot} selon l'équation suivante pour toutes les fenêtres et tenir compte d'une commande manuelle (symboles visés au chapitre 1.2). $g_{tot,ref} = \frac{0,075 \cdot A_n}{\sum_i A_{Fe,(0,5,W)}i + 0,4 \cdot \sum_i A_{Fe,N}i + 1,4 \cdot \sum_i A_{Fe,N}i}$		
11	Système d'éclairage	Éclairage lumineux dans des zones des utilisations 6 et 7 conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10 identique au bâtiment exécuté, cependant pas plus de 1 000 lx; dans les autres cas conformément aux profils d'utilisation indiqués dans la norme DIN V 18599 - Partie 10. Type d'éclairage: dans les zones des utilisations 6 et 7 conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10 identique au bâtiment exécuté; dans les autres cas: direct/indirect Si la méthode des tableaux est appliquée: ⇒ A chaque fois avec ballast électronique et tubes fluorescents Si la méthode du rendement est appliquée: ⇒ Efficacité lumineuse du système η _S : 80 lm/W ⇒ Rendement de service du luminaire:η _{LB} : 75%		
12	Réglage de l'installation d'éclairage	Contrôle de présence ⇒ Dans les zones des utilisations 4, 15 à 19, 21 conformément à la norme DIN V 18599-2 Partie 10 avec détecteur de présence ⇒ Dans toutes les autres zones, sans détecteur de présence ⇒ Contrôle en fonction de la lumière naturelle = manuel		
13	Chauffage Installation de production de chaleur	Chaudière à condensation, « améliorée » conformément à la norme DIN 18599-5, brûleur à combustion interne, gaz naturel, montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique, cubage d'eau > 0,15 l/kW		
14	Chauffage Distribution de chaleur	Chauffage des locaux ⇒ Conduites de distribution en zone non chauffée ⇒ Régime de températures du système 55/45 °C ⇒ Différence de pression Δp constante ⇒ Pour le cas de référence, il faut supposer les mêmes longueurs et les mêmes emplacements des conduites que ceux du bâtiment à construire ⇒ Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales Dans le cas d'un appareil de traitement d'air central ⇒ Conduites de distribution en zone non chauffée ⇒ Régime de températures du système 70/55 °C ⇒ Différence de pression Δp constante ⇒ Pour le cas de référence, il faut supposer la même longueur de conduite que celle du bâtiment à construire. ⇒ Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales		

15	Chauffage Transmission de chaleur	Pour un chauffage statique et une hauteur de zone moyenne $\leq 4,0$ m: ⇒ Surfaces chauffantes libres contre le mur extérieur, pour des surfaces vitrées avec protection contre le rayonnement ⇒ Régulateur proportionnel (1K) ⇒ Aucune énergie auxiliaire Pour un chauffage statique et une hauteur de zone moyenne $> 4,0$ m: ⇒ Plafonds rayonnants à eau chaude ⇒ Régulateur proportionnel (1K) ⇒ Aucune énergie auxiliaire Pour un chauffage par circulation d'air (post-chauffage décentralisé dans des centrales de traitement d'air): ⇒ Grandeur réglée, température ambiante ⇒ Qualité de réglage élevée
16	Eau chaude sanitaire Système centralisé	Installation de production de chaleur: ⇒ Installation solaire conformément à la norme DIN V 18599-8 destinée à chauffer l'eau sanitaire ⇒ Jusqu'à $A_{NGF} = 500 \text{ m}^2$, capteur plan: $A_c = 0,09 \cdot (1,5 \cdot A_{NGF})^{0,8}$, volume de la partie solaire (située en partie inférieure) du réservoir d'eau chaude sanitaire: $V_{s,sol} = 2 \cdot (1,5 \cdot A_{NGF})^{0,9}$ ⇒ Avec $A_{NGF} = 500 \text{ m}^2$ « Installation solaire importante » ⇒ A_{NGF} est la surface de plancher nette des zones alimentées par le système central ⇒ Besoin restant au moyen de l'installation de production de chaleur de chauffage Stockage de chaleur: ⇒ Réservoir chauffé indirectement (fixe) ⇒ Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique Distribution de chaleur: ⇒ Distribution située à l'extérieur ⇒ Pour le cas de référence, il faut supposer les mêmes longueurs et les mêmes emplacements des conduites que ceux du bâtiment à construire ⇒ Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales
17	Eau chaude sanitaire Système décentralisé	⇒ Chauffe-eau électrique instantanée ⇒ Un point de puisage et 6 m de longueur de conduite par appareil
18	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée ou installation de reprise d'air	Puissance absorbée spécifique du ventilateur: $P_{SFP} = 1,25 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
19	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée et de reprise d'air sans fonction de post-chauffage et de refroidissement	Puissance absorbée spécifique: ⇒ Ventilateur d'amenée d'air $P_{SFP} = 1,60 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ ⇒ Ventilateur de reprise d'air $P_{SFP} = 1,25 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ Des corrections conformément à la norme DIN EN 13779: 2007-04 (chapitre 6.5.2) ne peuvent être prises en compte dans le calcul que dans le cas de filtres HEPA, de filtres à gaz ou de classes de récupération de chaleur H2 ou H1. ⇒ Récupération thermique par échangeur thermique à plaques (à flux croisés), rendement de récupération thermique = 0,6, rapport de pression = 0,4 ⇒ Passage des gaines d'air: à l'intérieur du bâtiment
20	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée et de reprise d'air avec régulation du conditionnement d'air	Puissance absorbée spécifique: ⇒ Ventilateur d'amenée d'air $P_{SFP} = 2,00 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ ⇒ Ventilateur de reprise d'air $P_{SFP} = 1,25 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ Des corrections conformément à la norme DIN EN 13779: 2007-04 (chapitre 6.5.2) ne peuvent être prises en compte dans le calcul que dans le cas de filtres HEPA, de filtres à gaz ou de classes de récupération de chaleur H2 ou H1. ⇒ Récupération thermique par échangeur thermique à plaques (à flux croisés), ⇒ Rendement de récupération thermique = 0,6, température de l'air pulsé = 18 °C, rapport de pression = 0,4 ⇒ Passage des gaines d'air: à l'intérieur du bâtiment

21	Traitement d'air des locaux Humidification de l'air	Pour le cas de référence, il faut adopter la même installation d'humidification de l'air que celle du bâtiment à construire.												
22	Traitement d'air des locaux Systèmes de climatisation tout air	Réalisés sous forme de systèmes à débit volumétrique variable: ⇒ Rapport de pression = 0,4 ⇒ Passage des gaines d'air: à l'intérieur du bâtiment												
23	Refroidissement des locaux/ Refroidissement par traitement d'air	Refroidissement des locaux: ⇒ Ventilo-convecteur avec batterie d'eau froide, monté en allège ⇒ Régime de températures de l'eau froide: 8/14 °C ⇒ Arrêt saisonnier, nocturne et le week-end Refroidissement par traitement d'air ⇒ Refroidisseur d'air central ⇒ Régime de températures de l'eau froide: 8/14 °C ⇒ Arrêt saisonnier, nocturne et le week-end												
24	Production de froid	Générateur: ⇒ Compresseur à piston/spirale (« scroll ») ⇒ Réglable sur plusieurs niveaux ⇒ Réfrigérant R407C ⇒ Refroidi par eau - Refroidisseur à sec ⇒ Température d'entrée de l'eau de refroidissement: constante Régime de températures de l'eau froide: ⇒ 6/12 °C ⇒ Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique												
25	Quantités d'air neuf	Ventilation naturelle par ouverture des fenêtres: ⇒ Débit volumétrique d'air extérieur conformément aux conditions d'utilisation de la norme DIN V 18599 - Partie 10, sans l'influence d'une régulation selon les besoins. Ventilation au moyen de la centrale de traitement d'air: ⇒ Débit volumétrique d'air extérieur conformément aux conditions d'utilisation de la norme DIN V 18599 - Partie 10, sans l'influence d'une régulation selon les besoins.												
26	Facteurs de vecteurs énergétiques	Pour le calcul ⇒ du besoin total en énergie primaire ⇒ de la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ ⇒ du besoin pondéré en énergie finale les valeurs suivantes sont adoptées pour le bâtiment de référence: <table> <tr> <th></th><th>Chaleur</th><th>Électricité</th></tr> <tr> <td>Facteur d'énergie primaire f_p</td><td>1,11</td><td>2,66</td></tr> <tr> <td>Facteurs env. f_{CO_2}</td><td>0,273</td><td>0,651</td></tr> <tr> <td>Facteur d'économie f_j</td><td>1,0</td><td>3,2</td></tr> </table>		Chaleur	Électricité	Facteur d'énergie primaire f_p	1,11	2,66	Facteurs env. f_{CO_2}	0,273	0,651	Facteur d'économie f_j	1,0	3,2
	Chaleur	Électricité												
Facteur d'énergie primaire f_p	1,11	2,66												
Facteurs env. f_{CO_2}	0,273	0,651												
Facteur d'économie f_j	1,0	3,2												

Tableau 11 - Équipement 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:

- bâtiments de bureaux;
- jardins d'enfants et garderies;
- écoles supérieures et universités;
- hôpitaux;
- centres de soins et maisons de retraite;
- pensions;
- hôtels;
- restaurants;
- centres de manifestations;
- 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, selon le besoin énergétique calculé ou la consommation énergétique mesurée, différentes échelles d'évaluation sont établies 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, neuf classes de performance énergétique sont établies. 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 4.

Classe de performance énergétique	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe H	Classe I
Besoin total en énergie primaire	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Besoin en chaleur de chauffage	≤ 45 %	≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Besoin en énergie primaire Chauffage	≤ 45 %	≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Besoin en énergie primaire Froid	≤ 45 %	≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Besoin en énergie primaire Ventilation	≤ 65 %	≤ 75 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Besoin en énergie primaire Éclairage	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Besoin pondéré en énergie finale	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %

Figure 4 - 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 $B_{\text{index},x}$ 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.

$$B_{\text{index},x} = \frac{q_x}{q_{x,\text{ref}}} \cdot 100\% \quad (13)$$

où

$B_{\text{index},x}$	m^2	est l'indice du besoin pour la grandeur x
q_x	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est la valeur spécifique d'énergie du bâtiment à évaluer pour la grandeur x
$q_{x,\text{ref}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	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_2 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:

$q_{h,b}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en chaleur de chauffage visé au chapitre 6.10
$q_{h,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	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
$q_{l,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en énergie primaire éclairage conformément au chapitre 6.14
$q_{v,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en énergie primaire ventilation conformément au chapitre 6.15
$q_{c,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	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 6.13

Le calcul des valeurs spécifiques d'émissions de CO_2 du bâtiment est effectué conformément au chapitre 6.21. 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 4. 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.

$$K_{\text{index}} = \frac{Q_{f,k}}{Q_{f,k,\text{ref}}} \cdot 100\% \quad (14)$$

où

K_{index}	m^2	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
$Q_{f,k,\text{ref}}$	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.

$$Q_{f,k} = \sum_x Q_{f,x} \cdot f_{j,x} \quad (152)$$

$$Q_{f,k,ref} = \sum_x Q_{f,ref,x} \cdot f_{j,x} \quad (16)$$

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.

3.3 Classification sur base de la consommation énergétique mesurée

Lors de la classification sur base de la consommation énergétique mesurée, une distinction est établie entre électricité et chaleur. Par électricité on entend la consommation énergétique finale en énergie électrique pour les systèmes mentionnés au chapitre 7.1. Au sens du présent règlement, 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 7.14 et 7.15 des trois dernières années et de les rapporter à la valeur spécifique de référence respective visée au chapitre 7.1. Le résultat est exprimé en pourcentage. Cette valeur est dénommée indice de consommation $V_{index,s}$ pour l'électricité et $V_{index,w}$ pour la chaleur. Elle doit être calculée à l'aide de l'équation suivante et représentée conformément à la figure 5.

$$V_{index,s} = \frac{\sum_{i=1}^3 e_{Vs,i}}{e_{Ref,s} \cdot 3} \cdot 100 \quad \text{et} \quad V_{index,w} = \frac{\sum_{i=1}^3 e_{Vw,i}}{e_{Ref,w} \cdot 3} \cdot 100 \quad (17)$$

où

$V_{index,s}$	%	est l'indice de consommation électricité
$V_{index,w}$	%	est l'indice de consommation chaleur
$e_{Vs,i}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment conformément au chapitre 7.15 dans l'année i
$e_{Vw,i}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment conformément au chapitre 7.14 dans l'année i
$e_{Ref,s}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de référence électricité du bâtiment conformément au chapitre 7.1.
$e_{Ref,w}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de référence chaleur du bâtiment conformément au chapitre 7.1
i		est le nombre d'années qui doivent être prises en considération pour déterminer la valeur spécifique de consommation (3 ans)

Les valeurs spécifiques de référence $e_{Ref,w}$ et $e_{Ref,s}$ marquent le point de comparaison (100%). En fonction d'une valeur supérieure ou inférieure de l'indice de consommation $V_{index,s}$ ou $V_{index,w}$ par rapport au point de comparaison (100%), un classement du bâtiment sur l'échelle énergétique illustrée dans la figure 4 est réalisée. Le certificat de performance énergétique sur base de la consommation énergétique mesurée doit illustrer séparément les informations sur la consommation électrique et sur la consommation de chaleur du bâtiment.

Consommation faible

Consommation élevée

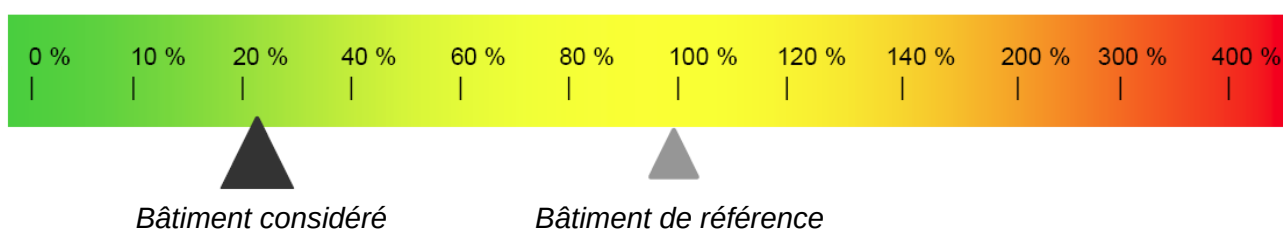


Figure 5 – Classement du bâtiment sur l'échelle énergétique

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 conformément au chapitre 6.2;
- volume conditionné brut V_e conformément au chapitre 6.4;
- surface de l'enveloppe thermique A conformément au chapitre 6.3;
- rapport A/V_e 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 $q_{h,b}$ 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:

- indication 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 fournies 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 7 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 1.4 doivent être confirmées. Si un certificat d'équivalence au sens de la norme DIN 4108 - Supplément 2:2006-03 est établi, il doit être joint en annexe au certificat de performance énergétique.

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 1.5 doit être confirmé.

4.4.6 Accumulation de chaleur

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.6 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 1.7 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 1.8 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. A 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. A 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 sur base du besoin énergétique calculé

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

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;

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

« • indication où le propriétaire ou locataire peut obtenir des informations plus détaillées; »

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

« • 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_2 visée au chapitre 6.21 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 $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ 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.

5.2 Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base de la consommation énergétique mesurée

Le certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel établi sur base de la consommation énergétique mesurée doit contenir les informations suivantes.

5.2.1 Informations requises sur chaque page

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

5.2.2 Informations générales

- désignation du bâtiment ou de la partie du bâtiment à évaluer ainsi que l'adresse;
- 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: 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 délivrant le certificat de performance énergétique;
- adresse du bâtiment concerné;

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

- « • indication où le propriétaire ou locataire peut obtenir des informations plus détaillées, y compris en ce qui concerne la rentabilité des recommandations de modernisation;
- informations sur les mesures à prendre pour mettre en œuvre les recommandations de modernisation. »

5.2.3 Indications concernant le bâtiment

- catégorie du bâtiment conformément au chapitre 2.5;
- surface de référence énergétique A_n conformément au chapitre 6.2;
- année de construction du bâtiment, des installations de production de chaleur et de froid et des centrales de traitement d'air;
- part de la surface de référence énergétique A_n ventilée mécaniquement;
- part de la surface de référence énergétique A_n refroidie.

5.2.4 Évaluation de la performance et valeurs spécifiques énergétiques

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

- l'indice de consommation chaleur et l'indice de consommation électricité visés au chapitre 3.3 sous forme d'échelle énergétique telle que prévue à la Figure 5. La valeur spécifique de référence correspond respectivement à 100 % sur l'échelle;
- la moyenne des valeurs spécifiques de consommation des trois dernières années pour le chauffage et l'électricité conformément aux chapitres 7.14 et 7.15 et les valeurs spécifiques de référence correspondantes visées au chapitre 7.1 comme valeurs annuelles spécifiques à la surface, exprimées en kWh/(m²a), pour le chauffage, l'électricité, l'énergie primaire et le CO₂;
- les indications précisant quels sont les systèmes techniques compris dans la valeur spécifique de consommation moyenne chaleur (par exemple: chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, humidification et déshumidification, etc.);

- les indications précisant quels sont les systèmes techniques compris dans la valeur spécifique de consommation moyenne électricité (par exemple: chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation, refroidissement, humidification, énergie auxiliaire, équipements de travail, etc.);
- les explications/remarques concernant les valeurs fournies, par exemple: influence des utilisations spéciales;
- les valeurs annuelles de la valeur spécifique de consommation corrigée selon les conditions météorologiques, conformément au chapitre 7, par rapport à la surface énergétique en kWh/(m²a), sous forme de valeurs numériques et représentées graphiquement. Il faut représenter et indiquer les valeurs spécifiques de consommation se rapportant aux années utilisées pour déterminer l'indice de consommation conformément au chapitre 3.3 et les valeurs spécifiques de consommation à partir de la date d'établissement du certificat;
- la liste des zones en précisant leur nom, leur surface et la part de la surface de plancher nette des zones par rapport à la totalité de la surface de référence énergétique et une représentation graphique de cette répartition;
- l'indication précisant si la zone est chauffée, refroidie, éclairée de manière artificielle ou ventilée mécaniquement;
- les indications concernant les installations existantes et le type de production.

5.2.5 Recommandations de modernisation visant une amélioration de la performance énergétique

Les recommandations de modernisation au sens du présent règlement ont pour objectif de présenter des possibilités d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. Elles doivent être jointes au certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base de la consommation énergétique mesurée. 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 il 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.

- Dans le certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur la base de la consommation énergétique mesurée, les recommandations de modernisation concernant l'amélioration de la performance énergétique relevant du cadre du niveau 1 sont à reporter dans tous les cas.
- Si l'indice de consommation chaleur ou l'indice de consommation électricité dépasse la valeur de 140 %, il faut, au plus tard quatre ans après l'établissement du certificat, compléter les recommandations de modernisation conformément au niveau 2 dans le certificat de performance énergétique. Cela n'est pas nécessaire lorsqu'il est possible d'attester, sur la base des recommandations de modernisation conformes au niveau 1, que le bâtiment et les installations techniques présentent une performance énergétique élevée ou lorsqu'il est démontré que le dépassement de 140% est dû à des utilisations spéciales ou des spécificités techniques du bâtiment et des installations techniques. Il y a lieu de documenter ce fait et de joindre cette documentation au certificat de performance énergétique. (*Règlement grand-ducal du 26 mai 2014*)
«Si l'indice de consommation chaleur $V_{\text{index,w}}$ ou l'indice de consommation électricité $V_{\text{index,s}}$ a été fixé à 400% suite:
 - a) à la correction tenant compte des surfaces inoccupées conformément aux chapitres 7.14.2 et 7.15.2,
 - b) à la correction temporelle conformément aux chapitres 7.14.3 et 7.15.3, ou

- c) à la non possibilité de compléter les données de consommation en cas de données manquantes conformément au chapitre 7.17,

le certificat de performance énergétique ne doit pas être complété par les recommandations de modernisation du niveau 2 lorsqu'il est possible endéans quatre ans après l'établissement du certificat de performance énergétique, d'attester par l'établissement d'un nouveau certificat de performance énergétique que le bâtiment présente des indices de consommation chaleur et électricité inférieurs ou égaux à 140%.»

- Si le certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel est établi dans le cadre d'une demande de modification concernant un bâtiment fonctionnel et si cette modification représente plus de 25% du volume existant du bâtiment ou plus de 25% de la surface de l'enveloppe thermique, il faut élaborer, en plus des recommandations de modernisation conformes au niveau 1, dans le cadre de la demande, les recommandations de modernisation conformes au niveau 2.

5.2.5.1 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.

5.2.5.2 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. A 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 décrit au chapitre 2.1 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 2007, s'applique. Ci-après sont signalées:

- des références à la norme DIN V 18599 à partir desquelles les différentes parties du bilan du chapitre 2.1 sont à déterminer;
- des indications de calcul qui doivent être prises en considération lors de l'établissement du bilan, 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, voir le chapitre 6.14).

6.1 Définitions des données importantes concernant le bâtiment

Le tableau suivant représente 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 12 - Répartition de la surface de plancher d'un bâtiment en m²

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 m². 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. Aux fins du présent règlement, 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 abris.

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, les machineries des ascenseurs ou d'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 A d'un bâtiment fonctionnel et elle doit être déterminée conformément à la norme DIN 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 18599-1.

6.4 Volume conditionné brut V_e en m^3

Le volume conditionné brut V_e est le volume compris dans la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment, conformément au chapitre 6.3. Si V_e n'est pas connu mais que le volume 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 $1/m$

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 18599 - Partie 10.

6.8 Profils d'utilisation

Aux fins du bilan énergétique, les profils d'utilisation de la norme DIN 18599 - Partie 10 sont à utiliser. Les utilisations 1 et 2 visées au tableau 4 de la norme DIN 18599-10 peuvent être agrégées à l'utilisation 1.

Par dérogation à la norme DIN V 18599-10, tableau 4, 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 1 000 lx.

Pour les utilisations qui ne sont pas mentionnées dans la norme DIN 18599-10, l'utilisation 17 prévue dans la norme DIN 18599-10, tableau 4, peut être appliquée. Par dérogation, il est possible de déterminer individuellement et d'appliquer une utilisation sur la base de la norme DIN 18599-10 suivant le niveau général des connaissances reconnu. Les données choisies doivent être justifiées et jointes au calcul de performance énergétique.

6.9 Directives relatives au zonage

Dans la mesure où, dans un bâtiment, des surfaces se distinguent considérablement de 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 18599-1 en relation à la norme DIN 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 18599-10 - Parties 2, 3, 5, 7 et 9. 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:

$$q_{h,p} = \frac{\sum_x Q_{h,f,x} \cdot \frac{f_{p,x}}{f_{HS/HSI,x}}}{A_n} \quad (18)$$

où

$q_{h,p}$	kWh/(m²a)	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
$f_{p,x}$	-	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au Tableau 33
$f_{HS/HSI,x}$	-	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 35

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, 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 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 spécifiques 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.

$$q_{h,b} = \frac{\sum_z Q'_{h,b,z}}{A_n} \quad (19)$$

où

$q_{h,b}$	kWh/(m ² 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 7, 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:

$$n_{50} = q_{50} \cdot \frac{A}{V_n \cdot 0,9} \quad (20)$$

où

q_{50}	m ³ /(h m ²)	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 ²	est la surface de l'enveloppe thermique conformément au chapitre 6.3.
$0,9$	m ² /m ²	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 ³	est le volume conditionné net conformément au chapitre 6.5

6.11 Eau chaude sanitaire

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

$$q_{ww,p} = \frac{\sum_x Q_{w,f,x} \cdot \frac{f_{p,x}}{f_{HS/HI,x}}}{A_n} \quad (21)$$

où

$q_{ww,p}$	kWh/(m ² 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 ²	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au Tableau 33
$f_{HS/HI,x}$	m ²	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 35

6.12 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 visée au chapitre 6.12 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 18599 - Partie 3 ainsi qu'à la norme DIN 18599 - Partie 7. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'humidification par la vapeur $q_{m,p}$ est calculé comme suit:

$$q_{m,p} = \frac{\sum_x Q_{m,f,x} \cdot \frac{f_{p,x}}{f_{HS/HL,x}}}{A_n} \quad (22)$$

où

$q_{m,p}$	kWh/(m ² 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 ²	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie du générateur de vapeur x conformément au Tableau 33
$f_{HS/HL,x}$	m ²	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 35

6.13 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 de froid pour le refroidissement et la déshumidification doit être effectué conformément à la norme DIN 18599 - Parties 2, 3, 5 et 7. Le besoin spécifique en énergie primaire de froid pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air $q_{c,p}$ est calculé comme suit:

$$q_{c,p} = \frac{\sum_x Q_{C,f,elektr,x} \cdot f_{p,Strom-Mix}}{A_n} + \frac{\sum_y Q_{C,f,therm,y} \cdot \frac{f_{p,y}}{f_{HS/HL,y}}}{A_n} \quad (23)$$

où

$q_{c,p}$	kWh/(m ² 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
$Q_{C,f,elektr,x}$	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
$f_{p,y}$	m ²	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 33
$f_{p,Strom-Mix}$	m ²	est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « mix de l'électricité » conformément au Tableau 33
$f_{HS/HL,y}$	m ²	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 35

6.14 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'éclairement 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 18599 - Partie 4. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'éclairage $q_{l,p}$ est calculé comme suit:

$$q_{l,p} = \frac{\sum_z Q_{l,f,z} \cdot f_{p,Strom-Mix}}{A_n} \quad (24)$$

où

$q_{l,p}$	kWh/(m ² 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

$f_{p,Strom-Mix}$ m^2

est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « mix de l'électricité » conformément au Tableau 33

Remarques concernant le calcul

Lors du calcul, il faut appliquer les conditions générales suivantes:

Grandeur caractéristique	Conditions générales
Méthode de calcul	Les valeurs extraites de la planification spécialisée et détaillée ne doivent pas être utilisées pour l'établissement du certificat de performance énergétique.

6.15 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 mois par an en moyenne.

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 prises en compte.

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

$$q_{v,p} = \frac{\sum_x Q_{V,E,x} \cdot f_{p,Strom-Mix}}{A_n} \quad (25)$$

où

$q_{v,p}$	$kWh/(m^2a)$	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 (équivalent au besoin en énergie utile)
$f_{p,Strom-Mix}$	m^2	est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « Mix de l'électricité » conformément au Tableau 33

En complément du calcul prévu par la norme DIN V 18599:2007, il est possible de prendre en considération dans le calcul une régulation du débit de renouvellement d'air en fonction des besoins conformément à la norme DIN V 18599-100:2009 - Partie 7, chapitre 5.7.

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 intervalle régulier.

6.16 Énergie auxiliaire

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 $q_{aux,p}$ doit être évalué. Le calcul du besoin en énergie finale pour l'énergie auxiliaire doit être effectué conformément à la norme DIN 18599 - Parties 2 à 9. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'énergie auxiliaire $q_{aux,p}$ est calculé comme suit:

$$q_{aux,p} = \frac{(Q_{h,aux} + Q_{c,aux} + Q_{h^*,aux} + Q_{w,aux}) \cdot f_{p,Strom-Mix}}{A_n} \quad (26)$$

où

$q_{aux,p}$	kWh/(m²a)	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
$Q_{h^*,aux}$	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
$f_{p,Strom-Mix}$	m²	est le facteur d'énergie primaire pour la source d'énergie « Mix de l'électricité » conformément au Tableau 33

6.17 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.

6.17.1 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 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 13: 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 14: 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.

6.17.2 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 $\Delta U_{WB}=0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ 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 $\Delta U_{WB}=0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pour l'ensemble de la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment;
3. calcul des ponts thermiques conformément à la norme DIN 18599-2.

Dans le cas de bâtiments répondant au standard de la maison passive, seule la variante 3 est autorisée.

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.

6.17.3 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.

6.17.4 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 4 de la norme DIN 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 $U=0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. 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 15: Autres conditions générales de calcul conformément à la norme DIN V 18599

6.18 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 deux méthodes possibles:

- Affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment conformément au chapitre 6.18.1;
- Modèle à zone unique conformément au chapitre 6.20.

Le modèle à zone unique ne peut être appliqué que lorsque l'attribution simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment ne peut pas être appliquée de façon plausible. Cela doit être justifié dans le cadre du calcul de performance énergétique.

6.18.1 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:

$$A_{i,Z} = A_{i,ges} \cdot \frac{A_{N,i,Z}}{A_{N,i,ges}} \quad (27)$$

où

$A_{i,Z}$	m^2	est la surface de la catégorie d'éléments de construction i affectée à la zone Z
$A_{i,ges}$	m^2	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

$A_{N,i,ges}$ m² est la somme des surfaces pondérées des zones pour la catégorie d'éléments de construction i

A la surface $A_{i,Z}$ de la catégorie d'éléments de construction i affectée 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:

$$H'_{T,i,Z} = H'_{T,i} \quad (28)$$

où

$H'_{T,i,Z}$ W/(m²K) est le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission affecté à la surface $A_{i,Z}$

$H'_{T,i}$ W/(m²K) 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 6.18.1.2. 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.

6.18.1.1 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 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 6.18.1.

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:

$$A_{i,ges} = \sum_j A_{i,j} - \sum_{j,z} A_{i,j,z} \quad (29)$$

où

$A_{i,j}$	m^2	est la surface partielle de l'élément de construction (j), qui est affecté 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 défini au niveau des zones et qui est affecté 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_{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 $H'_{T,i}$;
- le facteur d'absorption solaire α .

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

$$H'_{T,i} = \frac{\sum_j (A_{i,j} - A_{i,j,z}) H'_{T,i,j}}{A_{i,ges}} \quad (30)$$

où

$H'_{T,i,j}$	$W/(m^2K)$	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:

$$A_{N,i,ges} = \sum_z A_{N,i,z} \quad (31)$$

où

$A_{N,i,ges}$	m^2	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;

- 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).

6.18.1.2 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:

$$A_{N,i,z} = A_{N,z} \cdot f_{i,z} \quad (32)$$

où

$A_{N,z}$ m^2 est la surface de plancher nette de la zone z
 $f_{i,z}$ m^2 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 16 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 $0,03 \text{ m}^2_{\text{surface de fenêtre}}$ par m^2 de surface de plancher nette de la zone.

Catégorie d'éléments de construction/Facteur de pondération	Eléments 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 16 - 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 1.2.5.
- 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.

6.18.2 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 .

$$b_{Fe,i} = \min \left(\frac{A_{Fe,i} + A_{Wa,i}}{h_z} \cdot f_{F,ai}, \frac{A_{Fe,i}}{h_{Fe}} \right) \quad (33)$$

où

$b_{Fe,i}$	m	est la largeur caractéristique de fenêtre d'une zone en fonction de l'orientation i
$A_{Fe,i}$	m ²	est la surface de fenêtre d'une zone en fonction de l'orientation i
$A_{Wa,i}$	m ²	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 ² /m ²	est le coefficient de correction pour la référence de dimensions intérieures; valeur standard = 0,9

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.

$$b_{Zone,ges} = \frac{\sum_i A_{Fe,i} + A_{Wa,i}}{h_z} \cdot f_{F,ai} \quad (34)$$

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'éclairement à la lumière naturelle orientée i .

$$a_R = a_{R,i} = \frac{A_Z}{\sum_i \frac{A_{Fe,i} + A_{Wa,i}}{h_z} \cdot f_{F,ai}} = \frac{A_Z}{b_{Zone,ges}} \quad (35)$$

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'éclairement 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:

$$A_{RB,TL,i} = \frac{\min(h_{Fe}; h_{St} - h_{Ne}) \cdot A_{Fe,i}}{h_{Fe}} \quad (36)$$

où
 $A_{RB,TL,i}$ m² est la surface de fenêtre au-dessus du plan de travail en fonction de l'orientation i

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

$$a_{TL,max,i} = 2,5 \cdot (h_{St} - h_{Ne}) \quad (37)$$

où
 $a_{TL,max,i}$ m est la profondeur maximale de la zone d'éclairement 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.

$$\text{si } a_{TL,max,i} \leq (a_{R,i} - 0,25 \cdot a_{TL,max,i})$$

$$\text{alors } a_{TL,i} = a_{TL,max,i} \quad (38)$$

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

où
 $a_{TL,max,i}$ m est la profondeur maximale de la zone d'éclairement à la lumière naturelle en fonction de l'orientation i
 $a_{TL,i}$ m est la profondeur de la zone d'éclairement 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'éclairement 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: $b_{TL,i} = b_{Fe,i} + \frac{a_{TL,i}}{2}$ (39)

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'éclairement 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'éclairement 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:

$$A_{TL,i} = a_{TL,i} \cdot b_{TL,i} \quad (40)$$

où

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

Afin que la somme des surfaces éclairées à la lumière naturelle ne puisse pas être supérieure à la surface 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.

$$A_{TL} = \min \left(\sum_i A_{TL,i}; A_Z \right) \quad (41)$$

où

A_{TL} m^2 est la surface éclairée à la lumière naturelle dans une zone

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

A_Z m^2 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.

$$A_{KL} = A_Z - A_{TL} \quad (42)$$

où

A_{KL} m^2 est la surface non éclairée à la lumière naturelle dans une zone

6.18.3 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 18 et Tableau 19 ou les valeurs de F_x visées au Tableau 20 et Tableau 21.

Dans le cas du refroidissement, il est possible d'utiliser les températures moyennes mensuelles visées au Tableau 18 et Tableau 19 ou les valeurs de F_x visées au Tableau 20 et Tableau 21.

En vue de déterminer les températures moyennes mensuelles visées au Tableau 18 et Tableau 19 ou les valeurs de F_x visées au Tableau 20 et Tableau 21, 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.

6.18.3.1 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/(m²K)
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	1,00 W/(m²K)
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,50 W/(m²K)
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,25 W/(m²K)

Tableau 17: Définition du standard d'isolation des zones concernées

6.18.3.2 Classification en fonction des charges solaires

La Figure 6 représente le modèle d'évaluation énergétique de la zone non conditionnée avec des apports solaires.

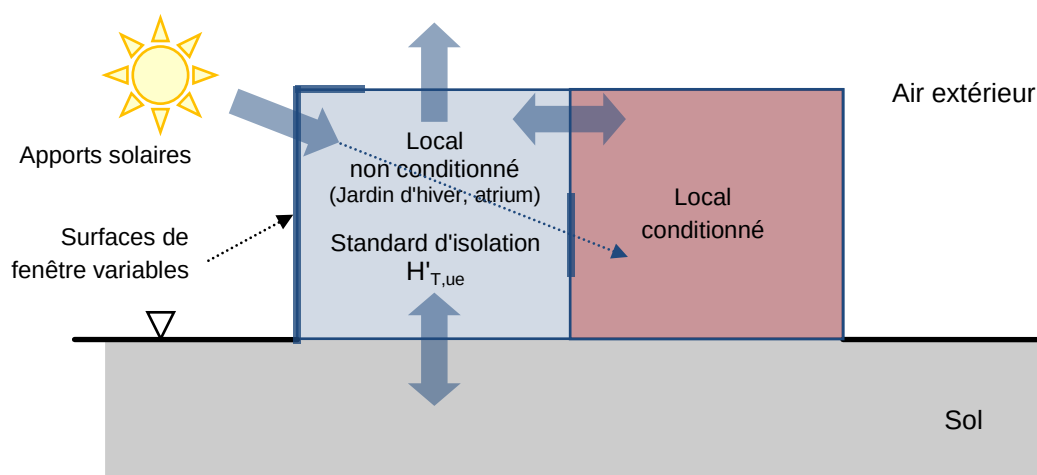


Figure 6: Schéma du modèle permettant d'analyser l'impact des zones non conditionnées exposées aux rayonnements solaires sur le bilan énergétique thermique

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:

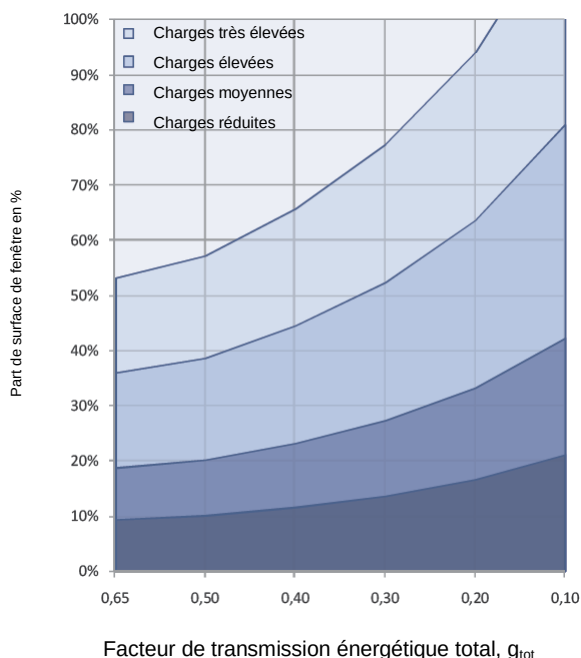
$$f_{Fe,An,u} = \frac{\sum_i A_{fe,(O,S,W),i} + 0,4 \cdot \sum_i A_{fe,N,i} + 1,4 \cdot \sum_i A_{fe,H,i}}{A_{n,u}} \quad (3)$$

où

$f_{Fe,An,u}$	m ² /m ²	est la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette
$A_{n,u}$	m ²	est la surface de plancher nette de la zone non conditionnée
$A_{fe,(O,S,W),i}$	m ²	est la surface des fenêtres (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 ²	est la surface des fenêtres (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 ²	est la surface des fenêtres (i) horizontales ou inclinées ou des éléments de construction transparents (i) avec $0^\circ \leq \text{inclinaison} \leq 60^\circ$

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



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

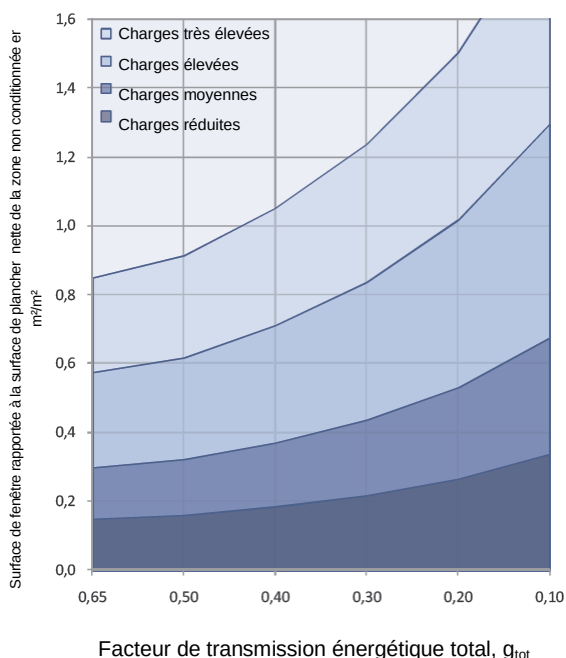


Figure 7: Estimation du niveau des apports solaires d'une zone non conditionnée en fonction de la protection solaire et de la part de surface de fenêtre respectivement de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette.

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.

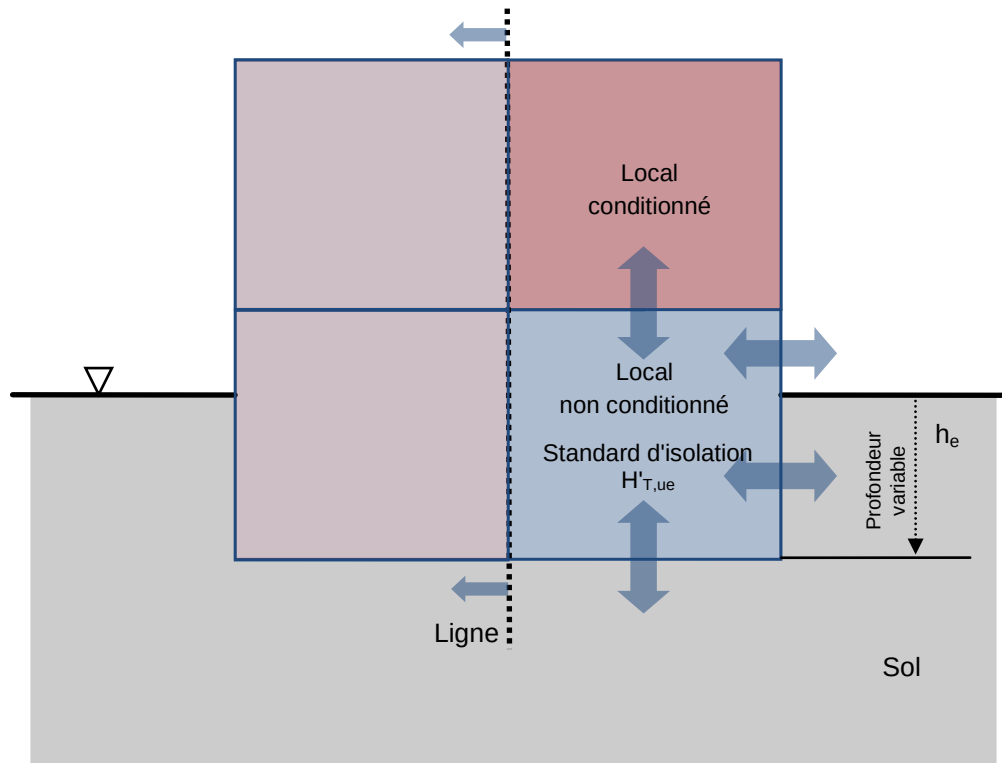


Figure 8: Modèle de l'emplacement des zones non conditionnées sous sol

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 18: Température moyenne en °C dans une zone non conditionnée avec des charges internes et/ou solaires

Zone $h_e < 0,5m$ 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 $h_e < 1,0m$ 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 $h_e < 2,0m$ 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 $h_e < 3,0m$ 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 $h_e > 3,0m$ 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 19: 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 20: Coefficients de correction de la température pour une zone non conditionnée avec des charges internes et/ou solaires

Zone $h_e < 0,5m$ 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 $h_e < 1,0m$ 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 $h_e < 2,0m$ 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 $h_e < 3,0m$ 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 $h_e > 3,0m$ 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 21: Coefficients de correction de la température pour une zone non conditionnée en contact avec le sol

6.18.4 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 22 sont définis forfaitairement pour chaque façade d'un bâtiment. A 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 22: 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.

6.18.5 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 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 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, la quantité manquante doit être évaluée comme une ventilation supplémentaire par ouverture des fenêtres n_{win} conformément à la norme DIN 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.

$$g_{\perp, res} = g_{\perp} F_{F, ue} \tau_{eu, e} \quad (44)$$

$$g_{tot, res} = g_{tot} F_{F, ue} \tau_{eu, e} \quad (45)$$

où

$g_{\perp, res}$	m^2	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
$g_{tot, res}$	m^2	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
$F_{F, ue}$	m^2	est le coefficient de perte pour le cadre du vitrage extérieur Valeur standard: $F_{F, ue} = 0,9$
$\tau_{eu, e}$	m^2	est le facteur de transmission du vitrage extérieur. Valeurs standard visées au «

Type de verre	Indices sans dispositif de protection solaire				Avec dispositif de protection solaire ext.										Avec dispositi			
					Store ext. ^b (inclinaison de 10°)		Store ext. (inclinaison de 45°)		Auvent vert.		Volet roulant (fermé)		Volet roulant ^g (fermé à 3/4)		Store int. ^b (inclinaison de 10°)			
					Blanc	Gris foncé	Blanc	Gris foncé	Blanc ^c	Gris	Blanc	Gris foncé	Blanc	Gris foncé	Blanc	Gris clair		
	U_g^d	$g_{\perp}$	τ_e	τ_{D65}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}
Simple	5,80	0,87	0,85	0,90	0,09	0,20	0,17	0,21	0,24	0,23	0,07	0,18	0,27	0,36	0,32	0,44	0	0
Double	2,90	0,78	0,73	0,82	0,08	0,15	0,15	0,15	0,21	0,18	0,05	0,13	0,24	0,30	0,35	0,46	0	0
Triple	2,00	0,70	0,63	0,75	0,06	0,12	0,13	0,13	0,19	0,15	0,04	0,11	0,21	0,26	0,36	0,44	0	0
MSIV ^e Double	1,70	0,72	0,60	0,74	0,06	0,11	0,12	0,11	0,19	0,14	0,04	0,10	0,21	0,25	0,36	0,45	0	0
MSIV ^e Double	1,40	0,67	0,58	0,78	0,06	0,09	0,11	0,10	0,18	0,13	0,03	0,09	0,19	0,23	0,36	0,44	0	0
MSIV ^e Double	1,10	0,60	0,54	0,80	0,05	0,08	0,10	0,08	0,16	0,11	0,03	0,07	0,17	0,20	0,35	0,42	0	0
MSIV ^e Double	1,00	0,48	0,54	0,71	0,04	0,07	0,09	0,08	0,13	0,10	0,03	0,07	0,14	0,17	0,32	0,36	0	0
MSIV ^e Triple	0,80	0,50	0,39	0,69	0,04	0,06	0,08	0,07	0,13	0,09	0,02	0,06	0,14	0,17	0,33	0,37	0	0
MSIV ^e Triple	0,80	0,60	0,50	0,74	0,04	0,06	0,09	0,07	0,15	0,10	0,02	0,06	0,17	0,19	0,35	0,42	0	0
MSIV ^e Triple	0,70	0,50	0,39	0,70	0,04	0,06	0,08	0,06	0,13	0,08	0,02	0,05	0,14	0,16	0,33	0,38	0	0
MSIV ^e Triple	0,60	0,50	0,39	0,69	0,03	0,05	0,08	0,05	0,13	0,08	0,02	0,04	0,14	0,16	0,33	0,38	0	0
SSV ^f Double	1,30	0,48	0,44	0,59	0,05	0,09	0,10	0,09	0,14	0,11	0,03	0,08	0,14	0,18	0,32	0,36	0	0
SSV ^f Double	1,20	0,37	0,34	0,67	0,04	0,08	0,08	0,09	0,12	0,10	0,03	0,08	0,12	0,15	0,27	0,30	0	0
SSV ^f Double	1,20	0,25	0,21	0,40	0,04	0,08	0,07	0,09	0,10	0,10	0,03	0,08	0,09	0,12	0,20	0,22	0	0
SSV ^f Triple	0,70	0,34	0,29	0,63	0,03	0,05	0,07	0,06	0,10	0,07	0,02	0,05	0,10	0,12	0,26	0,28	0	0
SSV ^f Triple	0,70	0,24	0,21	0,45	0,03	0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,02	0,05	0,08	0,10	0,20	0,21	0	0
SSV ^f Triple	0,70	0,16	0,13	0,27	0,03	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,02	0,05	0,06	0,08	0,14	0,15	0	0
					Indices du dispositif de protection solaire													
Facteur de transmission $\tau_{e,B}$					0	0	0	0	0,22	0,07	0	0	0	0	0	0		
Facteur de réflexion $\rho_{e,B}$					0,74	0,085	0,74	0,085	0,63	0,14	0,65	0,13	0,65	0,13	0,74	0,52	0	0

^a Calcul de g_{tot} conformément à la norme DIN EN 13363-1. Feuille conformément à la norme DIN EN 410.

^b Si possible, les systèmes à lamelles doivent être évalués avec une inclinaison de 45°. Les valeurs pour une inclinaison des lamelles de 10° sont pondérées $g_{tot,10^\circ} = 2/3 g_{tot,0^\circ} + 1/3 g_{tot,45^\circ}$.

^c Pour ces systèmes, l'écran de protection n'est pas suffisant. L'équipement d'un écran supplémentaire réduit la transmission lumineuse mais sur la valeur g_{tot} .

^d Valeur de calcul en $W/(m^2 \cdot K)$ conformément à la norme DIN V 4108-4 (y compris le facteur de correction de $0,1 W/(m^2 \cdot K)$).

^e MSIV: vitrage isolant feuilleté.

^f SSV: vitrage de protection solaire.

^g Les volets roulants sont à évaluer de préférence comme "fermé à 3/4". Les valeurs pour "fermé à 3/4" sont déterminées d'après la pondération $+ 1/4 g_{\perp}$.

Tableau 4 - Valeurs standard des indices des vitrages et des dispositifs de protection solaire selon la norme DIN V 18599-2:2011-12 »

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 6.18.3.

6.19 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.

6.19.1 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.

6.19.2 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_{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 23 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 de la maison passive)	0,14 W/(mK)

Tableau 23: 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	70/55 °C
Chauffage par le sol	40/30 °C
Chauffage de surfaces (activation au cœur du béton/chauffage mural)	40/30 °C
Chauffage à air	70/55 °C
Plafonds rayonnants	70/55 °C
Circuits de traitement d'air	70/55 °C

Tableau 24: 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 à la norme DIN V 18599 - Partie 100:2009. 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.

6.19.3 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 23. 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 - Partie 100:2009.

6.19.4 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 25. 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
Pompe					
Puissance des pompes	-	Connue	Connue	Connue	Connue
Réglage des pompes	-	Réglée	Réglée	Réglée	Réglée
Adaptation	-	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement
Perte de charge dans le circuit de distribution					
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 ¹	-	-	-
Tour de refroidissement	-	m ²	-	-	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	Équation (4)	80	30	80
Distance jusqu'à la transmission	m		40	15	40
Structure du circuit de distribution					
Présence 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
Frigoporteur		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 25: 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:

$$l_{\max,c} = l_{\text{geb}} \frac{A_c}{A_n} \quad (4)$$

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 18599 - Partie 7 - Équation 32

A_c	m^2	est la somme des surfaces des zones refroidies par le circuit du bâtiment
A_n	m^2	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 pour chaque système de transmission. Les systèmes de transmission se distinguent selon les températures d'eau froide conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 7, tableau 8.

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.

6.20 Modèle à zone unique

Dans la méthode simplifiée « Modèle à zone unique », il est possible de réaliser le bilan énergétique par dérogation au chapitre 6.9 en utilisant un modèle à zone unique. La méthode simplifiée s'applique aux:

1. bâtiments de bureaux, éventuellement avec des espaces de vente, établissements commerciaux/industriels/artisanaux ou cafés/restaurants;
2. bâtiments du commerce de gros ou de détail ayant une surface de référence énergétique maximale de 1 000 m^2 , s'il n'existe que des surfaces de bureau, d'entreposage, sanitaires ou de circulation en plus de l'utilisation principale;
3. établissements commerciaux/industriels/artisanaux ayant une surface de référence énergétique maximale de 1.000 m^2 , s'il n'existe que des surfaces de bureau, d'entreposage, sanitaires ou de circulation en plus de l'utilisation principale;
4. écoles, jardins d'enfants, garderies et établissements similaires;
5. centres d'hébergement sans piscine couverte, sauna ou zone de remise en forme; et
6. bibliothèques.

Elle peut être appliquée lorsque:

- a) la somme des surfaces de plancher nettes résultant de l'utilisation principale selon le Tableau 26 colonne 3 et des surfaces de circulation du bâtiment représente plus des 2/3 de la surface de plancher nette totale du bâtiment;
- b) dans le bâtiment, le chauffage et la préparation d'eau chaude sanitaire sont effectués de la même manière pour tous les locaux;
- c) le bâtiment n'est pas refroidi;
- d) au plus 10% de la surface de référence énergétique du bâtiment sont éclairés par des ampoules, des lampes halogènes ou pour un type d'éclairage indirect conforme à la norme DIN 18599-4; et
- e) en dehors de la surface utile principale, il n'est utilisé aucune centrale de traitement d'air dont les valeurs pour la puissance absorbée spécifique des ventilateurs dépassent les exigences minimales visées au chapitre 1.7.

La méthode simplifiée peut également être appliquée lorsque:

- a) seul un local de serveurs est refroidi et la puissance nominale de l'appareil de production de froid ne dépasse pas 12 kW. Dans ce cas, le besoin spécifique total en énergie primaire dans le bâtiment de référence et dans le bâtiment à évaluer doit être augmenté forfaitairement de 650 kWh/(m²a) par surface de plancher nette refroidie du local de serveurs; ou
- b) dans un bâtiment de bureaux, un espace de vente, un établissement commercial/industriel/artisanal ou un café/restaurant est refroidi et la surface de plancher nette respective des locaux refroidis ne dépasse pas 450 m². Dans ce cas, le besoin spécifique total en énergie primaire dans le bâtiment de référence et dans le bâtiment à évaluer doit être augmenté forfaitairement de 50 kWh/(m²a) par surface de plancher nette refroidie de l'espace de vente, de l'établissement commercial/industriel/artisanal ou du café/restaurant.

6.20.1 Conditions générales spéciales et mesures pour le modèle zone unique

Par dérogation au chapitre 6.9, il faut utiliser pour le bilan énergétique l'utilisation correspondante conformément au Tableau 26, colonne 4. Le besoin en énergie utile pour l'eau chaude sanitaire est à prendre en compte avec la valeur de la colonne 5.

N°	Type de bâtiment	Utilisation principale	Utilisation (N° conformément à la norme DIN 18599-10, tableau 4)	Besoin en énergie utile eau chaude sanitaire par rapport à la surface de référence énergétique
	2	3	4	5
1	Bâtiment de bureaux	Bureau individuel (n° 1) Bureaux groupés (n° 2) Grand espace de bureaux (n° 3) conférence, réunion Séminaire (n° 4)	Bureau individuel (n° 1)	0
1.1	Bâtiments de bureaux avec des espaces de vente ou établissement commercial/industriel/artisanal	Identique au 1	Bureau individuel (n° 1)	0
1.2	Bureaux avec café/restaurant	Identique au 1	Bureau individuel (n° 1)	1,5 kWh par place assise dans le restaurant et par jour
2	Bâtiment du commerce de gros et de détail jusqu'à 1000 m² de surface de référence énergétique	Commerce de gros, de détail/magasin	Commerce de détail/magasin (n° 6)	0
3	Établissements commerciaux/industriels/artisanaux jusqu'à 1000 m² de surface de référence énergétique	Commerce	Atelier, montage, fabrication (n° 22)	1,5 kWh par employé et par jour
4	Écoles, jardins d'enfants, garderies et établissements similaires	Salle de classe, salle de séjour	Salle de classe/ salle de groupes (n° 8)	Sans douche: 85 Wh/(m²d) Avec douche: 250 Wh/(m²d)
5	Salle de sport	Salle de sport	Salle de sport (n° 31)	1,5 kWh par personne et par jour
6	Centres d'hébergement sans piscine couverte, sauna ou zone de remise en forme	Chambre d'hôtel	Chambre d'hôtel (n° 11)	250 Wh/(m²d)
7	Bibliothèque	Salle de lecture, zone d'échange	Bibliothèque, salle de lecture (n° 28)	30 Wh/(m²d)

Tableau 26 - Conditions générales pour la méthode simplifiée pour le calcul du besoin en énergie primaire

Toutes les autres hypothèses et les conditions générales visées aux chapitres 6.1 à 6.17 sont à appliquer. Le besoin en énergie primaire annuel pour l'éclairage peut être calculé de manière simplifiée pour la zone de l'utilisation principale qui présente les conditions de lumière naturelle les plus défavorables.

6.21 Calcul de la valeur spécifique d'émissions totales de CO₂

Les émissions totales de CO₂ des systèmes techniques sont calculées de manière similaire au besoin correspondant en énergie primaire conformément aux chapitres 6.10 à 6.16 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 34. La valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ est la somme des valeurs spécifiques d'émissions totales de CO₂ de tous les systèmes techniques.

$$q_{CO_2} = q_{h,CO_2} + q_{ww,CO_2} + q_{l,CO_2} + q_{v,CO_2} + q_{c,CO_2} + q_{m,CO_2} + q_{aux,CO_2} \quad (47)$$

où

q_{CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ du bâtiment
q_{h,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ 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 ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ pour l'eau chaude sanitaire 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_{l,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ pour l'éclairage 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_{v,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ pour la ventilation 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_{c,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ pour le froid 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_{m,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ pour l'humidification par la vapeur 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_{aux,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	est la valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂ pour l'énergie auxiliaire conformément au chapitre 6.10 en tenant compte du facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$
$f_{CO_2,x}$		est le facteur environnemental de la source d'énergie x

7 Détermination des valeurs spécifiques de consommation chaleur et électricité de bâtiments fonctionnels existants

Pour la détermination de l'indice de consommation chaleur $V_{index,w}$ et de l'indice de consommation électricité $V_{index,s}$ visés au chapitre 3.3, la détermination des valeurs spécifiques de référence et des valeurs spécifiques de consommation est décrite ci-après. A cette fin, 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 comme base de comparaison quelle que soit la méthode utilisée pour le calcul. 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 utilisées dans ce cas sont spécifiques à l'objet et décrivent la consommation d'un bâtiment avec une performance énergétique caractéristique pour les bâtiments existants. La même utilisation et le même conditionnement que ceux adoptés pour le bâtiment à évaluer sont appliqués. Les valeurs spécifiques de référence chaleur $e_{Ref,w}$ et électricité $e_{Ref,s}$ résultent de la somme des valeurs spécifiques de référence des systèmes techniques suivants:

$$e_{Ref,w} = e_{Ref,h,w} + e_{Ref,ww,w} + e_{Ref,c,w} + e_{Ref,hum,w} \quad (48)$$

$$e_{Ref,s} = e_{Ref,h,s} + e_{Ref,ww,s} + e_{Ref,l} + e_{Ref,v} + e_{Ref,c,s} + e_{Ref,hum,s} + e_{Ref,fac} + e_{Ref,ds} + e_{Ref,cs} \quad (49)$$

où

$e_{Ref,w}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence chaleur du bâtiment
$e_{Ref,s}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence électricité du bâtiment
$e_{Ref,h,w}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence chauffage/chaleur
$e_{Ref,h,s}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence chauffage/électricité
$e_{Ref,ww,w}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/chaleur
$e_{Ref,ww,s}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/électricité
$e_{Ref,l}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence d'éclairage
$e_{Ref,v}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence de ventilation
$e_{Ref,c,w}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence froid/chaleur
$e_{Ref,c,s}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence froid/électricité
$e_{Ref,hum,w}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence humidification et déshumidification/chaleur (humidity)
$e_{Ref,hum,s}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence humidification et déshumidification/électricité (humidity)
$e_{Ref,fac}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence des équipements de travail (facility)
$e_{Ref,ds}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence des services divers (diverse services)
$e_{Ref,cs}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence des services centraux (central services)

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 27, constituent entre autres la base de la détermination des valeurs spécifiques de référence.

	Utilisation standard	Utilisation principale	Chauffage	Eau chaude	Éclairage	Ventilation	Froid	Équip. de travail
			kWh/(m²a)					
1	Bureaux individuels et groupés	x	114	9	33	26	16	23
2	Grand espace de bureaux (à partir de sept places de travail)	x	126	9	48	31	25	29
3	Conférence/salle de réunion/séminaire	x	140	0	35	52	17	3
4	Salles de guichets/réception	x	117	0	30	13	9	14
5	Commerce de détail/magasin (sans produit frais)	x	127	4	48	27	16	11
6	Commerce de détail/magasin (avec des produits frais)	x	129	4	50	27	4	36
7	Salles de classe (écoles)	x	139	31	9	23	4	6
8	Salles de conférence, auditorium	x	190	0	22	61	13	5
9	Chambres d'hôpitaux / de maisons de retraite	x	247	88	51	90	12	13
10	Chambre d'hôtel	x	105	153	28	59	14	24
11	Cantine (salle à manger)	x	108	144	9	44	7	4
12	Restaurant (salle à manger)	x	180	173	35	90	12	6
13	Cuisines industrielles (cuisine avec électricité)	x	883	0	65	220	92	720
14	Cuisines industrielles (cuisine à gaz)	x	1183	0	65	220	92	420
15	Cuisines industrielles - préparation, stockage	x	246	0	34	73	19	72
16	WC et sanitaires		111	0	16	13	3	0
17	Autres salles de séjour		110	0	21	32	11	3
18	Surfaces annexes sans locaux de séjour		90	0	2	9	2	0
19	Surface de circulation		110	0	12	0	2	0
20	Surface de circulation sans lumière naturelle		110	0	17	0	2	0
21	Entrepôt		91	0	9	11	2	0
22	Entrepôt avec tâches de lecture		91	0	18	11	2	0
23	Local de serveurs dans des centres informatiques	x	0	0	62	26	537	1314
24	Atelier	x	114	27	36	64	10	79
25	Salle de spectacle	x	227	0	11	60	8	0
26	Théâtre - Foyer	x	139	0	13	60	5	0
27	Scène	x	170	0	106	2	47	0
28	Foire/congrès	x	180	0	9	19	5	3
29	Salles d'exposition et musée	x	146	0	13	27	5	0
30	Bibliothèque - Salle de lecture	x	99	0	42	76	30	0
31	Bibliothèque - Zone d'échange	x	110	0	24	19	7	0
32	Bibliothèque - Magasin et dépôt	x	105	0	8	20	2	0
33	Salle de sport	x	141	32	31	35	9	0
34	Parking/garages sous-sols (usage privé)		0	0	5	28	0	0
35	Parking/garages sous-sols (public)		0	0	14	107	0	0
36	Habitation	x	120	20	4	0	0	30

Tableau 27 - Valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie se rapportant aux zones pour différents systèmes

Pour les utilisations qui ne correspondent pas directement à une utilisation standard selon le Tableau 29, il faut utiliser soit une utilisation similaire soit l'utilisation standard n° 17 « Autres salles de séjour ».

7.2 Zonage

Afin de représenter la situation d'utilisation et de conditionnement du bâtiment à évaluer, la surface de plancher nette du bâtiment est divisée en zones et la surface de plancher nette A_z de chaque zone est déterminée.

L'utilisation et le type de conditionnement sont déterminants pour le zonage. Dans un premier temps, des zones d'utilisation correspondantes sont établies. A cette fin, des zones présentant une utilisation identique sont identifiées et elles sont attribuées à l'une des utilisations standard mentionnées dans le Tableau 27. Si l'utilisation existante n'est pas comprise dans les utilisations standard, il faut choisir l'utilisation standard ayant la meilleure compatibilité énergétique. Dans un deuxième temps, les zones d'utilisation doivent encore être divisées dans la mesure où elles présentent des surfaces avec un conditionnement différent.

L'utilisation standard n° 23 « Local de serveurs dans des centres informatiques » ne peut être choisie que lorsque, dans le bâtiment à évaluer, des services informatiques sont également fournis à d'autres bâtiments et lorsque, pour ces services externes, plus de la moitié de la consommation électrique des unités de serveurs est utilisée. Ne relèvent pas de cette utilisation standard les locaux ou les armoires de serveurs qui alimentent principalement le bâtiment à évaluer proprement dit. Ceux-ci doivent être pris en considération au moyen de la valeur spécifique de référence services centraux conformément au chapitre 7.11.

Les utilisations standard n° 13 « Cuisines industrielles (cuisine avec électricité) » et n° 14 « Cuisines industrielles (cuisine à gaz) » ne doivent être choisies que lorsque des repas sont cuisinés essentiellement à des fins commerciales (restaurants, cantines, restaurants universitaires, etc.). Ne relèvent pas de ces utilisations standard les cuisines dans lesquelles les employés peuvent préparer ou réchauffer eux-mêmes leur repas.

Les simplifications autorisées pour le zonage sont décrites au chapitre 7.12.

7.3 Valeur spécifique de référence chauffage

La valeur spécifique de référence chauffage comprend la consommation énergétique finale pour le chauffage du bâtiment à la température de consigne pendant la période d'utilisation et à une température réduite en dehors de la période d'utilisation. La valeur spécifique de référence chauffage fournit, selon l'installation de production de chaleur, un apport à la valeur spécifique de référence chaleur et/ou électricité. Elle est calculée comme suit:

$$e_{\text{Ref},h,w} = (1 - f_{h,el}) \frac{\sum_i q_{TK,h,i} A_z}{A_n} f_{NGF} \quad (50)$$

$$e_{\text{Ref},h,s} = f_{h,el} 0,9 \frac{\sum_i q_{TK,h,i} A_z}{A_n} f_{NGF} \quad (51)$$

où

$e_{\text{Ref},h,w}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de référence chauffage/chaleur
$e_{\text{Ref},h,s}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de référence chauffage/électricité
$f_{h,el}$	m²	est la part de la surface de référence énergétique A_n chauffée par une installation de production de chaleur électrique
$q_{TK,h,i}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de chauffage pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27
A_z	m²	est la surface de plancher nette de la zone
A_n	m²	est la surface de référence énergétique du bâtiment
f_{NGF}	m²	est le facteur d'adaptation des valeurs caractéristiques tabulées aux dimensions réelles du bâtiment

Les valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie pour le système technique de chauffage $q_{TK,h}$ sont mentionnées pour les différentes utilisations standard dans le Tableau 27.

Les valeurs spécifiques reportées dans le tableau sont déterminées pour un bâtiment d'une surface de plancher nette de 5 000 m². Les valeurs spécifiques sont converties en fonction de la grandeur du bâtiment à évaluer à l'aide du facteur d'échelle f_{NGF} . Il est calculé comme suit:

$$f_{NGF} = 4,53 A_n^{-0,215} + 0,27 \quad (52)$$

La part de chauffage électrique est définie au niveau global du bâtiment et quantifiée avec le facteur $f_{h,el}$. Elle correspond à la part de la surface de référence énergétique A_n qui est chauffée par une installation de production de chaleur électrique.

Pour le chauffage électrique, on admet un système de chauffage décentralisé de local. Dans ce cas, il n'y a pas de déperdition de chaleur lors de la distribution du chauffage. Étant donné que les valeurs spécifiques indiquées dans le Tableau 27 contiennent des pertes de distribution, elles doivent simplement être multipliées par le facteur 0,9 en cas de chauffage électrique.

7.4 Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire

Les valeurs spécifiques de référence eau chaude sanitaire pour la chaleur et pour l'électricité sont calculées comme suit:

$$e_{Ref,ww,w} = (1 - f_{ww,el}) \frac{\sum_i q_{TK,ww,i} A_{Z,i}}{A_n} \quad (53)$$

$$e_{Ref,ww,s} = f_{ww,el} 0,9 \frac{\sum_i q_{TK,ww,i} A_{Z,i}}{A_n} \quad (54)$$

où

$e_{Ref,ww,w}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/chaleur
$e_{Ref,ww,s}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/électricité
$f_{ww,el}$	m ²	est la part de la quantité de la production électrique d'eau chaude sanitaire par rapport à l'ensemble de la consommation d'eau chaude sanitaire
$q_{TK,ww,i}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'eau chaude sanitaire pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27

Les valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie pour le système technique d'eau chaude sanitaire $q_{TK,ww}$ sont mentionnées pour les différentes utilisations standard dans le Tableau 27.

La part de la quantité de la production électrique d'eau chaude sanitaire par rapport à l'ensemble de la consommation d'eau chaude sanitaire est définie au niveau global du bâtiment et quantifiée avec le facteur $f_{ww,el}$.

Pour la préparation électrique d'eau chaude sanitaire, on admet un système de préparation d'eau chaude sanitaire décentralisé. Dans ce cas, il n'y a pas de déperdition de chaleur considérable lors de la distribution d'eau chaude sanitaire. Étant donné que les valeurs spécifiques indiquées dans le Tableau 27 contiennent des pertes de distribution, elles doivent simplement être multipliées par le facteur 0,9.

7.5 Valeur spécifique de référence éclairage

La valeur spécifique de référence éclairage comprend la consommation énergétique nécessaire à l'éclairage général de base du bâtiment. Les éclairages spéciaux (d'effet) ne sont pas pris en considération. La valeur spécifique de référence éclairage est calculée comme suit:

$$e_{\text{Ref},l} = \frac{\sum_i q_{\text{TK},l,i} A_{Z,i}}{A_n} \quad (55)$$

où

$e_{\text{Ref},l}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de référence d'éclairage
$q_{\text{TK},l,i}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'éclairage pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27

7.6 Valeur spécifique de référence ventilation

La valeur spécifique de référence ventilation comprend la consommation énergétique des ventilateurs d'amenée et de reprise d'air pour la ventilation mécanique du bâtiment. Le débit volumétrique d'air hygiénique prévu par la norme DIN V 18599 - Partie 10 est pris en considération. La valeur spécifique de référence ventilation est calculée comme suit:

$$e_{\text{Ref},v} = \frac{\sum_i q_{\text{TK},v,i} A_{Z,i}}{A_n} \quad (56)$$

où

$e_{\text{Ref},v}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de référence ventilation
$q_{\text{TK},v,i}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de ventilation pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27

7.7 Valeur spécifique de référence froid

Production de froid électrique

La valeur spécifique de référence froid/électricité comprend la consommation électrique des installations électriques de production de froid nécessaires pour refroidir les zones à la température de consigne appropriée ainsi que l'énergie auxiliaire pour les pompes et le refroidissement du condenseur. La valeur spécifique de référence froid/électricité est calculée comme suit:

$$e_{\text{Ref},c,s} = \frac{\sum_i q_{\text{TK},c,z} A_{Z,i}}{A_n} \cdot f_{c,\text{aux}} \quad (57)$$

où

$e_{\text{Ref},c,s}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique de référence froid/électricité
$q_{\text{TK},c,i}$	kWh/(m²a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de froid pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27
$f_{c,\text{aux}}$	m²	est le facteur qui tient compte de la consommation énergétique auxiliaire lors de la production de froid et de la distribution

Le facteur $f_{c,\text{aux}}$ tient compte du besoin en énergie auxiliaire du système de refroidissement du condenseur et des pompes des circuits de distribution. Il est simplifié en prenant:

$$f_{c,\text{aux}} = 1,3$$

Production de froid à sorption et système de refroidissement urbain

En cas de production de froid à sorption et de système de refroidissement urbain, la consommation énergétique finale décrite avec les valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie est multipliée par le facteur 4. Ce facteur tient compte du fait que les valeurs spécifiques partielles de dépenses énergétiques pour le froid du Tableau 27 sont calculées pour une machine frigorifique à compression électrique présentant généralement des coefficients de performance annuels compris entre 3 et 5. La valeur

spécifique de référence « production de froid à sorption et système de refroidissement urbain » est calculée comme suit:

$$e_{\text{Ref},c,w} = 4 \frac{\sum_i q_{\text{TK},c,i} A_{Z,i}}{A_n} \quad (58)$$

où

$e_{\text{Ref},c,w}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique de référence froid/chaleur

En cas de production de froid au moyen de machines frigorifiques à sorption ou de systèmes de refroidissement urbain, la dépense en énergie auxiliaire est déterminée à l'aide d'un facteur forfaitaire d'énergie auxiliaire $f_{c,\text{aux}} = 0,3$ et elle est imputée à l'électricité.

$$e_{\text{Ref},c,s} = \frac{\sum_i q_{\text{TK},c,i} A_{Z,i}}{A_n} \cdot 0,3 \quad (59)$$

7.8 Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification

Les valeurs spécifiques de référence humidification et déshumidification se rapportent à la surface de référence énergétique de l'ensemble du bâtiment. Les valeurs spécifiques de référence sont prises en considération de manière simplifiée avec les valeurs globales suivantes par rapport au bâtiment:

$$e_{\text{Ref},\text{hum},w} = 30 \text{ kWh}/(\text{m}_{\text{An}}^2 \text{ a})$$

$$e_{\text{Ref},\text{hum},s} = 30 \text{ kWh}/(\text{m}_{\text{An}}^2 \text{ a})$$

Les valeurs spécifiques de référence humidification et déshumidification peuvent être prises en considération sous les conditions suivantes:

- Plus de 50% de la surface utile principale du bâtiment est humidifiée et/ou déshumidifiée.

7.9 Valeur spécifique de référence équipements de travail

La valeur spécifique de référence équipements de travail comprend la consommation énergétique des équipements de travail nécessaires à l'utilisation. 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:

$$e_{\text{Ref},\text{fac}} = \frac{\sum_i q_{\text{TK},\text{fac},i} A_{Z,i}}{A_n} \quad (60)$$

où

$e_{\text{Ref},\text{fac}}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique de référence des équipements de travail (facility)

$q_{\text{TK},\text{fac},i}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie des équipements de travail pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27

7.10 Valeur spécifique de référence services divers

La valeur spécifique de référence services divers est calculée comme suit:

$$e_{\text{Ref},ds} = q_{\text{TK},\text{elv}} + q_{\text{TK},\text{oth}} \quad (61)$$

où

$e_{Ref,ds}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence services divers
$q_{TK,elv}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique des ascenseurs conformément au Tableau 28
$q_{TK,oth}$	kWh/(m ² 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 28

$q_{TK,elv}$	2,0	kWh/(m ² _{A_n} a)
$q_{TK,oth}$	6,5	kWh/(m ² _{A_n} a)

Tableau 28 - 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.

7.11 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:

$$e_{Ref,cs} = q_{TK,cedv} \quad (62)$$

où

$e_{Ref,cs}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence services centraux (central services)
$q_{TK,cedv}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie pour des systèmes informatiques centralisés conformément au Tableau 29

Système informatique centralisé - aucun	0	kWh/(m ² _{A_n} a)
Système informatique centralisé - faible	2	kWh/(m ² _{A_n} a)
Système informatique centralisé - moyen	7	kWh/(m ² _{A_n} a)
Système informatique centralisé - élevé	28	kWh/(m ² _{A_n} a)

Tableau 29 - 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 m² de surface de référence énergétique. Pour un bâtiment d'une superficie de 4.000 m², 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 m² de surface de référence énergétique;
- système informatique centralisé - élevé: plus que quatre unités de serveurs dans le bâtiment par 1.000 m² 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 $q_{TK,cedv}$.

7.12 Méthodes simplifiées

Lors de l'établissement du certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base de la consommation énergétique mesurée, il est possible d'appliquer les méthodes simplifiées suivantes pour déterminer les valeurs spécifiques de référence chaleur et électricité.

7.12.1 Zonage

Les surfaces de plancher nettes des zones doivent être déterminées avec une précision de +/- 10% des surfaces des zones. Pour le zonage visé au chapitre 7.2, une division de la surface utile principale en quatre zones maximum suffit. Il faut tenir compte des zones ayant les surfaces les plus importantes. Les parties dédiées à l'utilisation principale qui ne font pas l'objet d'un zonage séparé doivent être attribuées à la zone correspondante avec la compatibilité énergétique la plus importante. Les utilisations standard qui doivent être ajoutées aux utilisations principales sont indiquées dans le Tableau 27. La partie de la surface de référence énergétique A_n qui ne doit pas être attribuée à la surface utile principale est décrite comme étant une surface annexe A_{NB} . Elle comprend généralement les surfaces utiles secondaires, les surfaces de circulation et les surfaces d'installations.

$$A_{NB} = A_n - A_{HNF} \quad (63)$$

où

A_{NB} m² est la partie de la surface de référence énergétique A_n qui n'est pas attribuée à la surface utile principale

La surface annexe A_{NB} peut faire l'objet d'un zonage par une méthode simplifiée avec les utilisations standardisées et les parties de surface visées au Tableau 30. Pour pouvoir utiliser les méthodes simplifiées du Tableau 30, la surface utile principale doit représenter au moins 50% de la surface de référence énergétique A_n du bâtiment.

Utilisation standard	Surface	Type de surface
16. WC et sanitaires	$10\% \cdot A_{NB}$	Surface utile secondaire
18. Surfaces annexes sans locaux de séjour	$20\% \cdot A_{NB}$	Surface utile secondaire
20. Surface de circulation sans lumière naturelle	$60\% \cdot A_{NB}$	Surface de circulation
21. Entrepôt/stock	$10\% \cdot A_{NB}$	Surface d'installations

Tableau 30 - Zonage simplifié des surfaces annexes A_{NB}

Les simplifications adoptées lors du zonage se rapportent aux zones de la surface de référence énergétique A_n . Si un bâtiment présente des zones de la surface de plancher nette qui ne font pas partie de la surface de référence énergétique (par exemple: parking), celles-ci doivent être prises en considération séparément lors du zonage. A cette fin, une division en deux zones maximum suffit.

7.12.2 Chauffage et préparation d'eau chaude sanitaire électriques

Lors de la détermination du facteur $f_{h,el}$ (part de A_n avec chauffage électrique - chapitre 7.3), une précision de $\pm 15\%$ est suffisante.

Lors de la détermination du facteur $f_{ww,el}$ (part de la quantité de la production électrique d'eau chaude sanitaire par rapport à l'ensemble de la consommation d'eau chaude sanitaire -- chapitre 7.4), une précision de $\pm 25\%$ suffit.

7.12.3 Détermination simplifiée de la surface de référence énergétique

Si, pour un bâtiment, seule la surface de plancher chauffée et/ou refroidie est connue, la surface de référence énergétique peut être déterminée approximativement à l'aide de la formule suivante.

$$A_n = A_{GF} \cdot 0,85 \quad (64)$$

où

A_n m^2 est la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.2

A_{GF} m^2 est la surface de plancher du bâtiment conformément au chapitre 6.1.1

7.13 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/(m²a)	kWh/(m²a)
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 31 – 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

7.14 Valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment, e_{vw}

Au sens du présent règlement, 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.

$$e_{vw} = \frac{E_{vw,b}}{A_n} \quad (65)$$

où

e _{vw}	kWh/(m²a)	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	m²	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 7.14.1.
2. Si nécessaire, les données de consommation qui font défaut sont complétées conformément au chapitre 7.17.
3. Si nécessaire, une correction en tenant compte des surfaces inoccupées est réalisée conformément au chapitre 7.14.2.
4. Si nécessaire, une correction de temps est réalisée conformément au chapitre 7.14.3.
5. Il faut procéder à une correction climatique conformément au chapitre 7.14.4.

7.14.1 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 procès;
- 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 sur la page 1 du certificat de performance énergétique sur la base de la consommation énergétique mesurée sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ».

La consommation énergétique finale de chaleur mesurée d'un bâtiment E_{vg} est déterminée comme suit:

$$E_{vg} = \sum_j (B_{vg,j} H_{i,j}) - E_{vg,sond} \quad (66)$$

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 35
$E_{vg,sond}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée (combustibles et chauffage urbain) de consommateurs spécifiques
j	m ²	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 .

$$B_{vg} = \frac{B_{vHs}}{f_{Hs/Hi}} \quad (67)$$

où

B_{vHs}	kWh	est la consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique supérieur
$f_{Hs/Hi}$	m ²	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur pour les différentes sources d'énergie conformément au Tableau 35

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. A 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 de réinjection 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 des 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 $E_{V_{ww}}$ conformément au chapitre 7.14.3.

7.14.2 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.

$$f_{\text{leer}} = \frac{\sum_i A_{\text{leer},i} d_{\text{leer},i}}{A_n d_{\text{gesamt}}} \quad (68)$$

où

f_{leer}	m ²	est le facteur de surfaces inoccupées
$A_{\text{leer},i}$	m ²	est la surface partielle inoccupée i
$d_{\text{leer},i}$	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 $f_{\text{leer}} = 10\%$ 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 $d_{\text{leer},i}$ 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.

$$E_{Vg} = E_{Vg,\text{leer}} (1 + 0,5 f_{\text{leer}}) \quad (69)$$

où

$E_{Vg,\text{leer}}$	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 l'indice de consommation conformément au chapitre 3.3, remplit les conditions suivantes:

- $f_{\text{leer}} \leq 10\%$: il est possible de procéder à une correction des surfaces inoccupées, elle n'est cependant pas obligatoire;
- $10\% < f_{\text{leer}} \leq 50\%$: une correction des surfaces inoccupées est requise et doit être réalisée;
- $f_{\text{leer}} > 50\%$: 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. Il faut reporter sur le certificat de performance

énergétique l'indice de consommation $V_{\text{index},w}$ avec une valeur de 400% et de renoncer à l'affectation de la valeur spécifique de consommation chaleur.

7.14.3 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:

$$E_{Vh} = E_{Vg} - E_{Vww} \quad (70)$$

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 7.14.1 en tenant compte du chapitre 7.14.2
E_{Vww}	kWh	est la consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur (eau chaude sanitaire, production de froid, chaleur de processus, 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:

$$E_{Vww,a} = E_{Vww} \cdot \frac{365}{d_{\text{gesamt}}} \quad (71)$$

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 32.

$$E_{Vh,a} = \frac{E_{Vh}}{\sum_i f_{Monat,i}} \quad (72)$$

où

i	m ²	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 32
Σf _{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 32 - 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 l'indice de consommation conformément au chapitre 3.3, la correction peut être de 6 mois maximum. Dans le cas contraire, les données de consommation ne sont plus appropriées et il faut reporter sur le certificat de performance énergétique l'indice de consommation $V_{index,w}$ avec une valeur de 400% et renoncer à l'affectation de la valeur spécifique de consommation chaleur.

Si des corrections de temps sont réalisées pour des périodes de moins d'un mois, il faut multiplier les pourcentages mentionnés dans le Tableau 32 par la part du nombre de jours de la période considérée sur les jours du mois correspondant.

7.14.4 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:

$$E_{Vh,b} = E_{Vh,a} \cdot f_{Klima} \quad (73)$$

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 ²	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:

$$E_{Vw,b} = E_{Vh,b} + E_{Vww,a} \quad (74)$$

où

$E_{Vw,b}$	kWh/a	est la consommation énergétique finale annuelle de chaleur d'un bâtiment, corrigée selon les conditions météorologiques
------------	-------	---

7.15 Détermination de la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment, e_{Vs}

Au sens du présent règlement, 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.

$$e_{Vs} = \frac{E_{Vs,b}}{A_n} \quad (75)$$

où

e_{Vs}	kWh/(m ² 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 ²	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 7.15.1.
2. Si nécessaire, les données de consommation qui font défaut sont complétées conformément au chapitre 7.17.
3. Si nécessaire, une correction tenant compte des surfaces inoccupées est réalisée conformément au chapitre 7.15.2.
4. Si nécessaire, une correction temporelle est réalisée conformément au chapitre 7.15.3.

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 7.14.2 à 7.14.4.

7.15.1 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 processus 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 sur la page 1 du certificat de performance énergétique sur la base de la consommation énergétique mesurée sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ».

La consommation électrique mesurée d'un bâtiment $E_{Vs,m}$ est déterminée comme suit:

$$E_{Vs,m} = E_{Vs,m,ges} - E_{Vs,m,sond} \quad (76)$$

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

7.15.2 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 7.14.2. 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.

$$E_{Vs,m} = E_{Vs,m,leer} (1 + f_{leer}) \quad (77)$$

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 l'indice de consommation électrique conformément au chapitre 3.3, remplit les conditions suivantes:

- $f_{\text{leer}} \leq 5\%$: il est possible de procéder à une correction tenant compte des surfaces inoccupées, elle n'est cependant pas obligatoire;
- $5\% < f_{\text{leer}} \leq 34\%$: une correction tenant compte des surfaces inoccupées est requise et doit être réalisée;
- $f_{\text{leer}} > 34\%$: 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. Il faut reporter sur le certificat de performance énergétique l'indice de consommation $V_{\text{index},s}$ avec une valeur de 400% et renoncer à l'affectation de la valeur spécifique de consommation électrique.

7.15.3 Correction de temps

La consommation électrique en vue de déterminer la valeur spécifique de consommation électrique 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 de 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:

$$E_{\text{Vs},b} = E_{\text{Vs},m} \cdot \frac{365}{d_{\text{gesamt}}} \quad (78)$$

où

$E_{\text{Vs},b}$	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 électrique e_{Vs} , qui sont utilisées pour la détermination de l'indice de consommation électrique $V_{\text{index},s}$, 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:

$$E_{\text{Vs},b,n} = \sum_i E_{\text{Vs},m,i} \frac{n \cdot 365}{\sum_i d_{\text{gesamt},i}} \quad (79)$$

où

$E_{\text{Vs},b,n}$	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 ²	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 électrique, la consommation électrique corrigée $E_{\text{Vs},b,n}$ doit encore être divisée par les n consommations annuelles $E_{\text{Vs},b}$.

Si les périodes de mesure ne fournissent aucun critère pertinent, la division peut être réalisée de manière simplifiée comme suit:

$$E_{Vs,b} = \frac{E_{Vs,b,n}}{n} \quad (80)$$

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 l'indice de consommation électricité conformément au chapitre 3.3, la correction peut être alors de 9 mois maximum. Dans le cas contraire, les données de consommation ne sont plus appropriées et il faut reporter sur le certificat de performance énergétique l'indice de consommation $V_{\text{index},s}$ avec une valeur de 400% et renoncer à l'affectation de la valeur spécifique de consommation électricité.

7.16 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.

7.17 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 7.14.3 et 7.15.3.
- 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:

$$E_{(Vg/Vs,m)} = E_{(Vg/Vs,m),teil} + \frac{E_x}{(1 - f_{fehl,x})} f_{fehl,x} \quad (81)$$

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 ²	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:

$$f_{fehl,x} = \frac{\sum_j A_{n,fehl,x,j} d_{fehl,x,j}}{A_{n,x} d_{gesamt}} \quad (82)$$

où

$A_{n,défaut,x,j}$	m ²	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 ²	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 de l'indice de consommation conformément au chapitre 3.3, 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, ce qui doit être réalisé;
- $f_{fehl,x} > 34\%$: il n'est pas autorisé à 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. Dans ce cas, il faut reporter sur le certificat de performance énergétique chacun des indices de consommation $V_{index,s}$ ou $V_{index,w}$ avec une valeur de 400% et renoncer à l'affectation des valeurs spécifiques d'énergie correspondantes.

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.

7.18 Utilisations spéciales dans des bâtiments fonctionnels

Outre les utilisations indiquées dans le Tableau 27, 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 7.14.1 et 7.15.1), ces utilisations spéciales doivent être indiquées et mentionnées expressément sur la page 1 du certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur la base de la consommation d'énergie mesurée 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;
- zones 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 ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$) ⁵ 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
	Copeaux de bois	0,06
	Bois de chauffage	0,01
	Pellets	0,07
	Biogaz	0,03
	Huile de colza	0,18
Électricité	Mix de l'électricité	2,66
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,00
	avec du combustible fossile	0,72
Chauffage à distance et chauffage de proximité	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,00
	par PCCE avec du combustible fossile	0,62
	d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable	0,25
	d'installations de chauffage avec du combustible fossile	1,48

Tableau 33 - Facteurs d'énergie primaire $f_{p,x}$ pour la quantité non renouvelable

8.2 Facteurs environnementaux, $f_{\text{CO}_2,x}$

Facteur environnemental ⁶ $f_{\text{CO}_2,x}$ rapporté à l'énergie finale ($\text{kgCO}_2/\text{kWh}_e$) 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
	Copeaux de bois	0,035
	Bois de chauffage	0,014
	Pellets	0,021
	Biogaz	0,011
	Huile de colza	0,157
Électricité	Mix de l'électricité	0,651
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,000
	avec du combustible fossile	0,060
Chauffage à distance et chauffage de proximité	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,000
	par PCCE avec du combustible fossile	0,043
	d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable	0,066
	d'installations de chauffage avec du combustible fossile	0,328

Tableau 34 - Facteurs environnementaux $f_{\text{CO}_2,x}$

⁵ 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.

⁶ Pour les facteurs environnementaux e_{CO_2} , il s'agit des équivalents CO_2 .

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 ³	11,33 kWh/m ³	10,20 kWh/m ³	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 ³	1 060 kWh/Sm ³	950 kWh/Sm ³	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 ³	7,20 kWh/m ³	6,50 kWh/m ³	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 35 - Teneur énergétique de différentes sources d'énergie