

ANNEXE

Règlement grand-ducal concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation

Note: La version officielle allemande du présent document, publiée au Mémorial 2007 N°A-247 du 14 décembre 2007 fait foi. La traduction française ne sert qu'à faciliter l'application du règlement grand-ducal précité.

Date d'entrée en vigueur: 01.01.08

Sommaire

0	DÉFINITIONS ET SYMBOLES	5
0.1	Définitions.....	5
0.2	Symboles et unités	7
0.2.1	Signification des indices	10
1	EXIGENCES MINIMALES RELATIVES AUX BÂTIMENTS D'HABITATION	12
1.1	Exigences minimales relatives aux coefficients de transmission thermique	12
1.2	Exigences minimales relatives à la protection solaire	13
1.3	Exigences minimales relatives à l'étanchéité de la surface de l'enveloppe d'un bâtiment... ..	13
1.4	Exigences minimales relatives aux conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur	14
1.5	Exigences minimales relatives aux dispositifs de ventilation	15
2	EXIGENCES RELATIVES AUX BÂTIMENTS D'HABITATION	17
2.1	Besoins spécifiques en chaleur de chauffage, q_H	18
2.2	Indice du besoin en énergie primaire, Q_P	18
3	CONTENU DE L'ATTESTATION DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS D'HABITATION	20
3.1	Informations générales	20
3.2	Données de planification	20
3.3	Résultats des calculs	20
4	CERTIFICAT DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE D'UN BÂTIMENT D'HABITATION	23
4.1	Contenu du certificat	23
4.1.1	Informations au recto et au verso du certificat de performance énergétique.....	23
4.1.2	Données concernant les classes de performance énergétique	23
4.1.3	Données concernant les besoins en chaleur de chauffage et en énergie primaire et données concernant les émissions de CO ₂	23
4.1.4	Données concernant l'installation de chauffage et la préparation d'eau chaude sanitaire	23
4.1.5	Données concernant les besoins/la consommation en énergie finale	24
4.1.6	Données concernant des mesures visant une amélioration de la performance énergétique	24
4.2	Répartition en classes de performance énergétique	25
4.2.1	Classes de performance énergétique.....	25
4.2.2	Classes d'isolation thermique.....	25
4.2.3	Classes de performance énergétique en matière d'impact sur l'environnement	25
5	CALCULS	26
5.1	Calculs généraux	26
5.1.1	Définition des types de surface d'un bâtiment.....	26
5.1.2	Surface de référence énergétique A_n	27
5.1.3	Volume d'air chauffé d'un bâtiment V_n	28
5.1.4	Volume brut chauffé du bâtiment V_e	28
5.1.5	Surface de l'enveloppe du bâtiment A	28
5.1.6	Rapport de la surface de l'enveloppe d'un bâtiment et du volume bâti chauffé brut A/V_e	30

5.2	Calculs relatifs au chauffage	31
5.2.1	Besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H	31
5.2.2	Besoins énergétiques spécifiques pour la distribution et le stockage de la chaleur $q_{H,A}$	42
5.2.3	Chaleur spécifique fournie par une installation de production de chaleur Q_H	42
5.2.4	Indice d'énergie finale des besoins en chaleur de chauffage $Q_{E,H}$	42
5.2.5	Indice du besoin en énergie primaire pour les besoins en chaleur de chauffage $Q_{P,H}$	43
5.3	Calculs relatifs à l'eau chaude sanitaire	43
5.3.1	Indice d'énergie utile pour la préparation d'eau chaude sanitaire Q_{WW}	43
5.3.2	Indice d'énergie finale pour la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$	44
5.3.3	Indice du besoin en énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{P,WW}$	44
5.4	Calcul relatif aux besoins en énergie des auxiliaires	45
5.4.1	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations de ventilation $Q_{Hilf,L}$	45
5.4.2	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations techniques $Q_{Hilf,A}$	46
5.4.3	Indice d'énergie finale des besoins en énergie des auxiliaires $Q_{E,Hilf}$	46
5.4.4	Indice du besoin en énergie primaire pour les besoins en énergie des auxiliaires $Q_{P,Hilf}$	47
5.5	Indice du besoin en énergie primaire Q_P	47
5.6	Emissions de CO₂	47
5.6.1	Emissions spécifiques de CO ₂ dues au chauffage $Q_{CO_2,H}$	47
5.6.2	Émissions spécifiques de CO ₂ dues à la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{CO_2,WW}$	47
5.6.3	Émissions spécifiques de CO ₂ dues aux besoins en énergie des auxiliaires $Q_{CO_2,Hilf}$	48
5.6.4	Indice d'émissions de CO ₂ Q_{CO_2}	48
5.7	Particularités concernant les bâtiments existants	49
5.7.1	Détermination simplifiée de la surface de référence énergétique	49
5.7.2	Détermination simplifiée des déperditions de chaleur par transmission	49
5.7.3	Détermination simplifiée des déperditions de chaleur par ventilation	50
5.7.4	Détermination simplifiée des facteurs d'ombrage	50
5.7.5	Détermination simplifiée de l'indice d'énergie finale des besoins en chaleur de chauffage $Q_{E,H}$	50
5.7.6	Détermination simplifiée de l'indice d'énergie finale pour la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$	51
5.7.7	Détermination simplifiée des besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations techniques $Q_{Hilf,A}$	51
5.7.8	Détermination simplifiée des valeurs U et des valeurs g des éléments de construction	51
5.8	Indice d'énergie finale centré sur la consommation $Q_{E,V}$	52
5.8.1	Consommation énergétique moyenne $q_{V,m}$	52
5.8.2	Consommation d'énergie finale spécifique pour la production de chaleur centrale et le chauffage d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H,WW}$	53
5.8.3	Consommation énergétique spécifique pour la production de chaleur centrale et le chauffage décentralisé d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H}$	53
6	TABLEAUX	55
6.1	Catégories de bâtiment	55
6.2	Paramètres standard	55
6.3	Évaluation des installations de chauffage et de préparation d'eau chaude sanitaire pour les bâtiments neufs	56
6.3.1	Chauffage	56
6.3.2	Préparation d'eau chaude sanitaire	62
6.4	Grandeurs caractéristiques des installations de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire pour les bâtiments existants	69
6.4.1	Facteur de dépense de l'installation de production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$	70
6.4.2	Facteur de dépense de l'installation de préparation d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$	72

6.5	Facteur de dépense en énergie primaire e_p	74
6.6	Facteurs environnementaux e_{CO_2}	74
6.7	Pouvoir calorifique de différentes sources d'énergie e_i	75
6.8	Rayonnement global et températures mensuelles moyennes	75
7	SOMMAIRE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX	76

0 DÉFINITIONS ET SYMBOLES

0.1 Définitions

Facteur de dépense (ou inverse du rendement)

Rapport entre l'énergie produite par un système et l'énergie effectivement utilisée

Certificat de performance énergétique d'un bâtiment d'habitation

« certificat de performance énergétique d'un bâtiment d'habitation », tel que défini à l'article 2(4).

Volume brut chauffé du bâti, V_e en m^3

« volume brut chauffé du bâti V_e », tel que défini à l'article 2(14) et au point 5.1.4.

Volume d'air chauffé d'un bâtiment, V_n en m^3

correspond à la somme de tous les locaux dont les surfaces font partie de la surface de référence relative à l'énergie A_n , multipliée par la hauteur libre de la zone ou du local significative du point de vue du renouvellement de l'air, conformément au point 5.1.3.

Taux de couverture

Fraction des besoins annuels d'énergie couverts par un système, nécessaires selon le cas pour le chauffage ou la production d'eau chaude sanitaire d'un bâtiment ou d'une zone (adimensionnel et compris entre 0 et 1)

Besoins en énergie finale

Quantité d'énergie nécessaire pour répondre aux besoins annuels de chauffage et aux besoins en eau chaude sanitaire (y compris les besoins et la consommation des installations techniques), déterminée aux limites du bâtiment concerné. Ne sont pas prises en considération les quantités d'énergie supplémentaires nécessitées en amont par le processus de génération de chacun des vecteurs d'énergie concernés.

Surface de référence énergétique, A_n en m^2

« surface de référence énergétique A_n », tel que défini à l'article 2(13) et au point 5.1.2.

Maison économe en énergie (ESP)

Bâtiment qui atteint la **classe C** conformément à la répartition en classes de performance énergétique du point 4.2.

Génération

Etape du processus technique au cours de laquelle la quantité d'énergie nécessaire à l'ensemble du système est mise à disposition.

Bâtiment

« bâtiment », tel que défini à l'article 2(1).

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

Surface de l'enveloppe significative du point de vue thermique (dimensions extérieures) ; elle se compose des surfaces en contact avec l'extérieur, en contact avec les locaux non chauffés et le sol ainsi que les surfaces en contact avec tout local voisin chauffé ou faiblement chauffé. Elle est évaluée en tenant compte de facteurs de correction des températures affectant les déperditions de chaleur correspondantes, conformément au point 5.1.5.

Indice de dépense d'émission de CO_2

« indice de dépense d'émission de CO_2 », tel que défini à l'article 2(6) et au point 5.6.4.

Performance énergétique d'un bâtiment

« performance énergétique d'un bâtiment », tel que défini à l'article 2(12).

Indice de dépense d'énergie primaire

« indice de dépense d'énergie primaire », tel que défini à l'article 2(9) et au point 5.5.

Besoins en chaleur de chauffage, besoins annuels en chaleur de chauffage

Quantité de chaleur nécessaire pour chauffer les locaux afin de maintenir la température intérieure de consigne. Les besoins annuels en chaleur de chauffage sont les besoins en chaleur de chauffage pris sur une année, conformément au point 5.2.1.

Bâtiment d'habitation neuf à construire

« bâtiment d'habitation neuf », tel que défini à l'article 2(3).

Maison à basse consommation d'énergie (NEH)

Bâtiment qui répond aux exigences de la **classe B** conformément à la répartition en classes de performance énergétique du point 4.2.

Maison passive (PH)

Bâtiment qui répond aux exigences de la **classe A** conformément à la répartition en classes de performance énergétique du point 4.2.

Besoins en énergie primaire

Quantité d'énergie nécessaire pour répondre aux besoins annuels en chaleur de chauffage et aux besoins en eau chaude sanitaire (y compris les besoins et la consommation des installations techniques), en tenant compte des quantités d'énergie supplémentaires découlant des séries des processus situés en amont hors des limites « Bâtiment », énergies supplémentaires nécessaires pour la génération, la conversion et la distribution de pour chaque vecteur d'énergie utilisé.

Stockage

Etape du processus technique au cours de laquelle la chaleur contenue dans un medium est stockée. Dans le cas d'un circuit de chauffage, il s'agit d'un ballon d'accumulation (par exemple pour les installations de pompes à chaleur) et dans le cas de la production d'eau chaude sanitaire, il s'agit du ballon d'eau chaude.

Besoins spécifiques en chaleur de chauffage

« dépenses spécifiques d'énergie chauffage », tel que défini à l'article 2(7) et au point 5.2.1.

Transfert

Etape du processus technique au cours de laquelle l'énergie est transférée par exemple dans un local afin d'y maintenir des conditions fixées (en particulier en termes de confort).

Consommation spécifique totale d'énergie

« consommation spécifique totale d'énergie mesurée », tel que définie à l'article 2(8).

Distribution

Etape du processus technique au cours de laquelle les quantités d'énergie nécessaires sont transportées depuis l'installation de génération jusqu'au système de transfert de chaleur.

Bâtiment d'habitation

« bâtiment d'habitation », tel que défini à l'article 2(2).

0.2 Symboles et unités

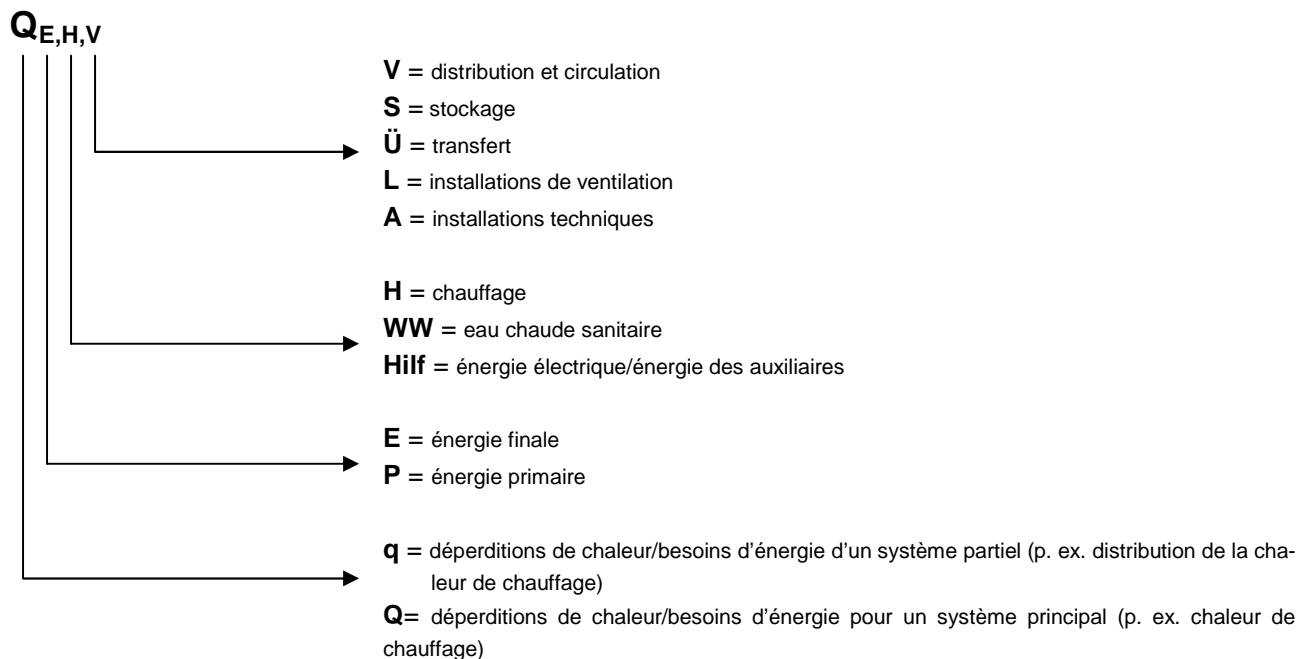
ΔU_{WB}	W/(m ² K)	Facteur de correction des ponts thermiques
A	m ²	Surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment
a	-	Paramètre numérique
A_{WA}	m ²	Surface totale de tous les murs du volume chauffé en contact avec l'extérieur, non compris la surface totale des baies vitrées (ou fenêtres)
A_W	m ²	Surface totale des baies vitrées (ou fenêtres)
α	°	Angle de vue d'une protection solaire extérieure en surplomb
A/V_e	m ⁻¹	Rapport entre la surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment et le volume brut chauffé du bâti
A_{FG}	m ²	Surface de la dalle en contact avec le sol
A_n	m ²	Surface de référence énergétique
B	-	Facteur relatif aux périodes de chauffage et d'utilisation, en fonction de la classification énergétique du bâtiment.
β	°	angle de vue d'une protection solaire extérieure latérale
C_H	-	Taux de couverture de la production de chaleur (chauffage)
C_{PL}	Wh/(m ³ K)	capacité thermique massique de l'air
C_{wirk}	Wh/K	Capacité thermique utile
$C_{WW, 1}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique (préparation d'eau chaude sanitaire)
$C_{WW, 2}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par une installation de chauffage de base (préparation d'eau chaude sanitaire)
$C_{WW, 3}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par un système de chauffage d'appoint (préparation d'eau chaude sanitaire)
e	-	Coefficient de la classe de protection
$e_{CO_2,H}$	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental (chaleur de chauffage)
$e_{CO_2,Hilf}$	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental (énergie des auxiliaires)
$e_{CO_2,WW}$	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental (eau chaude sanitaire)
$e_{E,H}$	kWh _E /kWh	Facteur de dépense de la production de chaleur de chauffage
$e_{E,WW}$	kWh _E /kWh	Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire
e_i	kWh/"Unité"	Pouvoir calorifique du vecteur énergétique utilisé pour l'année i
$e_{P,H}$	kWh _P /kWh _E	Facteur de dépense en énergie primaire (chauffage)
$e_{P,Hilf}$	kWh _P /kWh _E	Facteur de dépense en énergie primaire (énergie des auxiliaires)
$e_{P,WW}$	kWh _P /kWh _E	Facteur de dépense en énergie primaire (production d'eau chaude sanitaire)
f	%	Quote-part de la surface des fenêtres dans la surface totale des murs en contact avec l'extérieur
F_C	-	Facteur de réduction dû aux protections solaires
$F_{0,i}$	-	Facteur d'ombrage dû à l'effet des protections solaires permanentes extérieures en surplomb
$F_{f,i}$	-	Facteur d'ombrage dû à l'effet des protections solaires permanentes extérieures latérales
F_g	-	Facteur de réduction dû à la régulation
$F_{G,i}$	-	Quote-part vitrée par rapport aux cotes de gros-œuvre
$F_{h,i}$	-	Facteur d'ombrage dû à l'effet des protections solaires horizontales permanentes
$F_{\theta,i}$	-	Coefficient de correction de température
$F_{V,i}$	-	Facteur d'encrassement d'une fenêtre
$F_{W,i}$	-	Facteur de réduction dû à une incidence non verticale du rayonnement solaire

$F_{s,i}$	-	Coefficient de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur d'une source d'énergie
f_{ze}	-	Facteur de correction pour un chauffage intermittent
g_{\perp}	-	Taux de transmission de l'énergie solaire totale à incidence perpendiculaire
γ_M	-	Rapport mensuel entre les apports et les déperditions totales en chaleur
h	W/(m ² K)	Coefficient de déperdition spécifique de chaleur du bâtiment
H_T	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur par transmission
H_V	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur par ventilation
H_s	kWh/[Unité]	Pouvoir calorifique supérieur d'un vecteur d'énergie
H_i	kWh/[Unité]	Pouvoir calorifique inférieur d'un vecteur d'énergie
H_{WB}	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur dû à des ponts thermiques linéaires
Indice M	-	Correspond à une durée de référence égale à un mois
Indice i	-	Nombre, relatif au sous-ensemble i
$I_{s,M,r}$	W/m ²	Intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total fonction de l'orientation de la surface
$\vartheta_{e,M}$	°C	Température extérieure moyenne par mois
ϑ_i	°C	Température intérieure moyenne
l_i	m	Longueur d'un pont thermique
n	h ⁻¹	Taux de renouvellement d'air effectif (efficace sur le plan énergétique)
n_{50}	h ⁻¹	Etanchéité à l'air du bâtiment pour une différence de pression de 50 Pa
η_{EWT}	-	Rendement annuel de l'échangeur de chaleur géothermique
n_H	h ⁻¹	Taux de renouvellement d'air moyen d'une installation de ventilation pendant le fonctionnement à pleine charge de l'installation de chauffage
n_N	h ⁻¹	Taux de renouvellement d'air moyen d'une installation de ventilation pendant le fonctionnement à charge réduite de l'installation de chauffage
η_L	%	Rendement du système de récupération de chaleur en conditions d'exploitation
P_{FG}	m	Périmètre de la surface AFG
Q_{CO_2}	kgCO ₂ /m ² a	Emissions spécifiques totales de CO ₂
$Q_{CO_2,H}$	kgCO ₂ /m ² a	Emissions spécifiques dues au chauffage exprimées en kg équivalent CO ₂
$Q_{CO_2,Hiiif}$	kgCO ₂ /m ² a	Emissions spécifiques dues aux énergies des auxiliaires exprimées en kg équivalent CO ₂
$Q_{CO_2,WW}$	kgCO ₂ /m ² a	Emissions spécifiques dues à la production d'eau chaude sanitaire exprimées en kg équivalent CO ₂
$Q_{E,B,H,WW}$	kWh/m ² a	Besoin d'énergie finale spécifique pour la génération de chaleur moyennant un système de chauffage central et le chauffage d'eau chaude sanitaire
$Q_{E,H}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique d'énergie finale pour le chauffage
$Q_{E,Hiiif}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique d'énergie finale des auxiliaires
$Q_{E,V}$	kWh/m ² a	Consommation spécifique totale d'énergie
$Q_{E,V,H}$	kWh/m ² a	Consommation spécifique d'énergie pour un système de chauffage central et une production décentralisée d'eau chaude sanitaire
$Q_{E,V,H,WW}$	kWh/m ² a	Consommation spécifique d'énergie pour un système de chauffage central et de production d'eau chaude sanitaire
$Q_{E,WW}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique d'énergie finale pour la préparation d'eau chaude sanitaire
Q_h	kWh/a	Besoins annuels en chaleur de chauffage
q_H	kWh/m ² a	Indice du besoin en chaleur de chauffage
Q_H	kWh/m ² a	Quantité spécifique de chaleur utile totale fournie par une installation de génération de chaleur

$q_{H,A}$	kWh/m ² a	Besoins énergétiques spécifiques pour le stockage et la distribution de la chaleur de chauffage
$q_{H,Hilf}$	kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la génération de chaleur
$q_{H,Hilf,S}$	kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage de chaleur
$q_{H,Hilf,U}$	kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le transfert de chaleur
$q_{H,Hilf,V}$	kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution de chaleur
$Q_{h,M}$	kWh/(m ² M)	Besoins mensuels spécifiques en chaleur de chauffage
$q_{H,max}$	kWh/m ² a	Valeur limite pour les besoins spécifiques en chaleur de chauffage
$q_{H,S}$	kWh/m ² a	Pertes spécifiques de stockage
$q_{H,V}$	kWh/m ² a	Pertes spécifiques de distribution
$Q_{Hilf,A}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique total en énergie des auxiliaires des installations techniques
$Q_{Hilf,H}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique total en énergie des auxiliaires pour la génération de chaleur, y compris la distribution, le stockage et le transfert
$Q_{Hilf,L}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique total en énergie des auxiliaires des installations de ventilation
$Q_{Hilf,WW}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique total en énergie des auxiliaires pour la préparation d'eau chaude sanitaire, y compris la distribution, le stockage et le transfert
$Q_{i,M}$	kWh/M	Apports de chaleur internes mensuels
q_{iM}	W/(m ² M)	Apports spécifiques de chaleur internes mensuels
q_L	W/(m ³ /h)	Puissance spécifique absorbée par l'installation de ventilation
Q_P	kWh/m ² a	Indice du besoin total en énergie primaire
$Q_{P,H}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique en énergie primaire correspondant au chauffage
$Q_{P,Hilf}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique en énergie primaire correspondant aux des auxiliaires
$Q_{P,max}$	kWh/m ² a	Valeur limite des besoins spécifiques en énergie primaire
$Q_{P,WW}$	kWh/m ² a	Besoin spécifique en énergie primaire correspondant à la production d'eau chaude sanitaire
$Q_{s,M}$	kWh/M	Apports solaires mensuels au niveau du vitrage
$Q_{tl,M}$	kWh/M	Déperdition de chaleur mensuelle par ventilation et par transmission
$q_{V,m}$	kWh/a	Consommation énergétique moyenne
Q_{WW}	kWh/m ² a	Besoin spécifique total d'énergie utile pour la préparation d'eau chaude sanitaire
q_{WW}	kWh/m ² a	Besoins spécifiques d'énergie pour la préparation d'eau chaude sanitaire
$q_{WW,Hilf,S}$	kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage d'eau chaude
$q_{WW,Hilf,V}$	kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution d'eau chaude
$q_{WW,S}$	kWh/m ² a	Pertes spécifiques de stockage pour l'eau chaude sanitaire
$q_{WW,V}$	kWh/m ² a	Pertes spécifiques de la circulation et de la distribution d'eau chaude sanitaire
$q_{WW,Hilf}$	kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la préparation d'eau chaude sanitaire
R_{SE}	[m ² K/W]	Résistance thermique extérieure
τ	h	Inertie thermique du bâtiment
t_B	h/a	Nombre d'heures de fonctionnement par an d'une installation
$t_{B,H}$	h	Durée de fonctionnement à pleine charge d'une installation par rapport à la durée totale de fonctionnement
$t_{B,N}$	h	Durée de fonctionnement à charge réduite d'une installation par rapport à la durée totale de fonctionnement
t_H	h	Durée de la période de chauffage
t_M	d/M	Nombre de jours par mois
U_{FG0}	W/(m ² K)	Valeur U d'une dalle de l'enveloppe thermique en contact avec le sol
U_i	W/(m ² K)	Coefficient de transmission thermique d'un élément de l'enveloppe thermique

U_{WG0}	W/(m ² K)	Valeur U d'une paroi de l'enveloppe thermique en contact avec la terre
U_{max}	W/(m ² K)	Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique respectifs
U_g	W/(m ² K)	Valeur U d'une vitre
U_f	W/(m ² K)	Valeur U du châssis de la fenêtre
U_w	W/(m ² K)	Valeur U du vitrage (vitre et châssis)
$U_{max,BH}$	W/(m ² K)	Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique respectifs à des éléments de construction spéciaux
V_e	m ³	Volume brut chauffé du bâtiment
$V_{i,s}$	"Unité"/a	Consommation énergétique annuelle d'un vecteur d'énergie en termes d'unités de consommation ou de facturation avec « i » pour le pouvoir calorifique inférieur et « s » pour le pouvoir calorifique supérieur
\dot{V}_L	m ³ /h	Débit de renouvellement d'air de service d'une installation de ventilation
$\dot{V}_{L,m}$	m ³ /h	Débit de renouvellement d'air pondéré par la durée de fonctionnement de l'installation de ventilation
V_n	m ³	Volume d'air chauffé d'un bâtiment
V_r	m ³	Volume d'air d'un local qui, en tant que partie du volume d'air chauffé d'un bâtiment, n'est pas renouvelé par une installation de ventilation
$V_{r,L}$	m ³	Volume d'air d'un local qui, en tant que partie du volume d'air chauffé d'un bâtiment, est renouvelé par une installation de ventilation
V	m ³ ou litre	Volume ou capacité
ψ_i	W/m(mK)	Coefficient linéique de transmission thermique d'un pont thermique
η_{OM}	-	Taux d'utilisation mensuel des apports thermiques sans tenir compte du transfert de chaleur au local dans le cas d'une régulation optimale des températures ambiantes
η_M	-	Taux d'utilisation mensuel des apports thermiques

0.2.1 Signification des indices



Remarques concernant les méthodes de calcul utilisées

Toutes les valeurs du besoin en énergie sont calculées sur la base des grandeurs caractéristiques utilisées

en physique du bâtiment et pour les installations techniques, en tenant compte des hypothèses standards concernant les données climatiques (température extérieure, rayonnement solaire) et l'utilisation du bâtiment (température ambiante, ventilation, besoins en eau chaude sanitaire). Il peut y avoir des écarts entre la consommation mesurée et du besoin calculé conventionnellement, écarts dus à :

- une utilisation réelle du bâtiment s'écartant de l'utilisation standard ;
- un climat réel s'écartant 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.

1 EXIGENCES MINIMALES RELATIVES AUX BÂTIMENTS D'HABITATION

1.1 Exigences minimales relatives aux coefficients de transmission thermique

Les éléments de construction d'un bâtiment d'habitation neuf doivent être conçus de sorte que les coefficients de transmission thermique ne dépassent pas les valeurs maximales fixées dans le tableau 1.

Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique de chacun des éléments de construction U_{\max} en $W/(m^2K)$ ^{1) 2)}			
Elément de construction	Climat extérieur	Locaux légèrement chauffés	Surfaces en contact avec le sol ou avec des locaux non chauffés
Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment ³⁾	0,32	0,50	0,40
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment ³⁾	0,25	0,35	0,30
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le châssis ^{4) 5)}	1,5	2,0	2,0
Porte, y compris le cadre	2,0	2,5	2,5

Tableau 1 – Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique [$W/(m^2 K)$]

- 1) Les valeurs U des éléments de construction opaques doivent être déterminées conformément à la norme DIN EN ISO 6946.
- 2) Dans les cas ci-après, il y a lieu de multiplier la valeur maximale autorisée du coefficient de transmission thermique visée au tableau 1 par un coefficient de perte de 0,8 ($U_{\max, BH} = U_{\max} * 0,8$) :
 - surfaces avec chauffage intégré dans les éléments de construction (p. ex. chauffage au sol, chauffage mural, etc.) ;
 - Le vitrage se trouvant le long des radiateurs
 - bâtiments d'habitation présentant un volume brut chauffé $V_e \leq 75 \text{ m}^3$, pour lesquels les exigences prévues au point 2 ne s'appliquent pas.
- 3) Pour les bâtiments d'habitation existants auxquels les exigences du point 2 ne s'appliquent pas (travaux de rénovation de bâtiments existants), la valeur maximale pour U_{\max} peut, en cas d'un assainissement par une isolation intérieure, être multipliée par un facteur de 1,25.
- 4) Les baies vitrées de grandes dimensions ($> 9 \text{ m}^2$) sont exclues. Dans ce cas, il y a lieu de respecter une valeur U pour le vitrage U_g de $\leq 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- 5) La valeur totale U d'une fenêtre U_w doit être déterminée conformément à la norme DIN EN ISO 10077 ; elle comprend le châssis, le vitrage et le matériau des intercalaires.

Par « local légèrement chauffé », on entend un local qui comprend un dispositif de chauffage installé à demeure, qui n'est pas utilisé à des fins d'habitation et dans lequel il règne une température basse constante (température intérieure moyenne comprise entre 12 °C et 18 °C).

Pour les bâtiments jumelés présentant différents délais d'achèvement, les murs mitoyens peuvent être considérés comme isolants à 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 concernant le climat extérieur visées au tableau 1 doivent être respectées.

Pour ce qui concerne les éléments de construction en contact avec des locaux non chauffés ou avec le sol, il est possible de prouver 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.

L'enveloppe thermique doit être indiquée dans les plans de construction conformément au point 3.2

1.2 Exigences minimales relatives à la protection solaire

Lors de la détermination du coefficient de transmission thermique optimale des fenêtres, il convient de s'assurer qu'avec la diminution du coefficient de transmission thermique, le taux de transmission d'énergie solaire globale à incidence perpendiculaire g_{\perp} et, par conséquent, les gains thermiques solaires diminuent également. Parallèlement, il y a lieu de prendre des mesures de protection appropriées contre le soleil, afin de garantir le confort thermique en été, notamment pour le vitrage exposé au sud, à l'ouest et à l'est.

Si la surface couverte de fenêtre f est supérieure à 30% de la surface totale de toutes les murs en contact avec l'extérieur ($A_{WA} + A_W$), il convient de prévoir des mesures de protection appropriées contre le soleil pour toutes les fenêtres exposées à l'ouest, à l'est, au sud et à celles comprises entre ces orientations. Par « protection solaire appropriée », on entend une protection solaire extérieure avec un facteur de réduction $F_C \leq 0,3$ (p. ex. les volets roulants, les volets ou les stores conformément à la norme DIN 4108-2).

Le pourcentage de surface couverte de fenêtres est calculé d'après la formule suivante :

$$f = \frac{A_W}{A_{WA} + A_W} \cdot 100\%$$

A_W	[m ²]	Surface totale des fenêtres (cotes de gros œuvre)
A_{WA}	[m ²]	Surface totale de toutes les murs en contact avec l'extérieur, non compris les fenêtres
f	[%]	Quote-part de la surface vitrée

Si des combles sont chauffés, il convient, lors de la détermination du pourcentage de surface couverte de fenêtre, de prendre en considération la surface de toutes les fenêtres des combles chauffés dans la surface totale des fenêtres A_W ainsi que la surface des inclinaisons du toit faisant partie des surfaces d'enceinte transmettant de la chaleur dans la surface A_{AW} .

Il est également possible de fournir une attestation détaillée de la protection contre des surchauffes en été conformément à la norme DIN 4108-2 pour les locaux critiques. En cas d'application de la norme DIN 4108-2, il faut prévoir une région de climat C pour l'été.

De manière générale, il convient d'éviter l'installation de climatisations actives dans les bâtiments d'habitation.

1.3 Exigences minimales relatives à l'étanchéité de la surface de l'enveloppe d'un bâtiment

Les bâtiments d'habitation neufs doivent être conçus de sorte que la surface A de l'enveloppe d'un bâtiment, y compris les jonctions, soient durablement étanches à l'air, conformément à l'état de la technique. A cet égard, il y a lieu de tenir compte des valeurs limites s'appliquant aux types de bâtiments spécifiés dans le tableau 2. Il convient de prêter une attention particulière aux constructions légères sur des constructions en

dur ainsi qu'aux exécutions à travers des niveaux d'étanchéité à l'air et des installations techniques. L'enveloppe d'étanchéité à l'air doit être reportée dans les plans de construction conformément au point 3.2.

Le débit mesuré pour une différence de pression de 50 Pa (appelée aussi valeur de l'étanchéité à l'air n_{50} , valeur obtenue par une mesure en surpression et en dépression) doit être inférieur aux valeurs limites figurant dans le tableau 2.

Pour les types de bâtiments 2, 3, 4 et 5, si des valeurs n_{50} correspondantes, conformes au tableau 2, servent de base de calcul, il faut aussi apporter la preuve du respect de l'étanchéité conformément à la norme DIN 13829 (test d'étanchéité à l'air).

Type de bâtiment (uniquement les bâtiments neufs)		Valeur limite n_{50} [1/h]
1	Bâtiments sans installations techniques de ventilation	$\leq 3,0$
2	Bâtiments équipés d'installations techniques de ventilation ¹⁾	$\leq 1,5$
3	Maison économe en énergie sans installations techniques de ventilation	$\leq 1,5$
4	Maison à faible consommation d'énergie équipée d'une installation de ventilation et de récupération de la chaleur	$\leq 1,0$
5	Maison passive équipée d'une installation de ventilation et de récupération de la chaleur	$\leq 0,6$

Tableau 2 – Valeurs limites pour n_{50} – Valeurs pour les bâtiments neufs

- 1) Un bâtiment équipé d'une installation technique de ventilation est un bâtiment pour lequel le renouvellement de l'air nécessaire pendant la période de chauffage est principalement effectué au moyen d'une installation de ventilation mécanique (installation d'amenée d'air et d'évacuation d'air vicié, installation d'évacuation d'air vicié, etc.)

1.4 Exigences minimales relatives aux conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur

La déperdition de chaleur à travers les conduites d'eau chaude sanitaire (ECS) et de distribution de chaleur ainsi que les accessoires doit être limitée grâce à une isolation thermique selon le tableau 3.

Ligne	Type de conduites/accessoires	Épaisseur minimale de la couche d'isolation pour une conductibilité thermique de 0,035 W/(mK)
1	Diamètre intérieur jusqu'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	Egale 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 centraux	$\frac{1}{2}$ des exigences visées aux lignes 1 à 4

6	Conduites de chauffages centraux visées aux lignes 1 à 4, qui sont posées dans des éléments de construction entre des locaux chauffés de différents usagers.	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

Tableau 3 – Isolation thermique des conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur et des accessoires

Pour les conduites de chauffage central dans un local chauffé, ou dans des éléments de construction entre des locaux chauffés d'un même usager, qui traversent le local uniquement à des fins de chauffage, comme par exemple les conduites de radiateurs, aucune exigence n'est imposée en termes d'épaisseur minimale de la couche d'isolation. Il en va de même pour les conduites d'eau chaude sanitaire d'un diamètre intérieur jusqu'à 22 mm qui ne sont ni intégrées dans le circuit de circulation ni équipées d'un chauffage d'appoint électrique.

Pour les matériaux dont la conductibilité thermique n'est pas de 0,035 W/(mK), les épaisseurs minimales des couches d'isolation doivent être calculées en conséquence. Pour le calcul et la conductibilité thermique, il y a lieu d'appliquer les méthodes de calcul et les valeurs reconnues en la matière.

Dans les maisons passives, il y a lieu de doubler les épaisseurs minimales prévues dans le tableau 3 pour les conduites qui sont posées à l'extérieur de l'enveloppe thermique.

1.5 Exigences minimales relatives aux dispositifs de ventilation

En cas d'utilisation d'une installation de ventilation mécanique, la puissance absorbée spécifique q_L de l'installation de ventilation doit respecter les critères prévus dans le tableau suivant.

Type d'installation	Installations de ventilation sans filtre à pollen	Installations de ventilation équipées d'un filtre à pollen
Installation de ventilation décentralisée et centralisée dans les bâtiments de catégorie EFH	$q_L < 0,50 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$	$q_L < 0,60 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$
Installation de ventilation décentralisée dans les bâtiments de catégorie MFH (une installation par logement)	$q_L < 0,50 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$	$q_L < 0,60 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$
Installation de ventilation centralisée dans les bâtiments de catégorie MFH (une installation pour plusieurs logements)	<i>Limitation générale par le choix de dispositifs performants et réduction des pertes de pression</i>	

Tableau 4 – Valeur limite de la puissance absorbée spécifique des installations de ventilation

Par **installation de ventilation centralisée**, on entend une installation de ventilation desservant la **totalité d'un bâtiment** par le biais d'une seule unité. Par exemple:

- Une installation par logement dans un EFH (ventilation classique)
- Une installation pour plusieurs logements MFH (répartition des débits par le biais de clapets, etc.)

Par **installation de ventilation décentralisée**, on entend une installation de ventilation desservant **une partie d'un bâtiment**. Par exemple :

- Une installation par local dans un EFH ou un MFH (installation intégrée dans la maçonnerie)
- Installations par logement dans un MFH (ventilation classique dans un MFH)

Pour les installations d'évacuation d'air vicié, la valeur limite pour la puissance absorbée spécifique q_L de l'installation de ventilation prévue dans le tableau 4 doit être multipliée par un facteur de 0,75.

Si le bâtiment et l'installation technique sont planifiés selon les standards de la maison passive, la valeur limite à respecter pour la puissance absorbée spécifique q_L de l'installation de ventilation prévue au tableau 4 diminue de 0,10 W/(m³/h).

Le taux de mise à disposition de chaleur η_L d'un système de récupération de chaleur en conditions d'exploitation ne doit pas être inférieur à une valeur de 75% ; cette valeur doit respecter des données certifiées.

La puissance absorbée spécifique q_L est déterminée pour le point d'exploitation de référence de l'installation. Le débit de référence en conditions d'exploitation normales et la perte de pression pour le débit de référence sont déterminantes pour définir la puissance absorbée du dispositif. Si la perte de pression n'est pas connue, il y a lieu de prendre en considération la puissance absorbée maximale du dispositif de ventilation pour le débit de référence.

2 EXIGENCES RELATIVES AUX BÂTIMENTS D'HABITATION

Le schéma d'évaluation illustré ci-après décrit la caractérisation des bâtiments d'habitation.

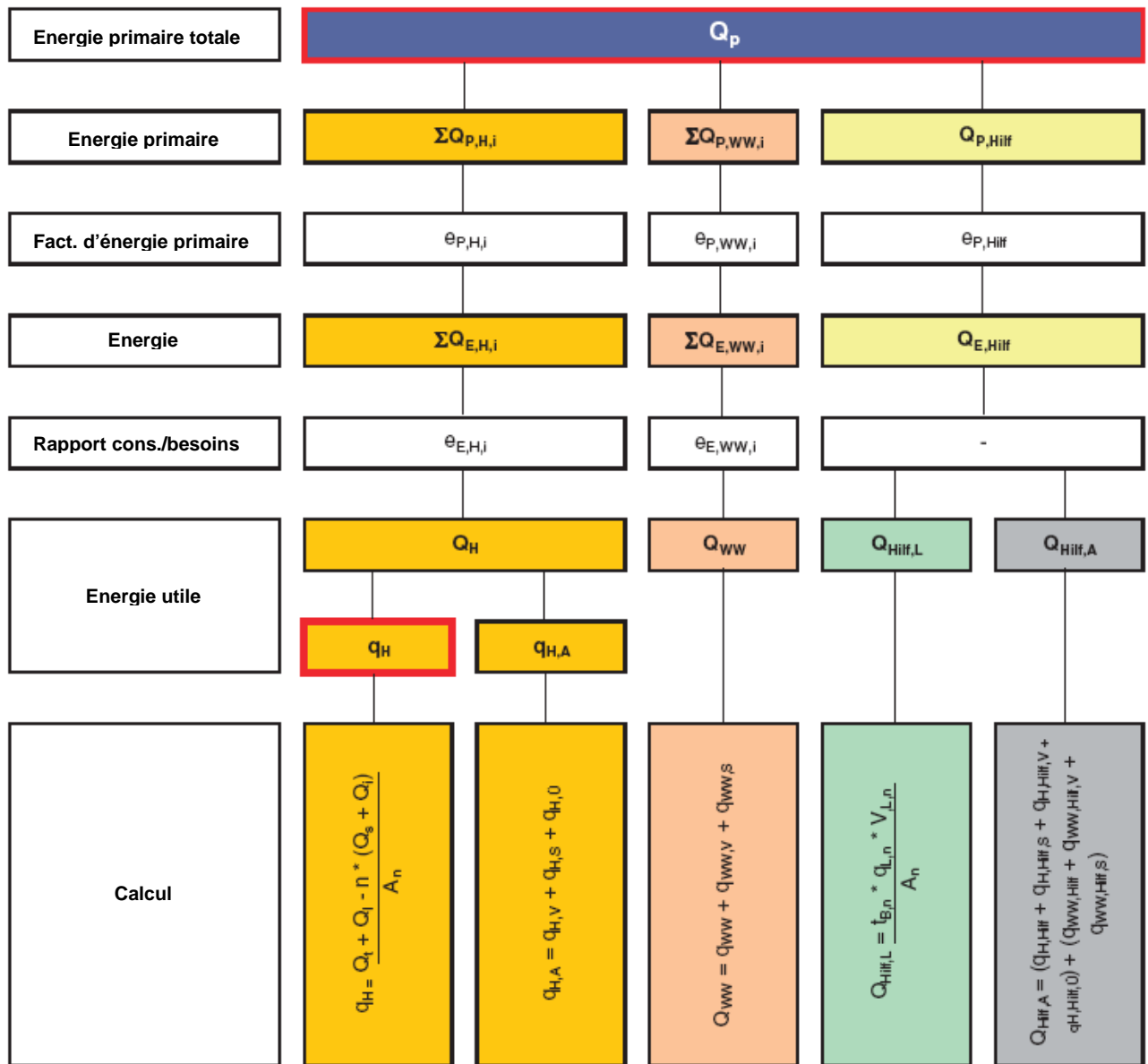


Illustration 1 – Schéma de la caractérisation des bâtiments

Les bâtiments d'habitation sont classés et évalués en deux catégories, en fonction d'utilisations et d'exigences distinctes, selon le tableau 20.

Habitat MFH

Immeubles à appartements, immeubles à appartements en résidence secondaire et immeubles à appartements mitoyens

Habitat EFH

Maisons d'habitation uni et bi familiales, maisons d'habitation uni et bi familiales en résidence secondaire et maisons d'habitation uni et bi familiale, constructions mitoyennes

2.1 Indice du besoin en chaleur de chauffage, q_H

Pour les besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H en kWh/m²a calculés conformément au point 5, les valeurs limites requises $q_{H,max}$ sont les suivantes :

Catégories de bâtiment		$q_{H,max}$ [kWh/m ² a] $0,2 < A/V_e < 0,8$	$q_{H,max}$ [kWh/m ² a] $A/V_e \leq 0,2$	$q_{H,max}$ [kWh/m ² a] $A/V_e \geq 0,8$
1	Catégorie MFH	21+93(A/V _e)	39,6	95,4
2	Catégorie EFH	39+73(A/V _e)	53,6	97,4

Tableau 5 – Exigences relatives aux besoins spécifiques en chaleur de chauffage

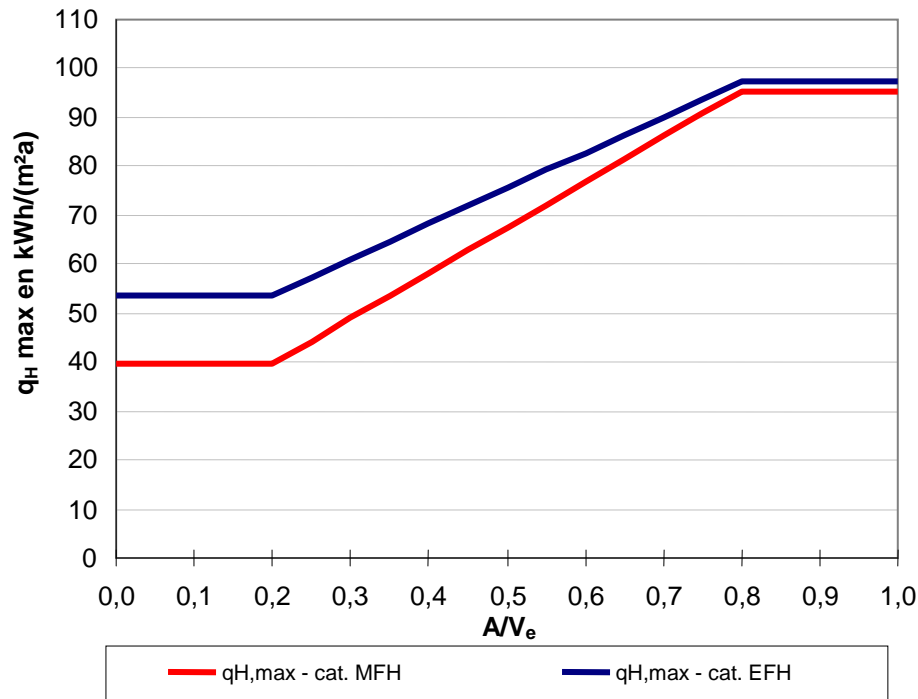


Illustration 2 – Exigences relatives aux besoins spécifiques en chaleur de chauffage

2.2 Indice du besoin en énergie primaire, Q_P

Pour l'indice du besoin total en énergie primaire Q_P en kWh/m²a calculé conformément au point 5, les valeurs limites requises $Q_{P,max}$ sont les suivantes :

Catégories de bâtiment		$Q_{P,max}$ [kWh/m ² a] $0,2 < A/V_e < 0,8$	$Q_{P,max}$ [kWh/m ² a] $A/V_e \leq 0,2$	$Q_{P,max}$ [kWh/m ² a] $A/V_e \geq 0,8$
1	Habitat MFH	53+130(A/V _e)	79,0	157,0
2	Habitat EFH	71+102(A/V _e)	91,4	152,6

Tableau 6 – Exigences relatives au besoin total en énergie primaire

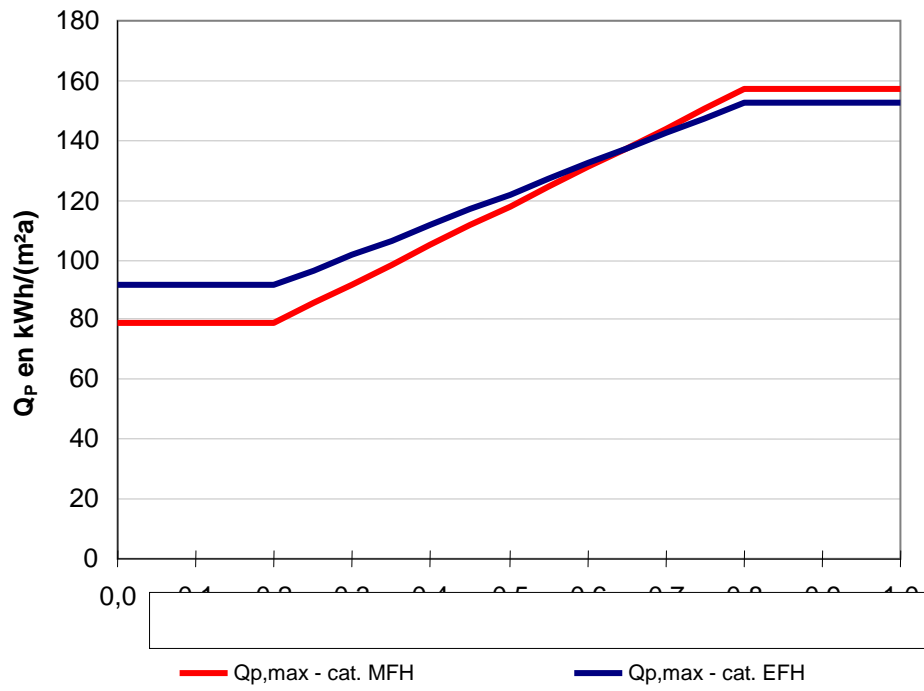


Illustration 3 – Exigences relatives au besoin total en énergie primaire

3 CONTENU DE L'ATTESTATION DU CALCUL DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS D'HABITATION

L'attestation du calcul de la performance énergétique doit contenir les informations et les indications suivantes :

3.1 Informations générales

- Nom et adresse actuelle du maître de l'ouvrage
- Nom et adresse de l'architecte
- Nom et adresse de la personne délivrant l'attestation du calcul de la performance énergétique
- Adresse du bâtiment concerné
- Catégorie du bâtiment conformément au point 6.1
- Date prévue pour la durée des travaux et durée de la construction
- Date de délivrance
- Titre de la personne délivrant l'attestation
- Signature de la personne délivrant l'attestation

3.2 Données de planification

- Volume brut chauffé du bâtiment V_e [m³] conformément au point 5.1.4
- Surface de l'enveloppe du bâtiment A [m²] conformément au point 5.1.5
- Rapport A / V_e [1/m] conformément au point 5.1.6
- Surface de référence énergétique A_n [m²] conformément au point 5.1.2
- Pourcentage de la surface couverte de fenêtres f conformément au point 1.2
- Valeur limite de l'indice du besoin en chaleur de chauffage $q_{H,max}$ [kWh/m²a] conformément au point 2.1
- Valeur limite de l'indice du besoin en énergie primaire $Q_{P,max}$ [kWh/m²a] conformément au point 2.2
- Puissance absorbée spécifique q_L [kWh/(m³.h)] de l'installation de ventilation conformément au point 1.5
- Liste des éléments de construction incluant l'indication de chaque surface et du coefficient de transmission thermique (valeur U) ainsi que la ou les valeurs g du ou des vitrages conformément au point 5.2.1.3
- Valeurs U de chaque élément de construction avec la valeur λ et l'épaisseur des couches
- Facteurs de correction des ponts thermiques ΔU_{WB} [W/(m²K)] et/ou calcul détaillé des ponts thermiques conformément au point 5.2.1.4
- Taux de mise à disposition de chaleur du système de récupération de chaleur en conditions d'exploitation (s'il existe) η_L [%] conformément au point 5.2.1.5
- Valeur n_{50} utilisée pour caractériser l'étanchéité à l'air du bâtiment conformément au point 0.1
- Capacité thermique utile C_{wirik} [Wh/K] conformément au point 5.2.1.9
- Rendement annuel de l'échangeur de chaleur géothermique (s'il existe) η_{EWT} , conformément au point 5.2.1.5
- Plans de construction à l'échelle 1:50 (plans, coupe et vue des façades avec indication des niveaux respectifs d'isolation et d'étanchéité à l'air)

3.3 Résultats des calculs

- Déperdition de chaleur mensuelle par ventilation et par transmission $Q_{i,M}$ [kWh] conformément au point 5.2.1.2
- Gains thermiques internes mensuels $Q_{i,M}$ [kWh] conformément au point 5.2.1.7
- Gains thermiques solaires mensuels $Q_{s,M}$ [kWh] conformément au point 5.2.1.8

- Taux d'utilisation mensuel des gains thermiques η_M [-] conformément au point 5.2.1.9
- Renouvellement d'air effectif (efficace sur le plan énergétique) n [1/h] conformément au point 5.2.1.5
- Indice du besoin en chaleur de chauffage $q_H = Q_H / A_n$ conformément au point 5.2.1.1
- Données concernant les systèmes installés, notamment :
 - Pertes spécifiques de distribution (chaleur) $q_{H,V}$ conformément au point 5.2.2
 - Pertes spécifiques de stockage (chaleur) $q_{H,S}$ conformément au point 5.2.2
 - Paramètre de régulation F_g utilisé conformément au point 5.2.1.9
 - Pertes spécifiques de circulation et de distribution (préparation d'eau chaude sanitaire) $q_{WW,V}$ conformément au point 5.3.1
 - Pertes spécifiques de stockage (préparation d'eau chaude sanitaire) $q_{WW,S}$ conformément au point 5.3.1
 - Facteur de dépense de l'installation de production de chauffage, $e_{E,H}$ conformément au point 5.2.4
 - Facteur de dépense de l'installation de préparation d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ conformément au point 5.3.2
 - Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la génération de chaleur $q_{H,Hif}$ conformément au point 5.4.1
 - Besoins spécifiques en énergie desauxiliaires pour le stockage de chaleur $q_{H,Hif,S}$ conformément au point 5.4.1
 - Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution de chaleur $q_{H,Hif,V}$ conformément au point 5.4.1
 - Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la transmission de chaleur $q_{H,Hif,U}$ conformément au point 5.4.1
 - Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le chauffage d'eau chaude sanitaire $q_{WW,Hif}$ conformément au point 5.4.1
 - Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution d'eau chaude sanitaire $q_{WW,Hif,V}$ conformément au point 5.4.1
 - Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage d'eau chaude sanitaire $q_{WW,Hif,S}$ conformément au point 5.4.1
- Facteur de dépense en énergie primaire (préparation d'eau chaude sanitaire) $e_{P,WW}$ conformément au point 5.3.3
- Facteur de dépense en énergie primaire (chaleur) $e_{P,H}$ conformément au point 5.2.5
- Facteur de dépense en énergie primaire (énergie des auxiliaires) $e_{P,Hif}$ conformément au point 5.4.4
- Besoin spécifique total en énergie des auxiliaires des installations de ventilation $Q_{Hif,L}$ conformément au point 5.4.1
- Besoin spécifique total en énergie des auxiliaires pour les installations techniques $Q_{Hif,A}$ conformément au point 5.4.2
- Besoin spécifique en énergie primaire pour les besoins en chaleur de chauffage $Q_{P,H}$ conformément au point 5.2.5
- Besoin spécifique en énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{P,WW}$ conformément au point 5.3.3
- Besoin spécifique en énergie primaire pour les des auxiliaires $Q_{P,Hif}$ conformément au point 5.4.4
- Indice du besoin en énergie primaire Q_P conformément au point 2.2
- Chaleur spécifique fournie par une installation de production de chaleur Q_H conformément au point 5.2.3
- Besoins spécifique d'énergie finale pour le chauffage $Q_{E,H}$ conformément au point 5.2.4
- Besoin spécifique total d'énergie utile pour la préparation d'eau chaude sanitaire Q_{WW} conformément au point 5.3.1

- Besoins spécifiques d'énergie pour la préparation d'eau chaude sanitaire q_{WW} conformément au point 5.3.1
- Besoin spécifique d'énergie finale pour la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$ conformément au point 5.3.2
- Taux de couverture de la production de chaleur (chaleur de chauffage) $c_{H,i}$ conformément au point 5.2.4
- Taux de couverture de la préparation d'eau chaude sanitaire c_{1-3} conformément au point 5.3.2

Si l'on utilise des valeurs ou des facteurs qui s'écartent des valeurs par défaut, des valeurs standard ou des valeurs des tableaux fournis dans le présent document, il faut les justifier au moyen de preuves soit par un calcul conforme, soit par des déclarations du fabricant soit par des certificats et il faut joindre les justificatifs au certificat de performance énergétique.

4 CERTIFICAT DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE D'UN BÂTIMENT D'HABITATION

4.1 Contenu du certificat

Le certificat de performance énergétique doit contenir les informations et les indications suivantes :

4.1.1 Informations au recto et au verso du certificat de performance énergétique

- Nom et adresse du propriétaire du bâtiment
- Nom et adresse de la personne délivrant le certificat
- Numéro du passeport énergétique et numéro d'identification de la personne délivrant le certificat
- Signature de la personne délivrant le certificat
- Date de la délivrance
- Date d'expiration du certificat
- Informations concernant le bâtiment, notamment :
 - Nombre de logements
 - Type d'attestation pour une construction neuve, une extension, une rénovation, un bâtiment existant
 - Lieu/adresse du bâtiment
 - Date prévue pour le début des travaux
 - Année de construction de l'installation de chauffage
 - Surface de référence énergétique

4.1.2 Données concernant les classes de performance énergétique

- Classement du bâtiment d'habitation dans la classe de performance énergétique (classe A à I)
- Classement du bâtiment dans la classe de performance énergétique en matière d'isolation thermique (classe A à I)
- Classement du bâtiment dans la classe de performance énergétique en matière d'émissions de CO₂ (classe A à I)
- Explications concernant les valeurs fournies

4.1.3 Données concernant les besoins en chaleur de chauffage et en énergie primaire et données concernant les émissions de CO₂

- Besoins annuels en énergie primaire en kWh/a
- Besoins annuels en chaleur de chauffage en kWh/a
- Émissions annuelles de CO₂ en t CO₂/a
- Échelle de la performance énergétique primaire en kWh/m²a avec l'indication du niveau des valeurs (très faible, faible, moyen, élevé, très élevé) ainsi que la valeur du bâtiment concerné
- Échelle de l'isolation thermique du bâtiment en kWh/m²a avec l'indication du niveau des valeurs (très faible, faible, moyen, élevé, très élevé) ainsi que la valeur du bâtiment concerné
- Échelle des émissions de CO₂ du bâtiment en kgCO₂/m²a avec l'indication du niveau des valeurs (très faible, faible, moyen, élevé, très élevé) ainsi que la valeur du bâtiment concerné
- Explications concernant les valeurs fournies

4.1.4 Données concernant l'installation de chauffage et la préparation d'eau chaude sanitaire

- Description de l'installation de chauffage et de l'installation de préparation d'eau chaude sanitaire d'après toutes les données et les informations importantes servant de base au calcul de la performance énergétique

- Données énergétiques concernant la source d'énergie et les besoins en énergie de son unité de fourniture et/ou de calcul
- Explications concernant les valeurs fournies

4.1.5 Données concernant les besoins/la consommation en énergie finale

- Détermination de la consommation énergétique des installations de production de chaleur en indiquant :
 - l'année de consommation
 - la source d'énergie utilisée pour chaque installation de production de chaleur
 - la quantité consommée et l'unité de fourniture et/ou de consommation correspondante de la source d'énergie
 - un indice de consommation calculé en kWh/m²a pour les années de consommation prises en considération
- Besoins en énergie finale calculés en kWh/m²a conformément au point 5.8
- Consommation d'énergie finale mesurée en kWh/m²a conformément au point 5 (pour les constructions neuves, à reporter après 4 ans d'utilisation)
- Nom, adresse et signature de la personne ayant reporté l'indice de consommation
- Explications concernant les valeurs fournies

4.1.6 Données concernant des mesures visant une amélioration de la performance énergétique

- Pour les bâtiments existants, il convient de fournir des conseils de modernisation pour améliorer la performance énergétique du bâtiment et des installations, notamment :
 - Description de chacune des mesures
 - Economie réalisée en termes de coûts énergétiques pour chacune des mesures sur une période de 20 ans¹
 - Economies énergétiques prévues grâce aux mesures
 - Classification et classement du bâtiment et des installations dans les classes de performance énergétique (classe A à I) lors de l'exécution de chacune des mesures
- Evaluation globale des conseils de modernisation, notamment :
 - Économie globale estimée de toutes les mesures proposées en kWh/m²a. (La totalité des économies mentionnées peut être inférieure à la somme de chacune des mesures car un effet contraire peut se produire.)
 - Economie globale réalisée en termes de coûts énergétiques pour toutes les mesures sur une période de 20 ans¹
 - Classification et classement du bâtiment et des installations dans les classes de performance énergétique (classe A à I) lors de l'exécution de toutes les mesures
- Explications des principales valeurs de cette page

¹ Pour calculer l'économie réalisée en termes de coûts énergétiques, il y a lieu d'appliquer le prix de l'énergie en €/kWh publié par le Ministère au moment de la délivrance.

4.2 Répartition en classes de performance énergétique

En vue d'attester la qualité énergétique d'un bâtiment d'habitation, une répartition en neuf classes de performance énergétique est réalisée. Ces classes concernent la performance énergétique, l'isolation thermique et les émissions de CO₂ d'un bâtiment d'habitation.

4.2.1 Classes de performance énergétique

La classe de performance énergétique est déterminée sur la base de l'indice du besoin total en énergie primaire Q_P. A cet effet, il convient de prendre en considération les classes de performance énergétique suivantes :

Catégories de bâtiment		Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe H	Classe I
1	Habitat MFH	≤ 45	≤ 75	≤ 85	≤ 100	≤ 155	≤ 225	≤ 280	≤ 355	> 355
2	Habitat EFH	≤ 45	≤ 95	≤ 125	≤ 145	≤ 210	≤ 295	≤ 395	≤ 530	> 530

Illustration 4 – Classes de performance énergétique, valeurs en [kWh/m²a]

4.2.2 Classes de performance énergétique en matière d'isolation thermique

L'isolation thermique est déterminée sur la base des besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H. A cet effet, il convient de prendre en considération les classes de performance énergétique suivantes :

Catégories de bâtiment		Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe H	Classe I
1	Habitat MFH	≤ 14	≤ 27	≤ 43	≤ 54	≤ 85	≤ 115	≤ 150	≤ 185	> 185
2	Habitat EFH	≤ 22	≤ 43	≤ 69	≤ 86	≤ 130	≤ 170	≤ 230	≤ 295	> 295

Illustration 5 – Classes de performance énergétique en matière d'isolation thermique, valeurs en [kWh/m²a]

4.2.3 Classes de performance énergétique en matière d'impact sur l'environnement

L'impact sur l'environnement est déterminé sur la base de l'indice d'émissions totales de CO₂, Q_{CO2}. A cet effet, il convient de prendre en considération les classes de performance énergétique suivantes :

Catégories de bâtiment		Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe H	Classe I
1	Habitat MFH	≤ 10	≤ 17	≤ 19	≤ 22	≤ 34	≤ 49	≤ 77	≤ 97	> 97
2	Habitat EFH	≤ 11	≤ 21	≤ 27	≤ 32	≤ 46	≤ 65	≤ 107	≤ 144	> 144

Illustration 6 – Classes de performance énergétique en matière d'impact sur l'environnement, valeurs en [kgCO₂/m²a]

5 CALCULS

5.1 Calculs généraux

5.1.1 Définition des types de surface d'un bâtiment

Le tableau ci-après illustre la répartition de la surface de plancher d'un bâtiment.

Surface de plancher				
Surface nette				Surface de construction
Surface utile		Surface de dégagement	Surface d'installation	
Surface utile principale	Surface utile secondaire			

Tableau 7 – Répartition de la surface de plancher d'un bâtiment

5.1.1.1 Surface de plancher GF

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 nette et en surface de construction.

Les surfaces horizontales doivent être mesurées dans leurs dimensions réelles, en projection verticale sur un plan horizontal. Pour les cages d'escalier, les cages d'ascenseur et les puits destinés au stockage ou à l'élimination, la surface de plancher est déterminée de la même façon que si le plancher les traversait. Cela s'applique également aux trémies d'escalier d'une surface maximale de 5 m². Dans les autres cas, il s'agit d'une ouverture qui ne fait pas partie de la surface de plancher.

5.1.1.2 Surface de construction KF

Par surface de construction, on entend la surface horizontale occupée, à l'intérieur de la surface de plancher, par les éléments formant l'enveloppe du bâtiment et par les éléments intérieurs de la construction, tels que les murs, les cloisons, les piliers et les garde-corps. En font partie les embrasures de fenêtres et de portes, pour autant que ces surfaces ne soient pas prises en compte dans la surface nette. Les éléments tels que les cloisons mobiles ou les parois d'armoires ne sont pas considérés comme des éléments de la construction. Les cloisons et les parois d'armoires sont considérées comme mobiles lorsque le plancher et le plafond sont continus et que le concierge peut les remplacer. Les embrasures de fenêtres et de portes pouvant être fermées au moyen de garde-corps font partie de la surface de construction.

5.1.1.3 Surface nette NGF

Par surface 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 nette se divise en surface utile, surface de dégagement et surface d'installations. Les surfaces des cloisons mobiles, des parois d'armoires et des appareils/meubles de cuisine et de salle de bains/toilettes font partie de la surface nette. Les ouvertures pratiquées dans les murs qui ne peuvent être fermées font également partie de la surface nette. Les embrasures de fenêtre comptent également dans la surface nette lorsque le plancher fini est continu. Aux fins du présent règlement, les cloisons et les parois de séparation ainsi que les équipements mobiles dont la hauteur n'atteint pas celle du local peuvent être négligés.

5.1.1.4 Surface utile

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

5.1.1.5 Surface utile principale

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

5.1.1.6 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. Dans l'habitation, les surfaces utiles secondaires sont notamment les buanderies, les greniers et les caves, les débarras, les garages, les abris, les locaux à poubelles.

5.1.1.7 Surface de dégagement

Par surface de dégagement, on entend la partie de la surface nette qui assure exclusivement l'accès aux surfaces utiles. Dans l'habitation, les surfaces de dégagement sont notamment les couloirs situés en dehors des appartements ou des locaux de travail, les halls d'entrée du bâtiment, les escaliers, les rampes et les cages d'ascenseur.

5.1.1.8 Surface d'installations

Par surface d'installations, on entend la partie de la surface nette qui est affectée aux installations du bâtiment. La surface d'installations comprend notamment les locaux affectés aux installations, les machines des ascenseurs ou d'autres installations de transport, les puits/gaines destinés au stockage et à l'élimination, les étages d'installations ainsi que les espaces abritant des réservoirs.

5.1.2 Surface de référence énergétique A_n

La surface de référence énergétique A_n correspond à la partie conditionnée de la surface nette à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Pour déterminer A_n , il convient de répertorier et d'additionner tous les locaux conditionnés¹ qui font partie de la surface nette. A_n est déterminée comme suit :

$$A_n = \sum_i A_i \quad [m^2]$$

où

A_i : [m²] est la surface nette délimitée par les éléments de construction d'un espace utile/d'une zone

- Les locaux qui nécessitent un conditionnement aux fins de leur utilisation font partie de la surface de référence énergétique. Dans le cas d'une utilisation multiple d'un local, le facteur déterminant pour le classement de la surface de référence énergétique consiste à établir s'il existe une utilisation qui nécessite un conditionnement.
- Pour les locaux qui présentent des hauteurs différentes tels qu'un local situé sous le toit, seule fait partie de la surface de référence énergétique la partie de la surface dont la hauteur² est supérieure à 1,0 m.

¹ Locaux pour lesquels le chauffage ou la climatisation est nécessaire

² La hauteur d'un local va du bord supérieur du plancher fini au bord inférieur du plafond fini. Pour les plafonds comportant des poutres apparentes, la mesure est effectuée entre les poutres.

- Ne font pas partie de la surface de référence énergétique les surfaces d'installations et les surfaces utiles secondaires (à l'exception des locaux sanitaires, des garde-robes, des débarras ou d'autres locaux utilisés à des fins similaires), même si elles sont comprises dans l'enveloppe thermique.

Surface de référence énergétique : classement des locaux (à titre d'information)

Locaux climatisés	Locaux faisant partie de la surface de référence énergétique
	<ul style="list-style-type: none"> • Cages d'escalier et couloirs, s'ils ne sont pas en contact avec l'extérieur • Salles de séjour, chambres à coucher, salles de réunion • Locaux de travail, salles de jeux et ateliers • Cuisines, salles de bains, autres salles d'eau • Salles de fête et de manifestation
Locaux non climatisés	Locaux ne faisant pas partie de la surface de référence énergétique
	<ul style="list-style-type: none"> • Locaux destinés à l'approvisionnement en combustibles • Garages • Débarras non compris dans l'enveloppe thermique • Surfaces ouvertes sur l'extérieur telles que les balcons communs, les terrasses et similaires • Buanderies, séchoirs, chaufferies, garages pour équipements roulants

Tableau 8 – Types d'utilisation des locaux

5.1.3 Volume d'air chauffé d'un bâtiment V_n

Le volume d'air d'un bâtiment V_n correspond à la somme de tous les locaux dont les surfaces font partie de la surface de référence énergétique A_n , multipliée par la hauteur du local/de la zone significative du point de vue du renouvellement de l'air. Il est déterminé comme suit :

$$V_n = A_n \cdot 2,5m \quad [m^3]$$

où :

A_n [m²] est la surface de référence énergétique conformément au point 5.1.2
 2,5 [m] correspond à la hauteur significative d'un espace utile/d'une zone du point de vue du renouvellement de l'air standard

5.1.4 Volume bâti chauffé brut V_e

Le volume bâti chauffé brut V_e correspond au volume de construction compris dans la surface de l'enveloppe du bâtiment A (dimensions extérieures). Lors de la détermination du volume bâti chauffé brut V_e , il convient de prendre en considération la surface de l'enveloppe du bâtiment sans coefficients de correction de la température conformément au point 5.1.5.

5.1.5 Surface de l'enveloppe du bâtiment A

L'enveloppe du bâtiment se compose des éléments de construction qui englobent complètement et de toute part les locaux climatisés (dimensions extérieures). La surface de l'enveloppe du bâtiment A se compose des surfaces en contact avec l'extérieur, avec des locaux non chauffés, avec le sol ainsi qu'avec tout local voisin chauffé ou faiblement chauffé. La surface de l'enveloppe du bâtiment A comprend le volume bâti chauffé brut V_e . Elle doit être à la fois isolée thermiquement et étanche à l'air et elle est évaluée d'après les déperditions de chaleur à l'aide des coefficients de correction de la température. La surface de l'enveloppe du bâtiment est déterminée d'après les dimensions extérieures en tenant compte des conditions suivantes :

- Les éléments de construction en contact avec des zones ayant une température ambiante équivalente sont considérés sans transferts de chaleur et par conséquent ne doivent pas être pris en considération lors de l'évaluation énergétique.
- En présence d'habillages, de murs de protection et de toits ventilés, la couche d'isolation constitue la limite extérieure.
- En présence d'éléments de toiture chauffés (lucarnes), il convient de prendre en considération les surfaces extérieures réellement existantes et le volume dans la surface de l'enveloppe du bâtiment ou le volume brut, et non les inclinaisons du toit.
- Il y a lieu d'inclure, avec leur acceptation dans l'architecture, les ouvertures des éléments de construction (fenêtres, portes).
- Les couloirs intérieurs qui ne sont pas chauffés mais qui sont séparés de la cage d'escalier doivent être compris dans la zone chauffée.
- En présence de jardins d'hiver non chauffés mais ventilés et de loggias entièrement vitrées, la surface de l'enveloppe du bâtiment passe le long du mur de séparation entre le noyau de l'habitation et le jardin d'hiver.
- Les cours intérieures avec une couverture vitrée (patio fermé) ne sont pas comprises dans l'enveloppe du bâtiment, à moins qu'elles ne soient chauffées.
- Pour chacune des phases du projet, les dimensions et les valeurs exactes correspondant à chaque échelle s'appliquent. Pour les constructions achevées, les surfaces sont déterminées d'après les dimensions finales aux limites des éléments de construction.
- En principe, la partie la plus à l'extérieur de l'élément de construction (couverture) est prise comme dimension extérieure. En cas de double façade comprenant un espace vide de plus de 10 cm d'épaisseur, la limite intérieure de l'espace vide est prise comme dimension extérieure. Dans le cas de toitures avec une couverture de terre de plus de 10 cm, le bord inférieur de la terre est pris comme dimension extérieure.
- Les éléments de construction cylindriques doivent être calculés à l'aide des formules d'approximation appropriées.
- Les ouvertures de balcons, des éléments de constructions en saillie, etc. doivent être comprises dans leur totalité. Les éléments de construction avec des structures doivent être traités comme des surfaces planes, dans la mesure où la surface réelle ne dépasse pas ou ne rentre pas de plus de 20 cm par rapport à la surface définie comme étant la partie la plus extérieure de la façade.
- Les locaux qui, par définition, ne font pas partie de la surface de référence énergétique A_n , peuvent être compris dans l'enveloppe thermique, par exemple lorsque cela donne une surface de l'enveloppe thermique plus petite ou lorsque cela permet d'éviter des ponts thermiques. L'objectif est de réduire les besoins en énergie de chauffage. Lorsque, dans une situation donnée, il est difficile de déterminer quel côté d'un local doit être considéré comme faisant partie de l'enveloppe thermique, il convient d'opter pour la surface avec le plus petit coefficient de déperdition de chaleur H_T . La surface d'un local non climatisé, compris dans l'enveloppe thermique du bâtiment, n'est toutefois pas calculée dans la surface de référence énergétique A_n .
- Les locaux conditionnés de manière non active à l'intérieur de l'enveloppe thermique doivent être étanches à l'air par rapport à l'extérieur. Dans les locaux de chauffage, l'air de combustion doit être amené directement au brûleur.

Pour déterminer la surface de l'enveloppe du bâtiment, il convient de multiplier toutes les surfaces partielles par les coefficients correspondants de correction de la température conformément au point 5.2.1.3. La surface de l'enveloppe du bâtiment A est calculée d'après la formule suivante :

$$A = \sum_i A_i \cdot F_{\theta,i} \quad [\text{m}^2]$$

où :

A_i [m²] est la surface transmettant la chaleur pour l'élément de construction correspondant
 $F_{\vartheta,i}$ [-] est le coefficient de correction de la température conformément aux tableaux 9 et 10

5.1.6 Rapport de la surface de l'enveloppe d'un bâtiment et du volume bâti chauffé brut A/V_e

Le rapport A/V_e d'un bâtiment, qui est utilisé comme paramètre déterminant pour la caractérisation du bâtiment, est calculé d'après la formule suivante :

$$A/V_e = \frac{A}{V_e} \quad [1/m]$$

où :

A [m²] est la surface de l'enveloppe du bâtiment à déterminer conformément au point 5.1.5
 V_e [m³] est le volume bâti chauffé brut conformément au point 5.1.4

5.2 Calculs relatifs au chauffage

5.2.1 Besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H

Par besoins annuels en chaleur de chauffage, on entend la quantité de chaleur nécessaire par an pour maintenir le volume bâti chauffé brut à une température intérieure moyenne, tel que défini au point 6.2. Les calculs se réfèrent à un comportement standard des usagers et à des conditions climatiques standard.

Les **besoins mensuels en chaleur de chauffage** sont calculés de la manière suivante :

$$Q_{h,M} = Q_{tl,M} - \eta_M \cdot (Q_{s,M} + Q_{i,M}) \quad [\text{kWh/M}]$$

où :

$Q_{h,M}$ [kWh/M]	besoins mensuels en chaleur de chauffage (les valeurs numériques négatives sont prises égales à zéro)
$Q_{tl,M}$ [kWh/M]	dépense mensuelles de chaleur par ventilation et par transmission
η_M [-]	taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur
$Q_{s,M}$ [kWh/M]	gains de chaleur solaires mensuels à travers des éléments de construction transparents
$Q_{i,M}$ [kWh/M]	gains thermiques internes mensuels
Indice M	durée de référence correspondant à un mois

Les **besoins annuels en chaleur de chauffage** sont calculés de la manière suivante :

$$Q_h = \sum_M Q_{h,M} \quad [\text{kWh/a}]$$

où :

Q_h [kWh/a]	besoins annuels en chaleur de chauffage additionnés sur tous les mois de l'année
$Q_{h,M}$ [kWh/M]	besoins mensuels en chaleur de chauffage

5.2.1.1 Indice de besoin en chaleur de chauffage, q_H

Le rapport des besoins annuels en chaleur de chauffage Q_h et de la surface de référence énergétique A_n est défini comme les besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H .

$$q_H = \frac{Q_h}{A_n} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

5.2.1.2 Calcul de la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation et par transmission

La déperdition de chaleur mensuelle par ventilation et par transmission est définie comme suit :

$$Q_{tl,M} = 0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\vartheta_i - \vartheta_{e,M}) \cdot t_M \cdot f_{ze} \quad [\text{kWh/M}]$$

où :

$Q_{tl,M}$ [kWh/M]	dépense mensuelles de chaleur par ventilation et par transmission
H_T [W/K]	coefficient de déperdition de chaleur par transmission
H_V [W/K]	le coefficient de déperdition de chaleur spécifique par ventilation

ϑ_i	[°C]	température intérieure moyenne réelle (res sentie par le corps humain) ; moyenne arithmétique de la température de l'air et de la température des rayonne- ments au centre de la zone utilisée
$\vartheta_{e,M}$	[°C]	température extérieure moyenne par mois pour le climat de référence du Luxem- bourg, conformément au point 6.8
t_M	[d/M]	nombre de jours du mois considéré
f_{ze}	[-]	coefficient de correction pour une période déterminée de chauffage

5.2.1.3 Calcul du coefficient de déperdition de chaleur par transmission

Pour calculer le coefficient de déperdition de chaleur par transmission, il convient d'appliquer la formule suivante :

$$H_T = \sum_i (U_i \cdot A_i \cdot F_{\vartheta,i}) + H_{WB} \quad [W/K]$$

Le coefficient déperdition de chaleur due à des ponts thermiques linéaires H_{WB} est calculé comme suit :

$$H_{WB} = \sum_i (F_{\vartheta,i} \cdot \Psi_i \cdot l_i) \quad [W/K]$$

où :

$F_{\vartheta,i}$	[-]	coefficient de correction de la température du pont thermique i, conformément aux valeurs visées aux tableaux 9 et 10
Ψ_i	[W/(mK)]	coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique i (conformément à la norme DIN EN ISO 10211-2)
l_i	[m]	longueur du pont thermique i

H_{WB} peut être simplifié de la manière suivante :

$$H_{WB} = \sum_i (A_i \cdot F_{\vartheta,i}) \cdot \Delta U_{WB} \quad [W/K]$$

où :

ΔU_{WB}	[W/(m ² K)]	facteur de correction des ponts thermiques, se reporter au point 5.2.1.4
A_i	[m ²]	surface de l'élément de construction correspondant
H_T	[W/K]	coefficient de déperdition de chaleur par transmission
U_i	[W/(m ² K)]	coefficient de transmission thermique pour l'élément de construction correspondant
$F_{\vartheta,i}$	[-]	coefficient de correction de la température conformément aux tableaux 9 et 10

5.2.1.3.1 Coefficient de correction de la température pour les déperditions de chaleur d'éléments de construction en contact avec des locaux non chauffés $F_{\vartheta,i}$

Le coefficient de correction de la température $F_{\vartheta,i}$ d'éléments de construction en contact avec des locaux non chauffés est égal au rapport de la différence de température entre l'intérieur du local et le local non chauffé et de la différence de température entre l'intérieur du local et le climat extérieur. Il peut être déterminé de la manière suivante :

$$F_{\vartheta,i} = \frac{H_{ue}}{H_{ue} + H_{iu}}$$

H_{ue}	[W/K]	coefficient de déperdition de chaleur d'un local non chauffé vers l'extérieur
H_{iu}	[W/K]	coefficient de déperdition de chaleur entre un local chauffé et non chauffé

H_{ue} et H_{iu} prennent en considération les déperditions de chaleur par ventilation et par transmission. Afin de ne pas sous-estimer la déperdition de chaleur par transmission, seule la déperdition de chaleur par transmission est prise en compte pour l'évaluation de H_{iu} . Les déperditions par ventilation dans H_{ue} sont calculées conformément à la norme EN ISO 13789, point 5.4.

En l'absence d'un calcul justificatif, il y a lieu d'appliquer les valeurs par défaut ci-après, visées au tableau 9.

Flux thermique à travers l'élément de construction i	Coefficient de correction de la température $F_{\theta,i}$	R_{se} m ² K/W	R_{si} m ² K/W
Mur extérieur	1,00	0,04	0,13
Mur extérieur, ventilé	1,00	0,13	0,13
Toit / plafond en contact avec l'extérieur	1,00	0,04	0,10
Sol en contact avec l'extérieur	1,00	0,04	0,17
Murs et fenêtres en contact avec une construction en saillie non chauffée présentant un vitrage de type :			
- vitrage simple $U_w > 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,80	0,13	0,13
- vitrage double $U_w < 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,70	0,13	0,13
- vitrage isolant $U_w < 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,50	0,13	0,13
Mur pignon (mur de jambette)	1,00	0,13	0,13
Mur en contact avec des combles dont la construction n'est pas achevée ($U_e > 0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)	0,90	0,13	0,13
Mur en contact avec des combles dont la construction est achevée ($U_e \leq 0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)	0,70	0,13	0,13
Mur en contact avec un local non chauffé	0,80	0,13	0,13
Mur en contact avec un local tampon (cage d'escalier, atrium)	0,50	0,13	0,13
Mur en contact avec le terrain	Tableau 10	0,00	0,13
Plafond en contact avec des combles dont la construction n'est pas achevée ($U_e > 0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)	0,90	0,10	0,10
Plafond en contact avec des combles dont la construction est achevée ($U_e \leq 0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)	0,70	0,10	0,10
Plafond en contact avec un local non chauffé	0,80	0,10	0,10
Plafond en contact avec un local tampon (cage d'escalier, atrium)	0,50	0,10	0,10
Plancher en contact avec un local non chauffé	0,80	0,17	0,17
Plancher en contact avec une cave non chauffée (entièrement enterrée)	0,55	0,17	0,17
Plancher en contact avec un local tampon (cage d'escalier, atrium)	0,50	0,17	0,17
Plancher en contact avec le terrain	Tableau 10	0,00	0,17
Eléments de construction en contact avec des locaux chauffés ³	/	/	/

³ Les éléments de construction en contact avec des zones ayant une température ambiante équivalente sont considérés sans transmission de chaleur et ne sont pas pris en considération lors de l'évaluation énergétique.

Tableau 9 – Coefficient de correction de la température $F_{\vartheta,i}$ des éléments en contact avec l'extérieur ou des locaux non chauffés

5.2.1.3.2 Coefficient de correction de la température pour les déperditions de chaleur d'éléments de construction en contact avec le terrain $F_{\vartheta,i}$

Le coefficient réducteur $F_{\vartheta,i}$ d'éléments de construction en contact avec le terrain est égal au rapport du coefficient de transmission thermique, en tenant compte de l'effet isolant du terrain, et du coefficient de transmission thermique, sans tenir compte de l'effet du terrain. Les coefficients de transmission thermique, en tenant compte de l'effet isolant du terrain, sont calculés conformément à la norme EN ISO 13370.

En l'absence d'un calcul justificatif, il y a lieu d'appliquer les valeurs par défaut ci-après visées au tableau 10 relatives aux coefficients de transmission thermique, sans tenir compte de l'effet isolant du terrain.

Les facteurs de correction de la température sont fonction de la valeur U de l'élément de construction (U_{WG0} ou U_{FG0}) ainsi que, pour le plancher, du rapport de la surface de plancher A_{FG} et de son périmètre P_{FG} .

		$F_{\vartheta,i}$ pour des murs en contact avec le terrain			$F_{\vartheta,i}$ pour le plancher en contact avec le terrain								
		< 0,4	0,4-0,6	> 0,6	$A_{FG}/P_{FG} < 5m$			$5m \leq A_{FG}/P_{FG} \leq 10m$			$A_{FG}/P_{FG} > 10m$		
U_{WG0} ou U_{FG0} W/(m ² K)		< 0,4	0,4-0,6	> 0,6	< 0,4	0,4-0,6	> 0,6	< 0,4	0,4-0,6	> 0,6	< 0,4	0,4-0,6	> 0,6
Profondeur dans le terrain ⁴	< 0,5 m	0,95	0,93	0,91	0,73	0,65	0,57	0,60	0,51	0,42	0,48	0,39	0,30
	0,5 ... < 1 m	0,91	0,87	0,87	0,72	0,63	0,54	0,60	0,50	0,40	0,47	0,38	0,29
	1 ... < 2 m	0,86	0,81	0,76	0,70	0,61	0,52	0,59	0,49	0,39	0,45	0,37	0,29
	2 ... < 3 m	0,80	0,72	0,64	0,68	0,58	0,48	0,55	0,46	0,37	0,44	0,36	0,27
	> 3 m	0,74	0,65	0,56	0,66	0,55	0,44	0,53	0,44	0,35	0,42	0,34	0,26

Tableau 10 – coefficient de correction de la température $F_{\vartheta,i}$ pour des locaux chauffés en contact avec le terrain

où :

U_{WG0} [W/(m² K)]

valeur U d'un mur en contact avec le terrain avec $R_{se} = 0$

U_{FG0} [W/(m² K)]

valeur U d'un plancher en contact avec le terrain avec $R_{SE} = 0$

R_{se} [m²K/W]

résistance thermique extérieure

A_{FG} [m²]

surface de l'enveloppe thermique en contact avec le terrain

P_{FG} [m]

périmètre de A_{FG} sur les limites extérieures du bâtiment ou en contact avec des locaux non chauffés en dehors du périmètre de l'isolation thermique. Les bords en contact avec locaux voisins chauffés ne sont pas pris en compte.

5.2.1.4 Ponts thermiques

Dans la mesure du possible, il faut réduire au minimum l'influence des ponts thermiques structurels, géométriques et liés aux matériaux, conformément aux règles de la technique. Lors de la détermination des besoins annuels en chaleur de chauffage, il convient de prendre en considération les ponts thermiques selon l'une des possibilités suivantes :

⁴ Bord supérieur du sol jusqu'au bord inférieur du plancher

1. Prise en compte en augmentant les coefficients de transmission thermique du facteur de correction des ponts thermiques $\Delta U_{WB}=0,10$ [W/(m²K)] pour l'ensemble de la surface de l'enveloppe du bâtiment A.
2. Dans le respect des exemples de planification et d'exécution conformément à la norme DIN 4108 Bbl2, prise en compte en augmentant les coefficients de transmission thermique du facteur de correction des ponts thermiques $\Delta U_{WB}=0,05$ [W/(m²K)] pour la surface de l'enveloppe du bâtiment A.
3. Détermination par calcul des ponts thermiques conformément à la norme DIN EN ISO 10211-2, selon le point 5.2.1.3.

Dans le cas de bâtiments planifiés selon le standard de la maison passive, seule la troisième variante proposée est admise.

Dans la mesure où sont pris en considération tous les coefficients de déperdition des ponts thermiques des raccordements d'un élément de construction extérieur A en contact avec des éléments de construction voisins extérieurs B, C, ... dans la valeur U de l'élément de construction extérieur A (ou dans l'élément de construction voisin extérieur B, C,...), le supplément dû au pont thermique relatif à la surface de l'élément de construction extérieur A peut être supprimé.

5.2.1.5 Calcul du coefficient de déperdition de chaleur par ventilation

Le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation est calculé d'après la formule suivante :

$$H_V = c_{PL} \cdot V_n \cdot n \quad [W/K]$$

Pour les bâtiments sans installation de ventilation

$$n = 0,35 + n_{50} \cdot e + 0,05 \quad [1/h]$$

où 0,35 est le taux de renouvellement d'air neuf hygiénique minimum en h⁻¹ et où 0,05 est un taux de renouvellement d'air neuf supplémentaire en h⁻¹ généré par l'utilisation standard du bâtiment, notamment par l'ouverture de portes et de fenêtres.

Pour les bâtiments équipés d'une installation de ventilation pour l'ensemble du bâtiment

$$n = \frac{\dot{V}_{L,m}}{V_n} \cdot (1 - \eta_L) \cdot (1 - \eta_{EWT}) + n_{50} \cdot e + 0,05 \quad [1/h]$$

où le rapport $\dot{V}_{L,m} / V_n$ doit, d'après le présent règlement, au minimum correspondre au taux de renouvellement d'air neuf hygiénique de 0,35 h⁻¹.

Pour les bâtiments combinés avec ou sans installation de ventilation

S'il existe plusieurs installations de ventilation et/ou zones de bâtiment ou si le taux de renouvellement d'air neuf n'est pas réalisé dans toutes les zones à travers les installations de ventilation, mais qu'il est également réalisé grâce à une ventilation naturelle, il faut tenir compte de l'équation ci-après dans le calcul :

$$n = \frac{\left(\sum_i \dot{V}_{L,m,i} \cdot (1 - \eta_{L,i}) \cdot (1 - \eta_{EWT}) \right) + V_r \cdot 0,35}{V_n} + n_{50} \cdot e + 0,05 \quad [1/h]$$

où
$$V_r = V_n - \sum_i V_{r,L,i} \quad [m^3]$$

Le rapport $\dot{V}_{L,m,i} /$ somme des volumes d'air $V_{r,L,i}$ considérés pour cette installation doit, d'après le présent règlement, au minimum correspondre au taux de renouvellement d'air neuf hygiénique de $0,35 \text{ h}^{-1}$.

où

c_{pL}	[Wh/m ³ K]	capacité thermique massique de l'air fixée à 0,34 Wh/m ³ K
H_v	[W/K]	coefficient de déperdition de chaleur par ventilation
$\dot{V}_{L,m,i}$	[m ³ /h]	débit volumique horaire d'air en service de l'installation, avec l'indice i pour plusieurs installations, conformément au point 5.4.1
V_n	[m ³]	volume d'air chauffé d'un bâtiment, conformément au point 5.1.3
V_r	[m ³]	volume d'air qui, en tant que partie du volume d'air chauffé d'un bâtiment, n'est pas renouvelé par une installation de ventilation
$V_{r,L,i}$	[m ³]	volume d'air qui, en tant que partie du volume d'air chauffé d'un bâtiment, est renouvelé à travers des installations de ventilation, avec plusieurs locaux et l'indice i
n	[1/h]	taux de renouvellement d'air effectif (efficace sur le plan énergétique)
$\eta_{L,i}$	[%]	taux de fourniture de chaleur du système de récupération de chaleur en conditions d'exploitation, avec l'indice i pour plusieurs installations ; celui-ci doit correspondre à des données certifiées. Pour les installations de ventilation sans système de récupération de chaleur, telles que les installations d'évacuation d'air vicié, $\eta_L = 0$.
η_{EWT}	[%]	taux de fourniture de chaleur de l'échangeur de chaleur géothermique. EWT standard: 0,20 EWT optimal (> 40m): 0,30 Il est possible d'utiliser des valeurs plus précises sur présentation de résultats de calculs correspondants.
e	[-]	classe de protection conformément au tableau 11

Coefficient e de la classe de protection	Plus d'une façade exposée aux intempéries
Aucune protection : bâtiments situés sur un terrain dégagé, construction haute en centre-ville	0,10
Protection moyenne : bâtiments situés sur un terrain boisé ou entourés de constructions éparses, constructions de périphérie	0,07 (standard)
Protection élevée : bâtiments en centre ville entouré de constructions de grande hauteur, bâtiments situés dans des forêts	0,04

Tableau 11 – Coefficient e de la classe de protection

Le taux de renouvellement d'air neuf hygiénique standard de $0,35 \text{ h}^{-1}$ sert uniquement à la présente méthode de démonstration et ne constitue aucune restriction par rapport aux exigences spécifiques concernant le taux de renouvellement d'air en matière de sécurité et d'hygiène. Étant donné que le renouvellement d'air standard représente une valeur moyenne annuelle, le taux de renouvellement d'air de l'installation de ventilation peut être supérieur.

5.2.1.6 Chauffage intermittent.

Si la température de consigne du bâtiment baisse pendant la nuit, cela entraîne une diminution de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur au cours de la période de chauffage. Cette diminution est prise en considération comme ci-après par l'évaluation d'un coefficient de correction f_{ze} qui affecte les déperditions de chaleur annuelles et mensuelles.

Pour le calcul des bâtiments d'habitation relevant des catégories 1 et 2 visées au tableau 20, il y a lieu de toujours prendre en considération l'influence d'une réduction nocturne exclusive, sauf s'il n'est pas possible de prévoir une réduction nocturne avec l'installation. Dans ce cas, il convient de prévoir un fonctionnement de l'installation de chauffage continu dans le calcul. Le coefficient de correction f_{ze} pour la période déterminée de chauffage est défini comme suit :

sans l'influence d'une réduction nocturne (fonctionnement continu de l'installation de chauffage)

$$f_{ze} = 1,0 \quad [-]$$

avec une réduction nocturne exclusive

$$f_{ze} = 0,9 + \frac{0,1}{(1+h)} \quad [-]$$

avec une réduction nocturne et en fin de semaine (non autorisée pour les bâtiments d'habitation aux fins de la délivrance de l'attestation de performance énergétique ; valable uniquement pour le calcul des besoins individuels en chauffage)

$$f_{ze} = 0,75 + \frac{0,25}{(1+h)} \quad [-]$$

où h est la déperdition de chaleur spécifique du bâtiment en termes de température

$$h = \frac{(H_T + H_V)}{A_n} \quad [W/(m^2K)]$$

où :

A_n	[m ²]	surface de référence énergétique conformément au point 5.1.2
H_T	[W/K]	coefficient de déperdition de chaleur par transmission conformément au point 5.2.1.3
H_V	[W/K]	coefficient de déperdition de chaleur par ventilation conformément au point 5.2.1.5

5.2.1.7 Calcul des gains thermiques intérieurs mensuels

$$Q_{i,M} = 0,024 \cdot q_{i,M} \cdot A_n \cdot T_M$$

$Q_{i,M}$	[kWh/M]	gains thermiques intérieurs mensuels
q_{iM}	[W/m ²]	gains thermiques intérieurs moyens et spécifiques conformément au point 6.2, tableau 21
A_n	[m ²]	surface de référence énergétique conformément au point 5.1.2
T_M	[d/M]	nombre de jours du mois

5.2.1.8 Calcul des gains thermiques solaires mensuels au moyen d'éléments de construction transparents

$$Q_{s,M} = 0,024 \cdot A_j \cdot g_{\perp j} \cdot F_{h,i} \cdot F_{0,i} \cdot F_{f,i} \cdot F_{w,i} \cdot F_{G,i} \cdot F_{V,i} \cdot I_{S,M,r} \cdot T_M \quad [kWh/M]$$

Les fenêtres dont l'inclinaison par rapport à l'horizontale est $\leq 30^\circ$ sont affectées à l'horizontale ; dans les autres cas, elles sont affectées à l'orientation correspondante.

Il y a lieu de déterminer les influences de l'ombrage aussi précisément que possible, conformément au point 5.2.1.8. S'il n'existe pas d'ombrage particulier dû à des constructions (niveau, éléments extérieur en saillie ou panneau latéral) pour chacune des fenêtres, il convient d'appliquer les facteurs suivants :

$$F_{h,i} = 0,95 \quad F_{0,i} = 0,95 \quad F_{w,i} = 0,95$$

où

T_M	[d/M]	nombre de jours du mois
$Q_{s,M}$	[kWh/M]	gains thermiques solaires mensuels ; déterminés selon 9 orientations (4 orientations cardinales, 4 orientations intermédiaires et l'horizontale) puis additionnés.
A_i	[m ²]	surface vitrée de chaque fenêtre (cotes de gros œuvre)
$g_{\perp i}$	[-]	taux de transmission d'énergie solaire totale à l'incidence perpendiculaire d'une fenêtre (valeurs par défaut conformément au tableau 12)
$F_{h,i}$	[-]	le facteur d'ombrage partiel d'une fenêtre dû à une construction avoisinante conformément au tableau 14
$F_{0,i}$	[-]	facteur d'ombrage partiel d'une fenêtre dû à une saillie extérieure horizontale conformément au tableau 15
$F_{f,i}$	[-]	facteur d'ombrage partiel d'une fenêtre dû à une saillie extérieure latérale conformément au tableau 16
$F_{W,i}$	[-]	coefficient de perte en raison de l'incidence non verticale conformément au tableau 13
$F_{V,i}$	[-]	facteur d'encrassement d'une fenêtre conformément au tableau 13
$F_{G,i}$	[-]	surface vitrée d'une fenêtre i par rapport aux cotes de gros œuvre
$I_{S,M,r}$	[W/(m ² M)]	rayonnement solaire moyen par mois, en fonction de l'orientation, sur une surface (climat de référence du Luxembourg) conformément au tableau 53

Signification des indices: i: détermine l'élément de construction correspondant
 M: valeur du mois
 r: valeur dépendant de l'orientation

A des fins de simplification des calculs, les fenêtres sont comprises avec l'orientation la plus proche, soit nord, sud, est, ouest, nord-est, nord-ouest, sud-est et sud-ouest. La projection exacte des fenêtres sur une orientation intermédiaire quelconque est également admise. Le rayonnement solaire doit alors être déterminé à partir de la moyenne géométrique des deux orientations cardinales/intermédiaires les plus proches selon la formule suivante :

$$I_{S,M,x} = \sqrt{I_{S,M,r1} \cdot I_{S,M,r2}} \quad [W/m^2]$$

Indice x le rayonnement sur la surface située sur une orientation intermédiaire
 Indices r₁ et r₂ les rayonnements sur les orientations cardinales/intermédiaires le plus proche

Les systèmes d'ombrage actifs (stores, auvents, etc.), qui servent généralement à protéger contre la chaleur en été, ne sont pas pris en considération dans le présent règlement pour la détermination du besoin en chaleur de chauffage.

Éléments de construction transparents	Valeurs standard ¹⁾ du taux de transmission total g_{\perp}
Vitrage simple	0,87
Vitrage double ou deux vitres séparées	0,75
Vitrage isolant, vitrage double avec revêtement spécial	0,50 à 0,70 (0,60)
Vitrage triple normal	0,60 à 0,70 (0,65)
Vitrage triple avec double revêtement spécial	0,40 à 0,60 (0,50)
Vitrage de protection solaire	0,20 à 0,50 (0,35)

Tableau 12 – Valeurs indicatives du taux de transmission de l'énergie solaire g_{\perp}

- 1) L'utilisation de valeurs exactes, conformes à une norme européenne en vigueur ou à des instructions certifiées du fabricant, est admise et même souhaitée. Dans le cas contraire, il convient d'utiliser les valeurs standards fixées dans le tableau 12. En cas d'indication de fourchettes de valeurs, la valeur entre crochets correspond à la valeur standard à appliquer.

Orientation	Coefficient du facteur de réduction en raison de l'incidence non verticale $F_{W,i}$	Facteur d'encrassement $F_{V,i}$
Horizontale	86%	85%
Nord	80%	95%
Nord-est	83%	95%
Nord-ouest	83%	95%
Est	87%	95%
Sud	78%	95%
Sud-est	82%	95%
Sud-ouest	82%	95%
Ouest	87%	95%

Tableau 13 – Coefficient du facteur de réduction $F_{W,i}$, facteur d'encrassement $F_{V,i}$

5.2.1.8.1 Facteur d'ombrage partiel dû à une construction avoisinante

Le facteur d'ombrage dû à une construction avoisinante peut être déterminé en fonction des fenêtres ou de la façade. Dans le cas d'une détermination en fonction de la façade, l'angle de vue est déterminé par rapport au centre de la façade. Il convient de prendre en considération les constructions effectivement existantes au moment du calcul et, dans le cas de projets concernant plusieurs bâtiments, l'ombre projetée par d'autres bâtiments du projet.

Angle de vue α	Facteur d'ombrage partiel dû à une construction avoisinante °		
	Sud	Est/ouest	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
10°	0,96	0,94	1,00
20°	0,78	0,79	0,97
30°	0,56	0,67	0,93
40°	0,43	0,59	0,90

Tableau 14 – Facteur d’ombrage partiel $F_{h,i}$

5.2.1.8.2 Facteur d’ombrage partiel dû à un élément en saillie horizontale

Le facteur d’ombrage dû à un élément en saillie doit être déterminé en fonction des fenêtres. L’angle est déterminé par rapport au centre de la fenêtre.

Angle de surplomb α	Facteur d’ombrage partiel dû à un élément en saillie horizontale		
	Sud	Est/ouest	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
30°	0,91	0,90	0,91
45°	0,77	0,77	0,80
60°	0,54	0,59	0,66

Tableau 15 – Facteur d’ombrage partiel $F_{0,i}$

5.2.1.8.3 Facteur d’ombrage partiel dû à un élément en saillie latérale

Le facteur d’ombrage dû à un panneau latéral doit être déterminé en fonction des fenêtres. L’angle est déterminé par rapport au centre de la fenêtre. La valeur de calcul est valable pour un panneau installé sur un seul des côtés de la fenêtre. Pour les fenêtres orientées à l’est ou à l’ouest, cette valeur est également valable pour les panneaux latéraux exposés sur le côté sud de la fenêtre. Pour les panneaux latéraux exposés sur le côté nord, il convient d’utiliser le facteur de 1,0. Pour les fenêtres orientées au sud dotées de panneaux latéraux de chaque côté, il y a lieu de multiplier les deux valeurs de calcul entre elles.

Élément extérieur en saillie latérale β	Facteur d’ombrage partiel dû à un élément extérieur en saillie latérale		
	Sud	Est/ouest	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
30°	0,94	0,92	1,00
45°	0,85	0,84	1,00
60°	0,73	0,75	1,00

Tableau 16 – Facteur d’ombrage partiel $F_{t,i}$

Légende :

a) coupe verticale

b) coupe horizontale

α angle de surplomb

β angle de vue d’un élément extérieur en saillie latérale

Le facteur d’ombrage des fenêtres en contact avec des locaux non chauffés et des locaux voisins chauffés ou climatisés est pris égal à zéro. Les orientations intermédiaires doivent être interpolées de manière linéaire.

5.2.1.9 Calcul du taux d’utilisation mensuel des apports internes et solaires

Aux fins du calcul du taux d’utilisation η_M , il faut considérer deux cas en utilisant les formules suivantes :

$$\eta_M = F_g \cdot \eta_{0M}$$

Rapport mensuel des gains thermiques/pertes

$$\gamma_M = \frac{Q_{s,M} + Q_{i,M}}{Q_{t,M}} \quad [-]$$

Le calcul du taux d'utilisation mensuel selon les deux cas différents :

$$\text{si } \gamma_M \neq 1 \quad \eta_{0M} = \frac{1 - \gamma_M^a}{1 - \gamma_M^{(a+1)}} \quad [-]$$

$$\text{si } \gamma_M = 1 \quad \eta_{0M} = \frac{a}{a+1} \quad [-]$$

$$a = 1 + \frac{\tau}{15} \quad [-]$$

$$\tau = \frac{C_{wirik}}{H_T + H_V} \quad [h]$$

où :

η_M	[-] :	taux d'utilisation mensuel des gains thermiques
η_{0M}	[-] :	taux d'utilisation mensuel des gains thermiques sans tenir compte de la transmission thermique au local avec une régulation optimale des températures ambiantes
γ_M	[-] :	rapport mensuel des gains thermiques/pertes
a	[-] :	paramètre
$Q_{s,M}$	[kWh/M] :	gains thermiques solaires mensuels à travers des éléments de construction transparents
$Q_{i,M}$	[kWh/M] :	gains thermiques intérieurs mensuels
$Q_{t,M}$	[kWh/M] :	déperdition de chaleur mensuelle par ventilation et par transmission
τ	[h] :	inertie thermique du bâtiment
H_T	[W/K] :	coefficient déperdition de chaleur par transmission
H_V	[W/K] :	coefficient déperdition de chaleur par ventilation
C_{wirik}	[Wh/K] :	capacité thermique utile $C_{wirik} = 15 V_e$ pour des constructions légères (constructions en bois) $C_{wirik} = 30 V_e$ pour des constructions moyennement lourdes (constructions mixtes en bois et en dur) $C_{wirik} = 50 V_e$ pour des constructions lourdes (éléments de constructions extérieurs et intérieurs massifs)
V_e	[m ³] :	volume bâti chauffé brut
F_g	[-] :	coefficient réducteur de régulation

L'inertie et la précision de la régulation du système de distribution et de transport de la chaleur fournie à l'air ambiant, entraînent parfois une augmentation non souhaitée de la température ambiante. Il en résulte une augmentation des déperditions thermiques ou une réduction de l'utilisation des gains intérieurs et solaires à des fins de chauffage, ce qui est pris en compte par la valeur F_g lors du calcul du taux d'utilisation mensuel. Le coefficient réducteur de régulation F_g implique la plus mauvaise utilisation des gains thermiques, lorsque les températures ambiantes ne sont régulées dans aucun local.

Régulation de la température ambiante	F _g
Régulation de la température d'un seul local avec régulation de la température d'entrée en fonction des conditions extérieures	1,00
Régulation de la température du local de référence	0,90
Régulation de la température d'entrée en fonction des conditions extérieures (comme régulation unique)	0,80
Bâtiments sans dispositif de régulation	0,70

Tableau 17 – Coefficient réducteur de régulation F_g

Il est recommandé d'utiliser des vannes de régulation de la température ambiante d'une précision de 1K.

5.2.2 Besoin énergétique spécifique pour la distribution et le stockage de la chaleur q_{H,A}

La perte d'énergie due à la distribution et au stockage de chaleur q_{H,A} est calculée par la somme de la perte due à la distribution de chaleur q_{H,V} et de la perte due au stockage de la chaleur q_{H,S} à l'aide de la formule suivante :

$$q_{H,A} = q_{H,V} + q_{H,S} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

q_{H,V} [kWh/m²a] pertes spécifiques de distribution conformément au point 6.3.1.3
q_{H,S} [kWh/m²a] pertes spécifiques de stockage conformément au point 6.3.1.4

5.2.3 Quantité spécifique de chaleur à fournir par l'installation de production de chaleur Q_H

La chaleur spécifique qu'il est nécessaire de fournir par une installation de production de chaleur Q_H est calculée à partir des besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H, des pertes énergétiques spécifique dues à la distribution et au stockage de la chaleur q_{H,A} à l'aide de la formule suivante :

$$Q_H = q_H + q_{H,A} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

q_H [kWh/m²a] besoins énergétiques spécifiques en chaleur de chauffage conformément au point 5.2.1.1
q_{H,A} [kWh/m²a] besoins énergétiques spécifiques pour la distribution et le stockage de la chaleur conformément au point 5.2.2

5.2.4 Besoin spécifique d'énergie finale pour le chauffage Q_{E,H}

L'énergie spécifique totale pour couvrir les besoins de chauffage Q_{E,H} est calculée à partir de la quantité spécifique de chaleur fournie par une installation de production de chaleur Q_H conformément au point 5.2.3, du facteur de dépense l'installation de production de chauffage e_{E,H} conformément au point 6.3.1.2 ainsi que du taux de couverture c_H avec plusieurs installations de production de chaleur, visé au point 6.3.1.1, à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{E,H} = \sum_i Q_{E,H,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

$$Q_{E,H,i} = Q_H \cdot e_{E,H,i} \cdot c_{H,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{E,H,i}$	[kWh/m ² a]	besoin spécifique d'énergie finale pour le chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur
Q_H	[kWh/m ² a]	quantité spécifique de chaleur utile totale fournie par une installation de production de chaleur
$e_{E,H,i}$	[-]	facteur de dépense de l'installation de production de chauffage pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.3.1.2
$c_{H,i}$	[-]	taux de couverture de la production de chaleur avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.3.1.1, où la somme de tous les c = 1

5.2.5 Besoin spécifique en énergie primaire nécessaire pour couvrir les besoins de chauffage $Q_{P,H}$

L'énergie primaire spécifique nécessaire pour couvrir les besoins de chauffage $Q_{P,H}$ est calculée à partir de l'énergie finale spécifique nécessaire pour couvrir les besoins de chauffage $Q_{E,H}$ et du facteur de dépense en énergie primaire $e_{P,H}$ conformément au point 6.5, à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{P,H} = \sum_i Q_{P,H,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

$$Q_{P,H,i} = Q_{E,H,i} \cdot e_{P,H,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{P,H,i}$	[kWh/m ² a]	besoin spécifique en énergie primaire nécessaire pour couvrir les besoins en chaleur de chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur
$Q_{E,H,i}$	[kWh/m ² a]	besoin spécifique d'énergie finale pour couvrir les besoins de chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, pour l'installation de production de chaleur avec la part correspondante d'énergie annuelle, conformément au point 5.2.4
$e_{P,H,i}$	[-]	facteur de dépense en énergie primaire pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.5

5.3 Calculs relatifs à l'eau chaude sanitaire

5.3.1 Indice d'énergie utile pour la préparation d'eau chaude sanitaire Q_{ww}

Les besoins en énergie utile pour la production d'eau chaude sanitaire sont calculés à partir de la somme des besoins en énergie pour l'eau chaude sanitaire q_{ww} , de la consommation énergétique pour les pertes de circulation et de distribution $q_{ww,v}$ et les besoins énergétiques pour le stockage d'eau chaude sanitaire $q_{ww,s}$ à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{ww} = q_{ww} + q_{ww,v} + q_{ww,s} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

q_{WW}	[kWh/m ² a]	besoins spécifiques en énergie pour la préparation d'eau chaude sanitaire conformément au point 6.2, tableau 21
$q_{WW,V}$	[kWh/m ² a]	pertes spécifiques de circulation et de distribution conformément au point 6.3.2
$q_{WW,S}$	[kWh/m ² a]	les pertes spécifiques de stockage conformément au point 6.3.2.4

5.3.2 Besoin spécifique d'énergie finale pour la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$

Le besoin spécifique d'énergie finale pour la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$ est calculé d'après l'indice d'énergie utile pour la préparation d'eau chaude sanitaire Q_{WW} et le facteur de dépense de l'installation de préparation d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ visé au point 6.3.1.2, à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{E,WW} = \sum_i Q_{E,WW,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

$$Q_{E,WW,i} = Q_{WW} \cdot c_{WW,i} \cdot e_{E,WW,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{E,WW,i}$	[kWh/m ² a]	besoin spécifique d'énergie finale nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur
Q_{WW}	[kWh/m ² a]	besoin spécifique total d'énergie utile nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire conformément au point 5.3.1
$c_{WW,i=1}$	[-]	taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique conformément au point 6.3.2.1
$c_{WW,i=2}$	[-]	le taux de couverture de la production de chaleur par un chauffage de base conformément au point 6.3.2.1
$c_{WW,i=3}$	[-]	taux de couverture de la production de chaleur par un chauffage complémentaire conformément au point 6.3.2.1
$e_{E,WW,i}$	[-]	facteur de dépense de la production d'eau chaude sanitaire, chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.3.2.2

5.3.3 Besoin spécifique en énergie primaire nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire $Q_{P,WW}$

Le besoin spécifique en énergie primaire nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire est calculée à partir de l'énergie spécifique finale nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$ et du facteur de dépense en énergie primaire de la production d'eau chaude sanitaire $e_{P,WW}$, en utilisant la formule suivante :

$$Q_{P,WW} = \sum_i Q_{P,WW,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

$$Q_{P,WW,i} = Q_{E,WW,i} \cdot e_{P,WW,i} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{P,WW,i}$	[kWh/m ² a]	besoin spécifique en énergie primaire nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur
--------------	------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

$Q_{E,WW,i}$ [kWh/m ² a]	besoin spécifique en énergie finale pour la production d'eau chaude sanitaire avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 5.3.2
$e_{P,WW,i}$ [-]	facteur de dépense en énergie primaire pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.3.2

5.4 Calcul relatif aux besoins en énergie des auxiliaires

5.4.1 Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations de ventilation $Q_{Hif,L}$

Les besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations de ventilation $Q_{Hif,L}$ sont calculés d'après la puissance absorbée spécifique q_L du dispositif de ventilation utilisé en fonction du débit horaire d'air de service $\dot{V}_{L,m}$ et du nombre d'heures de fonctionnement par an de l'installation t_B à l'aide des formules suivantes :

$$Q_{Hif,L} = \frac{t_B \cdot 10^{-3} \cdot \sum_i q_{L,i} \cdot \dot{V}_{L,m,i}}{A_n} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

avec

$$\dot{V}_{L,m} = \frac{\sum_i V_{r,L,i} \cdot (n_H \cdot t_{B,H} + n_N \cdot t_{B,N})}{24} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

avec pour un débit d'air de service connu de l'installation de ventilation, à l'aide de la formule suivante:

$$\dot{V}_{L,m} = \frac{\sum_i V_{r,L,i} \cdot \left(\frac{\dot{V}_L}{\sum_i V_{r,L,i}} \cdot t_{B,H} + n_N \cdot t_{B,N} \right)}{24} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Le rapport $\dot{V}_{L,m}$ / somme des volumes d'air $V_{r,L,i}$ considérés pour cette installation doit, d'après le présent règlement, au minimum correspondre au renouvellement d'air neuf hygiénique de $0,35 \text{ h}^{-1}$.

où :

t_B	nombre d'heures de fonctionnement par an d'une installation avec 4.440 h/a, où $t_B = t_H \cdot 24$
$t_{B,H}$	durée de fonctionnement en régime nominal en h/d; la valeur standard est 24 h/d ; pour un débit d'air de service connu, la valeur usuelle est 14 h/d
$t_{B,N}$	durée de fonctionnement en régime réduit en h/d ; la valeur standard est 0 h/d ; pour un débit d'air de service connu, la valeur usuelle est 10 h/d
t_H	durée de la période de chauffage en d/a ; d'après le présent règlement, la période de chauffage est de 185 d/a
n_H	taux renouvellement d'air moyen au cours de la durée de fonctionnement en régime nominal pendant la période de chauffage ; valeur minimale $0,35 \text{ h}^{-1}$.
n_N	taux de renouvellement d'air moyen au cours de la durée de fonctionnement en régime réduit pendant la période de chauffage ; valeur minimale: $0,35 \text{ h}^{-1}$.
$q_{L,i}$	puissance absorbée spécifique d'un dispositif de ventilation avec l'indice i pour plusieurs installations, conformément au point 1.5
V_n	le volume d'air chauffé d'un bâtiment en m ³
\dot{V}_L	débit d'air de service d'une installation de ventilation en [m ³ /h]

$V_{r,L,i}$ volume d'air d'un local, qui en tant que partie du volume d'air chauffé d'un bâtiment, n'est pas renouvelé par une installation de ventilation avec l'indice i pour plusieurs locaux, en [m³]

$\dot{V}_{L,m,i}$ débit horaire d'air de service d'une installation de ventilation avec l'indice i pour plusieurs installations, en [m³/h]

5.4.2 Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations techniques $Q_{Hilf,A}$

Pour le calcul des besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations techniques, il convient de prendre en considération tous les équipements consommant de l'électricité pour la distribution, le stockage, la production et la transmission de chaleur ; les installations de régulation doivent également être incluses. Les besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations techniques sont calculés à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{Hilf,A} = \sum_i (q_{H,Hilf,i} \cdot c_{H,i}) + q_{H,Hilf,V} + q_{H,Hilf,S} + q_{H,Hilf,\dot{U}} + \sum_i (q_{WW,Hilf,i} \cdot c_{WW,i}) + q_{WW,Hilf,V} + q_{WW,Hilf,S} \quad \text{in [kWh/m}^2\text{a]}$$

où :

$q_{H,Hilf,i}$ besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur conformément au point 6.3.1.2, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur

$c_{H,i}$ taux de couverture de la production de chaleur avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.3.1.1

$q_{H,Hilf,V}$ besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution de chaleur conformément au point 6.3.1.3

$q_{H,Hilf,S}$ besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage de chaleur conformément au point 6.3.1.4

$q_{H,Hilf,\dot{U}}$ besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la transmission de chaleur conformément au point 6.3.1.5

$q_{WW,Hilf,i}$ besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le chauffage d'eau chaude sanitaire conformément au point 6.3.2.2, avec plusieurs installations de production de chaleur et l'indice i

$c_{WW,i=1}$ taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique conformément au point 6.3.2.1

$c_{WW,i=2}$ taux de couverture de la production de chaleur par un chauffage de base conformément au point 6.3.2.1

$c_{WW,i=3}$ taux de couverture de la production de chaleur par un chauffage complémentaire conformément au point 6.3.2.1

$q_{WW,Hilf,V}$ besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution d'eau chaude sanitaire conformément au point 6.3.2.3

$q_{WW,Hilf,S}$ besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage d'eau chaude sanitaire conformément au point 6.3.2.4

5.4.3 Besoin spécifique d'énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins en énergie des auxiliaires $Q_{E,Hilf}$

Le besoin spécifique d'énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins en énergie des auxiliaires est calculée à partir des besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations techniques $Q_{Hilf,A}$ et des besoins en énergie des auxiliaires des installations de ventilation $Q_{Hilf,L}$ à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{E,Hilf} = Q_{Hilf,L} + Q_{Hilf,A} \quad \text{[kWh/m}^2\text{a]}$$

5.4.4 Besoin spécifique en énergie primaire nécessaire pour couvrir les besoins en énergie des auxiliaires $Q_{P,Hilf}$

Besoin spécifique en énergie primaire nécessaire pour couvrir les besoins en énergie des auxiliaires est calculée à partir de l'énergie spécifique finale nécessaire pour couvrir les besoins en énergie des auxiliaires $Q_{E,Hilf}$ et du facteur de dépense en énergie primaire $e_{P,Hilf}$ de la source d'énergie utilisée, conformément au point 6.5, en utilisant la formule suivante :

$$Q_{P,Hilf} = Q_{E,Hilf} \cdot e_{P,Hilf} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

5.5 Indice du besoin total en énergie primaire Q_P

L'indice du besoin total en énergie primaire Q_P est obtenu à partir de la somme des besoins spécifiques en énergie primaire pour le chauffage $Q_{P,H}$, l'eau chaude sanitaire $Q_{P,WW}$ et l'énergie des auxiliaires $Q_{P,Hilf}$ à l'aide de la formule suivante :

$$Q_P = Q_{P,H} + Q_{P,WW} + Q_{P,Hilf} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

5.6 Emissions de CO_2

Pour la construction de bâtiments d'habitation, il convient de calculer les impacts sur l'environnement sous la forme d'émissions de CO_2 . Il y a lieu d'utiliser les résultats des calculs conformément au point 5.

5.6.1 Emissions spécifiques de CO_2 dues au chauffage $Q_{CO_2,H}$

Les émissions spécifiques de CO_2 découlant des besoins spécifiques en chaleur de chauffage sont déterminées d'après la formule suivante :

$$Q_{CO_2,H} = \sum_i Q_{E,H,i} \cdot e_{CO_2,H,i} \quad [\text{kgCO}_2/\text{m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{E,H,i}$ [kWh/m²a] besoin spécifique d'énergie finale des besoins en chaleur de chauffage pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, à déterminer selon chaque cas conformément au point 5.2.4 ou au point 5.7.4

$e_{CO_2,H,i}$ [kgCO₂/kWh] facteur environnemental pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.6

5.6.2 Émissions spécifiques de CO_2 dues à la préparation d'eau chaude sanitaire $Q_{CO_2,WW}$

Les émissions spécifiques de CO_2 découlant des besoins en énergie pour la préparation d'eau chaude sanitaire sont déterminées d'après la formule suivante :

$$Q_{CO_2,WW} = \sum_i Q_{E,WW,i} \cdot e_{CO_2,WW,i} \quad [\text{kgCO}_2/\text{m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{E,WW,i}$ [kWh/m²a] besoin spécifique d'énergie finale pour la préparation d'eau chaude sanitaire, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur,

à déterminer selon chaque cas conformément au point 5.3.2 ou au point 5.7.6

$e_{CO_2,WW,i}$ [kgCO₂/kWh] facteur environnemental pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au point 6.6

5.6.3 Émissions spécifiques de CO₂ dues aux besoins spécifiques en énergie des auxiliaires $Q_{CO_2,Hilf}$

Les émissions spécifiques de CO₂ découlant des besoins spécifiques en énergie des auxiliaires sont déterminées d'après la formule suivante :

$$Q_{CO_2,Hilf} = Q_{E,Hilf} \cdot e_{CO_2,Hilf} \quad [kgCO_2/m^2a]$$

où :

$Q_{E,Hilf}$ [kWh/m²a] besoin spécifique d'énergie finale pour couvrir les besoins en énergie des auxiliaires $Q_{E,Hilf}$, conformément au point 5.4.3. Pour les bâtiments existants, il peut être déterminé de manière simplifiée $Q_{Hilf,A}$ conformément au point 5.7.7

$e_{CO_2,Hilf}$ [kgCO₂/kWh] facteur environnemental pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur et conformément au point 6.6

5.6.4 Emissions spécifiques totales de CO₂ Q_{CO_2}

Les émissions totales de CO₂ d'un bâtiment sont déterminées à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{CO_2} = Q_{CO_2,H} + Q_{CO_2,WW} + Q_{CO_2,Hilf} \quad [kgCO_2/m^2a]$$

où :

$Q_{CO_2,H}$ [kgCO₂/m²a] émissions spécifiques dues au chauffage exprimées en kg équivalent CO₂ conformément au point 5.6.1

$Q_{CO_2,WW}$ [kgCO₂/m²a] émissions spécifiques dues à la production d'eau chaude sanitaire exprimées en kg équivalent CO₂ conformément au point 5.6.2

$Q_{CO_2,Hilf}$ [kgCO₂/m²a] émissions spécifiques dues aux besoins en énergie des auxiliaires exprimées en kg équivalent CO₂ conformément au 5.6.3

5.7 Particularités concernant les bâtiments existants

En principe, il convient de réunir des données aussi précises que possible concernant le bâtiment et les installations. Dans le cas de bâtiments existants, y compris leurs installations, s'il n'est raisonnablement pas possible de réunir les données nécessaires à l'évaluation, les méthodes simplifiées prévues aux points ci-après peuvent être utilisées. L'évaluation des besoins annuels en chaleur de chauffage est réalisée de la même manière que pour les constructions neuves conformément au point 5.2.1.

5.7.1 Détermination simplifiée de la surface de référence énergétique

La surface de référence énergétique A_n est en principe calculée conformément au point 5.1.2. Dans le cas de constructions d'habitation collective, la surface de référence énergétique peut être déterminée de manière simplifiée. Dans ce cas, la somme de toutes les surfaces de plancher est déterminée et les surfaces des étages pleins sont calculées d'après leur dimension extérieure.

Pour les étages supérieurs, qui présentent un volume utile réduit (par exemple en raison d'inclinaisons du toit), il y a lieu de déterminer la surface de plancher en fonction de la dimension de l'étage situé au-dessous à l'aide de la formule suivante :

$$A_{OG,n} = A_{OG} \cdot \frac{V_{e,OG}}{V_{e,OG-1}} \quad \text{avec} \quad \frac{V_{e,OG}}{V_{e,OG-1}} \leq 1,0 \quad [m^2]$$

où :

$A_{OG,n}$ [m ²]	surface de référence énergétique prise en considération pour l'étage supérieur
A_{OG} [m ²]	surface de plancher brute de l'étage supérieur
$V_{e,OG}$ [m ³]	le volume brut de l'étage supérieur
$V_{e,OG-1}$ [m ³]	volume brut de l'étage situé au-dessous de l'étage supérieur

Les sous-sols sont également considérés comme des étages à part entière, dans la mesure où ils sont conditionnés.

Les étages utilisés exclusivement pour héberger des installations techniques servant à équiper le bâtiment ne sont pas considérés comme des étages à part entière.

Dans le cas d'étages à utilisation mixte (p. ex. habitation et hébergement d'installations techniques), il y a lieu de compter comme surface de plancher uniquement la surface disponible à des fins d'habitation.

La surface de référence énergétique est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$A_n = A_{GF} \cdot 0,85 \quad [m^2]$$

5.7.2 Détermination simplifiée des déperditions de chaleur par transmission

Les déperditions de chaleur par transmission dans les bâtiments existants sont calculées conformément aux points 5.2.1.3 et 5.2.1.4. En cas d'assainissement d'un bâtiment existant avec une isolation intérieure, il convient d'utiliser une valeur pour le facteur de correction des ponts thermiques ΔU_{WB} de 0,15 W/m²K.

5.7.3 Détermination simplifiée des déperditions de chaleur par ventilation

Les déperditions de chaleur par ventilation dans les bâtiments existants sont calculées conformément au point 5.2.1.5. Pour les bâtiments existants, lorsqu'il n'existe aucune valeur mesurée, il convient d'utiliser, comme valeur indicative, des valeurs de l'étanchéité à l'air n_{50} conformément au tableau suivant :

Type de bâtiment (bâtiments existants uniquement)		n_{50} valeur indicative [1/h]
1	Bâtiment existant – non étanche	≈ 8,0
2	Bâtiment existant – peu étanche	≈ 6,0
3	Bâtiment existant – étanche	≈ 4,0

Tableau 18 – Valeurs indicatives pour n_{50} – Valeurs pour des bâtiments existants

Dans le cas de bâtiments existants de construction récente, il est possible d'utiliser des valeurs meilleures, conformément au tableau 2. La classification des bâtiments dans différentes catégories relève de la responsabilité de la personne délivrant l'attestation.

5.7.4 Détermination simplifiée des facteurs d'ombrage

Dans le cas de bâtiments existants et dans le cadre de l'attestation de la performance énergétique, il est possible d'appliquer la simplification ci-après lors de la détermination des facteurs d'ombrage ci-après pour toutes les orientations :

$F_{h,i}$	[-]	Facteur d'ombrage partiel dû à une construction avoisinante
$F_{0,i}$	[-]	Facteur d'ombrage partiel dû à un élément extérieur horizontal en saillie
$F_{f,i}$	[-]	Facteur d'ombrage partiel dû à un élément extérieur latéral en saillie

Facteur d'ombrage partiel dû à une construction avoisinante $F_{h,i}$		Facteur d'ombrage partiel dû à un élément extérieur horizontal en saillie $F_{0,i}$		Facteur d'ombrage partiel dû à un élément extérieur latéral en saillie $F_{f,i}$	
Emplacement dégagé <i>15° ou moins</i>	0,95	Saillie < 0,3 m	0,95	Panneau latéral < 0,3 m	0,95
Emplacement protégé <i>20°</i>	0,80	Saillie 0,3 – 1,0 m	0,80	Panneau latéral 0,3 – 1,0 m	0,90
Environnement urbain <i>25°</i>	0,70	Saillie 1,0 – 2,0 m	0,70	Panneau latéral 1,0 – 2,0 m	0,80
Constructions denses <i>30° ou plus</i>	0,60	Saillie > 2,0 m	0,60	Panneau latéral > 2,0 m	0,75

Tableau 19 – Détermination simplifiée des facteurs d'ombrage $F_{h,i}$, $F_{0,i}$, $F_{f,i}$ pour des bâtiments existants

Pour les fenêtres orientées au sud dotées de panneaux latéraux de chaque côté, il y a lieu de multiplier les deux valeurs de calcul entre elles.

5.7.5 Détermination simplifiée du besoin spécifique d'énergie finale pour couvrir les besoins de chauffage $Q_{E,H}$

La détermination du besoin spécifique d'énergie finale pour couvrir les besoins de chauffage peut être simplifiée à l'aide de la formule ci-après. A cet effet, il convient d'utiliser le facteur de dépense de l'installation de production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ conformément au point 6.4.1.

$$Q_{E,H} = q_H \cdot e_{E,H} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

q_H	[kWh/m ² a]	indice du besoin en chaleur de chauffage conformément au point 5.2.1.1 conformément aux simplifications générales indiquées au point 5.7
$e_{E,H}$	[-]	facteur de dépense de l'installation de production de chaleur de chauffage, y compris la distribution, le stockage et les pertes de transmission, conformément au point 6.4.1

5.7.6 Détermination simplifiée du besoin spécifique de l'énergie finale nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$

La détermination du besoin spécifique de l'énergie finale nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$ peut être simplifiée à l'aide de la formule ci-après. A cet effet, il convient d'utiliser facteur de dépense de l'installation de production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ conformément au point 6.4.2.

$$Q_{E,WW} = q_{WW} \cdot e_{E,WW} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

q_{WW}	[kWh/m ² a]	besoins spécifiques en énergie pour l'eau chaude sanitaire conformément au point 6.2, tableau 21
$e_{E,WW}$	[-]	facteur de dépense de l'installation de production d'eau chaude sanitaire, y compris le stockage, la distribution et la transmission, conformément au point 6.4.2

5.7.7 Détermination simplifiée des besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations techniques $Q_{Hilf,A}$

Il est possible de déterminer de manière simplifiée les besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des bâtiments existants à l'aide de paramètres prédéfinis.

$$Q_{Hilf,A} = Q_{Hilf,H} + Q_{Hilf,WW} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{Hilf,H}$	[kWh/m ² a]	besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur, y compris la distribution, le stockage et la transmission conformément au point 6.4.1
$Q_{Hilf,WW}$	[kWh/m ² a]	besoins en énergie des auxiliaires pour la production d'eau chaude sanitaire, y compris la distribution, le stockage et la transmission conformément au point 6.4.2

5.7.8 Détermination simplifiée des valeurs U et des valeurs g des éléments de construction

Les coefficients de transmission thermique (valeurs U, anciennement appelées « valeurs k ») et les valeurs g doivent être déterminés de manière aussi précise que possible à partir des plans, du dossier de construction et des couches des éléments de construction, ou séparément. Il est possible de déterminer de manière simplifiée le coefficient de transmission thermique pour des bâtiments existants et des éléments de construction du bâtiment, lorsque la composition précise de la construction n'est pas connue. A cet effet, il convient de recourir à des structures standards appropriées de couches et/ou à des typologies existantes.

5.8 Consommation spécifique totale d'énergie finale $Q_{E,V}$

La consommation spécifique d'énergie finale en doit être déterminée en fonction de la consommation énergétique réelle mesurée. Elle sert, en premier lieu, à la comparaison avec le besoin spécifique d'énergie finale obtenue ainsi qu'à l'évaluation du comportement des usagers. Les valeurs obtenues à partir des consommations effectives ne sont pas utilisées comme critère pour l'évaluation du bâtiment.

Pour la méthode en rapport avec la consommation effective, il convient d'utiliser, pour le calcul du besoin spécifique en énergie primaire, les mêmes résultats de calculs que ceux appliqués avec la méthode en rapport avec les besoins estimés, à l'exception des grandeurs spécifiques en rapport avec la consommation indiqués dans le présent point.

5.8.1 Consommation énergétique moyenne $q_{V,m}$

La valeur de la consommation énergétique doit être déterminée sur une période de référence d'au moins 3 ans ; elle est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$q_{V,m} = \frac{\sum_i^n q_{V,i}}{n} \quad [\text{kWh/a}]$$

et

$$q_{V,i} = V_i \cdot e_i \quad [\text{kWh/a}]$$

où :

$q_{V,i}$	consommation énergétique au cours de l'année de référence i
V_i	consommation énergétique annuelle d'une source d'énergie de son unité de consommation ou unité de calcul
e_i	pouvoir calorifique de la source d'énergie utilisée au cours de l'année i conformément au tableau 52
n	nombre d'années

Si l'unité de consommation ou l'unité de calcul de la source d'énergie est fonction du pouvoir calorifique supérieur H_s , celui-ci doit être converti en pouvoir calorifique inférieur H_i à l'aide des facteurs ci-après, afin de permettre la comparaison entre le besoin calculé et la consommation mesurée.

$$V_i = \frac{V_s}{F_{s,i}} \quad [\text{unité d'une source d'énergie}]$$

où :

V_i	consommation énergétique en fonction du pouvoir calorifique inférieur
V_s	consommation énergétique en fonction du pouvoir calorifique supérieur
$F_{s,i}$	facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur pour les différentes sources d'énergie, conformément au tableau 52

Il est recommandé de pondérer les données relatives à la consommation en tenant compte du climat selon les normes en vigueur.

5.8.2 Consommation spécifique d'énergie pour un système de chauffage central et de production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H,WW}$

La consommation corrigée d'énergie finale pour la production de chaleur par un système centralisé et la production d'eau chaude sanitaire doit être évaluée en rapport avec la surface de référence énergétique à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{E,V,H,WW} = \frac{q_{V,m}}{A_n} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

Il convient d'utiliser les besoins spécifiques d'énergie finale pour couvrir les **besoins de chauffage** $Q_{E,H}$ conformément au point 5.2.4 et les besoins spécifiques d'énergie finale pour la **production d'eau chaude sanitaire** $Q_{E,WW}$ conformément au point 5.3.2 comme valeurs en rapport avec le besoin spécifique $Q_{E,B}$.

$$Q_{E,B,H,WW} = Q_{E,H} + Q_{E,WW} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{E,H}$ [kWh/m²a] besoin spécifique d'énergie finale pour le chauffage visé au point 5.2.4
 $Q_{E,WW}$ [kWh/m²a] besoin spécifique d'énergie finale pour la production d'eau chaude sanitaire conformément au point 5.3.2

L'énergie finale spécifique en rapport avec la consommation effective doit alors être considérée en comparaison avec l'énergie finale en rapport avec les besoins estimés. La personne délivrant le certificat est tenue de documenter dans le certificat de performance énergétique du bâtiment d'habitation les écarts importants entre le besoin énergétique estimé et la consommation effective mesurée, ainsi que les causes possibles.

$$Q_{E,V,H,WW} \approx Q_{E,B,H,WW}$$

5.8.3 Consommation spécifique d'énergie pour un système de chauffage central et une production décentralisée d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H}$

Pour les installations de chauffage central avec production d'eau chaude sanitaire (électrique) décentralisée, la consommation corrigée d'énergie finale pour le chauffage doit être évaluée en rapport avec la surface de référence relative à l'énergie à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{E,V,H} = \frac{q_{V,m}}{A_n} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

Il convient d'utiliser l'énergie finale pour couvrir les **besoins spécifiques de chauffage** $Q_{E,H}$ conformément au point 5.2.4 comme valeur en rapport les besoins estimés.

$$Q_{E,B,H} = Q_{E,H} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où :

$Q_{E,H}$ [kWh/m²a] besoin spécifique d'énergie finale pour le chauffage conformément au point 5.2.4

L'énergie finale en rapport avec la consommation effective doit alors être comparée à l'énergie finale en rapport avec les besoins spécifiques estimés. La personne délivrant le certificat est tenue de documenter dans le certificat de performance énergétique du bâtiment d'habitation les écarts importants entre le besoin spécifique estimé et la consommation énergétique mesurée, ainsi que les causes possibles.

$$Q_{E,V,H} \approx Q_{E,B,H}$$

6 TABLEAUX

6.1 Catégories de bâtiment

Catégories de bâtiment		Destinations (exemples)
1	Habitat MFH	Immeubles à appartements, immeubles à appartements en résidence secondaire et immeubles à appartements mitoyens
2	Habitat EFH	Maisons d'habitation uni et multifamiliales, maisons d'habitation uni et bifamiliale en résidence secondaire et maisons d'habitation uni et bifamiliale, constructions mitoyennes

Tableau 20 – Catégories de bâtiment

6.2 Paramètres standard

Pour tous les calculs relatifs aux besoins annuels en chaleur de chauffage et aux besoins en énergie pour la préparation d'eau chaude sanitaire, il y a lieu d'utiliser des valeurs standard conformément aux tableaux suivants.

Catégories de bâtiment		Température du bâtiment [°C]	Charges internes [W/m ²]	Besoins spécifiques en énergie pour l'eau chaude sanitaire q_{ww} [kWh/m ² a]
Bâtiment d'habitation				
1	Habitat MFH	20	3,6	20,8
2	Habitat EFH	20	2,8	13,9

Tableau 21 – Paramètres standard

6.3 Évaluation des installations de chauffage et de préparation d'eau chaude sanitaire pour les bâtiments neufs

Pour le calcul des besoins en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire, il est possible d'utiliser les tableaux ci-après. Alternativement, les valeurs des besoins en énergie des auxiliaires et en chaleur, calculées sur la base de la surface, du facteur de dépense et des taux de couverture des installations de production de chaleur peuvent être déterminées conformément à la norme DIN 4701-10.

Toutes les valeurs indiquées dans les tableaux font référence à une période de chauffage de 185 d/a et ne sont valables que pour cette période de chauffage, qui sert de base de calcul.

En règle générale, les **valeurs des tableaux** peuvent être **interpolées linéairement**. Si ce n'est pas le cas, il convient d'appliquer la valeur défavorable la plus proche.

6.3.1 Chauffage

La méthode permet de calculer le besoin nécessaire à la fourniture de chaleur du bâtiment jusqu'à la transmission de chaleur dans le local d'un bâtiment. Elle comprend les pertes susceptibles de se produire lors de la production, du stockage, de la distribution et de la transmission.

6.3.1.1 Taux de couverture de la production de chaleur c_H

Il est possible d'utiliser plusieurs installations de production de chaleur en vue de couvrir les besoins annuels en chaleur de chauffage d'une zone. A cet effet, il convient de déterminer la part des besoins annuels en chaleur de chauffage couverte par chaque installation de production de chaleur. Les taux de couverture de systèmes combinés courants de production de chaleur peuvent être déterminés à partir des tableaux ci-après. Il convient alors de multiplier les taux de couverture par le facteur de dépense correspondant de l'installation de production conformément au point 6.3. Les taux de couverture peuvent également être calculés selon d'autres méthodes reconnues (conformes à l'état de la technique).

Installation de production de chaleur – Taux de couverture c_H pour des systèmes combinés de chauffage						
Système combiné d'installations de production de chaleur		c_H pour des installations de chauffage sans apport d'énergie solaire		c_H pour des installations de chauffage avec apport d'énergie solaire		
Inst. de prod. 1 (charge de base)	Inst. de prod. 2 (charge de pointe)	Inst. de prod. 1	Inst. de prod. 2	Inst. de prod. 1	Inst. de prod. 2	Inst. de prod. 3
Chaudière, pompe à chaleur, chauffage électrique, centrale de cogénération, chauffage à distance, etc.	/	1,00	/	0,90	/	0,10
Pompe à chaleur	Chaudière	0,83	0,17	0,75	0,15	0,10
Pompe à chaleur	Chauffage électrique	0,95	0,05	0,85	0,05	0,10
Centrale de cogénération	Chaudière	0,70	0,30	/	/	/

Tableau 22 – Taux de couverture de la production de chaleur

6.3.1.2 Facteur de dépense de l'installation de production de chaleur de chauffage e_H

La consommation nécessaire à la production de chaleur est illustrée dans les tableaux ci-après à l'aide du facteur de dépense de l'installation de production de chaleur de chauffage e_H pour différents systèmes. La consommation nécessaire à l'énergie des auxiliaires $q_{H,Hilf}$ est également reportée dans ces tableaux.

Facteur de dépense de l'installation de production de chauffage e_H pour les chaufferies								
Facteur de dépense de l'installation e_H , à l'extérieur de l'enveloppe thermique								
A_n (m ²)	Chaudière à température constante	Chaudière basse température			Chaudière à condensation			Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur $q_{H,Hilf}$ (kWh/m ² a)
		70/55°C	55/45°C	35/28°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	
≤100	1,38	1,15	1,14	1,12	1,08	1,05	1,00	0,79
150	1,33	1,14	1,13	1,11	1,07	1,05	1,00	0,66
200	1,30	1,13	1,12	1,11	1,07	1,04	0,99	0,58
300	1,27	1,12	1,12	1,10	1,06	1,04	0,99	0,48
500	1,23	1,11	1,11	1,10	1,05	1,03	0,99	0,38
750	1,21	1,11	1,10	1,10	1,05	1,03	0,99	0,31
1.000	1,20	1,10	1,10	1,09	1,05	1,02	0,99	0,27
1.500	1,18	1,10	1,09	1,09	1,04	1,02	0,98	0,23
2.500	1,16	1,09	1,09	1,09	1,04	1,02	0,98	0,18
5.000	1,14	1,09	1,08	1,08	1,03	1,01	0,98	0,13
≥10.000	1,13	1,08	1,08	1,08	1,03	1,01	0,98	0,09

Tableau 23 – Facteur de dépense pour la production d'énergie, chaufferies, partie 1

Facteur de dépense de l'installation e_H , à l'intérieur de l'enveloppe thermique								
A_n (m ²)	Chaudière à température constante	Chaudière basse température			Chaudière à condensation			Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur $q_{H,Hilf}$ (kWh/m ² a)
		70/55°C	55/45°C	35/28°C	70/55	55/45	35/28	
≤100	1,30	1,08	1,09	1,10	1,03	1,01	0,99	0,79
150	1,24	1,08	1,09	1,10	1,03	1,01	0,99	0,66
200	1,21	1,08	1,08	1,09	1,03	1,01	0,99	0,58
300	1,18	1,08	1,08	1,09	1,03	1,01	0,99	0,48
500	1,15	1,08	1,08	1,09	1,03	1,01	0,99	0,38
750	1,15	1,08	1,08	1,09	1,03	1,01	0,99	0,31
1.000	1,15	1,08	1,08	1,09	1,03	1,01	0,99	0,27
1.500	1,15	1,08	1,08	1,09	1,03	1,01	0,98	0,23
2.500	1,15	1,08	1,08	1,09	1,03	1,01	0,98	0,18
5.000	1,14	1,08	1,08	1,08	1,03	1,01	0,98	0,13
≥10.000	1,13	1,08	1,08	1,08	1,03	1,01	0,98	0,09

Tableau 24 – Facteur de dépense pour la production d'énergie, chaufferies, partie 2

Les cheminées, les poêles en faïence ou les poêles individuels dans le bâtiment ou dans les locaux ne sont pas pris en compte, à moins qu'ils ne constituent le seul système de chauffage. En cas de foyers individuels décentralisés, le facteur de dépense de l'installation e_H est généralement de **1,5**.

Facteur de dépense de l'installation e_H pour d'autres systèmes			
Installation de production d'énergie	Température de chauffage (°C)	Facteur de dépense de l'installation e_H (-)	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur $q_{H,Hilf}$ (kWh/m ² a)
Autres systèmes			
Chauffage à bûches ¹⁾	70/55	1,75	$15,89 \cdot A_n^{-0,96}$
Chauffage à pellets avec déperdition thermique directe et indirecte ¹⁾	70/55	1,48	$4,72 \cdot A_n^{-0,105}$
Chauffage à pellets uniquement avec déperdition thermique directe ¹⁾	70/55	1,38	$4,88 \cdot A_n^{-0,103}$
Installation thermique solaire	Toutes	0,00	0,00 ⁴⁾
PCCE décentralisée	Toutes	1,00	0,00
Pompes à chaleur électriques			
Eau/eau	55/45	0,23	$3,2 \cdot A_n^{-0,10}$
	35/28	0,19	
Sol/eau	55/45	0,27	$1,9 \cdot A_n^{-0,10}$
	35/28	0,23	
Air/eau	55/45	0,37	0,00
	35/28	0,30	
Air vicié/eau (sans installation de récupération de chaleur)	55/45	0,30	0,00 ²⁾
	35/28	0,24	
Pompe à chaleur amenée d'air/air vicié (avec installation de récupération de chaleur)	Toutes	0,34 ³⁾	0,00
Chauffage électrique			
Chauffage direct	Toutes	1,00	0,00
Chauffage à accumulation	Toutes	1,00	0,00
Chauffage à distance et chauffage de proximité	Toutes	1,01	0,00

Tableau 25 – Facteur de dépense pour la production d'énergie, autres systèmes, partie 3

- 1) Les facteurs de dépense de l'installation sont valables pour l'utilisation commune du chauffage et de la préparation d'eau chaude sanitaire. Si la préparation d'eau chaude sanitaire est effectuée autrement, il y a lieu d'utiliser les mêmes valeurs indiquées dans les tableaux. Dans le cas du chauffage à pellets, les besoins en énergie des auxiliaires pour les convoyeurs sont compris.
- 2) Dans la mesure où une puissance augmentée du ventilateur de l'équipement de ventilation a déjà été prise en considération au point 5.4.1.
- 3) Cette valeur est valable uniquement lorsque la pompe à chaleur se trouve derrière l'échangeur de chaleur de l'équipement de ventilation pour des raisons techniques de circulation fluide. Les autres configurations doivent être réalisées conformément à la norme DIN 4701. En cas d'utilisation d'une pompe à chaleur « amenée d'air/air vicié » comme seul système de chauffage, il convient de veiller à ce que l'alimentation en chaleur soit limitée par un tel système. Elle doit être connectée directement au renouvellement d'air du bâtiment prescrit et ne peut donc pas être augmentée à volonté.
- 4) Les besoins en énergie des auxiliaires d'une installation thermique solaire avec $q_{H,Hilf} = 0$ sont valables pour un système combiné avec préparation d'eau chaude sanitaire et chauffage. Dans ce cas,

les besoins en énergie des auxiliaires requis sont attribués au système de préparation d'eau chaude sanitaire. Les autres systèmes combinés doivent être réalisés conformément à la norme DIN 4701.

6.3.1.3 Distribution de la chaleur (pertes spécifiques de distribution) $q_{H,V}$

La déperdition de chaleur de la distribution en tant que grandeur spécifique $q_{H,V}$ peut être obtenue à partir des tableaux ci-après. La déperdition de chaleur est classée, pour différentes températures de référence du cycle calorifique, en fonction de la surface de référence énergétique A_n et des autres grandeurs d'influence. La distribution représente le réseau de canalisations dans le niveau de distribution (plan horizontal), des conduites (plan vertical) et des tuyaux de raccordement.

Si un local non chauffé (p. ex. la cave) ne possède pas de canalisations horizontales (raccordement vertical direct au réseau de distribution de chauffage avec une longueur de conduite (retour et refoulement) de 10 m au maximum), il convient d'adopter la même méthode que celle utilisée pour un local chauffé. Les systèmes de conduites de chauffage centralisés se trouvent généralement dans une zone chauffée.

Pertes spécifiques de distribution $q_{H,V}$

Distribution horizontale à l'extérieur de l'enveloppe thermique, $q_{H,V}$ en kWh/m ² a									
A _n (m ²)	Conduites de distribution en eau chaude sanitaire/chauffage à l'extérieur				Conduites de distribution en eau chaude sanitaire/chauffage à l'intérieur				Chauffage par amenée d'air
	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	Toutes
≤100	15,20	11,40	8,60	4,40	13,80	10,30	7,80	4,00	6,70
150	11,50	8,60	6,50	3,20	10,30	7,70	5,80	2,90	5,10
200	9,70	7,20	5,40	2,70	8,50	6,30	4,80	2,30	4,30
300	7,90	5,80	4,40	2,10	6,80	5,00	3,70	1,80	3,50
500	6,40	4,70	3,50	1,70	5,40	3,90	2,90	1,30	2,80
750	5,70	4,20	3,10	1,40	4,60	3,40	2,50	1,10	2,80
1.000	5,30	3,90	2,90	1,30	4,30	3,10	2,30	1,00	2,80
1.500	4,90	3,60	2,70	1,20	3,90	2,90	2,10	0,90	2,80
2.500	4,60	3,40	2,50	1,10	3,70	2,70	1,90	0,80	2,80
5.000	4,40	3,20	2,40	1,10	3,40	2,50	1,80	0,80	2,80
≥10.000	4,30	3,10	2,30	1,00	3,30	2,40	1,80	0,70	2,80

Tableau 26 – Déperditions de chaleur en fonction de la surface lors de la distribution de chaleur, à l'extérieur de l'enveloppe thermique

Distribution horizontale à l'intérieur de l'enveloppe thermique, $q_{H,V}$ en kWh/m ² a									
A _n (m ²)	Conduites de distribution en eau chaude sanitaire/chauffage à l'extérieur				Conduites de distribution en eau chaude sanitaire/chauffage à l'intérieur				Chauffage par amenée d'air
	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	Toutes
≤100	4,30	3,10	2,20	0,80	4,10	2,90	2,10	0,70	1,10
150	3,80	2,70	1,90	0,70	3,60	2,50	1,80	0,60	1,00

200	3,50	2,50	1,70	0,60	3,30	2,30	1,60	0,60	0,90
300	3,20	2,20	1,60	0,60	3,00	2,10	1,50	0,50	0,80
500	2,90	2,10	1,50	0,50	2,80	2,00	1,40	0,50	0,70
750	2,80	2,00	1,40	0,50	2,70	1,90	1,30	0,50	0,70
1.000	2,80	2,00	1,40	0,50	2,60	1,80	1,30	0,50	0,70
1.500	2,70	1,90	1,30	0,50	2,50	1,80	1,30	0,40	0,70
2.500	2,70	1,90	1,30	0,50	2,50	1,80	1,20	0,40	0,70
5.000	2,60	1,90	1,30	0,50	2,50	1,70	1,20	0,40	0,70
≥10.000	2,60	1,80	1,30	0,50	2,40	1,70	1,20	0,40	0,70

Tableau 27 – Déperditions de chaleur en fonction de la surface lors de la distribution de chaleur, à l'intérieur de l'enveloppe thermique

Les besoins en énergie des auxiliaires pour la distribution de chaleur sont reportés dans le tableau 28 sous la forme de valeurs calculées sur la base de la surface $q_{H,Hilf,V}$. Les besoins en énergie des auxiliaires sont classés, pour les différents écarts de conception, en fonction de la surface de référence énergétique et des autres grandeurs d'influence. La distribution représente le réseau de canalisations dans le niveau de distribution (plan horizontal), des conduites (plan vertical) et des tuyaux de raccordement.

Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires $q_{H,Hilf,V}$ pour la distribution d'eau chaude sanitaire et de chauffage en kWh/m ² a								
A_n (m ²)	Pompes réglées				Pompes non réglées			
	20 K 90/70°C	15 K 70/55°C	10K 55/45°C	7K 35/28°C	20 K 90/70°C	15 K 70/55°C	10K 55/45°C	7K 35/28°C
≤100	1,69	1,85	1,98	3,52	2,02	2,22	2,38	4,22
150	1,12	1,24	1,35	2,40	1,42	1,56	1,71	3,03
200	0,86	0,95	1,06	1,88	1,11	1,24	1,38	2,44
300	0,61	0,68	0,78	1,39	0,81	0,91	1,04	1,85
500	0,42	0,48	0,57	1,01	0,57	0,65	0,78	1,38
750	0,33	0,38	0,47	0,83	0,45	0,52	0,64	1,14
1.000	0,28	0,33	0,42	0,74	0,39	0,46	0,58	1,02
1.500	0,23	0,28	0,37	0,65	0,33	0,39	0,51	0,90
2.500	0,20	0,24	0,33	0,58	0,28	0,34	0,46	0,81
5.000	0,17	0,22	0,30	0,53	0,24	0,30	0,42	0,74
≥10.000	0,16	0,20	0,28	0,50	0,22	0,28	0,40	0,70

Tableau 28 – Besoins en énergie des auxiliaires en fonction de la surface pour la distribution de chaleur

- 1) Si les températures de conception (p. ex. installations de chauffage à distance) présentent des écarts, il convient d'utiliser le plus petit écart suivant reporté dans le tableau.
- 2) Les installations de chauffage équipées de surfaces chauffantes intégrées doivent être calculées indépendamment de la différence de température, en principe de manière analogue au cas d'un cycle calorifique de 35/28 °C avec un écart de 7 K.
- 3) Les besoins en énergie des auxiliaires pour la distribution d'air de chauffage par amenée d'air doivent être pris en considération dans le calcul des besoins spécifiques en énergie des auxiliaires des installations de ventilation et, pour cette méthode, sont pris égaux à zéro ($q_{H,Hilf,V} = 0,0$ kWh/m²a).

Systèmes décentralisés

- En cas de foyers individuels décentralisés, il convient de prendre des pertes spécifiques avec $q_{H,V} = 9,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Pour cette méthode, les besoins en énergie des auxiliaires sont pris égaux à zéro ($q_{H,Hilf,V} = 0,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$).

6.3.1.4 Stockage de chaleur (pertes spécifiques de stockage), $q_{H,S}$

La consommation nécessaire au stockage (p. ex. accumulateur pour des pompes à chaleur, installations de chauffage à pellets et PCCE) $q_{H,S}$ est illustrée dans le tableau 29 sous la forme de valeurs calculées sur la base de la surface pour différents emplacements de montage et différentes températures de système en fonction de la surface de référence énergétique A_n . L'énergie des auxiliaires nécessaire $q_{H,Hilf,S}$ en kWh/m²a peut être prise dans la dernière colonne du tableau 29.

En cas de montage en série de l'accumulateur dans un réseau, il n'y a aucune énergie des auxiliaires supplémentaire et $q_{H,Hilf} = 0$, puisque $q_{H,Hilf,V}$ est déjà pris en considération dans la distribution.

Pertes spécifiques de stockage $q_{H,S}$ et besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage de chaleur $q_{H,Hilf,S}$					
Pertes spécifiques de stockage $q_{H,S}$ en kWh/m ² a					Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage de chaleur $q_{H,Hilf,S}$ en kWh/m ² a
A_n (m ²)	Montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique		Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique		
	55/45°C	35/28°C	55/45°C	35/28°C	
≤100	0,30	0,10	2,60	1,40	0,63
150	0,20	0,10	1,90	1,00	0,43
200	0,20	0,10	1,50	0,80	0,34
300	0,10	0,00	1,10	0,60	0,24
500	0,10	0,00	0,70	0,40	0,16
750	0,10	0,00	0,50	0,30	0,12
1.000	0,00	0,00	0,40	0,20	0,10
1.500	0,00	0,00	0,30	0,20	0,08
2.500	0,00	0,00	0,20	0,10	0,07
5.000	0,00	0,00	0,20	0,10	0,06
≥10.000	0,00	0,00	0,20	0,10	0,05

Tableau 29 – Déperditions de chaleur en fonction de la surface et besoins en énergie des auxiliaires pour le stockage de chaleur

Pour les accumulateurs qui fonctionnent en combinaison avec des **installations de production de chaleur à partir de biomasse**, les valeurs relatives aux pertes spécifiques de stockage indiquées dans le tableau 29 doivent être multipliées par le **facteur 2,6**. À cet effet, les valeurs relatives à l'énergie des auxiliaires peuvent être reprises.

6.3.1.5 Transmission de chaleur (besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la transmission de chaleur), $q_{H,Hif,\dot{U}}$

La consommation nécessaire à l'énergie des auxiliaires $q_{H,Hif,\dot{U}}$ doit être prise égale à **0 kWh/m²a** dans la mesure où aucune autre installation supplémentaire n'est utilisée pour la transmission de chaleur dans le local (p. ex. ventilateurs pour le brassage de l'air, moteurs électriques de fenêtre destinés à la ventilation, etc.). Pour les systèmes dotés de ventilateurs pour le brassage de l'air qui ne sont pas pris en considération dans les besoins en énergie des auxiliaires, il convient de prendre $q_{H,Hif,\dot{U}} = 0,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

6.3.2 Production d'eau chaude sanitaire

La méthode permet de calculer le besoin nécessaire au chauffage de l'eau chaude sanitaire jusqu'aux équipements sanitaires d'un bâtiment. En outre, il est également possible de calculer les câbles chauffants électriques. Les pertes de transmission d'eau chaude sanitaire que subissent les usagers ainsi que les besoins correspondants en énergie des auxiliaires sont pris égaux à **0 kWh/m²a** dans la présente méthode de calcul.

6.3.2.1 Taux de couverture de production d'eau chaude sanitaire c_{ww}

Si l'eau chaude sanitaire est chauffée au moyen de plusieurs installations de production de chaleur, il convient de déterminer le taux de couverture des différents systèmes à l'aide des tableaux ci-après. Pour les systèmes qui ne sont pas mentionnés dans les tableaux, il y a lieu d'établir le taux de couverture à l'aide d'une autre méthode de calcul et de le documenter. Les taux de couverture des installations solaires pour le chauffage d'eau chaude sanitaire sont calculés pour des installations munies de capteurs solaires et d'un accumulateur chauffé indirectement. L'utilisation de capteurs solaires sous vide donne des taux de couverture équivalents, étant donné que la surface couverte par les capteurs est prise avec des valeurs plus faibles conformément au tableau 30.

Production d'eau chaude sanitaire – Taux de couverture $c_{ww,1-3}$ avec des systèmes combinés de chauffage d'eau chaude sanitaire

Taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique $c_{ww,1}$					
A_n (m ²)	Ø Surface couverte par des capteurs solaires plans A_c (m ²)	Montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique (stockage et distribution)		Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique (stockage et distribution)	
		Avec circulation	Sans circulation	Avec circulation	Sans circulation
≤100	3,60	0,51	0,63	0,55	0,68
150	5,00	0,51	0,61	0,54	0,64
200	6,20	0,50	0,59	0,53	0,62
300	8,60	0,49	0,57	0,51	0,58
500	13,00	0,53	/	0,54	/
750	18,00	0,50	/	0,51	/
1.000	22,60	0,48	/	0,49	/
1.500	31,30	0,45	/	0,46	/
2.500	47,10	0,42	/	0,43	/
3.000	54,40	0,41	/	0,42	/
>3.000	$0,09 * A_n^{0,8}$	0,38	/	0,39	/

Tableau 30 – Taux de couverture de la production d'eau chaude sanitaire avec des systèmes combinés de chauffage de l'eau chaude sanitaire, partie 1

Taux de couverture de la production de chaleur par un chauffage de base $c_{ww,2}$	
Type d'installation de production	Taux de couverture c_e
Chaudière à gaz/fioul	1,00
Chauffage à distance et chauffage de proximité	1,00
PCCE décentralisée	1,00
Pompe à chaleur électrique pour le chauffage (sans chauffage électrique complémentaire)	1,00
Pompe à chaleur électrique pour le chauffage (avec chauffage électrique complémentaire)	0,95
Pompe à chaleur électrique air vicié/eau chaude Pompe à chaleur électrique air vicié/amenée d'air/eau chaude avec et sans échangeur de chaleur (fonctionnement en combinaison avec une installation de ventilation centrale)	0,95
Pompe à chaleur électrique air/eau chaude (fonctionnement à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment avec l'air de la cave)	0,95 ⁵
Réservoir électrique de jour (central)	1,00
Chauffe-eau instantané sans petit réservoir décentralisé	1,00
Chauffe-eau instantané avec petit réservoir décentralisé	1,00
Taux de couverture avec un chauffage de base	$c_{ww,2} = (1-c_{ww,1}) * c_e$

Tableau 31 – Taux de couverture de la production d'eau chaude sanitaire avec des systèmes combinés de chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 2

Taux de couverture de la production de chaleur par un chauffage complémentaire $c_{ww,3}$	
Taux de couverture	$c_{ww,3} = (1-c_{ww,1}-c_{ww,2})$

Tableau 32 – Taux de couverture de la production d'eau chaude sanitaire avec des systèmes combinés de chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 3

6.3.2.2 Facteur de dépense de l'installation de production d'eau chaude sanitaire e_{ww}

Le besoin d'énergie nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire e_{ww} est illustré dans les tableaux ci-après sous la forme du facteur de dépense avec différents systèmes en fonction de la surface de référence énergétique.

⁵ La valeur de 0,95 ne peut être utilisée que lorsque la surface de base de la cave représente 10% ou plus de la surface de référence énergétique A_n . Dans tous les autres cas, il convient de réaliser un calcul conformément à la norme DIN 4701-10.

Facteur de dépense e_{ww} pour la production d'eau chaude sanitaire au moyen d'une chaudière							
A_n (m ²)	Chaudière à température constante	Chaudière basse température	Chaudière à condensation	Chaudière mixte basse température dotée d'un échangeur de chaleur (V<2l)	Chaudière mixte basse température dotée d'un petit réservoir (2<V<10l)	Chaudière mixte à condensation dotée d'un échangeur de chaleur (V<2l)	Chaudière mixte à condensation dotée d'un petit réservoir (2<V<10l)
≤100	1,82	1,21	1,17	1,27	1,41	1,23	1,36
150	1,71	1,19	1,15	1,22	1,32	1,19	1,28
200	1,64	1,18	1,14	1,20	1,27	1,16	1,24
300	1,56	1,17	1,13	1,17	1,22	1,14	1,19
500	1,46	1,15	1,12	1,15	1,18	1,11	1,15
750	1,40	1,14	1,11	/	/	/	/
1.000	1,36	1,14	1,10	/	/	/	/
1.500	1,31	1,13	1,10	/	/	/	/
2.500	1,26	1,12	1,09	/	/	/	/
5.000	1,21	1,11	1,08	/	/	/	/
≥10.000	1,17	1,10	1,08	/	/	/	/

Tableau 33 – Facteur de dépense de l'installation e_{ww} pour le chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 1

Les besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le chauffage d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hilf}$ de ces systèmes sont représentés dans les tableaux suivants.

Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le chauffage d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hilf}$ en kWh/m²a		
A_n (m ²)	Chaudière mixte	Toutes les autres chaudières
≤100	0,20	0,300
150	0,19	0,240
200	0,18	0,210
300	0,17	0,170
500	0,17	0,130
750	/	0,110
1.000	/	0,100
1.500	/	0,084
2.500	/	0,069
5.000	/	0,054
≥10.000	/	0,044

Tableau 34 – Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires $q_{ww,Hilf}$ pour le chauffage d'eau chaude sanitaire

Facteur de dépense de l'installation e_{ww} pour le chauffage d'eau chaude sanitaire		
Installation de production d'énergie	Facteur de dépense e_{ww}	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le chauffage de l'ECS $q_{ww,Hilf}$ en kWh/m²a
Chauffage urbain	1,14	0,40
Chauffe-eau à gaz	1,22	0,00
Chauffage à bûches	1,75	Compris dans les besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur de chauffage
Chauffage à pellets avec déperdition thermique directe et indirecte	1,48	Compris dans les besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur de chauffage
Chauffage à pellets uniquement avec déperdition thermique directe	1,38	Compris dans les besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur de chauffage
Chauffage solaire de l'ECS ¹⁾	0,00	$(52,5+0,0875 \cdot A_n) \cdot (A_n \cdot c_{ww,i})$
Chauffage électrique	1,00	0,00
Chauffe-eau instantané	1,00	0,00
PCCE décentralisée	1,00	0,00
Pompe à chaleur pour le chauffage		
Eau/eau	0,23	$0,8 \cdot A_n^{-0,1}$
Sol/eau	0,27	$0,5 \cdot A_n^{-0,1}$
Air/eau	0,30	0,00
Air vicié/eau	0,25	0,00
Pompe à chaleur amenée d'air/air vicié (avec installation de récupération de chaleur)	0,34	0,00
Pompe à chaleur pour production d'ECS e		
Air vicié	0,26	0,00
Air vicié/amenée d'air sans échangeur de chaleur ²⁾	0,26	0,00
Air vicié/amenée d'air avec échangeur de chaleur, $n_{WRG}=0,6$	0,29	0,00
Air vicié/amenée d'air avec échangeur de chaleur, $n_{WRG}=0,8$	0,31	0,00
Air de la cave	0,33	0,00

Tableau 35 – Facteur de dépense de l'installation e_{ww} pour le chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 2

- 1) Les besoins en énergie des auxiliaires pour le chauffage solaire de l'eau chaude sanitaire sont calculés en fonction du taux de couverture $c_{ww,i}$ et peuvent être utilisés pour les taux de couverture visés au point 6.3.2.1, tableau 30. Pour tout autre taux de couverture, il convient de déterminer les besoins en énergie des auxiliaires conformément à la norme DIN 4701-10.
- 2) Dans ce cas, l'échangeur de chaleur correspond à l'échangeur de chaleur du dispositif de ventilation.

6.3.2.3 Distribution d'eau chaude sanitaire (pertes spécifiques de circulation et de distribution), $q_{ww,v}$

La déperdition de chaleur de la distribution pour la préparation centrale d'eau chaude sanitaire comme grandeur calculée sur la base de la surface $q_{ww,v}$ peut être obtenue à partir des tableaux ci-après. La déperdition de chaleur des conduites dépend de l'emplacement de celles-ci (à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enveloppe thermique). Il s'agit de canalisations horizontales qui, en règle générale, sont raccordées aux conduites verticales (descentes). Lorsque l'eau chaude sanitaire est chauffée dans un local non chauffé et que les canalisations horizontales passent directement dans l'enveloppe thermique (longueur des conduites : 10 m au maximum), il convient de considérer la distribution comme se produisant à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Les systèmes centraux sans conduite de circulation ne peuvent être calculés qu'avec une surface de référence énergétique de 500 m² au maximum.

Pour les câbles chauffants électriques, il convient de diviser par deux la valeur des besoins en chauffage calculés en fonction de la surface pour la circulation. La consommation ainsi obtenue ($0,5 \times q_{ww,v}$) doit être attribuée à l'énergie des auxiliaires $q_{ww,Hif,v}$ comme une dépense énergétique d'électricité.

Pertes spécifiques de circulation et de distribution $q_{ww,v}$ (kWh/m ² a)				
A_n (m ²)	Avec circulation		Sans circulation	
	A l'extérieur de l'enveloppe thermique	A l'intérieur de l'enveloppe thermique ⁶	A l'extérieur de l'enveloppe thermique	A l'intérieur de l'enveloppe thermique
≤100	12,90	6,70	5,70	2,80
150	9,90	5,40	4,40	2,30
200	8,30	4,80	3,70	2,10
300	6,90	4,20	3,00	1,80
500	5,70	3,80	2,40	1,70
750	5,10	3,60	/	/
1.000	4,80	3,60	/	/
1.500	4,70	3,50	/	/
2.500	4,40	3,50	/	/
5.000	4,30	3,50	/	/
≥10.000	4,30	3,50	/	/

Tableau 36 – Pertes spécifiques de circulation et de distribution pour systèmes centraux

Les **besoins en énergie des auxiliaires** pour la distribution et la circulation d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hif,v}$ sont reportés dans le tableau comme des valeurs calculées en fonction de la surface de référence énergétique. Les besoins en énergie des auxiliaires de la pompe de circulation sont indépendants de l'emplacement des canalisations horizontales.

Besoins spécifiques en énergie pour la distribution de l'ECS $q_{ww,Hif,v}$ (kWh/m ² a)		
A_n (m ²)	Avec circulation	Sans circulation
≤100	1,14	0,00
150	0,82	0,00
200	0,66	0,00

⁶ Conduites ne se trouvant pas dans des gaines ventilées.

300	0,49	0,00
500	0,34	0,00
750	0,27	/
1.000	0,22	/
1.500	0,18	/
2.500	0,14	/
5.000	0,11	/
≥10.000	0,09	/

Tableau 37 – Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution d'eau chaude sanitaire

Sont considérés comme des systèmes **décentralisés** de réchauffement d'eau chaude sanitaire, les chauffe-eau instantanés (à gaz ou électriques) et les installations électriques de préparation d'eau chaude sanitaire dotées de réservoirs, dans la mesure où ces appareils alimentent un local en eau chaude sanitaire ou deux locaux ayant le mur d'installation en commun. Les systèmes décentralisés doivent alimenter les équipements sanitaires uniquement à travers des dérivations (et non via des conduites centrales de circulation ou des canalisations horizontales). La déperdition de chaleur des canalisations horizontales comprend les pertes par refroidissement de ces dérivations ; elle est reportée dans le tableau ci-après en kWh/m²a. Les pertes dues à l'eau chaude sanitaire inutilisée ne sont pas prises en compte.

Lorsque l'eau chaude sanitaire est réchauffée séparément pour chaque logement dans un bâtiment constitué de plusieurs logements, l'approvisionnement en eau chaude sanitaire est considéré comme central. Pour un approvisionnement central en eau chaude sanitaire, on part du principe qu'il n'existe aucune conduite de circulation et que tous les équipements sanitaires se trouvent à proximité les uns des autres (longueur de conduites depuis l'installation de production jusqu'à l'équipement sanitaire le plus éloigné : 6 m au maximum).

Les valeurs fournies dans le tableau ci-après se rapportent à la surface de référence énergétique du logement. Dans les autres cas, il convient de traiter les systèmes conformément à la norme DIN 4701-10, comme des systèmes centraux sans circulation.

Approvisionnement décentralisé en eau chaude sanitaire		
Systeme Sont raccordés par canalisation (appareils) :	Pertes spécifiques de circulation et de distribution $q_{WW,V}$ en kWh/m ² a	Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution d'eau chaude sanitaire $q_{WW,Hilf,V}$ en kWh/m ² a
1 local, 1 équipement sanitaire (p. ex. robinetterie)	0,14	0,00
1 local, plusieurs équipements sanitaires (p. ex. salle de bains)	0,42	0,00
2 locaux avec le mur d'installation en commun	0,56	0,00
Approvisionnement central en ECS	0,83	0,00

Tableau 38 – Pertes spécifiques de circulation et de distribution pour systèmes décentralisés

6.3.2.4 Stockage d'eau chaude sanitaire (pertes spécifiques de chauffage) $q_{ww,s}$

La consommation nécessaire au stockage d'eau chaude sanitaire $q_{ww,s}$ est reportée dans les tableaux ci-après comme déperdition de chaleur en fonction de la surface en kWh/m²a.

Pertes spécifiques de stockage $q_{ww,s}$ (kWh/m ² a)						
A l'intérieur de l'enveloppe thermique						
A_n (m ²)	Réservoir chauffé indirectement	Accumulateur électrique de nuit	Accumulateur électrique de jour	1 petit réservoir électrique pour 80m ²	Accumulateur solaire mixte	Réservoir d'ECS chauffé au gaz
≤100	2,90	2,50	1,60	0,70	1,90	9,80
150	2,20	2,00	1,30	0,70	1,40	8,30
200	1,70	1,80	1,00	0,70	1,10	7,40
300	1,30	1,40	0,80	0,70	0,80	6,10
500	0,80	1,10	0,70	0,70	0,80	5,50
750	0,60	1,00	0,60	0,70	0,60	4,90
1.000	0,50	0,90	0,40	0,70	0,50	4,70
1.500	0,40	0,80	0,40	0,70	0,40	4,00
2.500	0,40	0,70	0,30	0,70	0,40	3,30
5.000	0,30	0,50	0,30	0,70	0,30	2,70
≥10.000	0,20	0,50	0,20	0,70	0,20	2,30

Tableau 39 – Pertes spécifiques de stockage $q_{ww,s}$ à l'intérieur de l'enveloppe thermique

A l'extérieur de l'enveloppe thermique						
A_n (m ²)	Réservoir chauffé indirectement	Accumulateur électrique de nuit	Accumulateur électrique de jour	1 petit réservoir électrique pour 80m ²	Accumulateur solaire mixte	Réservoir d'ECS chauffé au gaz
≤100	6,50	5,50	3,40	1,50	4,30	21,30
150	4,80	4,40	2,70	1,50	3,10	18,00
200	3,80	3,80	2,30	1,50	2,40	16,10
300	2,80	3,10	1,80	1,50	1,70	14,00
500	1,90	2,40	1,40	1,50	1,90	11,90
750	1,40	2,00	1,10	1,50	1,40	10,50
1.000	1,10	1,90	1,00	1,50	1,10	10,20
1.500	1,00	1,70	0,80	1,50	1,00	8,60
2.500	0,90	1,40	0,60	1,50	0,90	7,30
5.000	0,70	1,10	0,50	1,50	0,70	6,00
≥10.000	0,50	0,90	0,40	1,50	0,50	4,90

Tableau 40 – Pertes spécifiques de stockage $q_{ww,s}$ à l'extérieur de l'enveloppe thermique

Les besoins en **énergie des auxiliaires** $q_{ww,Hilf,S}$ pour les systèmes mentionnés ci-dessus sont reportés dans les tableaux ci-après sous la forme de grandeurs en fonction de la surface en kWh/m²a. Les valeurs sont indépendantes de la surface de référence énergétique et de l'emplacement de l'installation.

Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage de l'ECS $q_{ww,Hilf,S}$ (kWh/m²a)

A_n (m ²)	Réservoir chauffé indirectement 1)	Accumulateur électrique de nuit	Accumulateur électrique de jour	1 petit réservoir électrique pour 80m ²	Accumulateur solaire mixte	Réservoir d'ECS chauffé au gaz
≤100	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
150	0,08					
200	0,07					
300	0,05					
500	0,04					
750	0,04					
1.000	0,03					
1.500	0,03					
2.500	0,03					
5.000	0,04					
≥10.000	0,04					

1) Lorsque la pompe de circulation fait partie intégrante de l'installation de production de chaleur, il convient de prendre $q_{ww,Hilf,S} = 0$

Tableau 41 – Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hilf,S}$

6.4 Paramètres caractéristiques des installations de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire pour les bâtiments existants

Pour le calcul des besoins en énergie finale nécessaires à la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire, il est possible d'utiliser les tableaux ci-après. Alternativement, il est possible de réaliser le calcul conformément à la norme DIN 4701-12. La méthode permet de calculer la consommation nécessaire à la fourniture de chaleur et la préparation d'eau chaude sanitaire du bâtiment jusqu'à la transmission de chaleur dans le local d'un bâtiment. Elle comprend les pertes susceptibles de se produire lors de la production, du stockage, de la distribution et de la transmission. Les **facteurs de dépense** mentionnés dans les tableaux contiennent toutes les pertes dues à la **distribution**, au **stockage** et à la **transmission**. Il n'y a pas lieu de réaliser un calcul séparé des déperditions de chaleur découlant de la distribution, de la production, du stockage et de la transmission, étant donné qu'elles sont déjà comprises dans les facteurs de dépense.

Tous les facteurs de dépense des installations $e_{E,H}$ et $e_{E,WW}$ sont reportés dans les tableaux en fonction de l'âge de l'installation, du système utilisé et, le cas échéant, des besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H du bâtiment. Pour le calcul de l'énergie finale spécifique nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire, il convient d'établir une distinction entre une isolation thermique des conduites bonne et modérée. Dans le cadre de l'état des lieux du bâtiment, la personne délivrant le certificat de performance énergétique est tenue d'évaluer l'isolation thermique des conduites. En présence de plusieurs installations de production de chaleur et à partir d'une quantité $\geq 20\%$ en besoins annuels de chaleur de chauffage, il convient de réaliser une approche différenciée de la production énergétique. Lorsque ce taux de couverture en besoins

annuels de chauffage est inférieur à < 20%, il n'est pas nécessaire de réaliser une approche différenciée des différentes installations ; il convient alors de prendre en considération uniquement l'installation de production de chaleur présentant le taux le plus élevé en besoins annuels de chaleur de chauffage. Les taux de couverture sont déterminés conformément au point 6.3.1.1. A cet effet, il convient d'utiliser les facteurs de dépense $e_{E,H,i}$ visés aux tableaux 42 à 49. Les cheminées, les poêles en faïence ou les poêles individuels dans le bâtiment ou dans les locaux ne sont pas pris en compte à moins qu'ils ne constituent le seul système de chauffage.

6.4.1 Facteur de dépense de l'installation de production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$

Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ avec des installations présentant une isolation thermique moyenne des conduites												
Besoins spécifiques en chaleur de chauffage q_H en kWh/m ² a		EFH					MFH					
		≤50	100	150	200	≥250	≤50	100	150	200	≥250	
Chauffage central	Chaudière à température constante et à pellets	Jusqu'en 1986	1,99	1,72	1,61	1,54	1,50	1,73	1,52	1,43	1,37	1,34
		A partir de 1986	1,93	1,67	1,56	1,49	1,45	1,68	1,47	1,39	1,33	1,30
		A partir de 1995	1,87	1,62	1,51	1,45	1,41	1,63	1,43	1,35	1,30	1,26
	Chaudière basse température	Jusqu'en 1986	1,84	1,59	1,49	1,42	1,39	1,68	1,48	1,39	1,33	1,30
		A partir de 1986	1,76	1,52	1,42	1,36	1,32	1,61	1,41	1,33	1,27	1,24
		A partir de 1995	1,67	1,45	1,35	1,29	1,26	1,55	1,36	1,27	1,23	1,20
	Chaudière à condensation au gaz	Jusqu'en 1995	1,61	1,39	1,30	1,24	1,21	1,49	1,31	1,23	1,18	1,15
		A partir de 1995	1,58	1,37	1,28	1,22	1,19	1,48	1,29	1,22	1,17	1,14
	Chaudière à bois		1,93	1,67	1,56	1,49	1,45	1,68	1,47	1,39	1,33	1,30
	Pompe à chaleur électrique	Extérieur	0,75	0,62	0,57	0,54	0,53	0,72	0,61	0,56	0,54	0,52
		Sol	0,57	0,48	0,44	0,42	0,41	0,55	0,46	0,43	0,41	0,40
	Chauffage à distance / PCCE		1,52	1,32	1,23	1,18	1,15	1,46	1,28	1,20	1,16	1,13

Tableau 42 – Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage avec des installations présentant une isolation thermique moyenne des conduites

Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ avec des installations présentant une bonne isolation thermique des conduites

Besoins spécifiques en chauffage q_H en kWh/m ² a		EFH					MFH					
		≤50	100	150	200	≥250	≤50	100	150	200	≥250	
Chauffage central	Chaudière à température constante et à pellets	Jusqu'en 1986	1,61	1,49	1,44	1,41	1,40	1,41	1,33	1,29	1,27	1,26
		A partir de 1986	1,56	1,45	1,40	1,37	1,36	1,37	1,29	1,25	1,23	1,22
		A partir de 1995	1,51	1,40	1,36	1,33	1,32	1,33	1,25	1,22	1,20	1,19
	Chaudière basse température	Jusqu'en 1986	1,49	1,38	1,33	1,31	1,29	1,37	1,29	1,25	1,23	1,22
		A partir de 1986	1,42	1,32	1,27	1,25	1,24	1,31	1,23	1,20	1,18	1,17
		A partir de 1995	1,35	1,25	1,21	1,19	1,18	1,26	1,18	1,15	1,14	1,12
	Chaudière à condensation au gaz	Jusqu'en 1995	1,30	1,20	1,17	1,14	1,13	1,22	1,14	1,11	1,09	1,08
		A partir de 1995	1,28	1,18	1,15	1,12	1,11	1,21	1,13	1,10	1,08	1,07
	Chaudière à bois		1,56	1,45	1,40	1,37	1,36	1,37	1,29	1,25	1,23	1,22
	Pompe à chaleur électrique	Extérieur	0,62	0,54	0,52	0,50	0,49	0,60	0,53	0,51	0,50	0,49
Sol		0,47	0,42	0,40	0,39	0,38	0,45	0,41	0,39	0,38	0,38	
Chauffage à distance / PCCE		1,23	1,14	1,10	1,08	1,07	1,19	1,28	1,09	1,07	1,06	

Tableau 43 – Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage avec des installations présentant une bonne isolation thermique des conduites

Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ avec des installations décentralisées		
Systèmes décentralisés	Chauffage avec accumulation de nuit	1,02
	Réchauffeur au gaz	1,43
	Poêle à fioul	1,40
	Poêle à charbon	1,60
	Poêle à bois	1,60

Tableau 44 – Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage avec des installations décentralisées

Valeurs relatives aux besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur, y compris la distribution, le stockage et la transmission $Q_{Hif,H}$ en kWh/m²a		
	EFH	MFH
Chauffage central	3,7	1,4
Système de chauffage décentralisé	0,0	0,0

Tableau 45 – Besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur

6.4.2 Facteur de dépense de l'installation de production d'eau chaude sanitaire $e_{E,ww}$

Facteur de dépense des installations de préparation d'ECS $e_{E,ww}$ avec des conduites présentant une isolation thermique modérée						
		Sans installation solaire		Avec installation solaire		
		EFH	MFH	EFH	MFH	
Système central	Sans circulation	Chaudière à température constante ou chaudière à bois	3,18	-	1,59	-
		Chaudière basse température ou à condensation	2,41	-	1,2	-
		Pompe à chaleur électrique	0,88	-	0,44	-
		Chauffage à distance sans PCCE	1,59	-	0,79	-
		Chauffage à distance avec PCCE	1,59	-	0,79	-
		Réservoir électrique central	1,53	-	0,76	-
	Avec circulation	Chaudière à température constante ou chaudière à bois	4,13	3,33	2,07	2
		Chaudière basse température ou à condensation	3,13	2,95	1,56	1,77
		Pompe à chaleur électrique	1,14	1,17	0,57	0,7
		Chauffage à distance sans PCCE	2,18	2,57	1,09	1,54
		Chauffage à distance avec PCCE	2,18	2,57	1,09	1,54
		Réservoir électrique central	2,1	2,47	1,05	1,48

Tableau 46 – Facteur de dépense pour les systèmes de production d'ECS avec des conduites présentant une isolation thermique moyenne

Facteur de dépense des installations de production d'ECS $e_{E,ww}$ avec des conduites présentant une bonne isolation thermique						
		Sans installation solaire		Avec installation solaire		
		EFH	MFH	EFH	MFH	
Système central	Sans circulation	Chaudière à température constante ou chaudière à bois	2,62	-	1,31	-
		Chaudière basse température ou à condensation	1,98	-	0,99	-
		Pompe à chaleur électrique	0,73	-	0,36	-
		Chauffage à distance sans PCCE	1,23	-	0,62	-
		Chauffage à distance avec PCCE	1,23	-	0,62	-
		Réservoir électrique central	1,19	-	0,59	-
	Avec circulation	Chaudière à température constante ou chaudière à bois	2,78	1,9	1,39	1,14
		Chaudière basse température ou à condensation	2,1	1,68	1,05	1,01
		Pompe à chaleur électrique	0,77	0,67	0,38	0,4
		Chauffage à distance sans PCCE	1,33	1,44	0,67	0,86
		Chauffage à distance avec PCCE	1,33	1,44	0,67	0,86
		Réservoir électrique central	1,28	1,38	0,64	0,83

Tableau 47 – Facteur de dépense pour les systèmes de production d'ECS avec des conduites présentant une bonne isolation thermique

Facteur de dépense des installations de production d'ECS $e_{E,WW}$ avec des systèmes décentralisés			
		EFH	MFH
Système décentralisé	Petit réservoir électrique	1,41	1,41
	Chauffe-eau instantané électrique	1,24	1,24
	Chauffe-eau instantané au gaz	1,55	1,55

Tableau 48 – Facteur de dépense pour les installations de production d'ECS avec des systèmes décentralisés

Valeurs relatives aux besoins en énergie des auxiliaires pour la préparation d'ECS, y compris la distribution, le stockage et la transmission $Q_{WW,Hif}$ en kWh/m²a			
		EFH	MFH
Central sans circulation		0,1	-
Central avec circulation		1,4	0,5
Décentralisé		0,0	0,0

Tableau 49 – Besoins en énergie des auxiliaires pour la production d'eau chaude sanitaire

6.5 Facteur de dépense en énergie primaire e_p

Facteur de dépense en énergie primaire e_p en référence à l'énergie finale ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$) ⁷		
Combustibles	Gasoil chauffage (mazout)	1,10
	Gaz naturel H	1,12
	Gaz de pétrole 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
Courant	Mélange de productions	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 50 – Facteur de dépense en énergie primaire

6.6 Facteurs environnementaux e_{CO_2}

Facteurs environnementaux ⁸ e_{CO_2} en référence à l'énergie finale ($\text{kgCO}_2/\text{kWh}_e$)		
Combustibles	Gasoil chauffage (mazout)	0,300
	Gaz naturel H	0,246
	Gaz de pétrole 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
Courant	Mélange de productions	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 51 – Facteurs environnementaux

⁷ Pour le bois, le biogaz, l'huile de colza et les installations de chauffage avec une quantité d'énergie renouvelable comme source d'énergie, il correspond à la quantité non renouvelable.

⁸ Pour les facteurs environnementaux e_{CO_2} , il s'agit des équivalents CO_2 .

6.7 Pouvoir calorifique de différentes sources d'énergie e_i

Conversion d'une unité de consommation en (kWh/« unité »)				
Source d'énergie	Unité	e_i pouvoir calorifique supérieur Hs	e_i pouvoir calorifique inférieur Hi	Facteur $F_{s,i}$
Gasoil chauffage (mazout)	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 de pétrole 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 Fm	1.780 kWh/Fm	1.595 kWh/Fm	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 à distance, chauffage de proximité, courant, énergies renouvelables	1 kWh	1 kWh/kWh	1 kWh/kWh	1,00

Tableau 52 – Pouvoir calorifique de différentes sources d'énergie

6.8 Rayonnement global et températures mensuelles moyennes

Mois	Sud	Sud-ouest	Ouest	Nord-ouest	Nord	Nord-est	Est	Sud-est	Horizontale	Température extérieure [°C]
Janvier	48	33	23	19	15	18	22	32	29	0,0
Février	99	68	47	36	28	37	48	69	63	1,1
Mars	104	85	69	51	38	50	65	82	100	4,0
Avril	116	106	96	69	49	68	94	104	154	7,5
Mai	114	117	120	92	70	92	122	118	197	11,8
Juin	109	115	121	95	75	98	128	118	221	14,9
Juillet	119	124	130	100	77	99	128	123	216	16,9
Août	121	115	109	80	58	79	107	114	180	16,4
Septembre	119	102	87	60	42	58	80	98	130	13,4
Octobre	97	72	54	37	26	36	50	70	75	9,1
Novembre	62	39	24	18	14	19	26	40	37	3,8
Décembre	48	30	19	14	11	14	18	29	24	1,0

Tableau 53 – Rayonnement solaire moyen par mois en fonction de l'orientation $I_{s,M,r}$ [W/m²] sur une surface verticale et températures extérieures moyennes par mois $\vartheta_{e,M}$ [°C] pour le climat de référence du Luxembourg

7 SOMMAIRE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX

Illustration 1 – Schéma de la caractérisation des bâtiments	17
Illustration 2 – Exigences relatives aux besoins spécifiques en chaleur de chauffage	18
Illustration 3 – Exigences relatives au besoin total en énergie primaire	19
Illustration 4 – Classes de performance énergétique, valeurs en [kWh/m ² a]	25
Illustration 5 – Classes de performance énergétique en matière d'isolation thermique, valeurs en [kWh/m ² a]	25
Illustration 6 – Classes de performance énergétique en matière d'impact sur l'environnement, valeurs en [kgCO ₂ /m ² a]	25
Tableau 1 – Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique [W/(m ² K)]	12
Tableau 2 – Valeurs limites pour n ₅₀ – Valeurs pour les bâtiments neufs	14
Tableau 3 – Isolation thermique des conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur et des accessoires	15
Tableau 4 – Valeur limite de la puissance absorbée spécifique des installations de ventilation	15
Tableau 5 – Exigences relatives aux besoins spécifiques en chaleur de chauffage	18
Tableau 6 – Exigences relatives à l'indice du besoin total en énergie primaire	18
Tableau 7 – Répartition de la surface de plancher d'un bâtiment	26
Tableau 8 – Types d'utilisation des locaux	28
Tableau 9 – Coefficient de correction de la température F _{θ,i} des éléments en contact avec l'extérieur ou des locaux non chauffés	34
Tableau 10 – Facteurs de correction de la température F _{θ,i} pour des locaux chauffés en contact avec le terrain	34
Tableau 11 – Coefficient e de la classe de protection	36
Tableau 12 – Valeurs indicatives du degré de perméabilité g _l	39
Tableau 13 – Coefficient de perte F _{W,i} , facteur d'encrassement F _{V,i}	39
Tableau 14 – Facteur d'ombrage partiel F _{h,j}	40
Tableau 15 – Facteur d'ombrage partiel F _{0,i}	40
Tableau 16 – Facteur d'ombrage partiel F _{f,i}	40
Tableau 17 – Coefficient réducteur de régulation F _g	42
Tableau 18 – Valeurs indicatives pour n ₅₀ – Valeurs pour des bâtiments existants	50
Tableau 19 – Détermination simplifiée des facteurs d'ombrage F _{h,i} , F _{0,i} , F _{f,i} pour des bâtiments existants	50
Tableau 20 – Catégories de bâtiment	55
Tableau 21 – Paramètres standard	55
Tableau 22 – Taux de couverture de la production de chaleur	56
Tableau 23 – Facteur de dépense pour la production d'énergie, chaufferies, partie 1	57
Tableau 24 – Facteur de dépense pour la production d'énergie, chaufferies, partie 2	57
Tableau 25 – Facteur de dépense pour la production d'énergie, autres systèmes, partie 3	58

Tableau 26 – Déperditions de chaleur en fonction de la surface lors de la distribution de chaleur, à l'extérieur de l'enveloppe thermique	59
Tableau 27 – Déperditions de chaleur en fonction de la surface lors de la distribution de chaleur, à l'intérieur de l'enveloppe thermique	60
Tableau 28 – Besoins en énergie des auxiliaires en fonction de la surface pour la distribution de chaleur	60
Tableau 29 – Déperditions de chaleur en fonction de la surface et besoins en énergie des auxiliaires pour le stockage de chaleur	61
Tableau 30 – Taux de couverture de la préparation d'eau chaude sanitaire avec des systèmes combinés de chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 1	62
Tableau 31 – Taux de couverture de la préparation d'eau chaude sanitaire avec des systèmes combinés de chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 2	63
Tableau 32 – Taux de couverture de la préparation d'eau chaude sanitaire avec des systèmes combinés de chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 3	63
Tableau 33 – Facteur de dépense de l'installation e_{WW} pour le chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 1	64
Tableau 34 – Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires $q_{WW,Hif}$ pour le chauffage d'eau chaude sanitaire	64
Tableau 35 – Facteur de dépense de l'installation e_{WW} pour le chauffage d'eau chaude sanitaire, partie 2	65
Tableau 36 – Pertes spécifiques de circulation et de distribution pour systèmes centraux	66
Tableau 37 – Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour la distribution d'eau chaude sanitaire	67
Tableau 38 – Pertes spécifiques de circulation et de distribution pour systèmes décentralisés	67
Tableau 39 – Pertes spécifiques de stockage $q_{WW,S}$ à l'intérieur de l'enveloppe thermique	68
Tableau 40 – Pertes spécifiques de stockage $q_{WW,S}$ à l'extérieur de l'enveloppe thermique	68
Tableau 41 – Besoins spécifiques en énergie des auxiliaires pour le stockage d'eau chaude sanitaire $q_{WW,Hif,S}$	69
Tableau 42 – Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage avec des installations présentant une isolation thermique moyenne des conduites	70
Tableau 43 – Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage avec des installations présentant une bonne isolation thermique des conduites	71
Tableau 44 – Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage avec des installations décentralisées	71
Tableau 45 – Besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur	71
Tableau 46 – Facteur de dépense pour les systèmes de production d'ECS avec des conduites présentant une isolation thermique moyenne	72
Tableau 47 – Facteur de dépense pour les systèmes de production d'ECS avec des conduites présentant une bonne isolation thermique	72
Tableau 48 – Facteur de dépense pour les installations de production d'ECS avec des systèmes décentralisés	73
Tableau 49 – Besoins en énergie des auxiliaires pour la préparation d'eau chaude sanitaire	73
Tableau 50 – Facteur de dépense en énergie primaire	74
Tableau 51 – Facteurs environnementaux	74
Tableau 52 – Teneur énergétique de différentes sources d'énergie	75
Tableau 53 – Rayonnement solaire moyen par mois en fonction de l'orientation $I_{S,M,r}$ [W/m^2] sur une surface verticale et températures extérieures moyennes par mois $\vartheta_{e,M}$ [°C] pour le climat de référence du Luxembourg	75