



Projet de règlement grand-ducal modifiant

- 1. le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation; et**
- 2. le règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels.**

I.	Exposé des motifs	p. 3
II.	Texte du projet de règlement grand-ducal	p. 5
III.	Commentaire des articles	p. 24
IV.	Textes coordonnés	p. 30



I. Exposé des motifs

1. Généralités

Le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation (ci-après le « Règlement de 2007 ») et le règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels (ci-après le « Règlement de 2010 ») transposent en droit national la directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments.

Le Règlement de 2007 et le Règlement de 2010 établissent un cadre commun destiné à promouvoir l'amélioration de la performance énergétique globale des bâtiments.

2. Le projet de règlement grand-ducal

Le projet de règlement grand-ducal vise à modifier certaines dispositions du Règlement de 2007 et du Règlement de 2010.

2.1. Dispositions concernant le Règlement de 2007

Le Règlement de 2007 prévoit l'établissement d'un certificat de performance énergétique « comme construit » (« as-built ») uniquement si certaines adaptations du bâtiment ont eu lieu postérieurement à l'autorisation de bâtir. Le présent projet vise à généraliser l'établissement de ce certificat de performance énergétique dans tous les cas.

En ce qui concerne les extensions de bâtiments d'habitation existants allant jusqu'à 80 m², le projet prévoit l'introduction d'une méthode supplémentaire pour justifier le respect des obligations en matière de performance énergétique de ces extensions, notamment pour couvrir certains cas spécifiques qui n'étaient pas traités dans le Règlement de 2007.

Le projet vise également à introduire des nouvelles exigences minimales pour simplifier la mise en place ultérieure de dispositifs de charge pour véhicules électriques ou hybrides respectivement d'installations photovoltaïques. Les dispositions s'inscrivent dans le contexte de la réalisation des objectifs nationaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'efficacité énergétique et des énergies renouvelables à l'horizon 2030 et prennent en compte les conclusions, voire recommandations de l'étude stratégique de Troisième Révolution Industrielle, processus continu, entamé en 2016, pour orienter le Luxembourg vers un modèle économique et sociétal plus durable. Elles visent donc à permettre, simplifier et réduire le coût pour l'installation ultérieure de panneaux photovoltaïques et de dispositifs de charge pour véhicules électriques ou hybrides dans les maisons d'habitation uni- et bifamiliales et les immeubles résidentiels à appartements. En effet, il s'agit d'éviter par un cadre clair et cohérent des coûts inutiles et/ou démesurés engendrés par l'équipement postérieur de dispositifs de charge respectivement d'installations photovoltaïques.

Le projet vise encore à introduire la possibilité de prendre en compte des « nouvelles technologies » dans le domaine du chauffage et de la préparation d'eau chaude sanitaire des bâtiments qui se sont développées sur le marché ces dernières années. Il s'agit notamment de nouveaux types de pompes à chaleur et de piles à combustible.

En ce qui concerne les réseaux de chaleur, le projet propose la prise en compte de la chaleur fatale de processus industriels.



Finalement, le projet prévoit encore d'autres modifications de certaines dispositions techniques afin de rendre la réglementation plus claire respectivement plus cohérente et de l'adapter au progrès technologique. Ces modifications concernent des dispositions techniques de l'annexe du Règlement de 2007.

2.2. Dispositions concernant le Règlement de 2010

Le projet prévoit aussi des modifications du Règlement de 2010 comme la généralisation du certificat de performance énergétique « comme construit » (« as-built »), l'introduction de deux nouvelles exigences minimales concernant l'accueil ultérieur de dispositifs de charge pour véhicules électriques ou hybrides et d'installations photovoltaïques et, pour les réseaux de chaleur, la prise en compte de la chaleur fatale de processus industriels de la même manière que les modifications proposées du Règlement de 2007.

Le projet prévoit d'étendre le cercle des personnes autorisées à établir le calcul et le certificat de performance énergétique pour bâtiments fonctionnels neufs sans système de climatisation actif aux personnes agréées en vertu du règlement grand-ducal modifié du 10 février 1999 relatif à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de contrôle dans le domaine de l'énergie. Afin de rester cohérent avec le groupe d'experts autorisé à établir l'étude de faisabilité pour ces bâtiments, il est précisé que le calcul et le certificat de performance énergétique pour bâtiments fonctionnels neufs avec système de climatisation actif sont uniquement à établir par les ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil.

Finalement, le projet procède à la modification de certaines dispositions techniques de détail afin de rendre la réglementation plus claire respectivement plus cohérente et de l'adapter au progrès technologique. La plupart de ces modifications concernent des dispositions techniques de l'annexe du Règlement de 2010.

3. Base légale

Le présent projet de règlement grand-ducal est un règlement d'exécution de la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie.



II. Texte du projet de règlement grand-ducal

Nous Henri, Grand-Duc de Luxembourg, Duc de Nassau;

Vu la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie;

Vu la directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments;

[Vu les avis de la Chambre de commerce et de la Chambre des métiers;]

Notre Conseil d'Etat entendu;

De l'assentiment de la Conférence des Présidents de la Chambre des Députés;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'Économie et après délibération du Gouvernement en conseil;

Arrêtons:

Art. 1^{er}. Le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation est modifié comme suit:

1° Dans tout le texte du règlement grand-ducal et de l'annexe, les termes « autorisation de bâtir » sont remplacés par ceux de « autorisation de construire ».

2° À l'article 3, paragraphe 1^{er}, les termes « à l'autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir » sont remplacés par ceux de « au bourgmestre ».

3° À l'article 3, paragraphe 11, le texte avant les tirets est remplacé comme suit:

« (11) Un nouveau calcul de la performance énergétique et un nouveau certificat de performance énergétique qui reflètent le bâtiment d'habitation comme il a été construit réellement doivent être établis et remis à titre informationnel au bourgmestre endéans le délai le plus court des délais suivants: ».

4° À l'article 6, paragraphe 1^{er}, les termes « , à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.6 et 1.7, » sont insérés entre ceux de « de l'annexe » et de « et l'exigence ».

5° À l'article 7, paragraphe 1^{er}, la première phrase est complétée par les termes « , à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.6 et 1.7 ».

6° À l'article 8, paragraphe 1^{er}, la première phrase est complétée par les termes « , à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.6 et 1.7 ».

7° L'article 8*bis*, paragraphe 1^{er}, est modifié comme suit:

- les termes « L'autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir » sont remplacés par ceux de « Le bourgmestre »,



- le deuxième tiret est remplacé comme suit: « bâtiments ou monuments dont la conservation présente un intérêt public et qui sont classés conformément à l'article 32 du règlement grand-ducal du 8 mars 2017 concernant le contenu du plan d'aménagement général d'une commune »

8° L'article 14 est modifié comme suit:

- à la première phrase, les termes « aux autorités compétentes en matière d'autorisations de bâtir » sont remplacés par ceux de « au bourgmestre ».

- à la deuxième phrase, le terme « autorités » est remplacé par celui de « bourgmestres ».

9° À l'annexe, le chapitre 0.2 est modifié comme suit:

- la ligne suivante est insérée après la ligne relative au symbole « a »:

«

$A_{coll,sol}$	m^2	Surface brute installée des collecteurs solaires
----------------	-------	--

»

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « e_{CO_2} »:

«

$e_{CO_2,centr.th.foss}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{CO_2,centr.th.ren}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable
$e_{CO_2,ch.fatale}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0

»

- la ligne suivante est insérée après la ligne relative au symbole « $e_{CO_2,Hilf}$ »:

«

$e_{CO_2,mix}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental pondéré
----------------	----------------	---------------------------------

»

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « e_p »:

«

$e_{p,centr.th.foss}$	kWh_p/kWh_e	Facteur de dépense en énergie primaire pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{p,centr.th.ren}$	kWh_p/kWh_e	Facteur de dépense en énergie primaire pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable



$e_{p,ch.fatale}$	kWh_p/kWh_e	Facteur de dépense en énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
-------------------	---------------	--

»

- la ligne suivante est insérée après la ligne relative au symbole « $e_{p,Hilf}$ »:

«

$e_{p,mix}$	kWh_p/kWh_e	Facteur de dépense en énergie primaire pondéré
-------------	---------------	--

»

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « H_T »:

«

H'_T	$W/(m^2K)$	Coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$H'_{T,max}$	$W/(m^2K)$	Coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température

»

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « l_i »:

«

λ_B	$W/(mK)$	Valeur utile de la conductivité thermique
λ_D	$W/(mK)$	Valeur déclarée de la conductivité thermique

»

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « n_{50} »:

«

$n_{centr.th.foss}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $e_{p,mix}$ et de $e_{CO2,mix}$
$n_{centr.th.ren}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $e_{p,mix}$ et de $e_{CO2,mix}$
$n_{ch.fatale}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $e_{p,mix}$ et de $e_{CO2,mix}$

»

- la ligne suivante est insérée après la ligne relative au symbole « P_{PV} »:



«

P_{tot}	kW	Puissance thermique installée de la pompe à chaleur
-----------	----	---

»

- la ligne suivante est insérée après la ligne relative au symbole « U_{WG0} »:

«

V_{acc}	l	Volume de l'accumulateur de glace
-----------	---	-----------------------------------

»

10° À l'annexe, chapitre 1.1, les titres des tableaux 1 et 1a sont complétés par un renvoi à la note explicative 6) et la liste des notes explicatives reprise sous le tableau 1a est complétée par la note 6) suivante:

« 6) Les valeurs des coefficients de transmission thermique U des éléments de construction opaques sont à respecter en arrondissant à trois décimales près et celles pour les éléments de construction transparents en arrondissant à deux décimales près. »

11° À l'annexe, chapitre 1.1, le texte suivant est inséré après le tableau 1a:

« Si, dans le cas des extensions visées ci-avant, il est dérogé au respect d'un ou de plusieurs coefficient(s) de transmission thermique U_{max} du tableau 1a, le respect d'un coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission spécifique à la température H'_T relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment doit être prouvé pour l'extension complète: $H'_T \leq H'_{T,max}$. Le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission H'_T relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température est calculé de la manière suivante:

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

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

où:

H'_T	W/(m ² K)	est le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$H'_{T,max}$	W/(m ² K)	est le coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
A_i	m ²	est la surface de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
U_i	W/(m ² K)	est le coefficient de transmission thermique de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
$U_{max,i}$	W/(m ² K)	est le coefficient de transmission thermique maximal de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment selon le tableau 1a



- $F_{\vartheta,i}$ - est le facteur de correction de la température pour l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment lequel est en contact avec des locaux très peu chauffés, avec le sol ou des locaux non chauffés
- ΔU_{WB} W/(m² K) est le facteur de correction des ponts thermiques conformément au chapitre 5.2.1.4

Pour les éléments de construction en contact avec des locaux très peu chauffés, le sol ou des locaux non chauffés, la correction de la température doit être prise en compte avec des facteurs de correction de la température forfaitaires $F_{\vartheta,i}$ selon les chapitres 5.2.1.3.1 et 5.2.1.3.2 tableaux 9 et 10 du présent règlement ou avec un calcul détaillé selon la norme EN ISO 13370 ou EN ISO 13789.

Si la méthode des facteurs de correction de la température forfaitaires $F_{\vartheta,i}$ est choisie, ceux-ci sont également à prendre en compte lors de la détermination de $H'_{T,max}$. Si le calcul détaillé est choisi selon la norme EN ISO 13370 ou EN ISO 13789, alors les éléments de construction concernés sont à considérer comme étant en contact avec le climat extérieur selon le tableau 1a du présent règlement lors de la détermination de $H'_{T,max}$.

Sans préjudice de la manière dont les exigences sont justifiées pour les extensions visées au chapitre 1.1, les exigences minimales concernant les coefficients de transmission U_{max} pour les éléments de construction du tableau 1 du présent règlement sont à respecter. »

12° À l'annexe, chapitre 1.1, la note explicative 1) est remplacée comme suit:

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

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

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

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

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

13° À l'annexe, chapitre 1.1, note explicative 5), les termes « DIN EN ISO 10077 » sont remplacés par ceux de « EN ISO 10077 ».



- 14° À l'annexe, chapitre 1.1, 5^e alinéa, les termes « DIN EN ISO 13789 ou DIN EN ISO 13370 » sont remplacés par ceux de « EN ISO 13789 ou EN ISO 13370 ».
- 15° À l'annexe, chapitre 1.2.3, alinéa 1, les termes « à la norme DIN EN 13363-1/2 » sont remplacés par ceux de « aux normes EN ISO 52022 ».
- 16° À l'annexe, chapitre 1.2.3, tableau 1d, note explicative a), les termes « à la norme DIN EN 13363-1 » sont remplacés par ceux de « aux normes EN ISO 52022 » et au même tableau, note explicative d), les termes « DIN V 4108-4 » sont remplacés par ceux de « DIN 4108-4 ».
- 17° À l'annexe, chapitre 1.2.4, alinéa 3, et dans le titre du tableau 1f, les termes « DIN V 4108-2 » sont remplacés par ceux de « DIN 4108-2 ».
- 18° À l'annexe, chapitre 1.3, alinéa 3, les termes « DIN 13829 (test d'étanchéité à l'air), selon la méthode A » sont remplacés par ceux de « EN ISO 9972 (test d'étanchéité à l'air), selon la méthode 1 ».
- 19° À l'annexe, chapitre 1.3, le titre de la deuxième colonne du tableau 2 est complété par un renvoi à la note explicative 2) et la liste des notes explicatives reprise sous le tableau 2 est complétée par la note 2) suivante:
- « 2) Les valeurs limites n_{50} sont à respecter en arrondissant à une décimale près. »
- 20° À l'annexe, le titre 1^{er} est complété par deux nouveaux chapitres 1.6 et 1.7 libellés comme suit:

« 1.6 Dispositifs de charge pour voitures électriques ou hybrides rechargeables

Pour les habitations EFH et les habitations MFH, les emplacements de stationnement intérieurs et les emplacements extérieurs couverts doivent être conçus et équipés de manière à pouvoir accueillir ultérieurement un dispositif de charge pour véhicules électriques ou hybrides rechargeables. Dans le cas où les habitations ne disposent que d'emplacements extérieurs non couverts, au moins un de ces emplacements doit être conçu et équipé de cette manière.

Chaque emplacement de stationnement doit disposer d'un pré-câblage approprié ou de deux conduits selon le concept de câblage prévu. Un de ces conduits devra pouvoir accueillir ultérieurement un câble électrique menant au tableau de distribution principal et l'autre conduit devra pouvoir accueillir un câble pour la transmission de données menant vers l'armoire de comptage ou vers l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge.

Pour les habitations MFH, un pré-câblage ou un conduit supplémentaire, pour la pose d'un câble pour la transmission de données, est à prévoir entre le point de terminaison d'un opérateur de réseau de communications public et le tableau de distribution principal respectivement l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge. Selon le concept de câblage choisi, le tableau de distribution principal ou, le cas échéant, les tableaux de départs individuels doivent disposer d'un espace libre afin de pouvoir accueillir ultérieurement les appareils de protection supplémentaires pour le raccordement des dispositifs de charge.

1.7 Dispositifs techniques pour les installations photovoltaïques

Les habitations EFH et les habitations MFH doivent prévoir un conduit pouvant accueillir ultérieurement un câblage électrique adapté pour une installation photovoltaïque



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

21° À l'annexe, chapitre 4.1.1, le deuxième point est supprimé.

22° À l'annexe, le chapitre 4.1.2 est complété par le point suivant:

«

- signature de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique. »

23° À l'annexe, chapitre 5.1.2, troisième puce, les termes « dans l'enveloppe thermique ou dans l'enveloppe d'étanchéité à l'air » sont remplacés par ceux de « dans l'enveloppe thermique et dans l'enveloppe d'étanchéité à l'air ».

24° À l'annexe, chapitres 5.2.1.3 et 5.2.1.4, les mots « DIN EN ISO 10211-2 » sont remplacés par ceux de « EN ISO 10211 ».

25° À l'annexe, chapitre 5.2.1.4, l'alinéa 2 est complété comme suit:

« Pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique qui sont à remettre avec la demande d'autorisation de construire d'un bâtiment d'habitation neuf ou d'une extension d'un bâtiment d'habitation, une valeur estimative peut être prise en compte. Le calcul des ponts thermiques est à apporter lors de l'établissement du certificat de performance énergétique visé à l'article 3, paragraphe 11 du présent règlement. »

26° À l'annexe, chapitre 6.3, alinéa 1, les termes « DIN 4701-10 » sont remplacés par ceux de « DIN V 4701-10 ».

27° À l'annexe, chapitre 6.3.1.1, le tableau 22 est complété comme suit:

«

Pile à combustible	Chaudière	0,70	0,30	/	/	/
--------------------	-----------	------	------	---	---	---

»

28° À l'annexe, chapitre 6.3.1.2, tableau 25, la rubrique « Pompes à chaleur électriques » est complétée par les lignes suivantes:

«

Glace/eau (avec accumulateur de glace solaire) ⁵⁾	55/45 35/28	0,27 0,23	1,9*A _n ^{-0,10}
Sol/eau (à détente directe)	55/45 35/28	0,27 0,23	0,00
Sol/eau (avec sonde CO ₂)	55/45 35/28	0,27 0,23	0,00



»

et le même tableau est complété par les lignes suivantes:

«

Pompes à chaleur au gaz			
Eau/eau	55/45 35/28	0,54 0,46	$3,2 * A_n^{-0,10}$
Sol/eau	55/45 35/28	0,61 0,54	$1,9 * A_n^{-0,10}$
Air/eau	55/45 35/28	0,77 0,66	0,00
Glace/eau (avec accumulateur de glace solaire) ⁵⁾	55/45 35/28	0,61 0,54	$1,9 * A_n^{-0,10}$
Sol/eau (à détente directe)	55/45 35/28	0,61 0,54	0,00
Sol/eau (avec sonde CO ₂)	55/45 35/28	0,61 0,54	0,00
Pile à combustible	Toutes	1,00	0,00

»

29° À l'annexe, chapitre 6.3.1.2, la liste des notes explicatives reprise sous le tableau 25 est complétée par la note 5) suivante:

« 5) Exigences minimales à respecter par le système glace/eau pour pouvoir utiliser les valeurs indiquées dans le tableau 25:

$$P_{\text{tot}} = (H_T + H_V + H_{WB}) * 0,032 \quad [\text{kW}]$$

$$A_{\text{coll. sol}} = 1,5 * P_{\text{tot}} \quad [\text{m}^2]$$

$$V_{\text{acc}} = 50 * P_{\text{tot}} \quad [\text{l}]$$

où:

P_{tot} [kW] est la puissance thermique installée de la pompe à chaleur
 $A_{\text{coll. sol}}$ [m²] est la surface brute installée des collecteurs solaires
 V_{acc} [l] est le volume de l'accumulateur de glace
 H_T [W/K] est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission
 H_V [W/K] est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation
 H_{WB} [W/K] est le coefficient de déperdition de chaleur dû à des ponts thermiques linéaires »

30° À l'annexe, chapitre 6.3.2.1, tableau 31, sixième et septième ligne, les termes « Pompe à chaleur électrique » sont remplacés par ceux de « Pompe à chaleur électrique/au gaz », et au même tableau, la ligne suivante est insérée avant la dernière ligne:

«

Pile à combustible	1,00
--------------------	------



»

31° À l'annexe, chapitre 6.3.2.1, note de bas de page 5, les termes « DIN 4701-10 » sont remplacés par ceux de « DIN V 4701-10 ».

32° À l'annexe, chapitre 6.3.2.2, tableau 35, ligne 12, le terme « électrique » est inséré entre ceux de « chaleur » et de « pour », et la rubrique « Pompe à chaleur pour le chauffage » est complétée par les lignes suivantes:

«

Glace/eau (avec accumulateur de glace solaire ³⁾)	0,27	0,5*A _n ^{-0,10}
Sol/eau (à détente directe)	0,27	0,00
Sol/eau (géothermique avec sonde CO ₂)	0,27	0,00

»

Le même tableau est complété par les lignes suivantes:

«

Pompe à chaleur au gaz		
Eau/eau	0,54	0,8*A _n ^{-0,10}
Sol/eau	0,61	0,5*A _n ^{-0,10}
Air/eau	0,77	0,00
Sol/eau (avec accumulateur de glace solaire) ³⁾	0,61	0,5*A _n ^{-0,10}
Sol/eau (à détente directe)	0,61	0,00
Sol/eau (géothermique avec sonde CO ₂)	0,61	0,00
Pile à combustible	1,00	0,00

»

33° À l'annexe, chapitre 6.3.2.2, la liste des notes explicatives reprise sous le tableau 35 est complétée par la note 3) suivante:

« 3) Exigences minimales à respecter par le système glace/eau pour pouvoir utiliser les valeurs indiquées dans le tableau 35:

$$P_{\text{tot}} = (H_T + H_V + H_{WB}) * 0,032 \quad [\text{kW}]$$

$$A_{\text{coll.sol}} = 1,5 * P_{\text{tot}} \quad [\text{m}^2]$$

$$V_{\text{acc}} = 50 * P_{\text{tot}} \quad [\text{l}]$$

où:

P_{tot} [kW] est la puissance thermique installée de la pompe à chaleur
 $A_{\text{coll.sol}}$ [m²] est la surface brute installée des collecteurs solaires
 V_{acc} [l] est le volume de l'accumulateur de glace
 H_T [W/K] est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission
 H_V [W/K] est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation



H_{WB} [W/K] est le coefficient de déperdition de chaleur dû à des ponts thermiques linéaires

Si la surface installée brute des collecteurs solaires dépasse le ratio de 1,5 m² par kW de puissance thermique de la pompe à chaleur, cette surface supplémentaire peut être considérée comme une installation solaire thermique pour la production de l'eau chaude sanitaire, à côté de la pompe à chaleur, conformément au tableau 30. »

34° À l'annexe, chapitre 6.3.2.2, note explicative 1), les termes « DIN 4701-10 » sont remplacés par ceux de « DIN V 4701-10 ».

35° À l'annexe, chapitre 6.3.2.3, alinéa 6, les termes « DIN 4701-10 » sont remplacés par ceux de « DIN V 4701-10 ».

36° À l'annexe, chapitre 6.5, les alinéas suivants sont insérés après le tableau 50:

« Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage urbain

Dans le cas d'un chauffage urbain alimenté par une ou plusieurs centrales thermiques et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage urbain met à disposition un facteur de dépense en énergie primaire pondéré $e_{p,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$e_{p,mix} = n_{centr.th.foss} * e_{p,centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} * e_{p,centr.ren} + n_{ch.fatale} * e_{p,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$e_{p,mix}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur de dépense en énergie primaire pondéré
$e_{p,centr.th.foss}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur de dépense en énergie primaire conformément au tableau 50, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{p,centr.th.ren}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur de dépense en énergie primaire conformément au tableau 50, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable
$e_{p,ch.fatale}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur de dépense en énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$n_{centr.th.foss}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{centr.th.ren}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles



$n_{ch.fatale}$ [-] est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments d'habitation et en cas de changement de la valeur du facteur de dépense en énergie primaire pondéré par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur de dépense en énergie primaire pondéré considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 3, paragraphe 11. »

37° À l'annexe, chapitre 6.6, les alinéas suivants sont insérés après le tableau 51:

« **Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage urbain**

Dans le cas d'un chauffage urbain alimenté par une ou plusieurs centrales thermiques et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage urbain met à disposition un facteur environnemental pondéré $e_{CO_2,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$e_{CO_2,mix} = n_{centr.th.foss} * e_{CO_2,centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} * e_{CO_2,centr.ren} + n_{ch.fatale} * e_{CO_2,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$e_{CO_2,mix}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental pondéré
$e_{CO_2,centr.th.foss}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental conformément au tableau 51, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{CO_2,centr.th.ren}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental conformément au tableau 51, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable
$e_{CO_2,ch.fatale}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$n_{centr.th.foss}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{centr.th.ren}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales



$n_{ch.fatale}$

[-]

thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments d'habitation et en cas de changement de la valeur du facteur environnemental pondéré par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur environnemental pondéré considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 3, paragraphe 11. »

Art. II. Le règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels est modifié comme suit:

- 1° Dans tout le texte du règlement grand-ducal et de l'annexe, les termes « autorisation de bâtir » sont remplacés par ceux de « autorisation de construire ».
- 2° À l'article 4, paragraphes 1 et 2, les termes « à l'autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir » sont remplacés par ceux de « au bourgmestre ».
- 3° À l'article 4, paragraphe 9, les deux premières phrases sont remplacées comme suit:

« (9) Les documents visés au paragraphe (1) sont à établir par des architectes et des ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil respectivement par des personnes agréées en vertu du règlement grand-ducal modifié du 10 février 1999 relatif à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de contrôle dans le domaine de l'énergie, à l'exception des documents pour les bâtiments fonctionnels neufs et dotés d'un système de climatisation actif qui sont à établir par les ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil. »

- 4° À l'article 4, paragraphe 12, le texte avant les tirets est remplacé comme suit:

« (12) Un nouveau calcul de la performance énergétique et un nouveau certificat de performance énergétique qui reflètent le bâtiment fonctionnel comme il a été construit réellement doivent être établis et remis à titre informationnel au bourgmestre endéans le délai le plus court des délais suivants: ».



- 5° À l'article 7, paragraphe 1^{er}, la première phrase est complétée par les termes « , à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.10 et 1.11 ».
- 6° À l'article 8, paragraphe 1^{er}, la première phrase est complétée par les termes « , à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.10 et 1.11 ».
- 7° À l'article 9, paragraphe 1^{er}, la première phrase est complétée par les termes « , à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.10 et 1.11 ».

8° L'article 10, paragraphe 1^{er}, est modifié comme suit:

- les termes « L'autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir » sont remplacés par ceux de « Le bourgmestre »,

- le deuxième tiret est remplacé comme suit: « bâtiments ou monuments dont la conservation présente un intérêt public et qui sont classés conformément à l'article 32 du règlement grand-ducal du 8 mars 2017 concernant le contenu du plan d'aménagement général d'une commune »

9° L'article 17 est modifié comme suit:

- à la première phrase, les termes « aux autorités compétentes en matière d'autorisations de bâtir » sont remplacés par ceux de « au bourgmestre ».

- à la deuxième phrase, le terme « autorités » est remplacé par celui de « bourgmestres ».

10° À l'annexe, les termes « DIN 18599 » sont remplacés par ceux de « DIN V 18599 ».

11° À l'annexe, le chapitre 0.1 est modifié comme suit:

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « f_{CO_2} »:

«

$f_{CO_2,centr.th.foss}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile pour la
$f_{CO_2,centr.th.ren}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{CO_2,ch.fatale}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$f_{CO_2,mix}$	$kgCO_2/kWh_e$	Facteur environnemental pondéré

»

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « f_p »:

«

$f_{p,centr.th.foss}$	kWh_p/kWh_e	Facteur d'énergie primaire pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité
-----------------------	---------------	--



		d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{p,centr.th.ren}$	kWh_p/kWh_e	Facteur d'énergie primaire pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{p,ch.fatale}$	kWh_p/kWh_e	Facteur d'énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$f_{p,mix}$	kWh_p/kWh_e	Facteur de dépense en énergie primaire pondéré

»

- la ligne suivante est insérée après la ligne relative au symbole « H'_T »:

«

$H'_{T,max}$	$W/(m^2 K)$	Coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
--------------	-------------	--

»

- les lignes suivantes sont insérées après la ligne relative au symbole « $I_{max,c}$ »:

«

λ_B	$W/(m.K)$	Valeur utile de la conductivité thermique
λ_D	$W/(m.K)$	Valeur déclarée de la conductivité thermique
$n_{centr.th.foss}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,mix}$ et de $f_{CO2,mix}$
$n_{centr.th.ren}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,mix}$ et de $f_{CO2,mix}$
$n_{ch.fatale}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,mix}$ et de $f_{CO2,mix}$

»

12° À l'annexe, chapitre 1.1, la note explicative 1) est remplacée comme suit:

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



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

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

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

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

13° À l'annexe, chapitre 1.1, note explicative 4), les termes « DIN EN ISO 10077 » sont remplacés par ceux de « EN ISO 10077 ».

14° À l'annexe, chapitre 1.1, note explicative 9), les termes « DIN EN ISO 13789 ou DIN EN ISO 13370 » sont remplacés par ceux de « EN ISO 13789 ou EN ISO 13370 ».

15° À l'annexe, chapitre 1.1, la numérotation de la deuxième note explicative 11) est remplacée par la numérotation 12).

16° À l'annexe, chapitre 1.1, le titre du tableau 1 est complété par un renvoi à la note explicative 13) et la liste des notes explicatives sous le tableau 1 est complétée par la note 13) suivante:

« 13) Les valeurs des coefficients de transmission thermique U des éléments de construction opaques sont à respecter en arrondissant à trois décimales près et celles pour les éléments de construction transparents en arrondissant à deux décimales près. »

17° À l'annexe, chapitre 1.2.4, alinéa 1, les termes « à la norme DIN EN 13363-1/2 » sont remplacés par ceux de « aux normes EN ISO 52022 ».

18° À l'annexe, chapitre 1.2.4, tableau 4, note explicative a), les termes « à la norme DIN EN 13363-1 » sont remplacés par ceux de « aux normes EN ISO 52022 » et au même tableau, note explicative d), les termes « DIN V 4108-4 » sont remplacés par ceux de « DIN 4108-4 ».

19° À l'annexe, chapitre 1.2.5, alinéa 3, et dans le titre du tableau 6, les termes « DIN V 4108-2 » sont remplacés par ceux de « DIN 4108-2 ».

20° À l'annexe, chapitre 1.3, les termes « DIN EN 13829 » sont remplacés par ceux de « EN ISO 9972 ».

21° À l'annexe, chapitre 1.3, le symbole « q_{50} » est remplacé par le symbole « q_{E50} ».

22° À l'annexe, chapitre 1.3, le titre de la deuxième colonne du tableau 7 est complété par l'ajout d'un renvoi à la note explicative 1) et après le tableau 7 est insérée la note 1) suivante:

« 1) Les valeurs limites q_{E50} sont à respecter en arrondissant à une décimale près. »



23° À l'annexe, le titre 1^{er} est complété par deux nouveaux chapitres 1.10 et 1.11 libellés comme suit:

« 1.10 Dispositifs de charge pour voitures électriques ou hybrides rechargeables

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

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

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

1.11 Dispositifs techniques pour les installations photovoltaïques

Les bâtiments fonctionnels doivent prévoir un conduit pouvant accueillir ultérieurement un câblage électrique adapté pour une installation photovoltaïque

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

24° À l'annexe, chapitre 2.4, tableau 11, ligne 8, le symbole « q₅₀ » est remplacé par le symbole « q_{E50} ».

25° À l'annexe, chapitre 4.4.4, les termes « DIN 4108 – Supplément 2:2006-03 » sont remplacés par ceux de « DIN 4108- Supplément 2 ».

26° À l'annexe, chapitre 6.17.2 l'alinéa 2 est complété comme suit:

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



27° À l'annexe, chapitre 8.1, les alinéas suivants sont insérés après le tableau 33:

« **Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage à distance et de proximité**

Dans le cas d'un chauffage à distance et chauffage de proximité alimenté par une ou plusieurs installations de chauffage et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage urbain met à disposition un facteur d'énergie primaire pondéré $f_{p,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$f_{p,mix} = n_{inst.ch.foss} * f_{p,inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} * f_{p,inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} * f_{p,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$f_{p,mix}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur d'énergie primaire pondéré
$f_{p,centr.th.foss}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur d'énergie primaire conformément au tableau 33, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{p,centr.th.ren}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur d'énergie primaire conformément au tableau 33, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{p,ch.fatale}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur d'énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$n_{inst.ch.foss}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{inst.ch.ren}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{ch.fatale}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.



La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments fonctionnels et en cas de changement de la valeur du facteur d'énergie primaire par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur d'énergie primaire considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 4, paragraphe 12. »

28° À l'annexe, chapitre 8.2, les alinéas suivants sont insérés après le tableau 34:

« **Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage à distance et de proximité**

Dans le cas d'un chauffage à distance et chauffage de proximité alimenté par une ou plusieurs installations de chauffage et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage à distance met à disposition un facteur environnemental pondéré $f_{CO_2,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$f_{CO_2,mix} = n_{inst.ch.foss} * f_{CO_2,inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} * f_{CO_2,inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} * f_{CO_2,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$f_{CO_2,mix}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental pondéré
$f_{CO_2,centr.th.foss}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental conformément au tableau 34, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{CO_2,centr.th.ren}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental conformément au tableau 34, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{CO_2,ch.fatale}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$n_{inst.ch.foss}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{inst.ch.ren}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles



$n_{ch.fatale}$ [-] est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments fonctionnels et en cas de changement de la valeur du facteur environnemental par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur environnemental considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 4, paragraphe 12. »

Art. III. Notre Ministre de l'Économie est chargé de l'exécution du présent règlement qui sera publié au Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg.

Le Ministre de l'Économie,

Etienne Schneider



III. Commentaire des articles

ad article I^{er}

Les modifications inscrites à l'article I^{er} ont trait au règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation (ci-après le « Règlement de 2007 »).

Le point 1 accorde la terminologie à celle utilisée par la loi modifiée du 19 juillet 2004 concernant l'aménagement communal et le développement urbain utilise en remplaçant les termes « autorisation de bâtir » par ceux de « autorisation de construire ».

Aux points 2,7 et 8 les références à l'autorité compétente en matière d'autorisation de construire sont, dans un souci de clarté, remplacées par une référence au bourgmestre, qui est en fait et en droit l'autorité investie de la compétence en matière d'autorisation de construire.

Le point 3 vise à généraliser l'établissement d'un nouveau calcul de la performance énergétique et d'un nouveau certificat de performance énergétique (ci-après le « CPE ») « comme construit » (« as-built ») pour chaque bâtiment d'habitation après la réalisation du bâtiment. Cette disposition est jusqu'à présent uniquement à respecter pour les bâtiments d'habitation qui subissent des adaptations qui n'engendrent pas de modification de l'autorisation de bâtir, mais qui ont un impact sur la performance énergétique du bâtiment d'habitation qui sont effectuées au cours de la réalisation du bâtiment. Il est à noter que déjà maintenant, ce CPE doit être réalisé dans la majorité des cas vu que des adaptations plus ou moins importantes se produisent généralement au cours de la construction d'un bâtiment, adaptations qui engendrent généralement un impact sur la performance énergétique du bâtiment en question. La généralisation est jugée nécessaire afin de pouvoir éviter de ne pas créer des confusions dans le marché de l'immobilier sur la validité des documents visés. Effectivement, avec l'introduction en 2016 de l'inscription de la mention « comme planifié » sur le CPE s'il s'agit d'un CPE qui reflète la performance énergétique du bâtiment dans la phase de planification du bâtiment, il est aujourd'hui possible, au cas où le bâtiment d'habitation n'a subi aucune adaptation au cours de sa réalisation, que la mention « comme planifié » reste inscrit sur le CPE. Avec la modification proposée, pour chaque bâtiment un CPE « comme construit » (« as-built ») doit être établi.

Les points 4, 5 et 6 visent à exclure les extensions, modifications et transformations substantielles de bâtiments d'habitation de l'obligation à respecter les deux nouvelles exigences minimales introduites par le présent projet de règlement grand-ducal au point 20° du présent article. Effectivement, il est proposé que ces deux nouvelles exigences ne s'appliquent que pour la construction de bâtiments d'habitation neufs.

Le point 7 vise à mettre à jour les renvois à des textes légaux et réglementaires. La loi modifiée du 12 juin 1937 concernant l'aménagement des villes et autres agglomérations importantes a été abrogée par la loi modifiée du 19 juillet 2004 concernant l'aménagement communal et le développement urbain. Cette dernière ne contenant plus de dispositions relatives à la conservation de bâtiments, il est renoncé à y faire référence.

Le point 9 prévoit de compléter le chapitre des symboles et unités de l'annexe du Règlement de 2007 avec les nouveaux symboles et est la conséquence de certaines modifications visées par le projet sous objet.

Le point 10 vise une précision relative au respect des valeurs U des éléments de construction. Il est précisé que les valeurs U des éléments de construction opaques sont à respecter en arrondissant à trois décimales près et que celles pour les éléments de construction transparents sont à respecter en arrondissant à deux décimales près. A titre d'illustration, si le calcul d'un mur vers le climat extérieur mène à une valeur de 0,3204, il respecte, après arrondissement mathématique, l'exigence de 0,32. Au même moment, dans le titre du tableau 1 et du tableau 1a a été ajouté le renvoi à la note explicative 6).

Le point 11 vise à introduire une méthode supplémentaire pour justifier le respect des exigences minimales relatives aux coefficients de transmission thermique dans le cas d'une extension d'un bâtiment d'habitation



avec une surface de référence énergétique inférieure ou égale à 80 m². Le Règlement de 2007 ne prévoit actuellement que deux méthodes pour démontrer ces exigences. La méthode supplémentaire donne plus de flexibilité en vue de couvrir de façon optimale tous les cas de figure qui peuvent se présenter dans la pratique. La méthode supplémentaire proposée s'inspire à une disposition similaire qui est déjà prévue aujourd'hui dans la Réglementation de 2010 comme alternative de calcul pour justifier le respect des exigences minimales pour les petites extensions des bâtiments fonctionnels.

Le point 12 tient à préciser le cadre normatif et les conditions de référence pour le calcul du coefficient de la conductivité thermique (valeur U) des éléments de construction opaques de l'enveloppe thermique. Il est précisé que pour le calcul de la valeur U, la valeur de la conductivité thermique utile est à calculer à partir de la valeur de la conductivité thermique déclarée et est déterminée conformément à la norme EN ISO 10456, en prenant comme conditions de référence une teneur en humidité correspondante à une humidité relative de l'air de 50%, à une température de l'air de 23°C et une température moyenne de 10°C. Par conséquent la valeur de la conductivité thermique utile déterminée avec ces conditions de référence, est égale à la valeur de la conductivité thermique déclarée, conformément à la norme EN ISO 10456.

Le ministre peut fixer des facteurs de correction multiplicateurs afin de notamment tenir compte des différentes caractéristiques de matériaux isolants hygroscopiques, de matériaux isolants mis en place dans un milieu humide ou produits sur chantier. En outre, il peut fixer des facteurs de correction multiplicateurs ou la valeur de la conductivité thermique utile pour les matériaux isolants pour lesquels les valeurs de calcul ou les valeurs normées ne sont pas disponibles.

Les points 13 à 18 prévoient à remplacer les titres de différentes normes référencées dans le Règlement de 2007 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.

Le point 19 vise à clarifier l'approche au niveau du respect des valeurs limites n_{50} du test d'étanchéité à l'air en précisant que les valeurs mesurées sont à respecter en arrondissant à une décimale près. A titre d'exemple, une valeur mesurée de 0,64 dans une maison passive respecte, après arrondissement mathématique, l'exigence de 0,6 telle que définie au Règlement de 2007. Au même moment, dans le titre du tableau 2 a été ajouté la référence au point 2).

Le point 20 vise l'introduction de deux nouvelles exigences minimales concernant l'accueil ultérieur de dispositifs de charge pour véhicules électriques ou hybrides et d'installations photovoltaïques.

Afin de faciliter l'installation ultérieure de dispositifs de charge pour véhicules électriques ou hybrides rechargeables, le présent projet dispose que, dans les bâtiments d'habitation neufs, il y a lieu de prévoir:

- soit un pré-câblage, soit un pré-équipement moyennant de conduits appropriés pour chaque emplacement de stationnement intérieur ou extérieur couvert (comme par exemple les "car-ports"), ou au moins un emplacement de stationnement extérieur non couvert si les habitations ne disposent pas d'emplacement de stationnement intérieur ou extérieur couvert;
- selon le concept de câblage choisi, d'un espace libre dans le tableau de distribution principal ou, le cas échéant, les tableaux de départs individuels, pouvant accueillir ultérieurement des appareils de protection supplémentaires;
- un pré-câblage respectivement un conduit supplémentaire entre le point de terminaison d'un opérateur de réseau de communications public et le tableau de distribution principal respectivement l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge.

Il s'agit d'une part de pouvoir connecter ultérieurement le dispositif de charge par un câblage électrique menant au tableau de distribution principal d'électricité pour la recharge proprement dite et d'autre part par un câble pour la transmission de données menant vers l'armoire de comptage ou vers l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge qui permettra le pilotage à distance du dispositif de charge. Les



conduits peuvent soit avoir la forme de gaines vides, soit être réalisés sous forme de canaux pour câbles encastrés ou posés de manière apparente.

La connexion du dispositif de charge au tableau de distribution principal peut se faire par connexion directe ou par ligne annulaire ou une autre configuration spécifique choisie par le maître d'ouvrage.

Pour les habitations plurifamiliales, le pré-câblage respectivement le conduit supplémentaire pour la pose d'un câble pour la transmission de données est à prévoir afin de permettre une recharge intelligente par un système de gestion de la puissance de charge. Un tel système permet de gérer la puissance sur les différents dispositifs de charge en fonction du nombre de voitures électriques ou autres consommateurs connectés et, le cas échéant, de l'énergie électrique produite en autoproduction dans le bâtiment concerné.

Afin de faciliter l'installation ultérieure d'une installation photovoltaïque, le présent projet dispose que, dans les bâtiments d'habitation neufs, il y a lieu de prévoir un conduit adapté pouvant accueillir un câblage électrique entre chaque surface de toiture techniquement exploitable et l'endroit potentiel de pose des onduleurs de cette installation et entre cet endroit et le tableau de distribution principal respectivement l'armoire de comptage.

Pour les bâtiments dont la toiture ne présente pas de surface techniquement exploitable, c'est-à-dire si le toit du bâtiment ne contient pas de surface libre suffisante ou si le toit est orienté de façon à ne pas permettre une exploitation techniquement raisonnable, un pré-équipement pour une installation photovoltaïque n'est pas obligatoire.

Les points 21 et 22 visent à supprimer l'obligation d'une signature de l'expert sur chaque page du certificat de performance énergétique. Il est précisé que la signature doit toutefois figurer sur le certificat de performance énergétique. Les spécimens publiés des certificats de performance énergétique seront adaptés en conséquence en précisant l'endroit exact des signatures.

Le point 23 vise à redresser une incohérence textuelle en rapport avec l'enveloppe thermique du bâtiment et l'enveloppe d'étanchéité à l'air. En effet il s'agit de préciser que certaines surfaces ne font pas partie de la surface de référence énergétique même si elles se trouvent dans l'enveloppe thermique du bâtiment et dans l'enveloppe d'étanchéité à l'air. Actuellement il est précisé que ces surfaces ne font pas partie de la surface de référence énergétique même si elles se trouvent dans l'enveloppe thermique du bâtiment ou dans l'enveloppe d'étanchéité à l'air.

Le point 24 prévoit à remplacer le titre d'une norme référencée dans le Règlement de 2007 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.

Le point 25 vise que la preuve du respect de la valeur calculée pour les ponts thermiques est à apporter lors de l'établissement du CPE « comme construit » (« as-built »). Effectivement, il est difficile à connaître tous les détails sur les ponts thermiques dans une phase de planification. La nouvelle disposition prévoit d'introduire la possibilité à considérer pour le CPE à introduire avec la demande de l'autorisation de bâtir une valeur estimative.

Le point 26 prévoit à remplacer le titre d'une norme référencée dans le Règlement de 2007 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.

Les points 27 à 30 visent à introduire quelques nouvelles installations techniques parmi les technologies existantes de production de chaleur de chauffage. À cette fin, les tableaux contenant des paramètres de calcul utilisés pour le calcul de la performance énergétique des bâtiments ont été complétés par les paramètres des nouvelles technologies.



Le point 31 prévoit à remplacer le titre d'une norme référencée dans le Règlement de 2007 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.

Les points 32 et 33 visent à introduire quelques nouvelles installations techniques parmi les technologies existantes de production d'eau chaude sanitaire. À cette fin, les tableaux contenant des paramètres de calcul utilisés pour le calcul de la performance énergétique des bâtiments ont été complétés par les paramètres des nouvelles technologies.

Les points 34 et 35 prévoient à remplacer le titre d'une norme référencée dans le Règlement de 2007 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.

Les points 36 et 37 visent l'introduction d'un facteur de dépense en énergie primaire et d'un facteur environnemental pour la chaleur fatale issue par exemple de processus industriels. Ils prévoient une méthodologie de calcul de pondération du facteur de dépense en énergie primaire et du facteur environnemental pour pouvoir considérer dans le calcul de la performance énergétique des concepts de chauffage urbain exploitant également de la chaleur fatale. Cette possibilité n'était jusqu'à présent pas prévue par le Règlement de 2007.

ad article II

Les modifications inscrites à l'article II ont trait au règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels (ci-après le « Règlement de 2010 »).

Le point 1 accorde la terminologie à celle utilisée par la loi modifiée du 19 juillet 2004 concernant l'aménagement communal et le développement urbain utilise en remplaçant les termes « autorisation de bâtir » par ceux de « autorisation de construire ».

Aux points 2, 8 et 9 la référence à l'autorité compétente en matière d'autorisation de construire est, dans un souci de clarté, remplacée par une référence au bourgmestre, qui est en fait et en droit l'autorité investie de la compétence en matière d'autorisation de construire.

Le point 3 vise l'adaptation du groupe des experts autorisés à établir le calcul et le certificat de performance énergétique pour les bâtiments fonctionnels neufs. Il prévoit d'étendre le cercle des personnes autorisées à établir le calcul et le certificat de performance énergétique pour bâtiments fonctionnels neufs sans système de climatisation actif aux personnes agréées en vertu du règlement grand-ducal modifié du 10 février 1999 relatif à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de contrôle dans le domaine de l'énergie. Toutefois, à l'instar de l'étude de faisabilité, l'établissement du calcul et du certificat de performance énergétique pour les bâtiments fonctionnels neufs et dotés d'un système de climatisation actif reste réservé aux seuls ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil.

Le point 4 vise à généraliser l'établissement d'un nouveau calcul de la performance énergétique et d'un nouveau certificat de performance énergétique (ci-après le « CPE ») « comme construit » (« as-built ») pour chaque bâtiment fonctionnel après la réalisation du bâtiment pour les mêmes raisons que celles exposées au commentaire du point 3 de l'article I^{er}.

Les points 5, 6 et 7 visent à exclure les extensions, modifications et transformations substantielles de bâtiments fonctionnels de l'obligation à respecter les deux nouvelles exigences minimales introduites par le présent projet de règlement grand-ducal au point 21° du présent article. Effectivement, il est proposé que ces deux nouvelles exigences ne s'appliquent que pour la construction de bâtiments fonctionnels neufs.



Le point 8 vise à mettre à jour les renvois à des textes légaux et réglementaires. La loi modifiée du 12 juin 1937 concernant l'aménagement des villes et autres agglomérations importantes a été abrogée par la loi modifiée du 19 juillet 2004 concernant l'aménagement communal et le développement urbain. Cette dernière ne contenant plus de dispositions relatives à la conservation de bâtiments, il est renoncé à y faire référence.

Le point 10 prévoit de redresser une incohérence au niveau d'une dénomination d'une norme à travers toute l'annexe du Règlement de 2010.

Le point 11 prévoit de compléter le chapitre des symboles et unités de l'annexe du Règlement de 2010 avec les nouveaux symboles et est la conséquence de certaines modifications visées par le projet sous objet.

Le point 12 tient à préciser le cadre normatif et les conditions de référence pour le calcul du coefficient de la conductivité thermique (valeur U) des éléments de construction opaques de l'enveloppe thermique de la même manière que le point 12° de l'article 1^{er}.

Les points 13 et 14 prévoient à remplacer le titre de différentes normes référencées dans le Règlement de 2010 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.

Le point 15 vise à redresser une erreur matérielle au niveau de la numérotation des références. En effet, actuellement deux références au point 11) existent.

Le point 16 vise une précision relative au respect des valeurs U des éléments de construction. Il est précisé que les valeurs U des éléments de construction opaques sont à respecter en arrondissant à trois décimales près et que celles pour les éléments de construction transparents sont à respecter en arrondissant à deux décimales près. A titre d'illustration, si le calcul d'un mur vers le climat extérieur mène à une valeur de 0,3204, il respecte, après arrondissement mathématique, l'exigence de 0,32. Au même moment, dans le titre du tableau 1 a été ajoutée la référence au point 13).

Les points 17 à 20 prévoient à remplacer les titres de différentes normes référencées dans le Règlement de 2010 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.

Le point 21 vise à modifier un symbole utilisé dans le Règlement de 2010 ce qui est devenu nécessaire suite au changement de ce symbole dans la normalisation nationale, voire européenne.

Le point 22 vise à clarifier l'approche au niveau du respect des valeurs limites q_{E50} du test d'étanchéité à l'air en précisant que les valeurs mesurées sont à respecter à une décimale près. A titre d'exemple, une valeur mesurée de 0,94 dans un bâtiment répondant au standard de la maison passive respecte, après arrondissement mathématique, l'exigence de 0,9 telle que définie au Règlement de 2010. Au même moment, dans le titre du tableau 7 a été ajoutée la référence au point 1).

Le point 23 vise l'introduction de deux nouvelles exigences minimales concernant l'accueil ultérieur de dispositifs de charge pour véhicules électriques ou hybrides et d'installations photovoltaïques. Il est ici renvoyé au commentaire du point 20° de l'article 1^{er}.

Le point 24 vise à modifier un symbole utilisé dans le Règlement de 2010 ce qui est devenu nécessaire suite au changement de ce symbole dans la normalisation nationale, voire européenne.

Le point 25 prévoit à remplacer le titre d'une norme référencée dans le Règlement de 2010 afin de tenir compte des développements récents dans le domaine de la normalisation nationale, voire européenne.



Le point 26 vise que la preuve du respect de la valeur calculée pour les ponts thermiques est à apporter lors de l'établissement du CPE « comme construit » (« as-built »). Effectivement, il est difficile à connaître tous les détails sur les ponts thermiques dans une phase de planification. La nouvelle disposition prévoit d'introduire la possibilité à considérer pour le CPE à introduire avec la demande de l'autorisation de bâtir une valeur estimative.

Les points 27 et 28 visent l'introduction d'un facteur d'énergie primaire et d'un facteur environnemental pour la chaleur fatale issue par exemple de processus industriels. Ils prévoient une méthodologie de calcul de pondération du facteur d'énergie primaire et du facteur environnemental pour pouvoir considérer dans le calcul de la performance énergétique des concepts de chauffage urbain exploitant également de la chaleur fatale. Cette possibilité n'était jusqu'à présent pas prévue dans le Règlement de 2010.

ad article III

Cet article n'appelle pas de commentaires.



IV. Textes coordonnés

**Règlement grand-ducal du 30 novembre 2007 concernant la performance
énergétique des bâtiments d'habitation**

(Mém. A – 221 du 14 décembre 2007, p. 3762; doc. parl. 5652)

Modifié par

Règlement grand-ducal du 19 août 2008

(Mém. A – 124 du 25 août 2008, p. 1862; doc. parl. 5896)

Règlement grand-ducal du 8 janvier 2010

(Mém. A – 9 du 21 janvier 2010, p. 64; doc. parl. 6083)

Règlement grand-ducal du 31 août 2010

(Mém. A – 173 du 1 octobre 2010, p. 2850; doc. parl. 6028)

Règlement grand-ducal du 5 mai 2012

(Mém. A – 96 du 11 mai 2012, p. 1095; doc. parl. 6312)

Règlement grand-ducal du 26 mai 2014

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

Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016

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

Les modifications apportées par le présent avant-projet de règlement grand-ducal en souligné ou en ~~barré~~.

Chapitre I – Objet, Champ d'application et définitions

Section I - Objet et champ d'application

Art. 1^{er} Dans le but de promouvoir l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments d'habitation, le présent règlement fixe:

- a) la méthode de calcul de la performance énergétique intégrée des bâtiments d'habitation;

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

- «b) les exigences en matière de performance énergétique pour les bâtiments d'habitation neufs respectivement les bâtiments qui font l'objet de travaux d'extension, de modification ou de transformation substantielle et qui, après travaux, sont des bâtiments d'habitation;»

- c) la certification de la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

«**Art. 1bis.** Le présent règlement ne s'applique pas:

- a) aux bâtiments érigés à titre provisoire dont l'utilisation prévisible ne dépasse pas deux années;
- b) aux bâtiments indépendants dont la surface de référence énergétique A_n est inférieure à cinquante mètres carrés.»

Section II - Définitions

Art. 2. Aux fins du présent règlement, on entend par:

(1) «bâtiment»: une construction dotée d'un toit et de murs dans laquelle de l'énergie est utilisée pour réguler le climat intérieur; ce terme peut désigner un bâtiment dans son ensemble ou des parties de bâtiment qui ont été conçues ou modifiées pour être utilisées séparément;

(Règlement grand-ducal du 8 janvier 2010)

«(2) «bâtiment d'habitation»: bâtiment (*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) «pris dans son ensemble» dans lequel au moins 90% de la surface est destiné à des fins d'habitation. La surface du bâtiment est calculée:

- sur base de la surface de référence énergétique A_n pour les bâtiments qui ne sont pas soumis au statut de la copropriété ou qui sont soumis au statut de la copropriété, mais encore sans état descriptif de division en conformité avec le règlement grand-ducal du 22 juin 1988 concernant la publicité en matière de copropriété. Dans le deuxième cas, il est fait abstraction des parties communes. Les parties privatives à prendre en considération et la destination des parties privatives à des fins d'habitation, respectivement à des fins autres que l'habitation, sont arrêtées et publiées par le ministre;
- sur base de la surface utile des différents lots privatifs pour les bâtiments soumis au statut de la copropriété et disposant d'un état descriptif de division en conformité avec le règlement grand-ducal du 22 juin 1988 concernant la publicité en matière de copropriété. Les lots privatifs à prendre en considération et la destination des natures de ces lots privatifs à des fins d'habitation, respectivement à des fins autres que l'habitation, sont arrêtés et publiés par le ministre;»

(3) «bâtiment d'habitation neuf»: tout bâtiment (*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) «d'habitation» à construire dont l'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire est demandée après le 1^{er} janvier 2008;

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«(3bis) «bâtiment d'habitation dont la consommation d'énergie est quasi nulle»: un bâtiment d'habitation qui respecte les exigences minimales définies au chapitre 1 de l'annexe et les exigences en vigueur à partir du 1^{er} janvier 2017 en ce qui concerne la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage q_H visée au chapitre 2.1 de l'annexe et en ce qui concerne la valeur spécifique du besoin total en énergie primaire Q_P visée au chapitre 2.2 de l'annexe.»

(4) «certificat de performance énergétique»: attestation de la performance énergétique d'un bâtiment d'habitation déterminée suivant les dispositions du chapitre III;

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(4bis) «énergie primaire»: une énergie provenant de sources renouvelables ou non renouvelables qui n'a subi aucun processus de conversion ni de transformation;»

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

«(5) «extension d'un bâtiment d'habitation»: les travaux de rénovation, d'assainissement ou de transformation d'un bâtiment «(...)» (*supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) qui modifient la surface de référence énergétique A_n et pour lesquels une

~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire est requise à condition que le bâtiment après extension soit un bâtiment d'habitation;»

(6) «indice de dépense d'émissions de CO₂»: les émissions calculées de dioxyde de carbone (CO₂) d'un bâtiment, exprimé en kilogrammes de CO₂ par mètre carré de surface de référence énergétique A_n et par an (kg CO₂/m²a);

(7) «indice de dépense d'énergie chauffage»: le besoin annuel calculé en énergie thermique à des fins de chauffage, exprimé en kilowattheures par mètre carré de surface de référence énergétique A_n et par an (kWh/m²a);

(8) «indice de dépense d'énergie mesuré»: le besoin annuel mesuré en énergie thermique à des fins de chauffage, exprimé en kilowattheures par mètre carré de surface de référence énergétique A_n et par an (kWh/m²a);

(9) «indice de dépense d'énergie primaire»: le besoin annuel calculé en énergie primaire, exprimé en kilowattheures par mètre carré de surface de référence énergétique A_n et par an (kWh/m²a);

(10) «ministre»: le ministre ayant l'énergie dans ses attributions;

(11) «modification d'un bâtiment d'habitation»: les travaux de rénovation, d'assainissement et de transformation d'un bâtiment «(...)» (*supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) qui affectent le comportement énergétique et qui ne modifient pas la surface de référence énergétique A_n et pour lesquels une ~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire est requise (*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) «à condition que le bâtiment après modification soit un bâtiment d'habitation»;

(*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*)

«(12) «performance énergétique»: la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée pour répondre aux différents besoins liés à une utilisation standardisée du bâtiment d'habitation et incluant l'énergie consommée ou estimée pour le chauffage, l'eau chaude, la ventilation et l'énergie pour les installations périphériques;»

(13) «surface de référence énergétique A_n»: définition visée au chapitre 5.1.2 de l'annexe du présent règlement;

(14) «volume bâti chauffé brut V_e»: définition visée au chapitre 5.1.4 de l'annexe du présent règlement;

(*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*)

«(15) «transformation substantielle d'un bâtiment d'habitation»: les travaux de rénovation, d'assainissement et de transformation d'un bâtiment, qui affectent le comportement énergétique du bâtiment et qui ne sont pas soumis à une ~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire à condition que le bâtiment après transformation soit un bâtiment d'habitation;

(16) «surface de l'enveloppe A»: définition visée au chapitre 5.1.5 de l'annexe du présent règlement.»

(*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*)

«Chapitre II – Bâtiments d'habitation neufs, extensions, modifications et transformations substantielles de bâtiments d'habitation»

Section I – Généralités

(*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*)

Art. 3. «(1) Toute demande d'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire pour un bâtiment d'habitation neuf, respectivement pour une extension ou une modification d'un bâtiment d'habitation doit être accompagnée d'un calcul de la performance énergétique et d'un certificat de performance énergétique qui doivent respecter les dispositions du présent

règlement grand-ducal, tels que ceux-ci sont définis aux points (4) et (12) de l'article 2 ci-dessus. Sur demande, les éléments du calcul de la performance énergétique visés aux chapitres 3 et 5 de l'annexe doivent être délivrés sous format électronique à l'autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir au bourgmestre.»

(2) L'étude de faisabilité visée à l'article 5 doit être obligatoirement jointe à la demande d'autorisation de bâtir autorisation de construire.

(3) Une ~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire pour un bâtiment d'habitation (*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) «neuf», une extension ou une modification de bâtiment d'habitation ne peut être accordée que si les dispositions du présent règlement grand-ducal sont respectées.

(4) Les documents joints à la demande d'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire et concernant le calcul de la performance énergétique visée au paragraphe (1) doivent contenir tous les éléments énumérés aux chapitres 3 et 4 de l'annexe.

(5) La disposition ainsi que l'aspect visuel des documents pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique sont déterminés suivant les chapitres 3 et 4 de l'annexe du présent règlement et mis à disposition par le ministre. (*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) «Le ministre peut déterminer les démarches et procédures à suivre par les personnes visées au paragraphe (7) pour l'établissement des calculs et des certificats de performance énergétique.»

(6) Les personnes visées au paragraphe (7) doivent munir tout calcul de la performance énergétique et tout certificat de performance énergétique visé au paragraphe (1) de leur nom, de leur adresse, de leur titre professionnel, de la date d'émission et de leur signature.

(7) Les documents visés au paragraphe (1) du présent article sont à établir par des architectes respectivement par des ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil respectivement par des personnes agréées en vertu du règlement grand-ducal du 10 février 1999 relatif à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de contrôle dans le domaine de l'énergie.

(*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)

«(8) L'étude de faisabilité visée à l'article 5 est à établir par les personnes visées au paragraphe 7 à l'exception de l'étude de faisabilité pour les bâtiments d'habitation neufs dotés d'un système de climatisation actif qui est à établir par les ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil.»

(9) Les documents et études visés au paragraphe (1) du présent article respectivement à l'article 5 sont à établir par les personnes visées aux paragraphes (7) et (8) qui sont en outre encouragées à suivre une formation spécifique organisée par le ministre. Cette formation porte notamment sur la méthode de calcul de la performance énergétique de bâtiments d'habitation, l'établissement du certificat de performance énergétique ainsi que sur les logiciels spécifiques relatifs à l'établissement des documents prémentionnés.

(10) Les personnes visées aux paragraphes (7) et (8) ayant suivi avec succès cette formation spécifique organisée par le ministre sont inscrites sur une liste tenue à jour par le ministre. Une copie de cette liste peut être demandée auprès du ministre. Le ministre encourage les personnes visées aux paragraphes (7) et (8) à la participation périodique à des cours de formation complémentaires ou de recyclage.

(*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*)

~~«(11) Si postérieurement à l'autorisation de bâtir accordée, des adaptations qui n'engendrent pas de modification de l'autorisation de bâtir mais qui ont un impact sur la performance énergétique du bâtiment d'habitation sont effectuées au cours de la réalisation du bâtiment, un nouveau calcul de la performance énergétique et un nouveau certificat de performance énergétique doivent être établis et remis à titre informationnel à l'autorité~~

~~compétente en matière d'autorisations de bâtir endéans le délai le plus court des délais suivants:~~

(11) Un nouveau calcul de la performance énergétique et un nouveau certificat de performance énergétique qui reflètent le bâtiment d'habitation comme il a été construit réellement doivent être établis et remis à titre informationnel au bourgmestre endéans le délai le plus court des délais suivants:

- le délai de deux mois à partir de la réception définitive du bâtiment respectivement des travaux concernés;
- le délai de deux mois à partir du début de l'utilisation du bâtiment respectivement des parties concernées.

(12) Le nouveau calcul de la performance énergétique et le nouveau certificat de performance énergétique à établir conformément au paragraphe précédent doivent respecter les exigences prévues au présent règlement et à son annexe.

(13) Sur demande les personnes visées au paragraphe (7) doivent remettre au propriétaire respectivement au syndicat des copropriétaires le calcul de la performance énergétique ainsi que les éléments du calcul de la performance énergétique sous format électronique.»

Section II - Bâtiments d'habitation neufs

Art. 4. (1) Les bâtiments d'habitation neufs doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1^{er} de l'annexe et les exigences définies au chapitre 2 de l'annexe.

(2) Le calcul de la performance énergétique de bâtiments d'habitation neufs et l'établissement du certificat de performance énergétique sont à réaliser conformément au chapitre III du présent règlement et aux chapitres 5.1 à 5.6 de l'annexe.

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

Art. 5. Le propriétaire de tout bâtiment d'habitation neuf «(...)» *(supprimé par le Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)* fait établir une étude de faisabilité couvrant des aspects techniques, environnementaux et économiques. Cette étude englobe «(...)» *(supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010)*:

- a) les systèmes d'approvisionnement en énergie décentralisés faisant appel aux énergies renouvelables;
- b) la production combinée de chaleur et d'électricité;
- c) les systèmes de chauffage ou de refroidissement urbains ou collectifs, s'ils existent;
- d) les pompes à chaleur;
- e) tout autre système d'approvisionnement basé sur les énergies renouvelables ou répondant à des critères d'utilisation rationnelle de l'énergie.

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

«Section III - Extensions de bâtiments d'habitation»

Art. 6. (1) Les extensions de bâtiments d'habitation doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1 de l'annexe, à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.6 et 1.7, *(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)* «et l'exigence définie au chapitre 2.1 de l'annexe». *(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)* «En ce qui concerne les installations techniques, ces exigences ne s'appliquent que pour les éléments nouvellement installés.»

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«(2) Alternativement, pour les extensions avec une surface de référence énergétique A_n inférieure ou égale à 80 mètres carrés, il peut être dérogé au respect de l'exigence définie au

chapitre 2.1 de l'annexe si les exigences définies au tableau 1a du chapitre 1.1 de l'annexe sont respectées.»

(3) Pour l'extension du bâtiment d'habitation, le calcul de la performance énergétique est à réaliser conformément au chapitre 5.2.1 de l'annexe.

(4) Le certificat de performance énergétique doit être établi pour la totalité du bâtiment d'habitation, y inclus l'extension, conformément au chapitre III du présent règlement et aux chapitres 5.1 à 5.6 de l'annexe avec prise en compte des dispositions du chapitre 5.7 de l'annexe.

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

«Section IV - Modifications de bâtiments d'habitation

Art. 7. (1) Les modifications de bâtiments d'habitation doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1 de l'annexe pour les parties modifiées, à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.6 et 1.7. En ce qui concerne les installations techniques, ces exigences ne s'appliquent que pour les parties nouvellement installées si l'intégration fonctionnelle dans les installations existantes est possible.

(2) Le certificat de la performance énergétique doit être établi pour la totalité du bâtiment, y inclus les modifications, conformément au chapitre III du présent règlement et aux chapitres 5.1 à 5.6 de l'annexe avec prise en compte des dispositions du chapitre 5.7 de l'annexe.

(3) L'établissement du certificat de performance énergétique prévu au paragraphe précédent n'est pas obligatoire lorsque les travaux concernent

- moins de 10% de la surface des éléments de même fonctionnalité de la surface de l'enveloppe A, ou
- les installations techniques si le coût de ces travaux est inférieur à 1.500 euros pour un bâtiment unifamilial et 3.000 euros pour un bâtiment multifamilial sur base d'un devis estimatif.»

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

«Section V - Transformations substantielles de bâtiments d'habitation

Art. 8. (1) Les transformations substantielles de bâtiments d'habitation doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1 de l'annexe pour les parties transformées, à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.6 et 1.7. En ce qui concerne les installations techniques, ces exigences ne s'appliquent que pour les parties nouvellement installées si l'intégration fonctionnelle dans les installations existantes est possible.

(2) Le certificat de performance énergétique doit être établi pour la totalité du bâtiment, y inclus les transformations substantielles, conformément au chapitre III du présent règlement et aux chapitres 5.1 à 5.6 de l'annexe avec prise en compte des dispositions du chapitre 5.7 de l'annexe.

(3) L'établissement du certificat de performance énergétique prévu au paragraphe précédent n'est pas obligatoire lorsque les travaux concernent

- moins de 10% de la surface des éléments de même fonctionnalité de la surface de l'enveloppe A, ou
- les installations techniques si le coût de ces travaux est inférieur à 1.500 euros pour un bâtiment unifamilial et 3.000 euros pour un bâtiment multifamilial sur base d'un devis estimatif.»

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

«Section VI - Dérogations

Art. 8bis. (1) ~~L'autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir~~Le bourgmestre peut accorder sur demande motivée et sur base d'une documentation complète à introduire avec la demande d'~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire, des dérogations au niveau du respect des exigences visées aux chapitres 1 et 2 de l'annexe:

- a) dans les cas où les travaux entrepris changent le caractère ou l'apparence des bâtiments d'habitation de façon à mettre en cause leur statut de
 - bâtiment ou monument dont la conservation présente un intérêt public et qui sont officiellement protégés en totalité ou en partie en vertu de la loi du 18 juillet 1983 concernant la conservation et la protection des sites et monuments nationaux, ou
 - ~~bâtiment ou monument dont la conservation présente un intérêt public et qui sont soit classés conformément à l'article 42 du règlement grand-ducal du 25 octobre 2004 concernant le contenu du plan d'aménagement général d'une commune, soit classés conformément à l'article 55 de loi modifiée du 12 juin 1937 concernant l'aménagement des villes et autres agglomérations importantes~~bâtiments ou monuments dont la conservation présente un intérêt public et qui sont classés conformément à l'article 32 du règlement grand-ducal du 8 mars 2017 concernant le contenu du plan d'aménagement général d'une commune;
- b) dans les cas où les travaux entrepris mènent à une violation d'une autre disposition légale ou réglementaire dans le domaine de la bâtisse;
- c) dans les cas d'impossibilité technique et
- d) dans les cas de rigueur excessive. Il s'agit des cas où les coûts engendrés par les travaux pour le respect des exigences en matière de performance énergétique ne sont pas rentables d'un point de vue économique. Dans ce cas les exigences doivent être adaptées à un niveau de rentabilité économiquement défendable. La rigueur excessive doit être contrôlée et certifiée par une des personnes visées à l'article 3, paragraphe (7), différente de celle qui a introduit la demande d'~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire. Le ministre peut déterminer la méthode et les paramètres du calcul de rentabilité et du niveau de rentabilité économiquement défendable.

(2) Dans les cas visés aux points a) à d) du paragraphe 1, les exigences visées aux chapitres 1 et 2 de l'annexe ne doivent pas être respectées pour les transformations substantielles de bâtiments d'habitation.»

Chapitre III – Certificat de performance énergétique d'un bâtiment d'habitation

Section I - Généralités

Art. 9. (1) La performance énergétique d'un bâtiment d'habitation est documentée par le certificat de performance énergétique.

(2) Un certificat de performance énergétique doit être conforme aux dispositions du chapitre 4 de l'annexe.

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(3) L'établissement d'un certificat de performance énergétique pour un bâtiment d'habitation est demandé:

- a) lors de la construction d'un bâtiment d'habitation neuf soumis à une demande d'~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire;
- b) lors de l'extension d'un bâtiment d'habitation;
- c) lors de la modification d'un bâtiment d'habitation;
- d) lors de la transformation substantielle d'un bâtiment d'habitation;

- e) lors d'un changement de propriétaire d'un bâtiment d'habitation existant ou d'une partie de bâtiment dans un bâtiment d'habitation existant dans le cas d'une vente, si le bâtiment en question ne dispose pas déjà d'un certificat de performance énergétique valide;
- f) lors d'un changement de locataire d'un bâtiment d'habitation existant ou d'une partie de bâtiment dans un bâtiment d'habitation existant, si le bâtiment en question ne dispose pas déjà d'un certificat de performance énergétique valide;
- g) lorsqu'il s'agit d'un bâtiment d'habitation dans lequel une surface de référence énergétique A_n supérieure à 500 mètres carrés est occupée par une autorité publique et fréquemment visitée par le public, si le bâtiment en question ne dispose pas encore d'un certificat de performance énergétique valide. Le 9 juillet 2015, le seuil de 500 mètres carrés est abaissé à 250 mètres carrés.»

(4) Le certificat de performance énergétique pour un bâtiment d'habitation doit être commandé auprès d'un organisme défini au paragraphe (7) de l'article 3:

- a) dans le cas de la construction d'un bâtiment d'habitation neuf, par le promoteur du projet, et à défaut, par le futur propriétaire respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment d'habitation;
- b) dans le cas d'une extension, d'une modification ou d'une transformation substantielle d'un bâtiment d'habitation par le propriétaire respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment d'habitation;
- c) dans le cas d'un changement de propriétaire: par l'ancien propriétaire (*Règlement grand-ducal du 19 août 2008*) «respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment d'habitation»;
- d) dans le cas d'un changement de locataire: par le propriétaire respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment d'habitation.

(5) Les frais pour l'établissement du certificat de performance énergétique sont à supporter par la personne responsable pour initier l'établissement de celui-ci.

(6) Au cas où des bâtiments d'habitation forment un ensemble de plusieurs unités du fait qu'elles sont érigées sous forme jumelée ou sous forme de maisons individuelles groupées, le certificat de performance énergétique est à établir séparément pour chaque unité.

(7) Au cas où un bâtiment d'habitation est fractionné dans plusieurs zones séparées, le certificat de performance énergétique peut être établi séparément pour chaque zone si ces certificats séparés garantissent une meilleure appréciation de la performance énergétique de la zone du bâtiment d'habitation pour laquelle un certificat séparé a été établi. Ce certificat ne remplace en aucun cas le certificat de performance énergétique établi pour le bâtiment entier et n'est établi qu'à titre additionnel.

(8) Le certificat de performance énergétique doit être établi en original en autant d'exemplaires qu'il y a de propriétaires dans le bâtiment d'habitation certifié. Chaque propriétaire doit être en possession d'un original du certificat de performance énergétique.

(9) Dans le cas d'une modification ou d'une extension d'un bâtiment d'habitation le certificat de performance énergétique doit être complété par un organisme défini au paragraphe (7) de l'article 3 au plus tard quatre ans après son établissement par l'indice de dépense d'énergie mesuré pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 5.8 de l'annexe.

(10) Pour un bâtiment d'habitation sans extension ou modification, le certificat de performance énergétique doit indiquer à son établissement l'indice de dépense d'énergie mesuré pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 5.8 de l'annexe.

(11) Au plus tard quatre ans après l'établissement d'un certificat de performance énergétique pour un bâtiment d'habitation neuf, le propriétaire du bâtiment d'habitation doit faire compléter le certificat de performance énergétique par un indice de dépense d'énergie mesuré pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 5.8 de l'annexe par un organisme défini au paragraphe (7) de l'article 3. La mise à jour du certificat de performance énergétique par l'ajout de l'indice de dépense d'énergie mesuré pour le

chauffage et l'eau chaude sanitaire n'influence ni la date d'établissement, ni la durée de validité du certificat de performance énergétique.

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

«(12) Pour les bâtiments d'habitation, à l'exception des bâtiments d'habitation neufs, le certificat de performance énergétique contient des conseils sur les possibilités d'amélioration de la performance énergétique du bâtiment d'habitation concerné conformément au chapitre 4.1.6 de l'annexe.

(13) Au cas où un bâtiment d'habitation contient des parties de bâtiment qui ont été conçues ou modifiées pour être utilisées séparément, le certificat de performance énergétique doit être établi pour le bâtiment d'habitation pris dans son ensemble.»

Section II - Classification

Art. 10. Les bâtiments d'habitation doivent être classés, sur le certificat de performance énergétique, en différentes catégories d'efficacité en fonction de l'indice de dépense d'énergie primaire, l'indice de dépense d'énergie chauffage et l'indice de dépense d'émissions de CO₂, conformément au chapitre 4.2 de l'annexe du présent règlement.

Section III - Communication «(...）」

(supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

Art. 11. (1) Un acheteur ou locataire intéressé qui a déclaré son intérêt à l'acquisition ou à la location d'un bâtiment d'habitation, après qu'un propriétaire a déclaré son intention de vente ou de location du bâtiment concerné, doit pouvoir consulter le certificat de performance énergétique du bâtiment d'habitation concerné.

(3) Au moment où un changement de propriétaire devient effectif, le propriétaire détenteur du certificat de performance énergétique est obligé de communiquer «(...）」 *(supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010)* l'original de celui-ci au nouveau propriétaire.

(4) Au moment où un changement de locataire devient effectif, le propriétaire détenteur du certificat de performance énergétique est obligé de communiquer «(...）」 *(supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010)* une copie certifiée conforme de celui-ci au nouveau locataire.

«(4) (...）」 *(supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010)*

(Règlement grand-ducal du 5 mai 2012)

«(4) Pour un bâtiment d'habitation ou une partie de bâtiment dans un bâtiment d'habitation proposé à la vente ou à la location, la classe de performance énergétique du bâtiment en fonction de l'indice de dépense d'énergie primaire et la classe d'isolation thermique du bâtiment en fonction de l'indice de dépense d'énergie chauffage conformément au chapitre 4.2 de l'annexe du présent règlement figurent dans les publicités paraissant dans les médias commerciaux. Le présent paragraphe devient obligatoire à partir du 1^{er} juillet 2012.»

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(5) Les certificats de performance énergétiques établis

- a) conformément à l'article 9, paragraphe 3, point g), ou
- b) conformément à l'article 9, paragraphe 3, points a) à f) lorsqu'il s'agit d'un bâtiment d'habitation dans lequel une surface de référence énergétique A_n supérieure à 500 mètres carrés est fréquemment visitée par le public,

doivent être affichés à un emplacement et d'une manière clairement visibles pour le public. Le ministre peut préciser les modalités de l'affichage du certificat de performance énergétique.»

Section IV - Validité

Art. 12. (1) Un certificat de performance énergétique a une validité de dix ans à partir de la date de son établissement.

(3) Le certificat de performance énergétique doit être muni de la date de son établissement ainsi que de la date de son expiration.

«(3) (...)» (*supprimé par le Règlement grand-ducal du 31 août 2010*)

Chapitre IV - Contrôle

Art. 13. Dans le cadre des tâches définies par le présent règlement grand-ducal, le ministre peut tenir un registre des calculs de la performance énergétique et des certificats de performance énergétique délivrés par les organismes définis au paragraphe (7) de l'article 3. Le ministre définit les éléments d'information qui doivent figurer dans ce registre. Les organismes définis au paragraphe (7) de l'article 3 doivent assurer un archivage d'au moins dix ans des données relatives au calcul et au certificat de performance énergétique pour un bâtiment donné.

(*Règlement grand-ducal du 26 mai 2014*)

«**Art. 13bis.** (1) Le ministre sélectionne de manière aléatoire au moins un pourcentage statistiquement significatif de tous les certificats de performance énergétique établis au cours d'une année donnée et soumet lesdits certificats à une vérification.

(2) La vérification se fonde sur les mesures énoncées ci-après ou sur des mesures équivalentes:

- a) vérification de la validité des données d'entrées du bâtiment employées pour établir le certificat de performance énergétique et des résultats figurant dans le certificat;
- b) vérification des données d'entrées employées pour établir le certificat de performance énergétique et de ses résultats, y compris les recommandations émises;
- c) vérification complète des données d'entrées du bâtiment employées pour établir le certificat de performance énergétique, vérification complète des résultats figurant dans le certificat, y compris les recommandations émises, et examen sur place du bâtiment, si possible, afin de vérifier la concordance entre les informations fournies dans le certificat de performance énergétique et le bâtiment certifié.»

Art. 14. Le ministre peut demander aux ~~«autorités» compétentes pour la délivrance d'autorisations de bâtir~~ au bourgmestre et aux organismes visés au paragraphe (7) de l'article 3 toutes informations et données qui sont nécessaires pour assurer le suivi de la mise en œuvre des dispositions du présent règlement grand-ducal ainsi que pour la tenue du registre visé à l'article 13. Les ~~«autorités»~~ bourgmestres et organismes concernés doivent faire parvenir au ministre ces informations au plus tard un mois après la demande écrite. Sur demande du ministre, ces informations sont à fournir sous format électronique.

Chapitre V – Dispositions modificatives

Art. 15. (...)

Art. 16. (...)

Art. 17. (...)

Chapitre VI – Dispositions finales

(Règlement grand-ducal du 31 août 2010)

Art. 18. «Les infractions à l'article 3, paragraphes (1), (2), (7), (8) et (11) à (13), aux articles 4 et 6, à l'article 7, paragraphes 1 et 2, à l'article 8, paragraphes 1 et 2, à l'article 9 paragraphes (2) à (5), à l'article 11 et à l'article 13 dernière phrase, sont punies des peines prévues à l'article 20 de la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie.»

Art. 19. La référence au présent règlement peut se faire sous une forme abrégée en recourant à l'intitulé suivant: «règlement grand-ducal du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation».

Art. 20. Le présent règlement grand-ducal entre en vigueur le 1^{er} janvier 2008 (*Règlement grand-ducal du 31 août 2010*) «à l'exception de l'article 9, paragraphe 3, points d), e) et f) pour lesquels l'établissement du certificat de performance énergétique devient obligatoire après le 31 décembre 2009.»

Art. 21. Notre Ministre de l'Economie et du Commerce extérieur, Notre Ministre de l'Intérieur et de l'Aménagement du territoire, Notre Ministre des Classes Moyennes, du Tourisme et du Logement, Notre Ministre de Justice sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent règlement qui sera publié au Mémorial.

*Le Ministre de l'Economie et
du Commerce extérieur,*

Jeannot Krecké

*Le Ministre de l'Intérieur et
de l'Aménagement du territoire,*

Jean-Marie Halsdorf

*Le Ministre des Classes Moyennes,
du Tourisme et du Logement,*

Fernand Boden

Le Ministre de la Justice,

Luc Frieden

ANNEXE

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

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014; Mém. A – 99 du 12 juin 2014, p. 1491; doc. parl. 6627)

Modifié par

Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016

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

Les modifications apportées par le présent avant-projet de règlement grand-ducal en souligné ou en ~~barré~~.

Sommaire

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

0 DÉFINITIONS ET SYMBOLES

0.1 Définitions

Facteur de dépense (ou inverse du rendement)

Rapport entre la dépense d'énergie par un système et le besoin en énergie utile.

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 bâtiment, V_e en m^3

«volume brut chauffé du bâtiment V_e », tel que défini à l'article 2(14).

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 énergétique 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 chapitre 5.1.3.

Taux de couverture

Fraction du besoin annuel d'énergie couverte par un système, nécessaire 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).

Besoin 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).

Maison à économie d'énergie (ESH)

Bâtiment qui atteint dans toutes les classes de performance conformément au chapitre 4.2 **la classe C** et dans lequel les exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment visées au (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «chapitre 1.3» sont remplies et attestées.

Production

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 du bâtiment, A en m^2

«surface de l'enveloppe thermique du bâtiment», tel que défini à l'article 2(16).

Indice de dépense d'émissions de CO_2

«indice de dépense d'émissions de CO_2 », tel que défini à l'article 2(6).

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).

Besoin en chaleur de chauffage, besoin annuel en chaleur de chauffage

Quantité de chaleur nécessaire pour chauffer les locaux afin de maintenir la température intérieure de consigne. Le besoin annuel en chaleur de chauffage est le besoin en chaleur de chauffage sur une année, conformément au chapitre 5.2.1.

Bâtiment d'habitation neuf

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

Maison à basse consommation d'énergie (NEH)

Bâtiment qui atteint dans toutes les classes de performance conformément au chapitre 4.2 **la classe B** et dans lequel les exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment visées au (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «chapitre 1.3» sont remplies et attestées.

Maison passive (PH)

Bâtiment qui atteint dans toutes les classes de performance conformément au chapitre 4.2 **la classe A** et dans lequel les exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment visées au (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «chapitre 1.3» sont remplies et attestées.

Besoin en énergie primaire

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

Accumulation

Etape du processus technique au cours de laquelle la chaleur contenue dans un médium est accumulée. 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.

Besoin spécifique en chaleur de chauffage

«indice de dépense d'énergie chauffage», tel que défini à l'article 2(7).

Transmission

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

Indice de dépense d'énergie mesurée

«indice de dépense d'énergie mesurée», tel que défini 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 production jusqu'au système de transmission de chaleur.

Bâtiment d'habitation

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

0.2 Symboles et unités

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) / (Règlement grand-ducal du 2018)

«

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
$A_{coll, sol}$	m ²	Surface brute installée des collecteurs solaires
A_i	m ²	Surface de plancher nette délimitée par les éléments de construction d'un espace utile/d'une zone
A_{Fe}	m ²	Surface de fenêtre
A_{GF}	m ²	Surface de plancher
$A_{NGF,R}$	m ²	Surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire
A_{OG}	m ²	Surface de plancher de l'étage supérieur
$A_{OG,n}$	m ²	Surface de plancher imputable pour l'étage supérieur
a_R	m	Profondeur du local (dimensions intérieures)
A_{WA}	m ²	Surface totale des façades, 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'un élément en surplomb horizontal / du paysage
A/V_e	m ⁻¹	Rapport entre la surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment au volume chauffé brut du bâtiment
A_{FG}	m ²	Surface de la fermeture horizontale inférieure contre sol
A_n	m ²	Surface de référence énergétique
b_R	m	Longueur de la façade principale
β	°	Angle de vue d'un élément en surplomb latéral
C_H	-	Taux de couverture de la production de chaleur de chauffage
C_{PL}	Wh/(m ³ K)	Capacité d'accumulation thermique spécifique de l'air
C_{wirk}	Wh/K	Capacité d'accumulation thermique effective
$C_{WW,i=1}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique (production d'eau chaude sanitaire)
$C_{WW,i=2}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par une installation de chauffage de base (production d'eau chaude sanitaire)
$C_{WW,i=3}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par un système de chauffage d'appoint (production d'eau chaude sanitaire)
d_T	m	Épaisseur effective d'un élément de construction
e	-	Coefficient de la classe de protection
e_{CO_2}	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental rapporté à l'énergie finale
$e_{CO_2, centr. th. f. oss}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{CO_2, centr. th. r. en}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable
$e_{CO_2, ch. fatale}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$e_{CO_2, H}$	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental (chaleur de chauffage)

$e_{CO_2,Hilf}$	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental (énergie auxiliaire)
$e_{CO_2,mix}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental pondéré
$e_{CO_2,WW}$	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental (eau chaude sanitaire)
$e_{E,H}$	kWh _E /kWh	Facteur de dépense pour 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	kWh _p /kWh _e	Facteur de dépense en énergie primaire rapporté à l'énergie finale
$e_{p,centr.th.foss}$	kWh _p /kWh _e	Facteur de dépense en énergie primaire pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{p,centr.th.ren}$	kWh _p /kWh _e	Facteur de dépense en énergie primaire pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable
$e_{p,ch.fatale}$	kWh _p /kWh _e	Facteur de dépense en énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$e_{P,H}$	kWh _p /kWh _E	Facteur de dépense en énergie primaire (chaleur de chauffage)
$e_{P,Hilf}$	kWh _p /kWh _E	Facteur de dépense en énergie primaire (énergie auxiliaire)
$e_{p,mix}$	kWh _p /kWh _e	Facteur de dépense en énergie primaire pondéré
$e_{P,WW}$	kWh _p /kWh _E	Facteur de dépense en énergie primaire (production d'eau chaude sanitaire)
f	%	Quote-part de la surface des fenêtres
$f_{1/M}$	-	Facteur d'ajustement $f_{1,M}$
$f_{2/M}$	-	Facteur d'ajustement $f_{2,M}$
$f_{a/h}$	-	Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local
$f_{a/s}$	-	Facteur d'ajustement pour la prise en considération de l'inclinaison et de l'orientation de l'installation photovoltaïque
F_C	-	Facteur de réduction dû aux protections solaires
$f_{dww,j}$	-	Facteur d'ajustement limitant la prise en compte de l'autoconsommation de la production d'électricité par une installation photovoltaïque pour la production d'eau chaude sanitaire par des chauffe-eaux instantanés, ($f_{dww,j} = 0$ dans le cas de tout autre système de production d'eau chaude sanitaire)
$F_{f,i}$	-	Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des éléments en surplomb latérales
F_g	-	Facteur de réduction dû au réglage
$F_{G,i}$	-	Quote-part vitrée d'une fenêtre rapportée aux dimensions brutes (gros-œuvre)
$F_{h,i}$	-	Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des constructions avoisinantes et au paysage
f_{Klima}	-	Facteur de correction climatique annuel pour la chaleur de chauffage
f_{mod}	-	Facteur de correction des exigences
$F_{0,i}$	-	Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des éléments en surplomb horizontales
$f_{PV,WE}$	-	Facteur de puissance de l'installation photovoltaïque en fonction du nombre de logements pour la production d'eau chaude sanitaire par un chauffe-eau instantané
$F_{s,i}$	-	Facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur d'un vecteur énergétique
$F_{S,i}$	-	Facteur d'ombrage pour l'ombrage dû aux constructions pour les fenêtres i conformément à la norme DIN V 18599-2:2011-12, chapitre 6.4.1.
f_{sys}	-	Facteur de performance du système
$F_{V,i}$	-	Facteur d'encrassement d'une fenêtre
$F_{W,i}$	-	Facteur de réduction dû à une incidence non verticale du rayonnement solaire

$f_{w,M}$	-	Facteur de pondération mensuel
$f_{ww,d,e}$	-	Facteur de production électrique décentralisée d'eau chaude sanitaire
f_{ze}	-	Facteur de correction pour un chauffage intermittent
$F_{\vartheta,i}$	-	Facteur de correction de la température
$f_{\omega,M}$	-	Facteur d'ajustement mensuel du rayonnement incident de l'installation photovoltaïque
g_{tot}	-	Facteur de transmission énergétique totale en tenant compte de la protection solaire
g_{\perp}	-	Facteur de transmission énergétique totale pour une incidence verticale du rayonnement
γ_M	-	Rapport mensuel entre les apports et les déperditions totales en chaleur
h	W/(m ² K)	1. Coefficient de déperdition spécifique de chaleur du bâtiment
H_i	kWh/[Unité]	Pouvoir calorifique inférieur d'un vecteur énergétique
H_{iu}	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur entre un local chauffé et un local non chauffé
h_R	m	Hauteur libre du local (dimensions intérieures)
H_s	kWh/[Unité]	Pouvoir calorifique supérieur d'un vecteur énergétique
H_T	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur par transmission
H'_T	W/(m ² K)	Coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$H'_{T,max}$	W/(m ² K)	Coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
H_{ue}	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur d'un local non chauffé vers l'extérieur
H_V	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur par ventilation
H_{WB}	W/K	Coefficient de déperdition de chaleur dû à des ponts thermiques linéaires
Indice M	-	Correspond à une durée de référence d'un mois
Indice i	-	Nombre, relatif au sous-ensemble i
$I_{0,s,M}$	[W/m ²]	Intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total sur une surface horizontale (0°) (climat de référence Luxembourg)
$I_{90,s,M}$	[W/m ²]	Intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total sur une surface verticale (90°) (climat de référence Luxembourg)
$I_{s,M,r}$	W/m ²	Intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total en fonction de l'orientation de la surface
$I_{s,M,x}$	W/m ²	Intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total sur une surface intermédiaire
$I_{s,ref}$	kW/m ²	Intensité énergétique de référence du rayonnement solaire avec 1 kW/m ²
$\vartheta_{e,M}$	°C	Température extérieure moyenne par mois
ϑ_i	°C	Température intérieure moyenne
l_i	m	Longueur d'un pont thermique
λ_B	W/(m.K)	Valeur utile de la conductivité thermique
λ_D	W/(m.K)	Valeur déclarée de la conductivité thermique
n	h ⁻¹	Taux de renouvellement d'air effectif (énergétiquement efficace)
n_{50}	h ⁻¹	Valeur d'étanchéité à l'air du bâtiment obtenue pour une différence de pression de 50 Pa
$n_{centr.th.foss}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $e_{p,mix}$ et de $e_{CO_2,mix}$

$n_{\text{centr.th,ren}}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $e_{p,mix}$ et de $e_{CO_2,mix}$
$n_{\text{ch.fatale}}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $e_{p,mix}$ et de $e_{CO_2,mix}$
n_H	h^{-1}	Taux de renouvellement de l'air moyen d'une installation de ventilation pendant le fonctionnement à pleine charge lors de la période de chauffage
n_N	h^{-1}	Taux de renouvellement de l'air moyen d'une installation de ventilation pendant le fonctionnement à charge partielle lors de la période de chauffage
n_{WE}	-	Nombre de logements
η_{OM}	-	Taux d'utilisation mensuel des gains thermiques sans tenir compte de la transmission de chaleur au local dans le cas d'un réglage optimal des températures des locaux
η_{Bat}	-	Rendement du système de stockage d'électricité
η_{EWT}	-	Rendement annuel de l'échangeur de chaleur géothermique
η_L	%	Rendement du système de récupération de chaleur en conditions d'exploitation
η_M	-	Taux d'utilisation mensuel des gains thermiques
ω	°	Inclinaison de l'installation photovoltaïque
P_{FG}	m	Périmètre de la surface A_{FG}
P_{PV}	kW	Puissance de crête que l'installation photovoltaïque fournit en conditions de test standard (STC)
P_{tot}	kW	Puissance thermique installée de la pompe à chaleur
Q_{CO_2}	kgCO ₂ /m ² a	Valeur spécifique d'émissions totales de CO ₂
$Q_{CO_2,H}$	kgCO ₂ /m ² a	Valeur spécifique d'émissions de CO ₂ , chaleur de chauffage
$Q_{CO_2,Hilf}$	kgCO ₂ /m ² a	Valeur spécifique d'émissions de CO ₂ , énergie auxiliaire
$Q_{CO_2,PV,self}$	kgCO ₂ /m ² a	Crédit spécifique annuel en émissions de CO ₂ imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque
$Q_{CO_2,WW}$	kgCO ₂ /m ² a	Valeur spécifique d'émissions de CO ₂ , production d'eau chaude sanitaire
$Q_{E,B}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie finale
$Q_{E,Bat}$	kWh/M	Capacité du système de stockage d'électricité
$Q_{E,B,H}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire
$Q^*_{E,B,H}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire
$Q_{E,B,H,WW}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central
$Q^*_{E,B,H,WW}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central
$Q_{E,H}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage
$Q_{E,Hilf}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie finale, énergie auxiliaire
$Q_{E,M,el}$	kWh/M	Besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment imputable
$Q_{E,M,el,day}$	kWh/M	Besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment dans les périodes présentant un rayonnement solaire
$Q_{E,M,el,night}$	kWh/M	Besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment en dehors des périodes présentant un rayonnement solaire

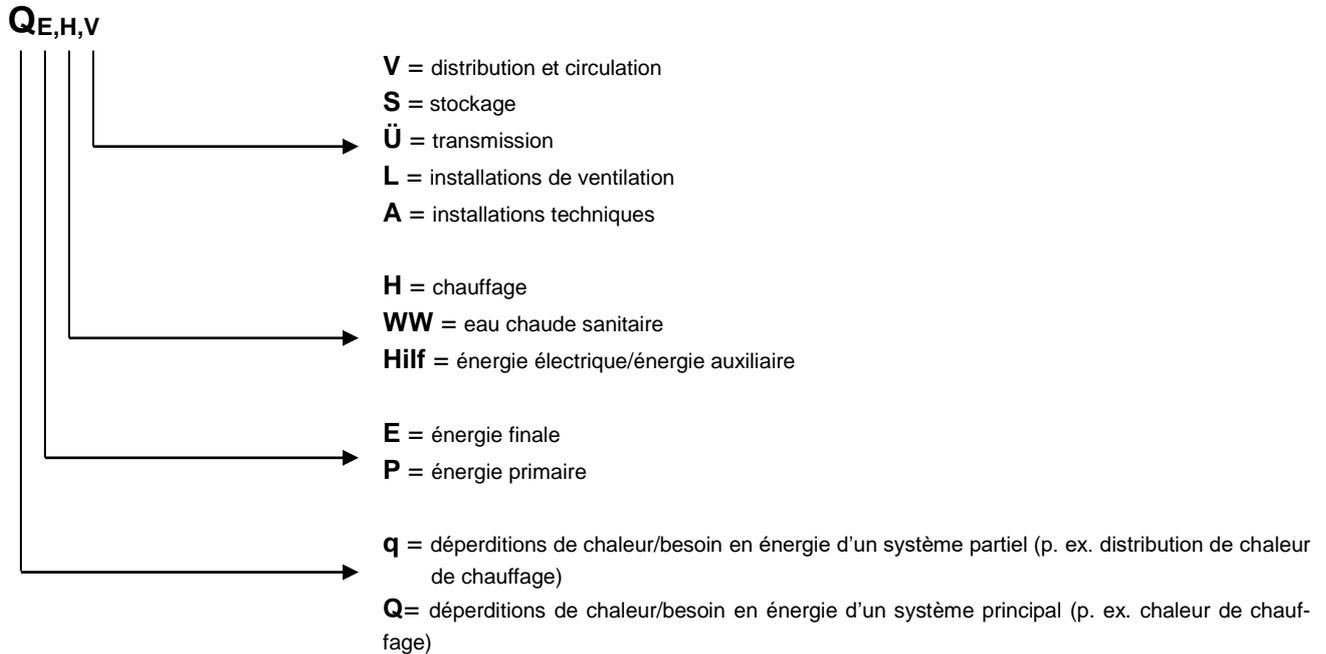
$Q_{E,PV,Bat,M}$	kWh/M	Part mensuelle supplémentaire imputable grâce à un système de stockage d'électricité
$Q_{E,PV}$	kWh/M	Production annuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque
$Q_{E,PV,M}$	kWh/M	Production mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque
$Q_{E,PV,self,a}$	kWh/a	Part annuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque
$Q_{E,PV,self,M}$	kWh/M	Part mensuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque
$Q_{E,V}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique de la consommation en énergie finale
$Q_{E,V,H}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique de la consommation en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire
$Q_{E,V,H,WW}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique de la consommation en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire
$Q_{E,WW}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire
Q_h	kWh/a	Besoin annuel en chaleur de chauffage
$Q_{h,M}$	kWh/M	Besoin mensuel en chaleur de chauffage
q_H	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage
Q_H	kWh/m ² a	Chaleur de chauffage mise à disposition par une installation de production de chaleur
$q_{H,A}$	kWh/m ² a	Besoin en énergie pour la distribution et l'accumulation de chaleur
$q_{H,Hilf}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur de chauffage
$q_{H,Hilf,S}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage
$q_{H,Hilf,U}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la transmission de chaleur de chauffage
$q_{H,Hilf,V}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution de chaleur de chauffage
$Q_{h,M}$	kWh/M	Besoin mensuel en chaleur de chauffage
$q_{H,max}$	kWh/m ² a	Valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage
$q_{H,ref}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique de référence du besoin en chaleur de chauffage
$q_{H,S}$	kWh/m ² a	Dépense spécifiques d'accumulation de chaleur
$q_{H,V}$	kWh/m ² a	Dépense spécifiques de distribution de chaleur
$Q_{Hilf,A}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations techniques
$Q_{Hilf,H}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur y comprises, la distribution, l'accumulation et la transmission
$Q_{Hilf,L}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations de ventilation
$Q_{Hilf,WW}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production d'eau chaude sanitaire y comprises la distribution, l'accumulation et la transmission
$Q_{i,M}$	kWh/M	Gains de chaleur internes mensuels
q_{iM}	W/m ² M	Valeur spécifique moyenne des gains de chaleur internes mensuels
q_L	W/m ³ /h	Puissance spécifique absorbée par une installation de ventilation
Q_P	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin total en énergie primaire
$Q_{P,H}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie primaire, chaleur de chauffage

$Q_{P,Hilf}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie primaire, énergie auxiliaire
$Q_{P,max}$	kWh/m ² a	Valeur maximale du besoin spécifique en énergie primaire total
$Q_{P,PV,self}$	kWh/m ² a	Crédit spécifique annuel en énergie primaire imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque
$Q_{P,ref}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique de référence du besoin total en énergie primaire
$Q_{P,ww}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie primaire, production d'eau chaude sanitaire
$Q_{S,M}$	kWh/M	Gains solaires mensuels par des éléments de construction transparents
$Q_{tl,M}$	kWh/M	Déperdition de chaleur mensuelle par ventilation et par transmission
$q_{V,i}$	kWh/a	Consommation énergétique au cours de l'année de référence i
$q_{V,H,i}$	kWh/a	Consommation énergétique au cours de l'année de référence i tributaire des conditions météorologiques
$q_{V,m}$	kWh/a	Consommation énergétique moyenne
$q_{V,ww,i}$	kWh/a	Consommation énergétique au cours de l'année de référence i indépendante des conditions météorologiques
Q_{ww}	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie utile, production d'eau chaude sanitaire
q_{ww}	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie, production d'eau chaude sanitaire
$q_{ww,Hilf,S}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, accumulation d'eau chaude sanitaire
$q_{ww,Hilf,V}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, distribution d'eau chaude sanitaire
$q_{ww,S}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire
$q_{ww,V}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire
$q_{ww,Hilf}$	kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, production d'eau chaude sanitaire
R_{se}	m ² K/W	Résistivité thermique extérieure
R_{si}	m ² K/W	Résistivité thermique intérieure
t_B	h/a	Nombre d'heures de fonctionnement par an d'une installation technique
$t_{B,H}$	h	Durée de fonctionnement à pleine charge d'une installation technique pendant la durée de fonctionnement
$t_{B,N}$	h	Durée de fonctionnement à charge partielle d'une installation technique pendant la durée de fonctionnement
t_H	h	Durée de la période de chauffage
$t_{G,day}$	-	Facteur d'ajustement pour la période présentant un rayonnement solaire
t_M ou T_M	d/M	Nombre de jours par mois
t_s	-	Transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
$t_{s,max}$	-	Valeur limite de la transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
τ	h	Inertie thermique du bâtiment
U_{FGO}	W/(m ² K)	Valeur U d'une fermeture horizontale inférieure en contact avec le sol
U_i	W/(m ² K)	Coefficient de transmission thermique d'un élément de construction
U_{max}	W/(m ² K)	Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique
$U_{max,BH}$	W/(m ² K)	Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique d'éléments de construction spéciaux
U_g	W/(m ² K)	Valeur U d'une vitre
U_f	W/(m ² K)	Valeur U d'un cadre de fenêtre
U_w	W/(m ² K)	Valeur U de l'ensemble de la fenêtre (vitre et cadre)

U_{WGO}	W/(m ² K)	Valeur U d'une paroi en contact avec le sol
V_{acc}	l	Volume de l'accumulateur de glace
V_e	m ³	Volume brut chauffé du bâtiment
$V_{e,OG}$	m ³	Volume brut de l'étage supérieur
$V_{e,OG-1}$	m ³	Volume brut de l'étage situé au-dessous de l'étage supérieur
$V_{i,s}$	« Unité »/a	Consommation énergétique annuelle d'un vecteur énergétique en fonction de l'unité de consommation ou de facturation avec « i » rapporté au pouvoir calorifique inférieur et « s » au pouvoir calorifique supérieur
\dot{V}_L	m ³ /h	Débit d'air d'une installation de ventilation
$\dot{V}_{L,m}$	m ³ /h	Débit d'air pondéré selon 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 contenu
ψ_i	W/m(mK)	Coefficient linéique de transmission thermique d'un pont thermique

»

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

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

1 EXIGENCES MINIMALES APPLICABLES AUX BÂTIMENTS 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) 6)}			
Elément de construction	Climat extérieur	Locaux très peu chauffés	Surfaces en contact avec le sol ou 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 cadre ^{4) 5)}	1,5	2,0	2,0
Porte, y compris le cadre	2,0	2,5	2,5
Coupole d'éclairage naturel	2,7	2,7	2,7

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«Alternativement, pour les extensions d'une surface de référence énergétique $A_n \leq 80 m^2$, pour lesquelles le calcul du respect des exigences selon le chapitre 2.1 n'est pas réalisé, les éléments de construction neufs doivent être conçus de sorte que les coefficients de transmission thermique ne dépassent pas les valeurs maximales fixées dans le Tableau 1a.

Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique de chacun des éléments de construction U_{max} en $W/(m^2K)$ ^{1) 6)}				
Elément de construction	Climat extérieur		Surfaces en contact avec le sol ou des locaux non chauffés	
	Date de la demande de l'autorisation de bâtir	à partir du	Date de la demande de l'autorisation de construire	à partir du
	1.1.2015-31.12.2016	1.1.2017	1.1.2015-31.12.2016	1.1.2017
Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	0,19	0,13	0,24	0,17
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	0,14	0,11	0,24	0,17
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le cadre ^{4) 5)}	1,00	0,90	1,00	0,90
Porte, y compris le cadre	1,50	1,00	1,85	1,35

Couple d'éclairage naturel	1,20	1,00	1,20	1,00
----------------------------	------	------	------	------

Tableau 1a – Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique [W/(m²K)] pour les extensions d'une surface de référence énergétique $A_n \leq 80 \text{ m}^2$, pour lesquelles le calcul du respect des exigences selon le chapitre 2.1 n'est pas réalisé»

Si, dans le cas des extensions visées ci-avant, il est dérogé au respect d'un ou de plusieurs coefficient(s) de transmission thermique U_{\max} du tableau 1a, le respect d'un coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission spécifique à la température H'_T relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment doit être prouvé pour l'extension complète: $H'_T \leq H'_{T,\max}$. Le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission H'_T relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température est calculé de la manière suivante:

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

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

où:

H'_T	W/(m ² K)	est le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$H'_{T,\max}$	W/(m ² K)	est le coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
A_i	m ²	est la surface de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
U_i	W/(m ² K)	est le coefficient de transmission thermique de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
$U_{\max,i}$	W/(m ² K)	est le coefficient de transmission thermique maximal de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment selon le tableau 1a
$F_{\theta,i}$	-	est le facteur de correction de la température pour l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment lequel est en contact avec des locaux très peu chauffés, avec le sol ou des locaux non chauffés
ΔU_{WB}	W/(m ² K)	est le facteur de correction des ponts thermiques conformément au chapitre 5.2.1.4

Pour les éléments de construction en contact avec des locaux très peu chauffés, le sol ou des locaux non chauffés, la correction de la température doit être prise en compte avec des facteurs de correction de la température forfaitaires $F_{\theta,i}$ selon les chapitres 5.2.1.3.1 et 5.2.1.3.2 tableaux 9 et 10 du présent règlement ou avec un calcul détaillé selon la norme EN ISO 13370 ou EN ISO 13789.

Si la méthode des facteurs de correction de la température forfaitaires $F_{\theta,i}$ est choisie, ceux-ci sont également à prendre en compte lors de la détermination de $H'_{T,\max}$. Si le calcul détaillé est choisi selon la norme EN ISO 13370 ou EN ISO 13789, alors les éléments de construction concernés sont à considérer comme étant en contact avec le climat extérieur selon le tableau 1a du présent règlement lors de la détermination de $H'_{T,\max}$.

Sans préjudice de la manière dont les exigences sont justifiées pour les extensions visées au chapitre 1.1, les exigences minimales concernant les coefficients de transmission U_{max} pour les éléments de construction du tableau 1 du présent règlement sont à respecter.

- ~~4) Les valeurs U des éléments de construction opaques doivent être déterminées conformément à la norme DIN EN ISO 6946.~~
- 1) Les valeurs U des éléments de construction opaques doivent être déterminées conformément à la norme EN ISO 6946. La valeur de la conductivité thermique utile λ_B doit être déterminée à partir de la valeur de la conductivité thermique déclarée λ_D et conformément à la norme EN ISO 10456, avec une teneur en humidité correspondante à l'humidité relative de l'air de 50% à une température de 23°C et avec une température moyenne de 10°C comme conditions de référence.

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

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

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

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

- 2) *«(...)» (supprimé par le Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)* Il y a lieu de multiplier dans les situations suivantes la valeur maximale autorisée du coefficient de transmission thermique du tableau 1 par un coefficient d'abaissement de 0,8 ($U_{max,BH} = U_{max} * 0,8$):
- surfaces avec chauffage intégré dans les éléments de construction (p. ex. chauffage au sol, chauffage mural, etc.);
 - fenêtres se trouvant le long des radiateurs.

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

- 3) Pour les bâtiments d'habitation existants auxquels les exigences du chapitre 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. Cette disposition ne concerne pas l'isolation intérieure de la toiture.
- 4) *(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)* «Les vitrines de locaux servant à des activités commerciales ou libérales» de grandes dimensions (> 15 m²) sont exclues. Dans ce cas, il faut respecter une valeur U pour le vitrage U_g de $\leq 1,30$ W/m²K.
- 5) La valeur totale U d'une fenêtre U_w doit être déterminée conformément à la norme ~~DIN EN ISO 10077~~ EN ISO 10077; elle comprend le cadre, le vitrage et le coefficient de transmission thermique linéique de l'intercalaire.
- 6) Les valeurs des coefficients de transmission thermique U des éléments de construction opaques sont à respecter en arrondissant à trois décimales près et celles pour les éléments de construction transparents en arrondissant à deux décimales près.

Par « local très peu chauffé », on entend un local qui comprend une installation de chauffage fixe, qui n'est pas utilisé uniquement à des fins d'habitation et lequel est chauffé à température abaissée 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 dans le calcul comme ne transmettant pas la chaleur et aucune exigence minimale concernant une valeur U n'est requise, pour autant que ces murs soient ultérieurement en contact avec des locaux chauffés et que la période entre les délais d'achèvement des bâtiments ne dépasse pas 12 mois. Dans le cas contraire, les exigences minimales relatives au climat extérieur doivent être respectées conformément au Tableau 1.

Pour ce qui concerne les éléments de construction en contact avec des locaux non chauffés ou avec le sol, il est possible d'attester au moyen d'un calcul conforme aux normes ~~DIN EN ISO 13789~~ ou ~~DIN EN ISO 13370~~ EN ISO 13789 ou EN ISO 13370, que ces éléments respectent les valeurs limites pour les éléments de construction en contact avec le climat extérieur, lorsque l'effet d'isolation du local non chauffé ou du sol est pris en compte dans le calcul de la valeur U.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«Les exigences minimales relatives aux coefficients de transmission thermique applicables contre des locaux très peu chauffés ou des locaux non chauffés à l'intérieur de parties du bâtiment d'habitation du même utilisateur ne s'appliquent pas si l'influence du non-respect de ces exigences minimales sur le besoin en chaleur de chauffage total du bâtiment d'habitation entier est très faible et si ces locaux se trouvent intégralement à l'intérieur de l'enveloppe thermique et de l'enveloppe d'étanchéité à l'air.»

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«1.2 Exigences minimales relatives à la protection thermique d'été»

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

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

Le respect des exigences relatives à la protection thermique d'été doit être démontré pour les locaux conditionnés se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe thermique et à l'intérieur de l'enveloppe d'étanchéité à l'air qui présentent une efficacité de protection solaire équivalente. On considère que des locaux présentent une efficacité de protection solaire équivalente lorsque la valeur du facteur de transmission énergétique total (g_{tot}) de la protection solaire et du vitrage ne s'écarte pas de plus de $\Delta g_{tot} = 0,1$.

Le respect des exigences relatives à la protection thermique d'été doit être démontré pour un local « critique ». Le local critique est défini comme étant le local ayant les apports solaires spécifiques les plus importants par

m² de surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire. Est considéré comme « local », un seul local ou un ensemble de locaux en équilibre thermique assuré par un échange d'air.

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

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

Cette méthode simplifiée ne peut raisonnablement pas être appliquée aux atriums, aux constructions vitrées et aux systèmes d'isolation thermique transparente. Dans ces cas, il faut garantir une protection thermique d'été par des méthodes de calcul d'ingénierie plus précises (par exemple: calcul de simulation dynamique). L'application de ces méthodes est généralement autorisée, voire recommandée en cas de concepts à ventilation nocturne. Dans ce cas, les apports solaires doivent être limités de sorte à ce que la température ambiante sans refroidissement actif ne soit supérieure à 26 °C sur plus de 10% du temps d'exploitation. En ce qui concerne les sources de chaleur internes et les taux de renouvellement d'air, il est possible d'appliquer au calcul les exigences générales prévues dans la norme DIN 4108-2. Il faut réaliser le calcul avec des données climatiques du Luxembourg ou avec une année de référence test d'une région directement voisine.

1.2.1 Détermination de la transmittance solaire

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

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

où:

t_s	[-]	est la transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local;
$A_{Fe,(O,S,W),i}$	[m ²]	est la surface des fenêtres i orientées vers le nord-est en passant par le sud jusqu'au nord-ouest ($45^\circ \leq x \leq 315^\circ$) (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre));
$A_{Fe,N,i}$	[m ²]	est la surface des fenêtres i orientées vers le nord-ouest en passant par le nord jusqu'au nord-est ($315^\circ < x < 45^\circ$) et les surfaces des fenêtres toujours à l'ombre du rayonnement direct (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre));
$A_{Fe,H,i}$	[m ²]	est la surface des fenêtres i horizontales ou inclinées ou des éléments de construction transparents i avec $0^\circ \leq$ inclinaison $\leq 60^\circ$ (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre));
$g_{tot,i}$	[-]	est le facteur de transmission énergétique total (vitrage, protection solaire) de la fenêtre i pour une incidence verticale du rayonnement conformément au chapitre 1.2.3;
$F_{S,i}$	[-]	est le facteur d'ombrage pour l'ombrage dû aux constructions pour les fenêtres i conformément à la norme DIN V 18599-2:2011-12, chapitre 6.4.1. Si aucun

ombrage dû aux constructions existe, alors $F_{s,i}$ est égal à 1;

$A_{NGF,R}$ [m²] est la surface de plancher nette du local considérée lors de la détermination de la transmittance solaire.

1.2.2 Exigence minimale relative à la transmittance solaire

La transmittance solaire t_s d'un local ne doit pas dépasser la valeur limite de la transmittance solaire $t_{s,max}$ mentionnée dans le tableau 1b.

$$t_s \leq t_{s,max} \quad [-]$$

La valeur limite $t_{s,max}$ dépend du type de construction visé au chapitre 1.2.4 et du quotient de la profondeur du local par la hauteur du local $f_{a/h}$ visé au chapitre 1.2.5.

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

Tableau 1b - Valeur limite de la transmittance solaire $t_{s,max}$

Les valeurs intermédiaires de $t_{s,max}$ qui ne sont pas comprises dans le tableau 1b et les valeurs de $f_{a/h} > 5$ peuvent être obtenues au moyen des équations suivantes:

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

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

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

Si le pourcentage de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire dans un local « critique » est inférieur ou égal aux valeurs indiquées dans le tableau 1c, la protection thermique d'été est considérée comme garantie et il n'est pas nécessaire de démontrer l'exigence minimale relative à la protection thermique d'été pour ce local.

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

De 0° à 60°	Toutes les orientations	7%
<p>1) Lorsque le local considéré présente des fenêtres avec différentes orientations, il faut prendre la valeur limite la plus petite.</p> <p>2) Le pourcentage de surface de fenêtre d'un local est la somme de toutes les surfaces de fenêtre (dimensions brutes (gros-œuvre)) divisée par la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire.</p>		

Tableau 1c - Valeurs limites du pourcentage de surface de fenêtre par rapport à la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire d'un local critique à partir duquel la protection thermique d'été est considérée comme étant garantie sans avoir à le démontrer

1.2.3 Facteur de transmission énergétique totale, g_{tot}

Le tableau 1d fournit des valeurs standard pour le facteur de transmission énergétique totale g_{tot} pour des systèmes de protection solaire courants et différents vitrages. En alternative, le facteur g_{tot} peut être déterminé conformément à ~~la norme DIN EN 13363-1/2~~ aux normes EN ISO 52022. Pour les systèmes qui ne peuvent pas être représentés de cette manière, le facteur g_{tot} peut être celui indiqué dans les données garanties par le fabricant.

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

^a Calcul de g_{tot} conformément à la norme DIN EN 13363-4 aux normes EN ISO 52022. Feuille conformément à la norme DIN EN 410.

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

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

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

^e MSIV: vitrage isolant feuilleté.

^f SSV: vitrage de protection solaire.

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

Tableau 1d - Valeurs standard des indices des vitrages et des dispositifs de protection solaire conformément à la norme DIN V 18599-2:2011-12

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

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

Le type de construction peut être déterminé de manière simplifiée à l'aide du tableau 1e.

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

Tableau 1e - Détermination simplifiée du type de construction

Les éléments de construction peuvent être considérés comme étant en dur lorsque leur masse surfacique est supérieure à 100 kg/m² en tenant uniquement compte des couches des éléments de construction qui se trouvent à l'intérieur de l'épaisseur effective. L'épaisseur effective d_T d'un élément de construction est la plus petite des valeurs suivantes:

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

En alternative, il est possible de déterminer le type de construction et la capacité d'accumulation thermique effective C_{wirk} conformément à la norme ~~DIN V 4108-2~~ DIN 4108-2. Dans ce cas, il faut appliquer les limites de classe visées au tableau 1f pour déterminer le type de construction.

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

Tableau 1f - Classification du type de construction d'après la capacité d'accumulation thermique effective C_{wirik} conformément à la norme DIN V 4108-2 DIN 4108-2

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

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

$$f_{a/h} = \frac{a_R}{h_R} \quad [-]$$

où:

$f_{a/h}$ [-] est le rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local;

a_R [m] est la profondeur du local (dimensions intérieures);

h_R [m] est la hauteur libre du local (dimensions intérieures).

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

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

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

$$a_R = \frac{A_{NGF,R}}{b_R} \quad [m]$$

où:

$A_{NGF,R}$ [m²] est la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire;

b_R [m] est la longueur de la façade principale.

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

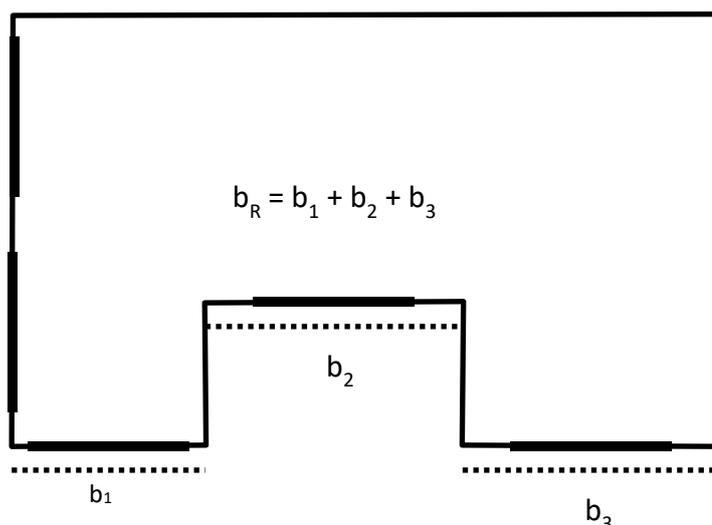


Illustration 0 – Détermination de la façade principale

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

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

$$h_R = \frac{\sum_j h_{R,j} \cdot A_{NGF,R,j}}{A_{NGF,R}} \quad [m]$$

où:

$h_{R,j}$ [m] est la hauteur libre du local (dimensions intérieures) dans la partie du local j;
 $A_{NGF,R,j}$ [m²] est la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire pour la partie du local j.

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

1.3 Exigences minimales relatives à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe thermique du bâtiment

Les bâtiments d'habitation neufs doivent être conçus de sorte que la surface A de l'enveloppe thermique du bâtiment, y compris les joints/jointures, 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. Une attention particulière doit être prêtée aux constructions légères sur des constructions en dur ainsi aux passages à travers le niveau étanche à l'air du bâtiment et aux installations techniques. Le niveau d'étanchéité à l'air doit être reporté sur les plans de construction à fournir conformément au chapitre 3.2.

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

Si pour les types de bâtiments 2, 3, 4 et 5, 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), selon la méthode AEN ISO 9972 (test d'étanchéité à l'air), selon la méthode 1~~. Pour le contrôle/garantie de qualité pendant la phase de construction un test d'étanchéité à l'air selon la méthode B est recommandé.

Type de bâtiment (uniquement les bâtiments neufs)		Valeur limite n_{50} [1/h] ²⁾
1	Bâtiments sans installations de ventilation	≤ 3,0
2	Bâtiments avec des installations de ventilation ¹⁾	≤ 1,5
3	Maison à économie d'énergie sans installations de ventilation	≤ 1,5
4	Maison à basse consommation d'énergie équipée d'une installation de ventilation avec récupération de chaleur	≤ 1,0
5	Maison passive équipée d'une installation de ventilation avec récupération de chaleur	≤ 0,6

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

- 1) Un bâtiment équipé d'une installation 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 et de reprise d'air, installation de reprise d'air, etc.).
- 2) Les valeurs limites n_{50} sont à respecter en arrondissant à une décimale près.

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

La déperdition d'énergie à travers les conduites d'eau chaude sanitaire (ECS) et de distribution de chaleur et à travers la robinetterie doit être limitée grâce à une isolation thermique conformément au 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 inférieur ou égal à 22 mm	20 mm
2	Diamètre intérieur compris entre 22 mm et 35 mm	30 mm
3	Diamètre intérieur compris entre 35 mm et 100 mm	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	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
6	Conduites de systèmes de chauffage central visées aux lignes 1 à 4, et posées dans des éléments de construction situés entre des zones chauffées de différents utilisateurs.	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4

<i>(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)</i>		
«7	Conduites avec une température aller du fluide caloporteur inférieur à 35°C	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
8	Conduites dans la structure du plancher	10 mm»

Tableau 3 – Isolation thermique des conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur ainsi que de la robinetterie

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

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

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«Pour les conduites qui sont posées à l'extérieur, il y a lieu de respecter le double des épaisseurs minimales prévues dans le tableau 3.»

1.5 Exigences minimales relatives aux installations de ventilation

Les exigences minimales relatives aux installations de ventilation sont valables pour les centrales de traitement d'air utilisées pour la ventilation des surfaces destinées à des fins d'habitation.

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	Installation de ventilation sans filtre à pollen	Installation de ventilation avec filtre à pollen
Installation de ventilation décentralisée et centralisée dans les bâtiments de la 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 la 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 la catégorie MFH (une installation pour plusieurs logements)	<i>Limitation générale par le choix d'installations efficaces et réduction des pertes de charge dans la planification</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 unité de logement dans un EFH (ventilation classique).
- Une installation pour plusieurs unités de logements MFH (répartition des débits volumétriques par des 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).
- Plusieurs installations par unité de logement dans un MFH (ventilation classique dans un MFH).

Pour les installations de reprise d'air, 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 les installations techniques 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 doit être diminuée de 0,10 W/(m³/h). Si le bâtiment et les installations techniques sont planifiés selon les standards de la maison à basse consommation d'énergie, la valeur limite à respecter pour la puissance absorbée spécifique q_L de l'installation de ventilation prévue au tableau 4 doit être diminuée de 0,05 W/(m³/h).

Le rendement du système de récupération de chaleur η_L en conditions d'exploitation ne doit pas être inférieur à 75%, cette valeur doit correspondre à des données certifiées.

La puissance absorbée spécifique q_L est déterminée pour le point d'exploitation de dimensionnement de l'installation. Le débit volumétrique de dimensionnement en conditions d'exploitation normalisées et la perte de charge du débit volumétrique de dimensionnement sont déterminants pour définir la puissance absorbée de l'installation. Si la perte de charge n'est pas connue, il faut prendre en considération la puissance absorbée maximale de l'installation de ventilation du débit de dimensionnement.

1.6 Dispositifs de charge pour voitures électriques ou hybrides rechargeables

Pour les habitations EFH et les habitations MFH, les emplacements de stationnement intérieurs et les emplacements extérieurs couverts doivent être conçus et équipés de manière à pouvoir accueillir ultérieurement un dispositif de charge pour véhicules électriques ou hybrides rechargeables. Dans le cas où les habitations ne disposent que d'emplacements extérieurs non couverts, au moins un de ces emplacements doit être conçu et équipé de cette manière.

Chaque emplacement de stationnement doit disposer d'un pré-câblage approprié ou de deux conduits selon le concept de câblage prévu. Un de ces conduits devra pouvoir accueillir ultérieurement un câble électrique menant au tableau de distribution principal et l'autre conduit devra pouvoir accueillir un câble pour la transmission de données menant vers l'armoire de comptage ou vers l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge.

Pour les habitations MFH, un pré-câblage ou un conduit supplémentaire, pour la pose d'un câble pour la transmission de données, est à prévoir entre le point de terminaison d'un opérateur de réseau de communications public et le tableau de distribution principal respectivement l'emplacement du système de gestion de la puissance de charge. Selon le concept de câblage choisi, le tableau de distribution principal ou, le cas échéant, les tableaux de départs individuels doivent disposer d'un espace libre afin de pouvoir accueillir ultérieurement les appareils de protection supplémentaires pour le raccordement des dispositifs de charge.

1.7 Dispositifs techniques pour les installations photovoltaïques

Les habitations EFH et les habitations MFH doivent prévoir un conduit pouvant accueillir ultérieurement un câblage électrique adapté pour une installation photovoltaïque

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

2 EXIGENCES APPLICABLES AUX BÂTIMENTS D'HABITATION

L'illustration ci-après représente le schéma du bilan énergétique des bâtiments d'habitation.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«

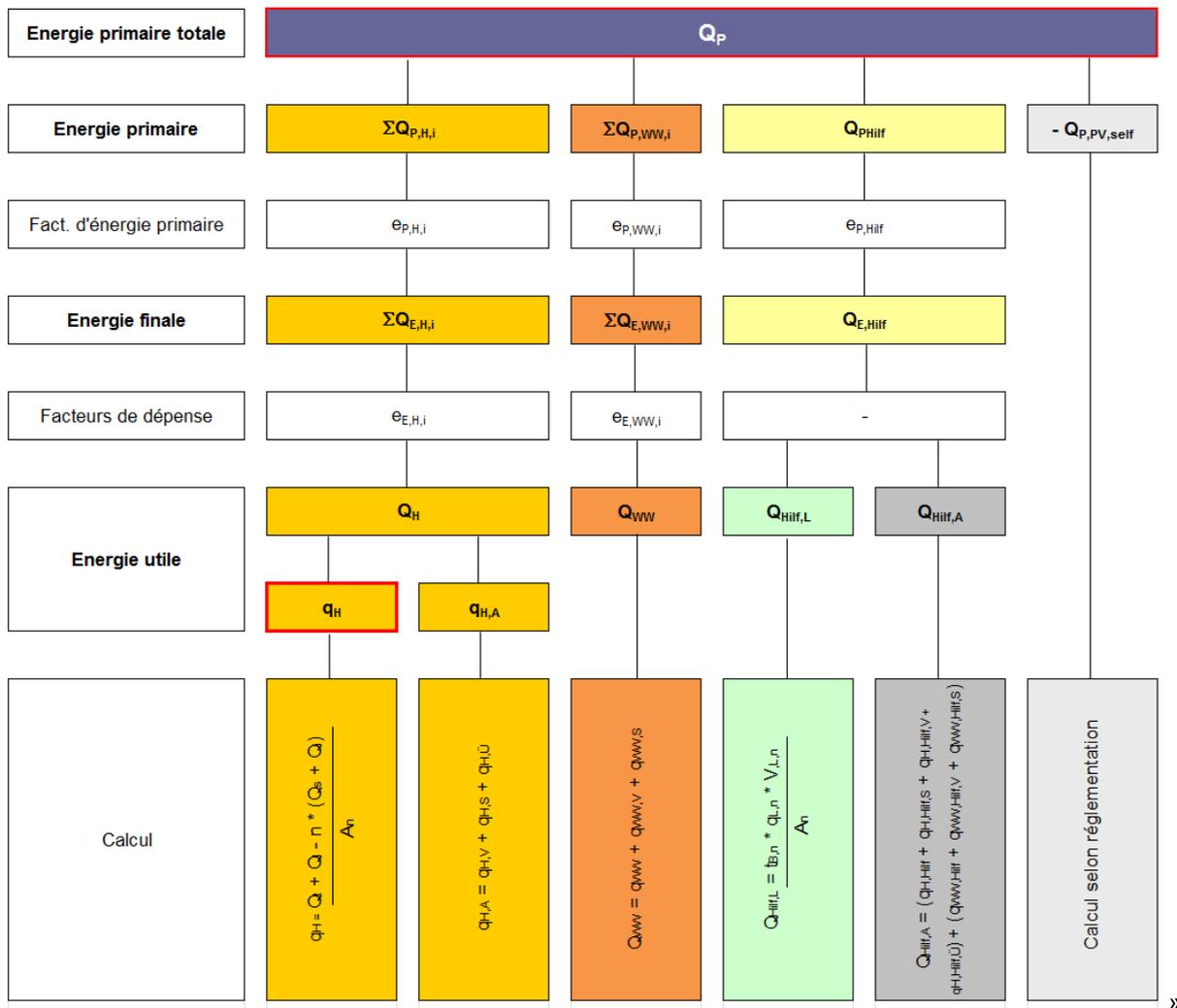


Illustration 1 – Schéma du bilan énergétique des bâtiments d'habitation

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

Habitation MFH

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

Habitation EFH

Maisons d'habitation uni- et bifamiliales, maisons d'habitation uni- et bifamiliales en résidence secondaire et maisons d'habitation uni- et bifamiliales mitoyennes.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«2.1 Valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage, q_H »

La valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage q_H du bâtiment considéré ne doit pas dépasser la valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage $q_{H,max}$ déterminée conformément au chapitre 2.3 sur la base du bâtiment de référence.

$$q_H \leq q_{H,max} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où:

q_H [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage visée au chapitre 5.2;

$q_{H,max}$ [kWh/m²a] est la valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage visée au chapitre 2.3.»

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«2.2 Valeur spécifique du besoin en énergie primaire, Q_P »

La valeur spécifique du besoin total en énergie primaire Q_P du bâtiment considéré ne doit pas dépasser la valeur maximale du besoin spécifique en énergie primaire total $Q_{P,max}$ déterminée conformément au chapitre 2.3 sur la base du bâtiment de référence.

$$Q_P \leq Q_{P,max} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où:

Q_P [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin total en énergie primaire visée au chapitre 5.5;

$Q_{P,max}$ [kWh/m²a] est la valeur maximale du besoin spécifique en énergie primaire total visée au chapitre 2.3.»

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«2.3 Bâtiment de référence»

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

- étanchéité à l'air du bâtiment;
- coefficients de transmission thermique;
- systèmes techniques pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire;
- traitement d'air des locaux.

Les exécutions de référence sont définies dans le tableau 5. Toutes les conditions générales qui n'y sont pas décrites sont appliquées dans le bâtiment de référence comme dans le bâtiment à certifier.

Le calcul de la valeur spécifique de référence du besoin total en énergie primaire $Q_{P,ref}$ doit être réalisé conformément aux règles du chapitre 5.5 en ce qui concerne le calcul de la valeur spécifique du besoin total en énergie primaire Q_P en utilisant les exécutions de référence visées au tableau 5. La valeur maximale du besoin spécifique en énergie primaire total $Q_{P,max}$ correspond à la valeur spécifique de référence du besoin total en énergie primaire $Q_{P,ref}$ sous considération du facteur de correction des exigences f_{mod} .

$$Q_{P,max} = Q_{P,ref} \cdot f_{mod} \quad [kWh/m^2a]$$

où:

$Q_{P,ref}$ [kWh/m²a] est la valeur spécifique de référence du besoin total en énergie primaire;

$Q_{P,max}$ [kWh/m²a] est la valeur maximale du besoin spécifique en énergie primaire total;

f_{mod} [-] est le facteur de correction des exigences;

$f_{mod} = 0,62$ pour les bâtiments d'habitation dont l'autorisation de bâtir autorisation de construire est demandée jusqu'au 31 décembre 2016;

$f_{mod} = 1,0$ pour les bâtiments d'habitation dont l'autorisation de bâtir autorisation de construire est demandée à partir du 1^{er} janvier 2017.

Le calcul de la valeur spécifique de référence du besoin en chaleur de chauffage $q_{H,ref}$ doit être réalisé conformément au chapitre 5.2 en ce qui concerne le calcul de la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage q_H en utilisant les exécutions de référence visées au tableau 5. La valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage $q_{H,max}$ correspond à la valeur spécifique de référence du besoin en chaleur de chauffage $q_{H,ref}$.

$$Q_{H,max} = Q_{H,ref} \quad [kWh/m^2a]$$

où:

$Q_{H,ref}$ [kWh/m²a] est la valeur spécifique de référence du besoin en chaleur de chauffage;

$Q_{H,max}$ [kWh/m²a] est la valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage.

Les valeurs U du bâtiment de référence ne contiennent pas encore les facteurs de correction de la température, ils sont à fixer conformément aux chapitres 5.2.1.3.1 et 5.2.1.3.2 en analogie au bâtiment à certifier. Lors de la prise en compte de valeurs U effectives, les valeurs U vers l'extérieur sont à considérer.

N°	Système	Propriété	Valeurs de référence pour bâtiments d'habitation dont l' <u>autorisation de bâtir</u> autorisation de construire est demandée jusqu'au 31 décembre 2016	Valeurs de référence pour bâtiments d'habitation dont l' <u>autorisation de bâtir</u> autorisation de construire est demandée à partir du 1 ^{er} janvier 2017
1	Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment vers climat extérieur	Valeur U	0,19 W/(m ² ·K)	0,13 W/(m ² ·K)
2	Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment vers climat extérieur	Valeur U	0,14 W/(m ² ·K)	0,11 W/(m ² ·K)
3	Éléments de construction en contact avec le sol ou des zones non chauffées	Valeur U	0,24 W/(m ² ·K)	0,17 W/(m ² ·K)
4	Bandes d'éclairage	U _w	1,20 W/(m ² ·K)	1,00 W/(m ² ·K)

	naturel, coupoles d'éclairage naturel	g_{\perp}	0,50	0,50
5	Fenêtres, portes-fenêtres et fenêtres de toit	U_w	1,00 W/(m ² ·K)	0,90 W/(m ² ·K)
		g_{\perp}	0,50	0,50
6	Portes extérieures	Valeur U	1,50 W/(m ² ·K)	1,00 W/(m ² ·K)
7	Portes donnant sur des locaux non chauffés	Valeur U	1,85 W/(m ² ·K)	1,35 W/(m ² ·K)
8	Facteur de correction des ponts thermiques	ΔU_{WB}	0,05 W/(m ² ·K)	0,03 W/(m ² ·K)
9	Étanchéité à l'air du bâtiment*	n_{50}	1,0 1/h	0,6 1/h
10	Part de la surface de référence énergétique A_n ventilée par une installation de ventilation mécanique	-	100 % (Les locaux conditionnés du bâtiment de référence sont complètement ventilés mécaniquement. Le calcul du coefficient de déperdition de chaleur par ventilation se fait conformément au chapitre 5.2.1.5 pour le bâtiment de référence avec un rapport $\dot{V}_{L,m}/V_n$ égal au taux de renouvellement d'air neuf hygiénique minimum de 0,35 h ⁻¹ .)	
11	Puissance spécifique absorbée par une installation de ventilation mécanique	q_L	0,45 W/(m ³ /h)	0,40 W/(m ³ /h)
12	Rendement du système de récupération de chaleur de l'installation de ventilation mécanique	$\eta_{L,i}$	80 %	85 %
13	Installation de production de chaleur	-	Chaudière à condensation, montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Conduites de distribution de chaleur à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Régime de températures pour toutes les composantes: 55/45°C. Vecteur énergétique: gaz naturel	
14	Installation de production d'eau chaude sanitaire	-	Chaudière à condensation, montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Conduites de distribution d'eau chaude sanitaire à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Accumulateur chauffé indirectement avec montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique.	Chaudière à condensation, montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Conduites de distribution d'eau chaude sanitaire à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Accumulateur chauffé indirectement avec montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique.

			Vecteur énergétique: gaz naturel. Dans habitations MFH avec conduite de circulation sans câbles/rubans chauffants électriques et dans habitations EFH sans conduite de circulation	Vecteur énergétique: gaz naturel. Dans habitations MFH avec conduite de circulation sans câbles/rubans chauffants électriques et dans habitations EFH sans conduite de circulation Installation solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire avec montage de l'accumulateur à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Conduites de distribution à l'intérieur de l'enveloppe thermique
15	Pompes	-	Pompes réglées	
16	Production électrique renouvelable	-	Pas d'installation photovoltaïque	
17	Echangeur de chaleur géothermique	-	Pas d'échangeur de chaleur géothermique	
18	Réglage de la température	-	Par local	

Tableau 5 – Exécutions de référence du bâtiment de référence

*Pour les extensions, pour lesquelles aucun test d'étanchéité à l'air individuel selon le chapitre 1.3 ne peut être réalisé, la valeur d'étanchéité à l'air n_{50} de l'extension à certifier est à fixer égale à la valeur d'étanchéité à l'air n_{50} du bâtiment de référence pour le calcul de performance énergétique. Dans ce cas, les éléments de construction neufs ainsi que leurs raccords sont à réaliser selon les détails d'exécution de la norme DIN 4108-7. Le respect de ces détails est à confirmer.»

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

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

3.1 Informations générales

- nom et adresse actuelle du maître d'ouvrage;
- nom et adresse de l'architecte;
- nom et adresse de l'expert ayant établi le calcul de performance énergétique;
- adresse du bâtiment;
- catégorie du bâtiment conformément au chapitre 6.1;
- date prévue pour le début des travaux et durée de construction;
- date d'établissement;
- titre de la personne délivrant le calcul;
- signature de la personne délivrant le calcul.

3.2 Indications concernant le bâtiment

- volume brut chauffé du bâtiment V_e [m³] conformément au chapitre 5.1.4;
- surface de l'enveloppe thermique du bâtiment A [m²] conformément au chapitre 5.1.5;
- rapport A / V_e [1/m] conformément au chapitre 5.1.6;
- surface de référence énergétique A_n [m²] conformément au chapitre 5.1.2;
- quote-part de la surface des fenêtres f conformément au chapitre 1.2;
- valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage $q_{H,max}$ [kWh/m²a] conformément au chapitre 2.1;
- valeur maximale du besoin spécifique en énergie primaire totale $Q_{P,max}$ [kWh/m²a] conformément au chapitre 2.2;
- puissance spécifique absorbée q_L [kWh/(m³.h)] par une installation de ventilation conformément au chapitre 1.5;
- liste des éléments de construction avec indication de la surface correspondante et du coefficient de transmission thermique (valeur U) ainsi que la ou les valeurs g du ou des vitrages conformément au chapitre 5.2.1.3;
- valeurs U de chaque élément de construction avec indication de la valeur λ et l'épaisseur des couches;
- facteur de correction des ponts thermiques ΔU_{WB} [W/(m²K)] et/ou calcul détaillé des ponts thermiques conformément au chapitre 5.2.1.4;
- rendement du système de récupération de chaleur en conditions d'exploitation (s'il existe) η_L [%] conformément au chapitre 5.2.1.5;
- valeur d'étanchéité à l'air du bâtiment n_{50} utilisée conformément au chapitre 1.3;
- capacité d'accumulation thermique effective C_{wirik} [Wh/K] conformément au chapitre 5.2.1.9;
- rendement annuel de l'échangeur de chaleur géothermique (s'il existe) η_{EWT} , conformément au chapitre 5.2.1.5;
- plans de construction (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 $Q_{ti,M}$ [kWh] conformément au chapitre 5.2.1.2;
- gains de chaleur internes mensuels $Q_{i,M}$ [kWh] conformément au chapitre 5.2.1.7;

- gains solaires mensuels par des éléments de construction transparents $Q_{s,M}$ [kWh] conformément au chapitre 5.2.1.8;
- taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur η_M [-] conformément au chapitre 5.2.1.9;
- taux de renouvellement d'air effectif (énergétiquement efficace) n [1/h] conformément au chapitre 5.2.1.5;
- Valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage $q_H = Q_h / A_n$ conformément au chapitre 5.2.1.1;
- données concernant les systèmes techniques installés, notamment :
 - déperditions spécifiques de distribution $q_{H,V}$ conformément au chapitre 5.2.2;
 - déperditions spécifiques d'accumulation $q_{H,S}$ conformément au chapitre 5.2.2;
 - facteur de réduction dû au réglage F_g conformément au chapitre 5.2.1.9;
 - valeur spécifique des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,v}$ conformément au chapitre 5.3.1;
 - valeur spécifique des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,s}$ conformément au chapitre 5.3.1;
 - facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage, $e_{E,H}$ conformément au chapitre 5.2.4;
 - facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,ww}$ conformément au chapitre 5.3.2;
 - valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur $q_{H,Hif}$ conformément au chapitre 5.4.2;
 - valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,s}$ conformément au chapitre 5.4.2;
 - valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,v}$ conformément au chapitre 5.4.2;
 - valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la transmission de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,u}$ conformément au chapitre 5.4.2;
 - valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hif}$ conformément au chapitre 5.4.2;
 - valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hif,v}$ conformément au chapitre 5.4.2;
 - valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour l'accumulation d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hif,s}$ conformément au chapitre 5.4.2;
- facteur de dépense en énergie primaire (production d'eau chaude sanitaire) $e_{P,ww}$ conformément au chapitre 5.3.3;
- facteur de dépense en énergie primaire (chauffage) $e_{P,H}$ conformément au chapitre 5.2.5;
- facteur de dépense en énergie primaire (énergie auxiliaire) $e_{P,Hif}$ conformément au chapitre 5.4.4;
- valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations de ventilation $Q_{Hif,L}$ conformément au chapitre 5.4.1;
- valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations techniques $Q_{Hif,A}$ conformément au chapitre 5.4.2;
- valeur spécifique du besoin en énergie primaire, chaleur de chauffage $Q_{P,H}$ conformément au chapitre 5.2.5;
- valeur spécifique du besoin en énergie primaire, production d'eau chaude sanitaire $Q_{P,ww}$ conformément au chapitre 5.3.3;
- valeur spécifique du besoin en énergie primaire, énergie auxiliaire $Q_{P,Hif}$ conformément au chapitre 5.4.4;
- valeur spécifique du besoin total en énergie primaire Q_P conformément au chapitre 2.2;
- chaleur de chauffage mise à disposition par une installation de production de chaleur Q_H conformément au chapitre 5.2.3;

- valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$ conformément au chapitre 5.2.4;
- valeur spécifique du besoin en énergie utile, production d'eau chaude sanitaire Q_{ww} conformément au chapitre 5.3.1;
- valeur spécifique du besoin en énergie, production d'eau chaude sanitaire q_{ww} conformément au chapitre 5.3.1;
- valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,ww}$ conformément au chapitre 5.3.2;
- taux de couverture de la production de chaleur (chaleur de chauffage) $c_{H,i}$ conformément au chapitre 5.2.4;
- taux de couverture de la production d'eau chaude sanitaire c_{1-3} conformément au chapitre 5.3.2;
(*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)
- «• crédit spécifique annuel en énergie primaire imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{P,PV,self}$ conformément au chapitre 5.4ter;
- crédit spécifique annuel en émissions de CO₂ imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installations photovoltaïque $Q_{CO_2,PV,self}$ conformément au chapitre 5.6.3bis.»

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

4 CERTIFICAT DE PERFORMANCE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION

4.1 Contenu du certificat de performance énergétique

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

4.1.1 Informations requises sur chaque page du certificat de performance énergétique

- numéro du certificat de performance énergétique et numéro d'identification de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique;
- ~~signature de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique;~~
- date d'établissement du certificat de performance énergétique;
- date d'expiration du certificat de performance énergétique.

4.1.2 Informations générales

- nom et adresse du propriétaire du bâtiment;
- nom et adresse de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique;
- indications concernant le bâtiment, notamment:
 - catégorie de bâtiment selon le chapitre 6.1;
 - nombre de logements;
 - motif d'établissement du certificat de performance énergétique: demande de l'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire, modification, extension, évaluation d'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.
- indication où le propriétaire ou locataire peut obtenir des informations plus détaillées, y compris en ce qui concerne la rentabilité des recommandations pour améliorer la performance énergétique du bâtiment;
- informations sur les mesures à prendre pour mettre en œuvre les recommandations pour améliorer la performance énergétique du bâtiment;

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

- « mention « comme planifié » s'il s'agit d'un certificat de performance énergétique qui reflète la performance énergétique du bâtiment dans la phase de planification du bâtiment. »
- signature de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique.

4.1.3 Indications concernant les classes de performance

- classification du bâtiment d'habitation dans la classe de performance énergétique (classe A à I);
- classification du bâtiment dans la classe d'isolation thermique (classe A à I);
- classification du bâtiment dans la classe de performance environnementale (classe A à I);
- explications concernant les valeurs indiquées.

4.1.4 Indications concernant le besoin en chaleur de chauffage, le besoin en énergie primaire et les émissions de CO₂

- besoin annuel en énergie primaire en kWh/a;
- besoin annuel en chaleur de chauffage en kWh/a;
- émissions annuelles de CO₂ en t CO₂/a;
- échelle du besoin en énergie primaire en kWh/m²a avec indication des classes (A (besoin faible) à I (besoin élevé)) et de la valeur spécifique du bâtiment concerné;

- échelle du besoin en chaleur de chauffage en kWh/m²a avec indication des classes (A (besoin faible) à I (besoin élevé)) et de la valeur spécifique du bâtiment concerné;
- échelle des émissions de CO₂ en kgCO₂/m²a avec indication des classes (A (émissions faibles) à I (émissions élevées)) et de la valeur spécifique du bâtiment concerné;

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

- « crédit spécifique annuel en énergie primaire imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{P,PV, self}$ en kWh/m²a conformément au chapitre 5.4ter;
- crédit spécifique annuel en émissions de CO₂ imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installations photovoltaïque $Q_{CO_2,PV, self}$ en kgCO₂/m²a conformément au chapitre 5.6.3bis;»
- explications concernant les valeurs indiquées.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«4.1.5 Indications concernant l'installation de chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et la production d'électricité»

- description de l'installation de chauffage et de l'installation de production d'eau chaude sanitaire avec indication de toutes les données et informations importantes relatives au calcul de la performance énergétique;
- indication du vecteur énergétique relative à l'installation de production de chaleur, ainsi que de son besoin en énergie exprimé dans l'unité de livraison et/ou de facturation;

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

- « indication si une technologie de production d'électricité a été prise en compte, ainsi que le type de technologie;»
- explications concernant les valeurs indiquées.

4.1.6 Indications concernant le besoin/la consommation en énergie finale

- détermination de la consommation énergétique des installations de production de chaleur en indiquant:
 - l'année de consommation;
 - le vecteur énergétique utilisé pour chaque installation de production de chaleur;
 - la quantité consommée et l'unité de livraison et/ou de consommation relative au vecteur énergétique;
 - un indice de consommation calculé en kWh/m²a pour les années de consommation prises en considération;
- *(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)* «valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central respectivement valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire en kWh/m²a conformément au chapitre 5.8 avec indication du facteur de déviation standard moyen;»
- valeur spécifique de consommation en énergie finale en kWh/m²a conformément au chapitre 5 (pour les constructions neuves, à insérer après 4 ans d'utilisation);
- nom, adresse et signature de l'expert ayant inséré la valeur spécifique de consommation en énergie finale;
- explications concernant les valeurs indiquées.

4.1.7 Indications relatives aux recommandations de mesures pour améliorer la performance énergétique du bâtiment

- pour les bâtiments existants, des recommandations de mesures pour améliorer la performance énergétique du bâtiment et de ses installations sont à fournir, notamment :
 - description de plusieurs recommandations de mesures possibles;

- économie réalisée des coûts énergétiques pour chacune des mesures décrites sur une période de 20 ans ¹ ;
- économie énergétique estimée des mesures décrites;
- classification du bâtiment et de ses installations techniques dans la classe de performance énergétique (A à I) après exécution de chacune des mesures possibles isolées;
- évaluation globale des recommandations de mesures, notamment :
 - économie énergétique globale estimée de toutes les mesures proposées en kWh/m²a. (La totalité de l'économie indiquée peut être inférieure à la somme de chacune des économies énergétiques individuelles car les mesures peuvent s'influencer mutuellement.);
 - économie globale réalisée des coûts énergétiques pour toutes les mesures sur une période de 20 ans ¹ ;
 - classification du bâtiment et de ses installations techniques dans la classe de performance énergétique (A à I) après exécution de toutes les mesures;
- explications des principales valeurs de cette page.

¹ Pour le calcul de l'économie réalisée des coûts énergétiques, le prix de l'énergie en €/kWh publié par le Ministère au moment de la délivrance est à appliquer.

4.2 Répartition en classes de performance

En vue d'attester la qualité énergétique d'un bâtiment d'habitation, une répartition en neuf classes de performance est réalisée. Ces classes concernent la performance énergétique totale, 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 base de la valeur spécifique du besoin total en énergie primaire Q_P . A cet effet, les classes de performance énergétique suivantes sont prises en considération:

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

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

4.2.2 Classes d'isolation thermique

L'isolation thermique est déterminée sur base de la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage q_H . A cet effet, les classes de performance énergétique suivantes sont prises en considération:

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

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

4.2.3 Classes de performance environnementale

L'impact sur l'environnement est déterminé sur base de la valeur spécifique d'émissions totales de CO₂, Q_{CO_2} . A cet effet, les classes de performance environnementale suivantes sont prises en considération:

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

Illustration 6 – Classes de performance environnementale, 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 des surfaces partielles d'un bâtiment dans la surface de plancher.

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

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

5.1.1.1 Surface de plancher

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

Les surfaces horizontales doivent être mesurées dans leurs dimensions réelles et les surfaces obliques en projection verticale sur un plan horizontal. Pour les cages d'escalier, les cages d'ascenseur et les gaines techniques, la surface de plancher est déterminée de la même façon comme si le plancher les traversait. Cela s'applique également aux trémies d'escalier d'une surface maximale de 5 m². Dans les autres cas, il s'agit d'un espace qui ne fait pas partie de la surface de plancher.

5.1.1.2 Surface de construction

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

5.1.1.3 Surface de plancher nette

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

5.1.1.4 Surface utile

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

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 du bâtiment au sens strict.

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 les bâtiments d'habitation, les surfaces utiles secondaires sont par exemple, les buanderies, les greniers et les caves, les débarras, les garages, les abris, les locaux à poubelles.

5.1.1.7 Surface de circulation

Par « surface de circulation », on entend la partie de la surface de plancher nette qui assure exclusivement l'accès aux surfaces utiles. Dans les bâtiments d'habitation, les surfaces de circulation sont par exemple, les couloirs situés en dehors des appartements ou des locaux de travail, les halls d'entrée, 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 de plancher nette qui est affectée aux installations techniques du bâtiment. La surface d'installations comprend notamment les locaux affectés aux installations domotiques, les machineries des ascenseurs ou d'autres installations de transport, les gaines techniques, les niveaux d'installations techniques ainsi que les espaces abritant des réservoirs.

5.1.2 Surface de référence énergétique A_n , en m^2

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«La surface de référence énergétique A_n correspond à la partie conditionnée (pour laquelle le chauffage ou la climatisation est nécessaire) de la surface de plancher nette à l'intérieur de l'enveloppe thermique et à l'intérieur de l'enveloppe d'étanchéité à l'air. A_n est déterminée comme suit:

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

où:

A_i [m²] est la surface de plancher nette à l'intérieur de l'enveloppe thermique et à l'intérieur de l'enveloppe d'étanchéité à l'air délimitée par les éléments de construction d'un espace utile/d'une zone.

- La présence d'un système de transmission de chaleur dans un local n'est pas déterminante pour la prise en compte de ce local dans la surface de référence énergétique (p.ex. des locaux entourés par d'autres locaux chauffés).
- Pour les locaux avec des hauteurs libres différentes tels qu'un local situé sous la toiture, seule fait partie de la surface de référence énergétique la partie de la surface dont la hauteur est supérieure à 1,0 m. 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 suivantes, même si elles sont comprises dans l'enveloppe thermique ou dans l'enveloppe d'étanchéité à l'air dans l'enveloppe thermique et dans l'enveloppe d'étanchéité à l'air:

- les garages pour équipements roulants;
- les locaux à poubelles;
- les gaines techniques;
- les locaux servant à l'approvisionnement en combustibles.»

5.1.3 Volume d'air chauffé du bâtiment, V_n

Le volume d'air chauffé du bâtiment V_n correspond à la somme des surfaces de tous les locaux faisant partie de la surface de référence énergétique A_n , multipliée par la hauteur significative pour le renouvellement d'air du local/de la zone. Il est déterminé comme suit:

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

où :

A_n	[m ²]	surface de référence énergétique calculé conformément au chapitre 5.1.2;
2,5	[m]	correspond à la hauteur normalisée significative pour le renouvellement d'air du local/de la zone.

5.1.4 Volume brut chauffé du bâtiment, V_e

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

5.1.5 Surface de l'enveloppe thermique du bâtiment, A

L'enveloppe du bâtiment se compose des éléments de construction qui englobent complètement et de toute part les locaux conditionnés (dimensions extérieures). La surface de l'enveloppe thermique 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 éventuellement ou très peu chauffé. La surface de l'enveloppe thermique du bâtiment A comprend le volume brut chauffé V_e , et doit être à la fois isolée thermiquement et étanche à l'air et est évaluée selon les déperditions de chaleur en prenant en compte les facteurs de correction de la température.

La surface de l'enveloppe thermique du bâtiment est déterminée avec les dimensions extérieures en tenant compte des conditions suivantes :

- Les éléments de construction en contact avec des zones de même température ambiante sont considérés ne causant pas de déperditions de chaleur et par conséquent ne sont pas 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 de greniers chauffés (chiens-assis), il faut prendre en considération les surfaces extérieures réelles dans la surface de l'enveloppe du bâtiment et le volume réel dans le volume brut, et non pas les inclinaisons de la toiture.
- Les couloirs intérieurs qui ne sont pas chauffés mais séparés de la cage d'escalier doivent être compris dans la zone chauffée.
- En présence de jardins d'hiver non chauffés et ventilés et de loggias entièrement vitrées, la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment passe le long du mur de séparation entre le bâtiment d'habitation principal et le jardin d'hiver.

- Les cours intérieures avec une couverture vitrée (patio fermé) ne sont pas comprises dans l'enveloppe thermique du bâtiment, à moins qu'elles ne soient chauffées.
- Pour chacune des phases du projet, il faut prendre en considération les dimensions et précisions relatives à l'échelle. Pour les constructions achevées, les surfaces sont déterminées d'après les dimensions finales aux limites des éléments de construction.
- En principe, la partie extérieure 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 vertes avec une couche de terre supérieure à 10 cm, la limite inférieure de la terre est prise comme dimension extérieure.
- Les éléments de construction cylindriques doivent être calculés à l'aide de formules d'approximation appropriées.
- Les niches de balcons, les éléments de constructions en surplomb, etc. doivent être prises en compte dans leur développement total. Les éléments de construction structurés doivent être pris en compte comme des surfaces planes, si la structure 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 intégrés dans l'enveloppe thermique du bâtiment, par exemple si cela mène à une surface de l'enveloppe thermique plus petite ou si cela permet d'éviter des ponts thermiques. L'objectif est de réduire le besoin 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 faut opter pour la surface avec le plus petit coefficient de déperdition de chaleur par transmission H_T . La surface d'un local non conditionné, compris dans l'enveloppe thermique du bâtiment, n'est toutefois pas intégrée 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'air extérieur. Dans les locaux de chauffage, l'air de combustion doit être amené directement au brûleur.

Pour déterminer la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment, toutes les surfaces partielles doivent être multipliées par les facteurs de correction de la température correspondants conformément au chapitre 5.2.1.3. La surface de l'enveloppe thermique du bâtiment A est calculée d'après la formule suivante :

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

où:

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

5.1.6 Rapport entre la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment au volume chauffé brut du bâtiment A/V_e

Le rapport A/V_e du bâtiment, qui est utilisé comme paramètre pour la détermination des valeurs spécifiques, 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 thermique du bâtiment à déterminer conformément au chapitre 5.1.5;

V_e [m³] est le volume chauffé brut conformément au chapitre 5.1.4.

5.2 Calculs relatifs à la chaleur de chauffage

5.2.1 Besoin en chaleur de chauffage q_H

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

Le **besoin mensuel en chaleur de chauffage** est calculé de la manière suivante:

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

où:

$Q_{h,M}$ [kWh/M]	est le besoin mensuel en chaleur de chauffage (les valeurs numériques négatives sont prises égales à zéro);
$Q_{ti,M}$ [kWh/M]	est la déperdition mensuelle de chaleur par ventilation et par transmission;
η_M [-]	est le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur;
$Q_{s,M}$ [kWh/M]	sont les gains solaires mensuels par des éléments de construction transparents;
$Q_{i,M}$ [kWh/M]	sont les gains de chaleur internes mensuels;
Indice M	durée de référence correspondant à un mois.

Le **besoin annuel en chaleur de chauffage** est calculé de la manière suivante:

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

où:

Q_h [kWh/a]	est le besoin annuel en chaleur de chauffage additionné sur tous les mois de l'année;
$Q_{h,M}$ [kWh/M]	est le besoin mensuel en chaleur de chauffage.

5.2.1.1 Valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage, q_H

Le rapport du besoin annuel en chaleur de chauffage Q_h et de la surface de référence énergétique A_n est défini comme la valeur spécifique du besoin 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 mensuelle de chaleur par ventilation et par transmission

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

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

où:

$Q_{ti,M}$ [kWh/M]	est la déperdition mensuelle de chaleur par ventilation et par transmission;
H_T [W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission;
H_V [W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation;

ϑ_i	[°C]	est la température intérieure moyenne (ressentie par le corps humain); moyenne arithmétique de la température de l'air et de la température de rayonnement au centre de la zone utilisée;
$\vartheta_{e,M}$	[°C]	est la température extérieure moyenne par mois pour le climat de référence du Luxembourg, conformément au chapitre 6.8;
t_M	[d/M]	est le nombre de jours par mois;
f_{ze}	[-]	est le coefficient de correction pour un chauffage intermittent.

5.2.1.3 Calcul du coefficient de déperdition de chaleur par transmission

Pour calculer le coefficient de déperdition de chaleur par transmission, la formule suivante s'applique:

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

Le coefficient de déperdition de chaleur dû 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:

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

H_{WB} peut être déterminé de la manière simplifié 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)]	est le facteur de correction des ponts thermiques, voir chapitre 5.2.1.4;
A_i	[m ²]	est la surface de l'élément de construction correspondant;
H_T	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission;
U_i	[W/(m ² K)]	est le coefficient de transmission thermique pour l'élément de construction correspondant;
$F_{\vartheta,i}$	[-]	est le facteur de correction de la température conformément aux tableaux 9 et 10.

5.2.1.3.1 Facteur 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 facteur 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:

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

où:

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

H_{ue} et H_{iu} prennent en considération la déperdition 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 le calcul de H_{iu} . La déperdition par ventilation dans H_{ue} est calculée conformément à la norme EN ISO 13789, point 5.4.

En absence d'un calcul justificatif, les valeurs par défaut ci-après, visées au tableau 9, sont à appliquer.

Flux thermique à travers l'élément de construction i	Facteur 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 un atrium non chauffé présentant un vitrage de type:			
- vitrage simple $U_w > 2,5$ W/m ² K	0,80	0,13	0,13
- vitrage double $U_w < 2,5$ W/m ² K	0,70	0,13	0,13
- vitrage isolant $U_w < 1,6$ W/m ² K	0,50	0,13	0,13
Mur pignon (mur de jambette)	1,00	0,13	0,13
Mur en contact avec des combles non aménagés ($U_e > 0,4$ W/(m ² K))	0,90	0,13	0,13
Mur en contact avec des combles aménagés ($U_e \leq 0,4$ W/(m ² 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 sol	Tableau 10	0,00	0,13
Plafond en contact avec des combles non aménagés ($U_e > 0,4$ W/(m ² K))	0,90	0,10	0,10
Plafond en contact avec des combles aménagés ($U_e \leq 0,4$ W/(m ² 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 sol	Tableau 10	0,00	0,17

Eléments de construction en contact avec des locaux chauffés ³	0	0	0
---	---	---	---

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

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

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

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

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} .

U_{WG0} ou U_{FG0} W/(m ² K)		$F_{\theta,i}$ pour des murs en contact avec le sol			$F_{\theta,i}$ pour le plancher en contact avec le sol								
		< 0,4	0,4-0,6	> 0,6	$A_{FG}/P_{FG} < 5m$			$5m \leq A_{FG}/P_{FG} \leq 10m$			$A_{FG}/P_{FG} > 10m$		
					< 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 sol 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 ... < 3m	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 – Facteurs de correction de la température $F_{\theta,i}$ pour des locaux chauffés en contact avec le sol

où:

U_{WG0}	[W/(m ² K)]	est la valeur U d'un mur en contact avec le sol avec $R_{se} = 0$;
U_{FG0}	[W/(m ² K)]	est la valeur U d'un plancher en contact avec le sol avec $R_{SE} = 0$;
R_{se}	[m ² K/W]	est la résistivité thermique extérieure;
A_{FG}	[m ²]	est la surface de l'enveloppe thermique en contact avec le sol;
P_{FG}	[m]	est le 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 des 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 l'art. Lors de la détermination du besoin annuel en

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.

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

chaleur de chauffage, il faut prendre en considération les ponts thermiques selon l'une des possibilités suivantes:

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

- «4.pour les bâtiments d'habitation présentant une mauvaise protection thermique sans isolation thermique intérieure ou extérieure considérable, le facteur de correction des ponts thermiques ΔU_{WB} à prendre en considération est évalué par l'expert sur base des circonstances locales. Le facteur de correction peut être égal à 0.»

Dans le cas de bâtiments répondant au standard de la maison passive, seule la variante 3 est autorisée. Pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique qui sont à remettre avec la demande d'autorisation de construire d'un bâtiment d'habitation neuf ou d'une extension d'un bâtiment d'habitation, une valeur estimative peut être prise en compte. Le calcul des ponts thermiques est à apporter lors de l'établissement du certificat de performance énergétique visé à l'article 3, paragraphe 11 du présent règlement.

Si, 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 aux ponts thermiques 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:

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

pour les bâtiments sans installation de ventilation

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

où 0,35 est le taux de renouvellement d'air neuf hygiénique minimum en h⁻¹ et 0,05 le 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

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

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 minimum de 0,35 h⁻¹.

pour les bâtiments combinés avec et sans ou plusieurs installations 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 également 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 $V_{r,L,i}$ de locaux considérés pour cette installation doit, d'après le présent règlement, au minimum correspondre au taux de renouvellement d'air neuf hygiénique minimum de 0,35 h⁻¹.

où:

- c_{pL} [Wh/m³K] est la capacité d'accumulation thermique spécifique de l'air fixée à 0,34 Wh/m³K;
- H_v [W/K] est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation;
- $\dot{V}_{L,m,i}$ [m³/h] est le volume d'air pondéré selon la durée de fonctionnement de l'installation de ventilation, avec l'indice i pour plusieurs installations, conformément au chapitre 5.4.1;
- V_n [m³] est le volume d'air chauffé du bâtiment, conformément au chapitre 5.1.3;
- V_r [m³] est le volume d'air d'un local qui, en tant que partie du volume d'air chauffé du bâtiment, n'est pas renouvelé par une installation de ventilation;
- $V_{r,L,i}$ [m³] est le 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, avec l'indice i pour plusieurs locaux;
- n [1/h] est le taux de renouvellement d'air effectif (énergétiquement efficace);
- $\eta_{L,i}$ [%] est le rendement 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 de reprise d'air, $\eta_L = 0$;
- η_{EWT} [%] est le rendement annuel de l'échangeur de chaleur géothermique. EWT standard: 0,20, EWT amélioré (> 40m): 0,30 | Il est possible d'utiliser des valeurs plus précises sur présentation de résultats de calculs d'ingénieurs;

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

- $\ll n_{50}$ [1/h] est la valeur d'étanchéité à l'air du bâtiment. Si des valeurs mesurées conformément au chapitre 1.3 sont disponibles, celles-ci peuvent être utilisées pour l'établissement du certificat de performance énergétique de bâtiments existants et en ce qui concerne les bâtiments neufs pour l'établissement du certificat de performance énergétique visé à l'article 3, paragraphe 11 du présent règlement grand-ducal;»
- e [-] est le coefficient de la classe de protection conformément au tableau 11.

Coefficient de la classe de protection e	Plus d'une façade exposée aux intempéries
--	---

Aucune protection: bâtiments situés sur un terrain dégagé, constructions hautes aux centres-villes	0,10
Protection moyenne: bâtiments situés sur un terrain boisé ou entourés de constructions éparses, constructions de périphérie de villes	0,07 (standard)
Protection élevée: bâtiments de hauteur moyenne aux centres-villes, bâtiments situés dans des forêts	0,04

Tableau 11 – Coefficient de la classe de protection e

Le taux de renouvellement d'air neuf hygiénique standard de $0,35 \text{ h}^{-1}$ sert uniquement à la présente méthode de démonstration de calcul 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 conception de l'installation de ventilation peut être supérieur.

5.2.1.6 Chauffage intermittent

La baisse de la température de consigne de local du bâtiment pendant la nuit 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 ci-après dans le bilan par 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 faut toujours prendre en considération l'influence exclusive d'une réduction nocturne de la température, sauf si l'installation technique ne permet pas de prévoir une réduction nocturne. Dans ce cas, il faut prévoir un fonctionnement continu de l'installation de chauffage 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 exclusivement une réduction nocturne

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

avec une réduction nocturne et en fin de semaine (non admis pour les bâtiments d'habitation aux fins de l'établissement du calcul de performance énergétique; valable uniquement pour le calcul du besoin individuel en énergie de chauffage)

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

où h est le coefficient de déperdition spécifique de chaleur du bâtiment relatif à la température.

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

où:

A_n	[m ²]	est la surface de référence énergétique conformément au chapitre 5.1.2;
H_T	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission conformément au chapitre 5.2.1.3;
H_v	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation conformément au chapitre 5.2.1.5.

5.2.1.7 Calcul des gains de chaleur internes mensuels

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

où:

$Q_{i,M}$	[kWh/M]	sont les gains de chaleur internes mensuels;
q_{iM}	[W/m ²]	est la valeur spécifique moyenne des gains de chaleur internes conformément au chapitre 6.2, tableau 21;
A_n	[m ²]	est la surface de référence énergétique conformément au chapitre 5.1.2;
T_M	[d/M]	est le nombre de jours du mois.

5.2.1.8 Calcul des gains solaires mensuels par des éléments de construction transparents

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

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 faut déterminer les influences de l'ombrage d'une manière aussi précise que possible, conformément au chapitre 5.2.1.8. S'il n'existe pas d'ombrage particulier dû à des constructions (paysage, surplombs ou surplombs latéraux) pour une fenêtre, il faut appliquer les facteurs suivants:

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

où:

T_M	[d/M]	est le nombre de jours du mois;
$Q_{s,M}$	[kWh/M]	sont les gains solaires mensuels; déterminés selon 9 orientations (4 orientations cardinales, 4 orientations intermédiaires et l'horizontale) et puis additionnés;
A_i	[m ²]	est la surface vitrée de chaque fenêtre (dimensions brutes (gros œuvre));
$g_{\perp i}$	[-]	est le facteur de transmission énergétique totale d'une fenêtre (valeurs par défaut conformément au tableau 12);
$F_{h,i}$	[-]	est le facteur d'ombrage partiel d'une fenêtre dû à des constructions avoisinantes (<i>Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016</i>) «et au paysage» conformément au tableau 14;
$F_{0,i}$	[-]	est le facteur d'ombrage partiel d'une fenêtre dû à des éléments en surplomb horizontales conformément au tableau 15;
$F_{f,i}$	[-]	est le facteur d'ombrage partiel d'une fenêtre dû à des éléments en surplomb latérales conformément au tableau 16;
$F_{w,i}$	[-]	est le facteur de réduction dû à une incidence non verticale du rayonnement conformément au tableau 13;
$F_{V,i}$	[-]	est le facteur d'encrassement d'une fenêtre conformément au tableau 13;
$F_{G,i}$	[-]	(<i>Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016</i>) «est la quote-part vitrée d'une fenêtre i par rapport aux dimensions brutes (gros œuvre), la valeur standard est 0,7;»

$I_{S,M,r}$ [W/(m²M)] est l'intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire en fonction de l'orientation de la 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 prises en compte selon l'orientation la plus proche: 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. L'intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total doit alors être déterminé à partir de la moyenne géométrique des deux orientations cardinales/intermédiaires les plus proches selon la formule suivante:

où:

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

Indice x est le rayonnement solaire sur une surface intermédiaire;

Indices r_1 et r_2 est le rayonnement solaire sur l'orientation cardinale/intermédiaire la plus proche.

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«

Élément de construction transparent	Valeurs standard ¹⁾ du facteur de transmission énergétique totale g_{\perp}
Vitrage simple	0,87
Vitrage double ou deux vitres séparées	0,75
Vitrage isolant, vitrage double avec revêtement sélectif	0,60 à 0,70
Vitrage triple avec revêtement sélectif	0,40 à 0,60
Vitrage de protection solaire	0,20 à 0,50

Tableau 12 – Valeurs standard du facteur de transmission énergétique totale g_{\perp} »

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

Orientation	Facteur de réduction dû à une incidence non verticale du rayonnement $F_{W,i}$	Facteur d'encrassement $F_{V,i}$
Horizontale	86%	85%
Nord	80%	95%
Nord-est	83%	95%

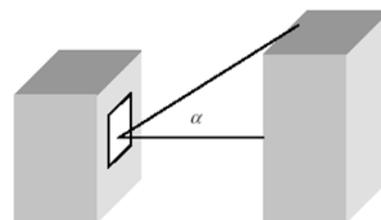
Nord-ouest	83%	95%
Est	87%	95%
Sud	78%	95%
Sud-est	82%	95%
Sud-ouest	82%	95%
Ouest	87%	95%

Tableau 13 – Facteur de réduction dû à une incidence non verticale du rayonnement $F_{w,i}$ et facteur d'encrassement $F_{v,i}$

5.2.1.8.1 Facteur d'ombrage partiel dû à des constructions avoisinantes (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «et au paysage»

Le facteur d'ombrage dû à des constructions avoisinantes (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «et au paysage» peut être déterminé par fenêtre ou par façade. Dans le cas d'une détermination par façade, l'angle de vue du paysage est déterminé par rapport au centre de la façade. Il faut prendre en considération les constructions effectivement existantes au moment du calcul et, dans le cas de projets comprenant plusieurs bâtiments, l'ombre projetée par les autres bâtiments du projet.

Angle de vue du paysage α	Facteur d'ombrage partiel dû à des constructions avoisinantes (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «et au paysage»		
	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



Angle de vue du paysage α

Tableau 14 – Facteur d'ombrage partiel dû à des constructions avoisinantes (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «et au paysage» $F_{h,i}$

5.2.1.8.2 Facteur d'ombrage partiel dû à des éléments en surplomb horizontal

Le facteur d'ombrage dû à des éléments en surplomb horizontal doit être déterminé par fenêtre. L'angle est déterminé par rapport au centre de la fenêtre.

Angle de vue d'un élément en surplomb α	Facteur d'ombrage partiel dû à des éléments en surplomb horizontal		
	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

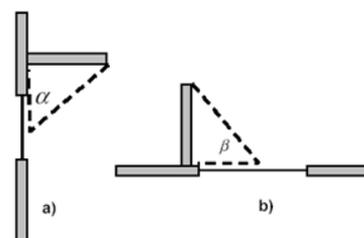


Tableau 15 – Facteur d'ombrage partiel dû à des éléments en surplomb horizontal $F_{o,i}$

5.2.1.8.3 Facteur d'ombrage partiel dû à des éléments en surplomb latéral

Le facteur d'ombrage dû à des éléments en surplomb latéral doit être déterminé par fenêtre. L'angle est déterminé par rapport au centre de la fenêtre. La valeur de calcul est valable pour un élément 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 éléments en surplomb latéral exposés sur le côté sud de la fenêtre. Pour les éléments en surplomb latéral exposés sur le côté nord, il faut utiliser le facteur 1,0. Pour les fenêtres orientées au sud avec des éléments en surplomb latéral de chaque côté, il faut multiplier les deux valeurs de calcul.

Angle du vue d'un élément en surplomb latéral β	Facteur d'ombrage partiel dû à des éléments en surplomb latéral		
	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

Légende :

a) coupe verticale

b) coupe horizontale

α angle de surplomb

β angle de vue d'un élément extérieur en surplomb latéral

Tableau 16 – Facteur d'ombrage partiel dû à des éléments en surplomb latéral $F_{f,i}$

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

5.2.1.9 Calcul du taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur internes et solaires

Aux fins du calcul du taux d'utilisation η_M , il faut différencier deux cas de figure en utilisant les formules suivantes:

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

Rapport mensuel entre les apports et les déperditions totales en chaleur:

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

Les deux cas de figure de calcul du taux d'utilisation mensuel:

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

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

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

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

où:

η_M	[-]	est le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur;
η_{0M}	[-]	est le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur sans tenir compte de la transmission thermique au local avec un réglage optimal des températures ambiantes;
γ_M	[-]	est le rapport mensuel entre les apports et les déperditions totales en chaleur;
a	[-]	est un paramètre numérique;
$Q_{s,M}$	[kWh/M]	sont les gains solaires mensuels par des éléments de construction transparents;
$Q_{i,M}$	[kWh/M]	sont gains de chaleur internes mensuels;
$Q_{ti,M}$	[kWh/M]	est la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation et par transmission;
τ	[h]	est l'inertie thermique du bâtiment;
H_T	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission;
H_v	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation;
C_{wirk}	[Wh/K]	est la capacité d'accumulation thermique effective; $C_{wirk} = 15 V_e$ pour des constructions légères (constructions en bois); $C_{wirk} = 30 V_e$ pour des constructions moyennement lourdes (constructions mixtes en bois et en dur); $C_{wirk} = 50 V_e$ pour des constructions lourdes (éléments de constructions extérieurs et intérieurs massifs);
V_e	[m ³]	volume brut chauffé du bâtiment;
F_g	[-]	facteur de réduction dû au réglage.

L'inertie et la précision de réglage du système de transmission de chaleur, qui transmet la chaleur du fluide caloripporteur à l'air ambiant, entraînent de temps en temps une augmentation non souhaitée de la température ambiante. Il en résulte une augmentation des déperditions thermiques ou une réduction du taux d'utilisation des gains de chaleur internes 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 des gains de chaleur. Le facteur de réduction dû au réglage F_g décrit une plus mauvaise utilisation des gains thermiques, lorsque les températures ambiantes ne sont pas régulées dans tous les locaux.

Réglage de la température ambiante du local	F_g
(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «Réglage de la température par local ou réglage de la température par local de référence dans des bâtiments dont la classe d'isolation thermique est B ou A»	1,00
(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «Réglage de la température par local de référence dans des bâtiments dont la classe d'isolation thermique est autre que B ou A»	0,90
Réglage de la température aller en fonction des températures extérieures (comme réglage unique)	0,80
Bâtiments sans dispositif de réglage	0,70

Tableau 17 – Facteur de réduction dû au réglage F_g

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

5.2.2 Besoin en énergie pour la distribution et l'accumulation de chaleur $q_{H,A}$

Le besoin en énergie pour la distribution et l'accumulation de chaleur $q_{H,A}$ est la somme des déperditions spécifiques de distribution de chaleur $q_{H,V}$ et des déperditions spécifiques d'accumulation de chaleur $q_{H,S}$. Il est calculé 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/m ² a]	sont les déperditions spécifiques de distribution de chaleur conformément au chapitre 6.3.1.3;
$q_{H,S}$	[kWh/m ² a]	sont les déperditions spécifiques d'accumulation de chaleur conformément au chapitre 6.3.1.4.

5.2.3 Chaleur de chauffage mise à disposition par une installation de production de chaleur Q_H

La chaleur de chauffage mise à disposition par une installation de production de chaleur Q_H est calculée à partir de la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage q_H et du besoin en énergie pour la distribution et l'accumulation de 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/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage conformément au chapitre 5.2.1.1;
$q_{H,A}$	[kWh/m ² a]	est le besoin en énergie pour la distribution et l'accumulation de chaleur conformément au chapitre 5.2.2.

5.2.4 Valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$

La valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$ est calculée à partir de la chaleur de chauffage mise à disposition par une installation de production de chaleur Q_H conformément au chapitre 5.2.3, du facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ conformément au chapitre 6.3.1.2 ainsi que du taux de couverture c_H de la production de chaleur de chauffage, visé au chapitre 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]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;
Q_H	[kWh/m ² a]	est la chaleur de chauffage mise à disposition par une installation de production de chaleur;
$e_{E,H,i}$	[-]	est le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.3.1.2;
$c_{H,i}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur de chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.3.1.1, où la somme de tous les $c = 1$.

5.2.5 Valeur spécifique du besoin en énergie primaire, chaleur de chauffage $Q_{P,H}$

La valeur spécifique du besoin en énergie primaire, chaleur de chauffage $Q_{P,H}$ est calculée à partir de la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$ et du facteur de dépense en énergie primaire (chaleur de chauffage) $e_{P,H}$ conformément au chapitre 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]	est la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, chaleur de chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;
$Q_{E,H,i}$ [kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, pour l'installation de production de chaleur avec la part correspondante de l'énergie annuelle, conformément au chapitre 5.2.4;
$e_{P,H,i}$ [-]	est le facteur de dépense en énergie primaire (chaleur de chauffage) pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.5.

5.3 Calculs relatifs à l'eau chaude sanitaire

5.3.1 Valeur spécifique du besoin en énergie utile, production d'eau chaude sanitaire Q_{WW}

La valeur spécifique du besoin en énergie utile, production d'eau chaude sanitaire Q_{WW} est calculée à partir de la somme de la valeur spécifique du besoin en énergie, production d'eau chaude sanitaire q_{WW} , de la valeur spécifique des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire $q_{WW,v}$ et de la valeur spécifique des déperditions d'accumulation de l'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]	est la valeur spécifique du besoin en énergie, production d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.2, tableau 21;
$q_{WW,v}$ [kWh/m ² a]	est la valeur spécifique des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.3.2;
$q_{WW,s}$ [kWh/m ² a]	est la valeur spécifique des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.3.2.4.

5.3.2 Valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$

La valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$ est calculée à partir la valeur spécifique du besoin en énergie utile, production d'eau chaude sanitaire Q_{WW} et le facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ visé au chapitre 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]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;
Q_{WW} [kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie utile, production d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 5.3.1;
$C_{WW,i=1}$ [-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;
$C_{WW,i=2}$ [-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par une installation de chauffage de base (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;
$C_{WW,i=3}$ [-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par un système de chauffage d'appoint (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;
$e_{E,WW,i}$ [-]	est le facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.3.2.2.

5.3.3 Valeur spécifique du besoin en énergie primaire, production d'eau chaude sanitaire $Q_{P,WW}$

La valeur spécifique du besoin en énergie primaire, production d'eau chaude sanitaire $Q_{P,WW}$ est calculée à partir de la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$ et du facteur de dépense en énergie primaire (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]	est la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, production d'eau chaude sanitaire avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;
$Q_{E,WW,i}$ [kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 5.3.2;
$e_{P,WW,i}$ [-]	est le facteur de dépense en énergie primaire (production d'eau chaude sanitaire) pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.3.2.

5.4 Calculs relatifs au besoin en énergie des auxiliaires

5.4.1 Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations de ventilation $Q_{Hif,L}$

La valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations de ventilation $Q_{Hif,L}$ est calculée à partir de la puissance spécifique absorbée par une installation de ventilation q_L en fonction du débit d'air pondéré selon

la durée de fonctionnement de l'installation de ventilation $\dot{V}_{L,m}$ et du nombre d'heures de fonctionnement par an d'une l'installation de ventilation 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:

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

pour un débit d'air de l'installation de ventilation connu, 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 renouvelés par une installation de ventilation $V_{r,L,i}$ doit, d'après le présent règlement, au minimum correspondre au renouvellement d'air neuf hygiénique de $0,35 \text{ h}^{-1}$.

où:

- t_B est le nombre d'heures de fonctionnement par an d'une l'installation de ventilation avec 4.440 h/a, où $t_B = t_H \cdot 24$;
- $t_{B,H}$ est la durée de fonctionnement à pleine charge pendant la durée de fonctionnement en h/d; la valeur standard est 24 h/d; pour un débit d'air connu, la valeur usuelle est 14 h/d;
- $t_{B,N}$ est la durée de fonctionnement à charge partielle pendant la durée de fonctionnement en h/d; la valeur standard est 0 h/d; pour un débit d'air connu, la valeur usuelle est 10 h/d;
- t_H est la 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 est le taux de renouvellement de l'air moyen d'une installation de ventilation pendant le fonctionnement à pleine charge lors de la période de chauffage; valeur minimale $0,35 \text{ h}^{-1}$;
- n_N est le taux de renouvellement de l'air moyen d'une installation de ventilation pendant le fonctionnement à charge partielle lors de la période de chauffage; valeur minimale: $0,35 \text{ h}^{-1}$;
- $q_{L,i}$ est la puissance spécifique absorbée par une installation de ventilation avec l'indice i pour plusieurs installations, conformément au chapitre 1.5;
- V_n est le volume d'air chauffé d'un bâtiment en m^3 ;
- \dot{V}_L est le débit d'air d'une installation de ventilation en $[\text{m}^3/\text{h}]$;
- $V_{r,L,i}$ est le volume d'air d'un local, qui en tant que partie du volume d'air chauffé du bâtiment, est renouvelé par une installation de ventilation avec l'indice i pour plusieurs locaux, en $[\text{m}^3]$;
- $\dot{V}_{L,m,i}$ est le débit d'air pondéré selon la durée de fonctionnement de l'installation de ventilation avec l'indice i pour plusieurs installations, en $[\text{m}^3/\text{h}]$.

5.4.2 Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations techniques $Q_{Hif,A}$

Pour le calcul de la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations techniques $Q_{Hif,A}$ il faut prendre en considération tous les équipements consommant de l'électricité pour la distribution, l'accumulation, la production et la transmission de chaleur; les installations de réglage doivent également être incluses. La

valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations techniques est calculée à l'aide de la formule suivante:

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

où:

$q_{H,Hif,i}$ est la valeur spécifique du besoin spécifique en énergie auxiliaire pour la production de chaleur de chauffage conformément au chapitre 6.3.1.2, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;

$c_{H,i}$ est le taux de couverture de la production de chaleur de chauffage avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.3.1.1;

$q_{H,Hif,V}$ est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution de chaleur de chauffage conformément au chapitre 6.3.1.3;

$q_{H,Hif,S}$ est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage conformément au chapitre 6.3.1.4;

$q_{H,Hif,U}$ est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la transmission de chaleur de chauffage conformément au chapitre 6.3.1.5;

$q_{WW,Hif,i}$ est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, production d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.3.2.2, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chal.;

$c_{WW,i=1}$ est le taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;

$c_{WW,i=2}$ est le taux de couverture de la production de chaleur par une installation de chauffage de base (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;

$c_{WW,i=3}$ est le taux de couverture de la production de chaleur par un système de chauffage d'appoint (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;

$q_{WW,Hif,V}$ est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, distribution d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.3.2.3;

$q_{WW,Hif,S}$ est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, accumulation d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.3.2.4.

5.4.3 Valeur spécifique du besoin en énergie finale, énergie auxiliaire $Q_{E,Hif}$

La valeur spécifique du besoin en énergie finale, énergie auxiliaire $Q_{E,Hif}$ est calculée à partir de la valeur spécifique en énergie auxiliaire des installations techniques $Q_{Hif,A}$ et de la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations de ventilation $Q_{Hif,L}$ à l'aide de la formule suivante:

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

5.4.4 Valeur spécifique du besoin en énergie primaire, énergie auxiliaire $Q_{P,Hif}$

La valeur spécifique du besoin en énergie primaire, énergie auxiliaire $Q_{P,Hif}$ est calculée à partir de la valeur spécifique du besoin en énergie finale, énergie auxiliaire $Q_{E,Hif}$ et du facteur de dépense en énergie primaire (énergie auxiliaire) $e_{P,Hif}$ du vecteur énergétique utilisé, conformément au chapitre 6.5, en utilisant la formule suivante:

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

« 5.4bis Etablissement du bilan énergétique d'une installation photovoltaïque »

La production mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{E,PV,M}$ est déterminée à partir de la production annuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque multipliée par le facteur d'ajustement mensuel $f_{w,M}$ d'après la formule suivante:

$$Q_{E,PV,M} = Q_{E,PV} \cdot f_{w,M} \quad [\text{kWh/M}]$$

où:

$Q_{E,PV}$	[kWh/a]	est la production annuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque;
$Q_{E,PV,M}$	[kWh/M]	est la production mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque;
$f_{w,M}$	[-]	est le facteur de pondération mensuel.

La production annuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{E,PV}$ est déterminée à partir de la formule suivante:

$$Q_{E,PV} = \frac{\sum_i (I_{S,M,r,i} \cdot t_{M,i}) \cdot P_{PV} \cdot f_{sys} \cdot f_{a/s}}{I_{S,ref}} \cdot 0,024 \quad [\text{kWh/a}]$$

où:

$I_{S,M,r,i}$	[W/m ²]	est l'intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total sur une surface horizontale (climat de référence Luxembourg) pendant le mois i conformément au tableau 53;
$t_{M,i}$	[d/M]	est le nombre de jours du mois i;
P_{PV}	[kW]	est la puissance de crête que l'installation photovoltaïque fournit en conditions de test standard (STC);
f_{sys}	[-]	est le facteur de performance du système, valeurs standard conformément au tableau 17a;
$f_{a/s}$	[-]	est le facteur d'ajustement pour la prise en considération de l'inclinaison et de l'orientation de l'installation photovoltaïque conformément au tableau 17b;
$I_{S,ref}$	[kW/m ²]	est l'intensité énergétique de référence du rayonnement solaire avec 1 kW/m ² .

Le facteur de pondération mensuel $f_{w,M}$ de la production annuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque est à déterminer à partir de la formule suivante:

$$f_{w,M} = \frac{t_M \cdot f_{\omega,M}}{\sum_i t_{M,i} \cdot f_{\omega,M,i}} \quad [-]$$

où:

t_M	[d/M]	est le nombre de jours par mois;
$f_{\omega,M}$	[-]	est le facteur d'ajustement mensuel du rayonnement incident de l'installation photovoltaïque;
$f_{\omega,M,i}$	[-]	est le facteur d'ajustement mensuel du rayonnement incident de l'installation photovoltaïque du mois i.

Le facteur d'ajustement mensuel du rayonnement incident de l'installation photovoltaïque $f_{\omega,M}$ est dépendant de l'orientation et de l'inclinaison de l'installation photovoltaïque. Il est déterminé d'une manière simplifiée à partir de la formule suivante en prenant en compte les données climatiques du tableau 53:

$$f_{\omega,M} = I_{0,s,M} + \frac{I_{90,s,M} - I_{0,s,M}}{90} \cdot \omega \quad [-]$$

où:

$I_{0,s,M}$	[W/m ²]	est l'intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total sur une surface horizontale (0°) (climat de référence Luxembourg) conformément au tableau 53;
$I_{90,s,M}$	[W/m ²]	est l'intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total sur une surface verticale (90°) (climat de référence Luxembourg) conformément au tableau 53;
ω	[°]	est l'inclinaison de l'installation photovoltaïque.

En cas de plusieurs générateurs, la production mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{E,PV,M}$ est à déterminer séparément pour chaque générateur. Les valeurs mensuelles de la production d'électricité sont à additionner afin d'obtenir une somme mensuelle.

Le tableau suivant reprend les facteurs de performance du système f_{sys} pour différents systèmes d'installations photovoltaïques et leur mode d'installation.

Technologie	cristallin	amorphe et HIT	organique
Modules non ventilés	0,70	0,75	0,90
Modules moyennement ventilés	0,75	0,77	0,89
Modules fortement ventilés ou installés au sol	0,80	0,80	0,88

Tableau 17a - Facteurs de performance du système f_{sys}

Le tableau suivant reprend les facteurs d'ajustement $f_{a/s}$ pour la prise en considération de l'inclinaison et de l'orientation de l'installation photovoltaïque. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées.

Inclinaison	Orientation							
	Nord	Nord-ouest	Ouest	Sud-ouest	Sud	Sud-est	Est	Nord-est
	180	135	90	45	0	-45	-90	-135
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,91	0,93	0,99	1,04	1,07	1,05	1,00	0,94
20	0,81	0,85	0,96	1,07	1,11	1,08	0,98	0,87
30	0,70	0,77	0,93	1,07	1,13	1,09	0,96	0,79
40	0,60	0,69	0,90	1,06	1,12	1,07	0,93	0,72
50	0,50	0,62	0,85	1,02	1,09	1,04	0,89	0,66
60	0,43	0,57	0,80	0,97	1,03	0,99	0,83	0,60
70	0,38	0,52	0,74	0,90	0,95	0,92	0,77	0,55

80	0,35	0,47	0,67	0,82	0,85	0,83	0,71	0,49
90	0,32	0,42	0,60	0,72	0,73	0,73	0,63	0,44

Tableau 17b - Facteurs d'ajustement $f_{a/s}$ pour la prise en considération de l'inclinaison et de l'orientation de l'installation photovoltaïque

Les formules précédentes ne peuvent pas être employées pour des installations photovoltaïques situées partiellement à l'ombre. Dans un tel cas, un calcul détaillé est à réaliser selon les règles de l'art en vigueur. Peuvent être prises en considération des simulations détaillées des installations, si celles-ci se basent sur des intervalles de calcul horaires au maximum et des données climatiques horaires (TRY, année de référence test) du Luxembourg. Les données de calcul de base et les résultats sont à documenter dans un rapport séparé.

5.4ter Autoconsommation de l'électricité produite par une installation photovoltaïque

Le bilan énergétique d'une installation photovoltaïque s'opère conformément au chapitre 5.4bis qui fournit la production mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{E,PV,M}$. Uniquement l'électricité produite par une installation photovoltaïque qui peut être autoconsommée par les installations techniques destinées au conditionnement du bâtiment (chauffage, ventilation et auxiliaires) est imputable au bâtiment. A cette fin, les installations photovoltaïques situées sur l'enveloppe extérieure du bâtiment, respectivement sur des constructions annexes au bâtiment peuvent être prises en compte. Pour déterminer le besoin mensuel en électricité produit par une installation photovoltaïque qui peut être autoconsommé, il est notamment nécessaire de procéder à une répartition du besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment dans les périodes présentant un rayonnement solaire $Q_{E,M,el,day}$ et dans les périodes ne présentant pas un rayonnement solaire $Q_{E,M,el,night}$. Cette répartition du besoin en électricité s'opère d'après la formule suivante:

$$Q_{E,M,el,day} = Q_{E,M,el} \cdot \frac{t_{IG,day}}{24} \quad [\text{kWh/M}]$$

où:

$Q_{E,M,el,day}$	[kWh/M]	est le besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment dans les périodes présentant un rayonnement solaire;
$Q_{E,M,el}$	[kWh/M]	est le besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment imputable;
$t_{IG,day}$	[-]	est le facteur d'ajustement pour les périodes présentant un rayonnement solaire;
Indice M		est la durée de référence correspondant à un mois.

Le besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment imputable $Q_{E,M,el}$ comprend tous les besoins en électricité qui sont nécessaires pour la production de chaleur et de l'eau chaude sanitaire, le besoin en énergie auxiliaire pour la distribution, l'accumulation et la transmission de chaleur et d'eau chaude sanitaire, ainsi que le besoin en électricité des installations de ventilation mécaniques. Il est déterminé à partir de la formule suivante:

$$Q_{E,M,el} = A_n \cdot \left(\left(\sum_j (Q_{E,WW,j} \cdot (1 - f_{DWW,j})) + \sum_i (q_{WW,Hilf,i} \cdot c_{WW,i}) + q_{WW,Hilf,S} + q_{WW,Hilf,V} + Q_{Hilf,L} \right) \cdot f_{1,M} + \left(\sum_j (Q_{E,H,j}) + \sum_i (q_{H,Hilf,i} \cdot c_{H,i}) + q_{H,Hilf,S} + q_{H,Hilf,V} + q_{H,Hilf,U} \right) \cdot f_{2,M} \right) \quad [\text{kWh/M}]$$

où:

A_n	[m ²]	est la surface de référence énergétique calculée conformément au chapitre 5.1.2;
$Q_{E,WW,j}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire, avec l'indice j pour les installations de production de chaleur sur base d'électricité;
$f_{DWW,j}$	[-]	est le facteur d'ajustement limitant la prise en compte de l'autoconsommation de la production d'électricité par une installation photovoltaïque pour la production d'eau chaude sanitaire par des chauffe-eaux instantanés, ($f_{DWW,j} = 0$ dans le cas de tout autre système de production d'eau chaude sanitaire) avec l'indice j pour les installations de production de chaleur sur base d'électricité;
$q_{H,Hiif,i}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur de chauffage, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;
CH,i	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur de chauffage, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;
$q_{WW,Hiif,i}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, production d'eau chaude sanitaire, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur;
$C_{WW,i=1}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;
$C_{WW,i=2}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par une installation de chauffage de base (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;
$C_{WW,i=3}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par un système de chauffage d'appoint (production d'eau chaude sanitaire) conformément au chapitre 6.3.2.1;
$q_{H,Hiif,S}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage;
$q_{WW,Hiif,S}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, accumulation d'eau chaude sanitaire;
$q_{WW,Hiif,V}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, distribution d'eau chaude sanitaire;
$Q_{Hiif,L}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations de ventilation;
$f_{1,M}$	[-]	est le facteur d'ajustement $f_{1,M}$ déterminé ci-après;
$Q_{E,H,j}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage, avec l'indice j pour les installations de production de chaleur sur base d'électricité;
$q_{H,Hiif,V}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution de chaleur de chauffage;
$q_{H,Hiif,\dot{U}}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la transmission de chaleur de chauffage;
$f_{2,M}$	[-]	est le facteur d'ajustement $f_{2,M}$ déterminé ci-après.

Le facteur d'ajustement limitant la prise en compte de la production d'eau chaude sanitaire par des chauffe-eaux instantanés f_{DWW} est déterminé à partir de la formule suivante dans le cas d'une production d'eau chaude sanitaire par un chauffe-eau instantané:

$$f_{DWW} = \max \left[\left(f_{PV,WE} \cdot \frac{18 - \frac{Q_{E,Bat}}{2 \cdot n_{WE}}}{18} \right) \right] \quad [-]$$

où:

$f_{PV,WE}$ [-] est le facteur de puissance de l'installation photovoltaïque en fonction du nombre de logements pour la production d'eau chaude sanitaire par un chauffe-eau instantané;
 n_{WE} [-] est le nombre de logements;
 $Q_{E,Bat}$ [kWh] est la capacité du système de stockage d'électricité.

Le facteur de puissance de l'installation photovoltaïque en fonction du nombre de logements pour la production d'eau chaude sanitaire par un chauffe-eau instantané $f_{PV,WE}$ est déterminé à partir de la formule suivante:

$$f_{PV,WE} = \max \left[\left(1 - \frac{P_{PV}}{n_{WE} \cdot 18} \right) \right] \quad [-]$$

Remarque: La valeur standard pour la durée de déchargement du système de stockage d'électricité est fixée à 2 heures et la valeur standard pour la puissance du chauffe-eau instantané par logement est fixée à 18 kW.

La répartition des besoins en énergie annuels en valeurs mensuelles s'opère avec les facteurs d'ajustement mensuels $f_{1,M}$ et $f_{2,M}$ selon les règles suivantes:

$$f_{1,M} = \frac{t_M}{365} \quad [-]$$

$$f_{2,M} = \frac{Q_{h,M}}{Q_h} \quad [-]$$

où:

$Q_{h,M}$ [kWh/M] est le besoin mensuel en chaleur de chauffage conformément au chapitre 5.2.1;
 Q_h [kWh/a] est le besoin annuel en chaleur de chauffage conformément au chapitre 5.2.1.

Dans le cas d'installations existantes, dont la détermination du besoin en chaleur de chauffage est réalisée selon la méthodologie simplifiée conformément au chapitre 5.7, tous les besoins en énergie auxiliaire ($Q_{Hif,H}$ et $Q_{Hif,WW}$ conformément au chapitre 5.7.7) sont à répartir en fonction du nombre de jours par mois moyennant le facteur d'ajustement $f_{1,M}$.

Mois	$t_{IG,day}$
Janvier	3,5
Février	6,5
Mars	8,4
Avril	10,5
Mai	12,3
Juin	13,2
Juillet	13,0
Août	11,1
Septembre	9,4
Octobre	6,9
Novembre	4,2
Décembre	2,8

Tableau 17c - Facteurs d'ajustement $t_{IG,day}$ pour les périodes présentant un rayonnement solaire

La production mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{E,PV,M}$ peut être mise en relation avec le besoin mensuel en électricité des installations techniques du bâtiment dans les périodes présentant un rayonnement solaire $Q_{E,M,el,day}$. La part mensuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque $Q_{E,PV,self,M}$ est déterminée selon la formule suivante:

$$Q_{E,PV,self,M} = \min \left[\begin{array}{l} Q_{E,PV,M} \\ Q_{E,M,el,day} \end{array} \right] \quad [\text{kWh/M}]$$

où:

$Q_{E,PV,self,M}$ [kWh/M] est la part mensuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque;

$Q_{E,PV,M}$ [kWh/M] est la production mensuelle d'électricité d'une installation photovoltaïque.

Systèmes de stockage d'électricité

Le recours à des systèmes de stockage d'électricité ouvre la possibilité de consommer l'électricité produite par une installation photovoltaïque sur une période plus longue. Les systèmes de stockage, en fonction de leur capacité du système de stockage d'électricité $Q_{E,Bat}$ et de leur rendement du système de stockage d'électricité η_{Bat} , peuvent augmenter la quote-part de l'électricité autoconsommée. La part mensuelle supplémentaire imputable grâce à un système de stockage d'électricité $Q_{E,PV,Bat,M}$ en combinaison avec une installation photovoltaïque est déterminée de la manière suivante:

$$Q_{E,PV,Bat,M} = \min \left[\begin{array}{l} Q_{E,PV,M} - Q_{E,PV,self,M} \\ \frac{Q_{E,M,el} - Q_{E,PV,self,M}}{Q_{E,Bat} \cdot t_M} \end{array} \right] \cdot \eta_{Bat} \quad [\text{kWh/M}]$$

où:

$Q_{E,PV,Bat,M}$ [kWh/M] est la part mensuelle supplémentaire imputable grâce à un système de stockage d'électricité;

η_{Bat} [-] est le rendement du système de stockage d'électricité;

t_M [d/M] est le nombre de jours par mois.

La part annuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque $Q_{E,PV,self,a}$ (sous considération du stockage d'électricité par un système de stockage) est déterminée comme suit:

$$Q_{E,PV,self,a} = \sum_i Q_{E,PV,self,M,i} + \sum_i Q_{E,PV,Bat,M,i} \quad [\text{kWh/a}]$$

où:

$Q_{E,PV,self,a}$ [kWh/a] est la part annuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque;

$Q_{E,PV,self,M,i}$ [kWh/M] est la part mensuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque pendant le mois i ;

$Q_{E,PV,Bat,M,i}$ [kWh/M] est la part mensuelle supplémentaire imputable grâce à un système de stockage d'électricité pendant le mois i .

Le crédit spécifique annuel en énergie primaire imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{P,PV,self}$ est à déterminer d'après la formule suivante:

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

où:

$Q_{P,PV,self}$	[kWh/m ² a]	est le crédit spécifique annuel en énergie primaire imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque;
$e_{P,PV}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur de dépense en énergie primaire (photovoltaïque) conformément au chapitre 6.5;
A_n	[m ²]	est la surface de référence énergétique calculée conformément au chapitre 5.1.2.»

5.5 Valeur spécifique du besoin total en énergie primaire Q_P

La valeur spécifique du besoin total en énergie primaire Q_P est obtenue à partir de la somme de la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, chaleur de chauffage $Q_{P,H}$, de la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, production d'eau chaude sanitaire $Q_{P,WW}$ (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «, de la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, énergie auxiliaire $Q_{P,Hilf}$ et du crédit spécifique annuel en énergie primaire imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{P,PV,self}$ » à l'aide de la formule suivante:

(*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)

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

(*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)

«où:

Q_P	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin total en énergie primaire;
$Q_{P,H}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, chaleur de chauffage;
$Q_{P,WW}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, production d'eau chaude sanitaire;
$Q_{P,Hilf}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie primaire, énergie auxiliaire;
$Q_{P,PV,self}$	[kWh/m ² a]	est le crédit spécifique annuel en énergie primaire imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque.»

5.6 Emissions de CO₂

Pour les bâtiments d'habitation, les impacts sur l'environnement sous la forme d'émissions de CO₂ doivent être calculés. Les résultats des calculs du chapitre 5 sont à utiliser.

5.6.1 Valeur spécifique d'émissions de CO₂, chaleur de chauffage $Q_{CO_2,H}$

La valeur spécifique d'émissions de CO₂, chaleur de chauffage $Q_{CO_2,H}$ est déterminée 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/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, 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 chapitre 5.2.4 ou au chapitre 5.7.5;
$e_{CO_2,H,i}$	[kgCO ₂ /kWh]	est le facteur environnemental (chaleur de chauffage) pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.6.

5.6.2 Valeur spécifique d'émissions de CO₂, production d'eau chaude sanitaire $Q_{CO_2,WW}$

La valeur spécifique d'émissions de CO₂, production d'eau chaude sanitaire $Q_{CO_2,WW}$ est déterminée 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] est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, à déterminer selon chaque cas conformément au chapitre 5.3.2 ou au chapitre 5.7.6;

$e_{CO_2,WW,i}$ [kgCO₂/kWh] est le facteur environnemental (eau chaude sanitaire) pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur, conformément au chapitre 6.6.

5.6.3 Valeur spécifique d'émissions de CO₂, énergie auxiliaire $Q_{CO_2,Hilf}$

La valeur spécifique d'émissions de CO₂, énergie auxiliaire $Q_{CO_2,Hilf}$ est déterminée d'après la formule suivante:

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

où:

$Q_{E,Hilf}$ [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, énergie auxiliaire, conformément au chapitre 5.4.3. Pour les bâtiments existants, on peut déterminer de manière simplifiée $Q_{Hilf,A}$ conformément au chapitre 5.7.7;

$e_{CO_2,Hilf}$ [kgCO₂/kWh] est le facteur environnemental (énergie auxiliaire) pour chaque type de production de chaleur, avec l'indice i pour plusieurs installations de production de chaleur conformément au chapitre 6.6.

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

« 5.6.3bis Crédit spécifique annuel en émissions de CO₂ imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque, $Q_{CO_2,PV,self}$

Le crédit spécifique annuel en émissions de CO₂ imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque $Q_{CO_2,PV,self}$ est déterminé selon la formule suivante:

$$Q_{CO_2,PV,self} = \frac{Q_{E,PV,self,a} \cdot e_{CO_2,PV}}{A_n} \quad [\text{kgCO}_2/\text{m}^2\text{a}]$$

où:

$Q_{CO_2,PV,self}$ [kgCO₂/m²a] est le crédit spécifique annuel en émissions de CO₂ imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque;

$Q_{E,PV,self,a}$ [kWh/a] est la part annuelle autoconsommée de l'électricité produite par une installation photovoltaïque;

$e_{CO_2,PV}$ [kgCO₂/kWh] est le facteur environnemental (photovoltaïque) conformément au chapitre 6.6.»

5.6.4 Valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ Q_{CO_2}

La valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ Q_{CO_2} d'un bâtiment est déterminée à l'aide de la formule suivante:

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

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

où:

$Q_{CO_2,H}$ [kgCO₂/m²a] est la valeur spécifique d'émissions de CO₂, chaleur de chauffage conformément au chapitre 5.6.1;

$Q_{CO_2,WW}$ [kgCO₂/m²a] est la valeur spécifique d'émissions de CO₂, production d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 5.6.2;

$Q_{CO_2,Hilf}$ [kgCO₂/m²a] est la valeur spécifique d'émissions de CO₂, énergie auxiliaire conformément au 5.6.3;

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

« Q_{CO_2} [kgCO₂/m²a] est la valeur spécifique d'émissions totales de CO₂;

$Q_{CO_2,PV,self}$ [kgCO₂/m²a] est le crédit spécifique annuel en émissions de CO₂ imputable obtenu grâce à la production d'électricité d'une installation photovoltaïque calculé conformément au chapitre 5.6.3bis. »

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 techniques. Dans le cas de bâtiments existants, y compris leurs installations, il n'est pas raisonnablement possible de réunir les données nécessaires à l'évaluation, les méthodes simplifiées prévues aux chapitres ci-après peuvent être utilisées. L'évaluation du besoin en chaleur de chauffage est réalisée de la même manière que pour les constructions neuves conformément au chapitre 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 chapitre 5.1.2. Dans le cas de constructions MFH, 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'une toiture inclinée), il faut 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:

$A_{OG,n}$ [m²] est la surface de plancher imputable pour l'étage supérieur;

A_{OG} [m²] est la surface de plancher de l'étage supérieur;

$V_{e,OG}$ [m³] est le volume brut de l'étage supérieur;

$V_{e,OG-1}$ [m³] est le volume brut de l'étage situé au-dessous de l'étage supérieur.

Les sous-sols sont également considérés comme des étages entiers s'ils sont conditionnés.

Les étages utilisés exclusivement pour héberger des installations techniques ne sont pas considérés comme des étages entiers.

Dans le cas d'étages à utilisation mixte (p. ex. habitation et hébergement d'installations techniques), il faut compter comme surface de plancher uniquement la surface destinée 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 chapitres 5.2.1.3 et 5.2.1.4. En cas d'assainissement d'un bâtiment existant par une isolation intérieure, il faut utiliser le facteur de correction des ponts thermiques suivant: 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 chapitre 5.2.1.5. Pour les bâtiments existants, lorsqu'il n'existe aucune valeur mesurée (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «d'étanchéité à l'air conformément au chapitre 1.3», il faut utiliser, comme valeurs indicatives, les valeurs d'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
<i>(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)</i>		
«4	Bâtiment existant – rénové partiellement	≈ 3,0
5	Bâtiment existant – rénové	≈ 2,0»

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

Dans les bâtiments existants d'année de construction récente, il est possible d'utiliser des meilleures valeurs, conformément au tableau 2. La classification des bâtiments dans les différentes catégories relève de la responsabilité de l'expert.

5.7.4 Détermination simplifiée des facteurs d'ombrage

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

$F_{h,i}$	[-]	Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des constructions avoisinantes (<i>Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016</i>) «et au paysage».
$F_{0,i}$	[-]	Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des éléments en surplomb horizontales.

$F_{f,i}$ [-] Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des éléments en surplomb latérales.

Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des constructions avoisinantes (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «et au paysage» $F_{h,i}$		Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des éléments en surplomb horizontales $F_{0,i}$		Facteur d'ombrage partiel des fenêtres dû à des éléments en surplomb latérales $F_{f,i}$	
Emplacement dégagé <i>Horizon 15° ou moins</i>	0,95	Surplomb horizontal < 0,3 m	0,95	Surplomb latéral < 0,3 m	0,95
Emplacement protégé <i>Horizon ~20°</i>	0,80	Surplomb horizontal 0,3 – 1,0 m	0,80	Surplomb latéral 0,3 – 1,0 m	0,90
Environnement urbain <i>Horizon ~25°</i>	0,70	Surplomb horizontal 1,0 – 2,0 m	0,70	Surplomb latéral 1,0 – 2,0 m	0,80
Constructions denses <i>Horizon 30° ou plus</i>	0,60	Surplomb horizontal > 2,0 m	0,60	Surplomb latéral > 2,0 m	0,75

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

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

5.7.5 Détermination simplifiée de la valeur spécifique du besoin énergie, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$

La détermination de la valeur spécifique du besoin énergie, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$ peut être simplifiée à l'aide de la formule ci-après. A cet effet, il faut utiliser le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ conformément au chapitre 6.4.1.

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

où:

q_H [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage conformément au chapitre 5.2.1.1 et aux simplifications générales du chapitre 5.7;

$e_{E,H}$ [-] est le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage, y comprises la distribution, l'accumulation et la transmission, conformément au chapitre 6.4.1.

5.7.6 Détermination simplifiée du la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$

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

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

où:

q_{WW} [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en énergie utile, production d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.2, tableau 21;

$e_{E,WW}$ [-] est le facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire, y comprises l'accumulation, la distribution et la transmission, conformément au chapitre 6.4.2.

5.7.7 Détermination simplifiée de la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations techniques $Q_{Hif,A}$

Il est possible de déterminer de manière simplifiée la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire des installations techniques $Q_{Hif,A}$ des bâtiments existants à l'aide de paramètres prédéfinis.

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

où:

$Q_{Hif,H}$ [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur, y comprises la distribution, l'accumulation et la transmission conformément au chapitre 6.4.1;

$Q_{Hif,WW}$ [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production d'eau chaude sanitaire, y comprises la distribution, l'accumulation et la transmission conformément au chapitre 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 individuellement. Les coefficients de transmission thermique pour les bâtiments existants et les éléments de construction du bâtiment peuvent être déterminés de manière simplifiée, lorsque la composition précise de la construction n'est pas connue. A cet effet, il faut recourir si possible à des structures standards appropriées de couches et/ou à des typologies existantes.

5.8 Valeur spécifique de la consommation en énergie finale $Q_{E,V}$

La valeur spécifique de la consommation en énergie finale $Q_{E,V}$ doit être déterminée en fonction de la consommation énergétique réelle mesurée. Elle sert, en premier lieu, à la comparaison avec la valeur spécifique du besoin en énergie finale obtenue ainsi qu'à l'évaluation du comportement des utilisateurs. 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 faut utiliser, pour le calcul de l'énergie primaire, les mêmes résultats de calculs que ceux appliqués avec la méthode en rapport avec le besoin estimé, à l'exception des valeurs spécifiques en rapport avec la consommation décrites dans le présent chapitre.

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«Les données de consommation sont à utiliser avec une correction climatique. Lors de la détermination de la consommation énergétique moyenne $q_{v,m}$ d'un bâtiment, seule la consommation énergétique tributaire des conditions météorologiques $q_{v,H}$ est corrigée. La consommation énergétique indépendante des conditions météorologiques $q_{v,WW}$ ne fait l'objet d'aucune correction climatique. La consommation énergétique moyenne $q_{v,m}$ doit être déterminée sur une période de référence d'au moins trois ans, elle est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$q_{v,m} = \frac{\sum_i^n q_{v,H,i} \cdot f_{Klima} + \sum_i^n q_{v,WW,i}}{n} \quad [\text{kWh/a}]$$

et

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

et

$$q_{v,m} = q_{v,H,i} \cdot q_{v,WW,i} \quad [\text{kWh/a}]$$

où:

$q_{v,m}$	[kWh/a]	est la consommation énergétique moyenne;
$q_{v,H,i}$	[kWh/a]	est la consommation énergétique au cours de l'année de référence i tributaire des conditions météorologiques;
f_{Klima}	[-]	est le facteur de correction climatique annuel pour la chaleur de chauffage;
$q_{v,WW,i}$	[kWh/a]	est la consommation énergétique au cours de l'année de référence i indépendante des conditions météorologiques;
n	[-]	est le nombre d'années;
$q_{v,i}$	[kWh/a]	est la consommation énergétique au cours de l'année de référence i ;
V_i	[«Unité»/a]	est la consommation énergétique annuelle d'un vecteur énergétique en fonction de l'unité de consommation ou de facturation;
e_i	[-]	est le pouvoir calorifique du vecteur énergétique utilisé pour l'année i conformément au tableau 52.

Les facteurs de correction climatique annuels pour la chaleur de chauffage f_{Klima} nécessaires à la correction climatique sont publiés par le ministre.

La consommation énergétique indépendante des conditions météorologiques $q_{v,ww}$ est obtenue comme suit:

- à partir de valeurs de mesure ou de valeurs de calcul selon les règles de la technique reconnues;
- à partir des valeurs forfaitaires suivantes:

Installations de production de chaleur	Unité	avec installation solaire thermique		sans installation solaire thermique	
		EFH	MFH	EFH	MFH
Chaudières et autres	[kWh/m ² a]	8	14	20	27
Pompes à chaleur	[kWh/m ² a]	3	5	6	9

- à partir d'un relevé mensuel de la consommation de chaleur pendant les mois d'été: juin, juillet et août. Généralement, pendant cette période, très peu de chaleur est utilisée pour le chauffage.»

Si l'unité de consommation ou de facturation du vecteur énergétique est fonction du pouvoir calorifique supérieur H_s , celle-ci doit être convertie 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.

$$V_i = \frac{V_s}{F_{s,i}} \quad \text{[unité d'un vecteur énergétique]}$$

où:

V_i est la consommation énergétique en fonction du pouvoir calorifique inférieur;

V_s est la consommation énergétique en fonction du pouvoir calorifique supérieur;

$F_{s,i}$ est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur d'un vecteur énergétique, conformément au tableau 52.

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

5.8.2 Valeur spécifique de la consommation en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H,WW}$

La valeur spécifique de la consommation en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H,WW}$ doit être évaluée en fonction de la surface de référence énergétique à l'aide de la formule suivante:

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«La valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central $Q_{E,B,H,WW}$ est déterminée selon la formule suivante en prenant en compte la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$ et la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire $Q_{E,WW}$ qui sont calculées conformément au chapitre 5.2.4 respectivement au chapitre 5.3.2.

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

où:

$Q_{E,B,H,WW}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central;
$Q_{E,H}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage conformément au chapitre 5.2.4;
$Q_{E,WW}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, production d'eau chaude sanitaire conformément au chapitre 5.3.2.

La valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central $Q_{E,B,H,WW}$ est à modifier pour tenir compte de l'utilisation individuelle du bâtiment. La valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central $Q_{E,B,H,WW}^*$ est déterminée à l'aide de la formule suivante:

$$Q_{E,B,H,WW}^* = e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(Q_{E,B,H,WW}) + \beta_2 \cdot n_{WE} + \beta_3 \cdot A_n + \beta_4 \cdot n_{50} + \beta_5 \cdot A/V_e + \beta_6 \cdot f_{WW,d,e})} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où:

$Q_{E,B,H,WW}^*$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central;
β_0	[-]	est un coefficient de régression = 2,42185740;
β_1	[-]	est un coefficient de régression = 0,47645404;
$Q_{E,B,H,WW}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central;
β_2	[-]	est un coefficient de régression = 0,02946239;
n_{WE}	[-]	est le nombre de logements;
β_3	[-]	est un coefficient de régression = -0,00034947;
A_n	[m ²]	est la surface de référence énergétique calculée conformément au chapitre 5.1.2;
β_4	[-]	est un coefficient de régression = -0,01462978;
n_{50}	[1/h]	est la valeur d'étanchéité à l'air du bâtiment;
β_5	[-]	est un coefficient de régression = 0,15538768;
A/V_e	[m ⁻¹]	est le rapport entre la surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment au volume chauffé brut du bâtiment (le rapport A/V_e tient compte des facteurs de correction de la température);
β_6	[-]	est un coefficient de régression = -0,04736075;
$f_{WW,d,e}$	[-]	est le facteur de production électrique décentralisée d'eau chaude sanitaire; $f_{WW,d,e} = 1$ si présence d'une production électrique décentralisée d'eau chaude sanitaire; $f_{WW,d,e} = 0$ si absence d'une production électrique décentralisée d'eau chaude sanitaire.

La valeur spécifique de la consommation en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H,WW}$ est alors à considérer en rapport avec la valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central $Q^*_{E,B,H,WW}$. L'expert est tenu 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.

$$Q_{E,V,H,WW} \approx Q^*_{E,B,H,WW} \pm \Delta Q^*_{E,B,H,WW} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

La valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire par un système de chauffage central $Q^*_{E,B,H,WW}$ est à indiquer dans le certificat de performance énergétique avec un facteur de déviation standard moyen (32%).

$$\Delta Q^*_{E,B,H,WW} = Q^*_{E,B,H,WW} \cdot 0,32 \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

5.8.3 Valeur spécifique de la consommation en énergie pour la production centrale de chaleur de chauffage et la 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 en énergie finale corrigée pour le chauffage de locaux doit être évaluée en fonction de la surface de référence énergétique à l'aide de la formule suivante:

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«La valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire $Q_{E,B,H}$ est déterminée selon la formule suivante en prenant en compte la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage $Q_{E,H}$ qui est calculée conformément au chapitre 5.2.4.

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

où:

$Q_{E,B,H}$ [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire;

$Q_{E,H}$ [kWh/m²a] est la valeur spécifique du besoin en énergie finale, chaleur de chauffage conformément au chapitre 5.2.4.

La valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire $Q_{E,B,H}$ est à modifier pour tenir compte de l'utilisation individuelle du bâtiment. La valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire $Q^*_{E,B,H}$ est déterminée à l'aide de la formule suivante:

$$Q_{E,B,H}^* = e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(Q_{E,B,H})) + \beta_2 \cdot n_{WE} + \beta_3 \cdot A_n + \beta_4 \cdot n_{50} + \beta_5 \cdot A/V_e + \beta_6 \cdot f_{WW,d,e}} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

où:

$Q_{E,B,H}^*$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire;
β_0	[-]	est un coefficient de régression = 2,42185740;
β_1	[-]	est un coefficient de régression = 0,47645404;
$Q_{E,B,H}$	[kWh/m ² a]	est la valeur spécifique du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire;
β_2	[-]	est un coefficient de régression = 0,02946239;
n_{WE}	[-]	est le nombre de logements;
β_3	[-]	est un coefficient de régression = -0,00034947;
A_n	[m ²]	est la surface de référence énergétique calculée conformément au chapitre 5.1.2;
β_4	[-]	est un coefficient de régression = -0,01462978;
n_{50}	[1/h]	est la valeur d'étanchéité à l'air du bâtiment;
β_5	[-]	est un coefficient de régression = 0,15538768;
A/V_e	[m ⁻¹]	est le rapport entre la surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment au volume chauffé brut du bâtiment (le rapport A/V_e tient compte des facteurs de correction de la température);
β_6	[-]	est un coefficient de régression = -0,04736075;
$f_{WW,d,e}$	[-]	est le facteur de production électrique décentralisée d'eau chaude sanitaire; $f_{WW,d,e} = 1$ si présence d'une production électrique décentralisée d'eau chaude sanitaire; $f_{WW,d,e} = 0$ si absence d'une production électrique décentralisée d'eau chaude sanitaire.

La valeur spécifique de la consommation en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire $Q_{E,V,H}$ est alors à considérer en rapport avec la valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire $Q_{E,B,H}^*$. L'expert est tenu 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.

$$Q_{E,V,H} \approx Q_{E,B,H}^* \pm \Delta Q_{E,B,H}^* \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

La valeur spécifique modifiée du besoin en énergie finale pour la production centrale de chaleur de chauffage et la production décentralisée d'eau chaude sanitaire $Q_{E,B,H}^*$ est à indiquer dans le certificat de performance énergétique avec un facteur de déviation standard moyen (32%).

$$\Delta Q_{E,B,H}^* = Q_{E,B,H}^* \cdot 0,32 \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

6 TABLEAUX

6.1 Catégories de bâtiment

Catégorie de bâtiment		Utilisations (exemples)
1	Habitation MFH	Immeubles à appartements, immeubles à appartements en résidence secondaire et immeubles à appartements mitoyens
2	Habitation EFH	Maisons d'habitation uni- et bifamiliales, maisons d'habitation uni- et bifamiliales en résidence secondaire et maisons d'habitation uni- et bifamiliales mitoyennes

Tableau 20 – Catégories de bâtiment

6.2 Paramètres d'utilisation standard

Pour tous les calculs relatifs au besoin annuel en chaleur de chauffage et au besoin en énergie pour la production d'eau chaude sanitaire, les valeurs standard conformément au tableau suivant sont à utiliser.

Catégorie de bâtiment		Température du bâtiment [°C]	Charges internes [W/m ²]	Valeur spécifique du besoin en énergie, production d'eau chaude sanitaire q_{ww} [kWh/m ² a]
Bâtiments d'habitation				
1	Habitation MFH	20	3,6	20,8
2	Habitation EFH	20	2,8	13,9

Tableau 21 – Paramètres d'utilisation standard

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

Pour le calcul du besoin 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 rapportées à la surface du besoin en chaleur de chauffage et du besoin en énergie auxiliaire, 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~~ DIN V 4701-10.

Toutes les valeurs indiquées dans les tableaux sont basées sur une période de chauffage de 185 d/a et ne sont valables que pour cette période de chauffage qui sert comme base de calcul.

En règle générale, les **valeurs des tableaux** peuvent être **interpolées linéairement** ou il faut appliquer la valeur moins favorable la plus proche.

6.3.1 Chaleur de chauffage

La méthode de calcul permet de calculer le besoin nécessaire à la fourniture en chaleur de chauffage du bâtiment jusqu'à la transmission de chaleur dans le local d'un bâtiment. Elle comprend les déperditions susceptibles de se produire lors de la production, l'accumulation, la distribution et 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 le besoin annuel en chaleur de chauffage d'une zone. A cet effet, il faut déterminer la part du besoin annuel en chaleur de chauffage couverte par chaque installation de production de chaleur. Les taux de couverture de systèmes combinés de production de chaleur courants peuvent être déterminés à partir des tableaux ci-après. Il faut alors multiplier les taux de couverture par le facteur de dépense correspondant de l'installation de production conformément au chapitre 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 de chauffage combinés						
Système combiné d'installations de production de chaleur		c_H en cas d'installations de chauffage sans appoint d'énergie solaire		c_H en cas d'installations de chauffage avec appoint 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	/	/	/
<u>Pile à combustible</u>	<u>Chaudière</u>	<u>0,70</u>	<u>0,30</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>

Tableau 22 – Taux de couverture de la production de chaleur

6.3.1.2 Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage e_H

La dépense nécessaire à la production de chaleur est illustrée dans les tableaux ci-après à l'aide du facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage e_H pour différents systèmes. La valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur de chauffage $q_{H,Hif}$ est également reportée dans ces tableaux.

Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage e_H pour les chaudières

Facteur de dépense e_H , installation à l'extérieur de l'enveloppe thermique								
A_n (m ²)	Chaudière à température constante	Chaudière basse température			Chaudière à condensation			Besoin spécifique en énergie auxiliaire pour la production de chaleur de chauffage $q_{H,Hif}$ (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 de chaleur de chauffage, chaudières, partie 1

Facteur de dépense e_H , installation à l'intérieur de l'enveloppe thermique								
A_n (m ²)	Chaudière à température constante	Chaudière basse température			Chaudière à condensation			Besoin spécifique en énergie auxiliaire pour la production de chaleur de chauffage $q_{H,Hif}$ (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 de chaleur de chauffage, chaudières, partie 2

Les cheminées, les poêles en faïence ou les poêles individuels dans le bâtiment ou 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 e_H est généralement de 1,5.

Facteur de dépense e_H pour d'autres systèmes			
Installation de production d'énergie	Température de chauffage (°C)	Facteur de dépense e_H (-)	Besoin spécifique en énergie auxiliaire pour la production de chaleur de chauffage $q_{H,Hilf}$ (kWh/m ² a)
Autres systèmes			
Chauffage à bûches ¹⁾	70/55	1,75	$15,89 * A_n^{-0,96}$
Chauffage à pellets à dégagement thermique directe et indirecte ¹⁾	70/55	1,48	$4,72 * A_n^{-0,105}$
Chauffage à pellets uniquement à dégagement thermique directe ¹⁾	70/55	1,38	$4,88 * A_n^{-0,103}$
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	$3,2 * A_n^{-0,10}$
	35/28	0,19	
Sol/eau	55/45	0,27	$1,9 * A_n^{-0,10}$
	35/28	0,23	
Air/eau	55/45	0,37	0,00
	35/28	0,30	
Air vicié/eau (sans récupération de chaleur)	55/45	0,30	0,00 ²⁾
	35/28	0,24	
Pompe à chaleur amenée d'air/air vicié (avec récupération de chaleur)	Toutes	0,34 ³⁾	0,00
<u>Glace/eau (avec accumulateur de glace solaire)⁵⁾</u>	<u>55/45</u>	<u>0,27</u>	<u>$1,9 * A_n^{-0,10}$</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,23</u>	
<u>Sol/eau (à détente directe)</u>	<u>55/45</u>	<u>0,27</u>	<u>0,00</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,23</u>	
<u>Sol/eau (avec sonde CO₂)</u>	<u>55/45</u>	<u>0,27</u>	<u>0,00</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,23</u>	
Chauffage électrique			
Chauffage direct	Toutes	1,00	0,00
Chauffage à accumulation	Toutes	1,00	0,00
Chauffage urbain	Toutes	1,01	0,00
Pompes à chaleur au gaz			
<u>Eau/eau</u>	<u>55/45</u>	<u>0,54</u>	<u>$3,2 * A_n^{-0,10}$</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,46</u>	
<u>Sol/eau</u>	<u>55/45</u>	<u>0,61</u>	<u>$1,9 * A_n^{-0,10}$</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,54</u>	
<u>Air/eau</u>	<u>55/45</u>	<u>0,77</u>	<u>0,00</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,66</u>	
<u>Glace/eau (avec accumulateur de glace solaire)⁵⁾</u>	<u>55/45</u>	<u>0,61</u>	<u>$1,9 * A_n^{-0,10}$</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,54</u>	
<u>Sol/eau (à détente directe)</u>	<u>55/45</u>	<u>0,61</u>	<u>0,00</u>
		<u>0,54</u>	

	<u>35/28</u>		
<u>Sol/eau (avec sonde CO₂)</u>	<u>55/45</u>	<u>0,61</u>	<u>0,00</u>
	<u>35/28</u>	<u>0,54</u>	
<u>Pile à combustible</u>	<u>Toutes</u>	<u>1,00</u>	<u>0,00</u>

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

- 1) Les facteurs de dépense sont valables pour l'utilisation commune du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire. Si la production d'eau chaude sanitaire est effectuée autrement, il faut utiliser les mêmes valeurs indiquées dans les tableaux. Dans le cas du chauffage à pellets, le besoin en énergie auxiliaire pour l'acheminement est compris.
- 2) Dans la mesure où une puissance augmentée de l'équipement de ventilation a déjà été prise en considération au chapitre 5.4.1.
- 3) Cette valeur est valable uniquement lorsque la pompe à chaleur se situe par rapport au courant d'air derrière l'échangeur de chaleur de l'équipement de ventilation. 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 faut veiller à ce que la livraison 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) Le besoin en énergie auxiliaire d'une installation solaire thermique avec $q_{H,Hiif} = 0$ est valable pour un système combiné avec production d'eau chaude sanitaire et appoint de chauffage. Dans ce cas, le besoin en énergie auxiliaire requis est attribué au système de production d'eau chaude sanitaire. Les autres systèmes combinés doivent être évalués conformément à la norme DIN 4701.
- 5) Exigences minimales à respecter par le système glace/eau pour pouvoir utiliser les valeurs indiquées dans le tableau 25:

$$\underline{P_{tot} = (H_T + H_V + H_{WB}) * 0,032 \quad [kW]}$$

$$\underline{A_{coll.sol} = 1,5 * P_{tot} \quad [m^2]}$$

$$\underline{V_{acc} = 50 * P_{tot} \quad [l]}$$

où:

P_{tot}	[kW]	est la puissance thermique installée de la pompe à chaleur
$A_{coll.sol}$	[m ²]	est la surface brute installée des collecteurs solaires
V_{acc}	[l]	est le volume de l'accumulateur de glace
H_T	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission
H_V	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation
H_{WB}	[W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur dû à des ponts thermiques linéaires

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

Les déperditions spécifiques de distribution $q_{H,V}$ peuvent être obtenues à partir des tableaux ci-après. Elles sont classées pour différentes températures de référence du circuit de chauffage, en fonction de la surface de référence énergétique A_n et d'autres grandeurs caractéristiques. La distribution représente le réseau de conduites du 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 conduites horizontales (raccordement vertical direct au réseau de distribution de chauffage avec une longueur de conduites (aller et retour) de 10 m au maximum), il faut considérer les conduites comme si elles se trouvaient dans une zone chauffée. Les systèmes de conduites de chauffage central se trouvent généralement dans une zone chauffée.

Déperditions spécifiques de distribution $q_{h,v}$

Distribution horizontale à l'extérieur de l'enveloppe thermique, $q_{h,v}$ en kWh/m²a									
A_n (m ²)	chaudière à eau chaude conduites à l'extérieur				chaudière à eau chaude conduites 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 spécifiques de distribution en fonction de la surface, à l'extérieur de l'enveloppe thermique

Distribution horizontale à l'intérieur de l'enveloppe thermique, $q_{h,v}$ en kWh/m²a									
A_n (m ²)	chaudière à eau chaude conduites à l'extérieur				chaudière à eau chaude conduites 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 spécifiques de distribution en fonction de la surface, à l'intérieur de l'enveloppe thermique

Les valeurs calculées en fonction de la surface du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution de la chaleur de chauffage $q_{H,Hif,V}$ est à reprendre du tableau 28. Le besoin en énergie auxiliaire est classé, pour différents étalements de dimensionnement, en fonction de la surface de référence énergétique et d'autres grandeurs caractéristiques. La distribution représente le réseau de conduites du niveau de distribution (plan horizontal), des conduites (plan vertical) et des tuyaux de raccordement.

Besoin spécifique en énergie auxiliaire pour la distribution de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,V}$ par des chaudières à eau chaude 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 – Valeurs calculées en fonction de la surface du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution de la chaleur de chauffage

- 1) Si les températures de dimensionnement (p. ex. installations de chauffage à distance) dévient, il faut utiliser les valeurs pour l'étalement de température immédiatement inférieur reporté dans le tableau.
- 2) Les installations de chauffage équipées de surfaces chauffantes intégrées doivent être calculées indépendamment de l'étalement de température, généralement comme un circuit de chauffage 35/28 °C avec un étalement de 7 K.
- 3) Le besoin en énergie auxiliaire pour la distribution d'air d'un chauffage à amenée d'air doit être pris en considération dans le calcul du besoin spécifique en énergie auxiliaire des installations de ventilation. Il est, pour cette étape de la méthode de calcul, pris égal à zéro ($q_{H,Hif,V} = 0,0$ kWh/m²a).

Systèmes décentralisés

- En cas de foyers individuels décentralisés, il faut prendre en considération des déperditions spécifiques de $q_{H,V} = 9,6$ kWh/m²a.
- Dans cette méthode, le besoin en énergie auxiliaire est pris égal à zéro ($q_{H,Hif,V} = 0,0$ kWh/m²a).

6.3.1.4 Accumulation de chaleur (déperditions spécifiques d'accumulation), $q_{H,S}$

Les valeurs calculées en fonction de la surface de la dépense pour l'accumulation (p. ex. accumulateur tampon pour des pompes à chaleur, installations de chauffage à pellets et PCCE) $q_{H,S}$ sont indiquées dans le tableau 29 pour différents emplacements de montage et différentes températures de système en fonction de la surface de référence énergétique A_n . Le besoin en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,S}$ en kWh/m²a peut être repris de la dernière colonne du tableau 29.

En cas de montage en série de l'accumulateur tampon dans le réseau de distribution, aucun besoin en énergie auxiliaire supplémentaire n'est pris en compte et $q_{H,Hif} = 0$, puisque $q_{H,Hif,V}$ est déjà pris en considération dans la distribution.

Déperditions spécifiques d'accumulation $q_{H,S}$ et besoin spécifique en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,S}$					
Déperditions spécifiques d'accumulation $q_{H,S}$ en kWh/m ² a					Besoin spécifique en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,S}$ 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 spécifiques d'accumulation et besoin spécifique en énergie auxiliaire pour l'accumulation de chaleur de chauffage

Pour les accumulateurs tampons qui sont exploités en combinaison avec des **installations de production de chaleur à partir de biomasse**, les valeurs relatives aux déperditions spécifiques d'accumulation indiquées dans le tableau 29 doivent être multipliées par le **facteur 2,6**. Dans ce cas, les valeurs relatives au besoin en énergie auxiliaire peuvent être reprises.

6.3.1.5 Transmission de chaleur (besoin spécifique en énergie auxiliaire pour la transmission de chaleur de chauffage), $q_{H,Hif,U}$

Le besoin spécifique en énergie auxiliaire pour la transmission de chaleur de chauffage $q_{H,Hif,U}$ doit être pris égal 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, commande de moteurs électriques de fenêtres 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 le besoin en énergie auxiliaire, il faut prendre $q_{H,Hif,U} = 0,5$ kWh/m²a.

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, le calcul des câbles/rubans chauffants électriques est possible. Les déperditions de transmission d'eau chaude sanitaire à l'utilisateur ainsi que le besoin correspondant en énergie auxiliaire sont pris égaux à **0 kWh/m²a** dans la présente méthode de calcul.

6.3.2.1 Taux de couverture de la production de chaleur (production d'eau chaude sanitaire) c_{ww}

Si l'eau chaude sanitaire est chauffée par plusieurs installations de production de chaleur, il faut 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 faut établir le taux de couverture à l'aide d'une autre méthode de calcul et le documenter. Les taux de couverture des installations solaires pour le chauffage d'eau chaude sanitaire sont calculés à partir d'installations munies de capteurs solaires plans et d'un accumulateur chauffé indirectement. L'utilisation de capteurs solaires à tubes donne des taux de couverture équivalents, étant donné que la surface des capteurs solaires prise en compte est plus petite conformément au tableau 30.

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

Taux de couverture de la production de chaleur par une installation solaire thermique (production d'eau chaude sanitaire) $c_{ww,1}$					
A_n (m ²)	Ø Surface des capteurs solaires plans A_c (m ²)	Montage à l'intérieur de l'enveloppe thermique (accumulation et distribution)		Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique (accumulation 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 de chaleur par une installation solaire thermique (production d'eau chaude sanitaire), partie 1

Taux de couverture de la production de chaleur par une installation de chauffage de base (production d'eau chaude sanitaire) $C_{ww,2}$	
Type d'installation de production	Taux de couverture c_e
Chaudière à gaz/fioul	1,00
Chauffage urbain	1,00
PCCE décentralisée	1,00
Pompe à chaleur électrique Pompe à chaleur électrique/au gaz pour le chauffage (sans chauffage électrique complémentaire)	1,00
Pompe à chaleur électrique Pompe à chaleur électrique/au gaz 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 ou sans échangeur de chaleur (fonctionnement en combinaison avec une installation de ventilation centrale)	0,95
Pompe à chaleur électrique air/eau chaude (mise en place à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment avec l'air de la cave)	0,95 ⁵
Chauffe-eau électrique de jour (au centre de l'habitation)	1,00
Chauffe-eau instantané sans petit chauffe-eau décentralisé	1,00
Chauffe-eau instantané avec petit chauffe-eau décentralisé	1,00
Pile à combustible	1,00
Taux de couverture du 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 de chauffage d'eau chaude sanitaire combinés, partie 2

Taux de couverture de la production de chaleur par un système de chauffage d'appoint (production d'eau chaude sanitaire) $C_{ww,3}$	
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 de chauffage d'eau chaude sanitaire combinés, partie 3

⁵ La valeur de 0,95 ne peut être utilisée que lorsque la surface de plancher de la cave représente 10% ou plus de la surface de référence énergétique A_n . Dans tous les autres cas, un calcul conformément à la norme [DIN 4701-10](#) est à réaliser.

6.3.2.2 Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire e_{ww}

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

Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire e_{ww} par une chaudière							
A_n (m ²)	Chaudière à température constante	Chaudière basse température	Chaudière à condensation	Chaudière mixte à basse température dotée d'un échangeur de chaleur ($V < 2l$)	Chaudière mixte à 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 pour la production d'eau chaude sanitaire e_{ww} par une chaudière, partie 1

Les valeurs spécifiques du besoin en énergie auxiliaire, production d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hiif}$ de ces systèmes sont indiquées dans le tableau suivant.

Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, production d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hiif}$ en kWh/m ² a		
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 – Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, production d'eau chaude sanitaire
 $q_{ww,Hilf}$

Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire e_{ww}		
Installation de production d'énergie	Facteur de dépense e_{ww}	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, production d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hilf}$ 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 à dégagement thermique direct et indirect	1,48	Compris dans les besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur de chauffage
Chauffage à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38	Compris dans les besoins en énergie des auxiliaires pour la production de chaleur de chauffage
Chauffage solaire de l'eau chaude sanitaire ¹⁾	0,00	$(52,5+0,0875 \cdot A_n)$ $(A_n \cdot c_{ww,i})$
Chauffage électrique	1,00	0,00
Chauffe-eau instantané	1,00	0,00
Cogénération décentralisée	1,00	0,00
Pompe à chaleur <u>électrique</u> 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	(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «0,37»	0,00
Air vicié/eau	(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «0,30»	0,00
Pompe à chaleur amenée d'air/air vicié (avec récupération de chaleur)	0,34	0,00
Glace/eau (avec accumulateur de glace solaire ³⁾)	<u>0,27</u>	<u>$0,5 \cdot A_n^{-0,10}$</u>
Sol/eau (à détente directe)	<u>0,27</u>	<u>0,00</u>
Sol/eau (géothermique avec sonde CO ₂)	<u>0,27</u>	<u>0,00</u>
Pompe à chaleur pour production d'eau chaude sanitaire		
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
Pompe à chaleur au gaz		

Eau/eau	0,54	$0,8 \cdot A_n^{-0,10}$
Sol/eau	0,61	$0,5 \cdot A_n^{-0,10}$
Air/eau	0,77	0,00
Glace/eau (avec accumulateur de glace solaire) ³⁾	0,61	$0,5 \cdot A_n^{-0,10}$
Sol/eau (à détente directe)	0,61	0,00
Sol/eau (géothermique avec sonde CO ₂)	0,61	0,00
Pile à combustible	1,00	0,00

Tableau 35 – Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire e_{ww} , partie 2

- 1) Le besoin en énergie auxiliaire pour le chauffage solaire de l'eau chaude sanitaire est calculé en fonction du taux de couverture $c_{ww,i}$ et peut être utilisé pour les taux de couverture selon le chapitre 6.3.2.1, tableau 30. Pour tout autre taux de couverture divergeant fondamentalement, le besoin en énergie auxiliaire doit être déterminé conformément à la norme DIN 4701-10/DIN V 4701-10.
- 2) Dans ce cas, l'échangeur de chaleur correspond à l'échangeur de chaleur de l'installation de ventilation.
- 3) Exigences minimales à respecter par le système glace/eau pour pouvoir utiliser les valeurs indiquées dans le tableau 35:

$$P_{\text{tot}} = (H_T + H_V + H_{WB}) \cdot 0,032 \quad [\text{kW}]$$

$$A_{\text{coll.sol}} = 1,5 \cdot P_{\text{tot}} \quad [\text{m}^2]$$

$$V_{\text{acc}} = 50 \cdot P_{\text{tot}} \quad [\text{l}]$$

où:

P_{tot} [kW]	est la puissance thermique installée de la pompe à chaleur
$A_{\text{coll.sol}}$ [m ²]	est la surface brute installée des collecteurs solaires
V_{acc} [l]	est le volume de l'accumulateur de glace
H_T [W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par transmission
H_V [W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation
H_{WB} [W/K]	est le coefficient de déperdition de chaleur dû à des ponts thermiques linéaires

Si la surface installée brute des collecteurs solaires dépasse le ratio de 1,5 m² par kW de puissance thermique de la pompe à chaleur, cette surface supplémentaire peut être considérée comme une installation solaire thermique pour la production de l'eau chaude sanitaire, à côté de la pompe à chaleur, conformément au tableau 30.

6.3.2.3 Distribution d'eau chaude sanitaire (valeur spécifique des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire), $q_{ww,v}$

Les valeurs calculées en fonction de la surface des déperditions de chaleur de distribution de la production centrale de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,v}$ peuvent être obtenues 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). Les conduites de distribution sont des conduites horizontales, qui en règle générale, relient les conduites verticales (descentes). Lorsque la production de l'eau chaude sanitaire a lieu dans un local non chauffé et que les conduites horizontales passent directement dans l'enveloppe thermique (longueur des conduites: 10 m au maximum), alors la distribution des conduites est à considérer se situant à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Les systèmes centraux sans conduite de circulation ne peuvent être considérés jusqu'à une surface de référence énergétique de 500 m² au maximum.

Pour les câbles/rubans chauffants électriques, la valeur en fonction de la surface du besoin en chaleur pour la circulation est à diviser par 2. La dépense ainsi obtenue ($0,5 \times q_{ww,v}$) doit être attribuée à l'énergie auxiliaire $q_{ww,Hiif,v}$ comme une dépense en énergie électrique.

Valeur spécifique des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,v}$ (kWh/m²a)				
	Avec circulation		Sans circulation	
A_n (m ²)	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 – Valeurs spécifiques des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire pour les systèmes centraux

Le **besoin en énergie auxiliaire** en fonction de la surface de référence énergétique pour la distribution et la circulation d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hiif,v}$ est indiqué dans le tableau suivant. Le besoin en énergie auxiliaire de la pompe de circulation est indépendant de l'emplacement des conduites horizontales.

Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, distribution d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hiif,v}$ (kWh/m²a)		
A_n (m ²)	Avec circulation	Sans circulation
≤100	1,14	0,00
150	0,82	0,00
200	0,66	0,00
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 – Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, distribution d'eau chaude sanitaire

⁶ Conduites ne se trouvant pas dans des gaines ventilées.

Sont considérés comme des systèmes **décentralisés** de production 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 conduites horizontales). La déperdition de chaleur des conduites horizontales comprend les déperditions par refroidissement de ces dérivations; elle est indiquée dans le tableau ci-après en kWh/m²a. Les déperditions 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, la production en eau chaude sanitaire est à considérer comme production centrale par habitation. Pour une production centrale en eau chaude sanitaire par habitation, on peut considérer 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 d'autres cas, les systèmes sont à traiter conformément à la norme ~~DIN 4701-10~~ DIN V 4701-10, comme des systèmes centraux sans circulation.

Production décentralisée en eau chaude sanitaire		
Systeme Sont raccordés par conduite (appareils):	Valeur spécifique des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,v}$ en kWh/m ² a	Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, distribution d'eau chaude sanitaire $q_{ww,Hif,v}$ en kWh/m ² a
1 local, 1 prise d'eau (p. ex. chauffe-eau sous évier)	0,14	0,00
1 local, plusieurs prises d'eau (p. ex. salle de bains)	0,42	0,00
2 locaux avec mur d'installation en commun	0,56	0,00
Approvisionnement central en eau chaude sanitaire par habitation	0,83	0,00

Tableau 38 – Valeurs spécifiques des déperditions de distribution et de circulation de l'eau chaude sanitaire pour les systèmes décentralisés

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«Dans une habitation EFH, il est possible de considérer dans le calcul l'absence d'un circuit de circulation même en présence d'un tel circuit s'il est assuré que le fonctionnement de la pompe de circulation est commandé en fonction du temps et n'excède pas trois heures par jour.»

6.3.2.4 Accumulation d'eau chaude sanitaire (valeur spécifique des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire), $q_{ww,s}$

La valeur spécifique des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,s}$ est indiquée dans les tableaux ci-après en fonction de la surface en kWh/m²a.

Valeur spécifique des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,s}$ (kWh/m ² a)

A l'intérieur de l'enveloppe thermique						
A_n (m ²)	Ballon d'eau chaude chauffé indirectement	Radiateur électrique à accumulation de nuit	Radiateur électrique à accumulation de jour	1 petit réservoir électrique pour 80m ²	Accumulateur solaire mixte	Réservoir d'eau chaude sanitaire 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 – Valeurs spécifiques des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,s}$ à l'intérieur de l'enveloppe thermique

A l'extérieur de l'enveloppe thermique						
A_n (m ²)	Ballon d'eau chaude chauffé indirectement	Radiateur électrique à accumulation de nuit	Radiateur électrique à accumulation de jour	1 petit réservoir électrique pour 80m ²	Accumulateur solaire mixte	Réservoir d'eau chaude sanitaire 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 – Valeurs spécifiques des déperditions d'accumulation de l'eau chaude sanitaire $q_{ww,s}$ à l'extérieur de l'enveloppe thermique

Le besoin en **énergie auxiliaire** $q_{ww,Hiif,S}$ pour les systèmes mentionnés ci-dessus sont indiqués dans le tableau 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.

Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire, accumulation d'eau chaude sanitaire
 $q_{ww,Hiif,S}$ (kWh/m²a)

A_n (m ²)	Ballon d'eau chaude chauffé indirectement ¹⁾	Radiateur électrique à accumulation de nuit	Radiateur électrique à accumulation de jour	1 petit réservoir électrique pour 80m ²	Accumulateur solaire mixte	Réservoir d'eau chaude sanitaire 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 fait partie intégrante de l'installation de production de chaleur, alors $q_{ww,Hiif,S} = 0$

Tableau 41 – Valeurs spécifiques du besoin en énergie auxiliaire, accumulation d'eau chaude sanitaire
 $q_{ww,Hiif,S}$

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

Pour le calcul du besoin en énergie finale de la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude sanitaire, les tableaux ci-après peuvent être utilisés. Alternativement, il est possible de réaliser le calcul conformément à la norme DIN 4701-12. La méthode permet de calculer la dépense en énergie nécessaire à l'approvisionnement en chaleur et la production d'eau chaude sanitaire du bâtiment jusqu'à la transmission de chaleur dans le local d'un bâtiment. Elle comprend les déperditions susceptibles de se produire lors de la production, de l'accumulation, de la distribution et de la transmission. Les **facteurs de dépense** mentionnés dans les tableaux suivants contiennent toutes les parts de déperditions dues à la **distribution**, à l'**accumulation** et à la **transmission**. Un calcul séparé des déperditions de chaleur de la distribution, de la production, de l'accumulation et de la transmission n'a pas lieu, 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 indiqués dans les tableaux en fonction de l'âge de l'installation, du système utilisé et, le cas échéant, du besoin spécifique en chaleur de chauffage q_H du bâtiment. Pour le calcul de la valeur spécifique du besoin en énergie finale nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire, on distingue entre bonne isolation thermique des conduites et isolation thermique modérée des conduites. L'expert est tenu, dans le cadre de l'état de lieu du bâtiment par évaluer l'isolation thermique des conduites. En présence de plusieurs installations de production de chaleur et à partir d'un taux de couverture $\geq 20\%$ au besoin annuel de chaleur de chauffage, il faut réaliser une analyse différenciée de la production énergétique. Lorsque ce taux de couverture au besoin annuel de chaleur de chauffage est $< 20\%$, il n'est pas nécessaire de réaliser une analyse différenciée des différentes installations de production de chaleur; uniquement l'installation de production de chaleur présentant le taux de couverture le plus élevé au besoin annuel en chaleur de chauffage doit être considérée. Les taux de couverture sont déterminés conformément au chapitre 6.3.1.1. A cet effet, les facteurs de dépense $e_{E,H,i}$ des tableaux 42 à 49 sont utilisés. 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 pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$

Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ des installations présentant une isolation thermique modérée des conduites												
Valeur spécifique du besoin 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 à 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	Air 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 urbain / 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 des installations présentant une isolation thermique modérée des conduites

Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ des installations présentant une bonne isolation thermique des conduites												
Valeur spécifique du besoin 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	1,61	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 à 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 urbain / 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 des installations présentant une bonne isolation thermique des conduites

Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage $e_{E,H}$ des installations décentralisées		
Systèmes décentralisés	Chauffage à accumulation de nuit	1,02
	Réchauffeur de local 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 des installations décentralisées

Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur, y comprises la distribution, l'accumulation 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 – Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production de chaleur

6.4.2 Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$

Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ des installations présentant une isolation thermique modérée des conduites						
		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 à basse température ou à condensation	2,41	-	1,2	-
		Pompe à chaleur électrique	0,88	-	0,44	-
		Chauffage urbain sans PCCE	1,59	-	0,79	-
		Chauffage urbain 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 à 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 urbain sans PCCE	2,18	2,57	1,09	1,54
		Chauffage urbain 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 la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ des installations présentant une isolation thermique modérée des conduites

Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ des installations présentant une bonne isolation thermique des conduites						
		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 à basse température ou à condensation	1,98	-	0,99	-
		Pompe à chaleur électrique	0,73	-	0,36	-
		Chauffage urbain sans PCCE	1,23	-	0,62	-
		Chauffage urbain 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 à 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 urbain sans PCCE	1,33	1,44	0,67	0,86
		Chauffage urbain 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 la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ des installations présentant une bonne isolation thermique des conduites

Facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ 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 la production d'eau chaude sanitaire $e_{E,WW}$ des systèmes décentralisés

Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production d'eau chaude sanitaire, y comprises la distribution, l'accumulation et la transmission $Q_{Hif,WW}$ en kWh/m ² a			
		EFH	MFH
central sans circulation		0,1	-
central avec circulation		1,4	0,5
décentralisé		0,0	0,0

Tableau 49 – Valeur spécifique du besoin en énergie auxiliaire pour la production d'eau chaude sanitaire, y comprises la distribution, l'accumulation et la transmission $Q_{Hif,WW}$

6.5 Facteur de dépense en énergie primaire e_p

Facteur de dépense en énergie primaire e_p rapporté à l'énergie finale ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$) ⁷		
Combustibles	Fioul (mazout) EL	1,10
	Gaz naturel H	1,12
	Gaz liquéfié	1,13
	Houille	1,08
	Lignite	1,21
	Copeaux de bois	0,06
	Bois de chauffage	0,01
	Pellets	0,07
	Biogaz	0,03
	Huile de colza	0,18
Electricité	Mix de l'électricité	2,66
<i>(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)</i>		
	«Production d'électricité par une installation photovoltaïque	2,66»
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,00
	avec du combustible fossile	0,72
Chauffage urbain	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,00
	par PCCE avec du combustible fossile	0,62
	de centrales thermiques avec du combustible renouvelable	0,25
	de centrales thermiques avec du combustible fossile	1,48

Tableau 50 – Facteurs de dépense en énergie primaire

Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage urbain

Dans le cas d'un chauffage urbain alimenté par une ou plusieurs centrales thermiques et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage urbain met à disposition un facteur de dépense en énergie primaire pondéré $e_{p,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$e_{p,mix} = n_{centr.th.foss} * e_{p,centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} * e_{p,centr.ren} + n_{ch.fatale} * e_{p,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$e_{p,mix}$	[$\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$]	est le facteur de dépense en énergie primaire pondéré
$e_{p,centr.th.foss}$	[$\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$]	est le facteur de dépense en énergie primaire conformément au tableau 50, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{p,centr.th.ren}$	[$\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$]	est le facteur de dépense en énergie primaire conformément au tableau 50, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable

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

$e_{p, ch. fatale}$	[kWh _p /kWh _e]	est le facteur de dépense en énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$\eta_{centr. th. foss}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$\eta_{centr. th. ren}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles
$\eta_{ch. fatale}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments d'habitation et en cas de changement de la valeur du facteur de dépense en énergie primaire pondéré par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur de dépense en énergie primaire pondéré considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 3, paragraphe 11.

6.6 Facteurs environnementaux e_{CO_2}

Facteurs environnementaux ⁸ e_{CO_2} rapportés à l'énergie finale (kgCO ₂ /kWh _e)		
Combustibles	Fioul (mazout) EL	0,300
	Gaz naturel H	0,246
	Gaz liquéfié	0,270
	Houille	0,439
	Lignite	0,452
	Copeaux de bois	0,035
	Bois de chauffage	0,014
	Pellets	0,021
	Biogaz	0,011
	Huile de colza	0,157
Electricité	Mix de l'électricité	0,651
<i>(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)</i>		
	«Production d'électricité par une installation photovoltaïque	0,651»
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,000
	avec du combustible fossile	0,060
Chauffage urbain	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,000
	par PCCE avec du combustible fossile	0,043
	de centrales thermiques avec du combustible renouvelable	0,066

⁸ Pour les facteurs environnementaux e_{CO_2} , il s'agit des équivalents CO₂.

	de centrales thermiques avec du combustible fossile	0,328
--	---	-------

Tableau 51 – Facteurs environnementaux

Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage urbain

Dans le cas d'un chauffage urbain alimenté par une ou plusieurs centrales thermiques et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage urbain met à disposition un facteur environnemental pondéré $e_{CO_2,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$e_{CO_2,mix} = n_{centr.th.foss} * e_{CO_2,centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} * e_{CO_2,centr.ren} + n_{ch.fatale} * e_{CO_2,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{centr.th.foss} + n_{centr.th.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$e_{CO_2,mix}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental pondéré
$e_{CO_2,centr.th.foss}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental conformément au tableau 51, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile
$e_{CO_2,centr.th.ren}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental conformément au tableau 51, pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable
$e_{CO_2,ch.fatale}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	est le facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$n_{centr.th.foss}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{centr.th.ren}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur pour le système du chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles
$n_{ch.fatale}$	[-]	est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments d'habitation et en cas de changement de la valeur du facteur environnemental pondéré par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur environnemental pondéré considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 3, paragraphe 11.

6.7 Pouvoir calorifique de différents vecteurs énergétiques e_i

Conversion d'une unité de consommation en (kWh/« unité »)				
Vecteur énergétique	Unité	e_i pouvoir calorifique supérieur H_s	e_i pouvoir calorifique inférieur H_i	Facteur $F_{s,i}$
Fioul (mazout) EL	1 litre	10,60 kWh/litre	9,90 kWh/litre	1,07
Gaz naturel H	1 Nm ³	11,33 kWh/m ³	10,20 kWh/m ³	1,11
Gaz liquéfié	1 kg	13,85 kWh/kg	12,80 kWh/kg	1,08
Houille	1 kg	8,98 kWh/kg	8,70 kWh/kg	1,03
Lignite	1 kg	5,89 kWh/kg	5,50 kWh/kg	1,07
Copeaux de bois	1 Sm ³	1.060 kWh/Sm ³	950 kWh/Sm ³	1,12
Bois de chauffage	1 rm	1.780 kWh/rm	1.595 kWh/rm	1,12
Pellets	1 kg	4,90 kWh/Kg	4,50 kWh/Kg	1,09
Biogaz	1 Nm ³	7,20 kWh/m ³	6,50 kWh/m ³	1,11
Huile de colza	1 litre	10,20 kWh/litre	9,50 kWh/litre	1,07
Chauffage urbain, électricité, énergies renouvelables	1 kWh	1 kWh/kWh	1 kWh/kWh	1,00

Tableau 52 – Pouvoir calorifique de différents vecteurs énergétiques

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 – Intensité énergétique moyenne mensuelle du rayonnement solaire total en fonction de l'orientation de la surface $I_{s,M,r}$ [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

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

Texte coordonné inofficiel

(uniquement les textes réglementaires publiés au Mémorial font foi)

**Règlement grand-ducal du 31 août 2010 concernant la performance
énergétique des bâtiments fonctionnels**

(Mém. A – 173 du 1^{er} octobre 2010, p. 2849; doc. parl. 6028)

Modifié par

Règlement grand-ducal du 5 mai 2012

(Mém. A – 96 du 11 mai 2012, p. 1095; doc. parl. 6312)

Règlement grand-ducal du 26 mai 2014

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

Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016

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

Les modifications apportées par le présent avant-projet de règlement grand-ducal en souligné ou en ~~barré~~.

Chapitre I - Champ d'application, définitions et dérogations

Section I - Champ d'application

Art. 1^{er}. Dans le but de promouvoir l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments fonctionnels, le présent règlement fixe:

- a) la méthode pour le calcul de performance énergétique des bâtiments fonctionnels;
- b) les exigences en matière de performance énergétique pour les bâtiments fonctionnels neufs respectivement pour les bâtiments qui font l'objet de travaux d'extension, de modification ou de transformation substantielle et qui, après travaux, sont des bâtiments fonctionnels;
- c) la certification de la performance énergétique des bâtiments fonctionnels.

Art. 2. Le présent règlement ne s'applique pas:

- a) aux ateliers et bâtiments agricoles qui présentent une faible demande d'énergie. Un bâtiment présente une faible demande d'énergie si son utilisation exige un chauffage qui ne dépasse pas 12 degrés Celsius et n'exige pas de climatisation;
- b) aux bâtiments dont la destination exige une ouverture large et permanente vers l'extérieur;
- c) aux bâtiments dans lesquels l'énergie est utilisée exclusivement dans les procédés de production;

- d) aux bâtiments érigés à titre provisoire dont l'utilisation prévisible ne dépasse pas deux années;
- e) aux bâtiments servant de lieux de culte et destinés à l'exécution de pratiques religieuses;
- f) aux bâtiments indépendants dont la surface de référence énergétique A_n est inférieure à cinquante mètres carrés.

Section II - Définitions

Art. 3. Aux fins du présent règlement on entend par:

(1) «bâtiment»: une construction dotée d'un toit et de murs dans laquelle de l'énergie est utilisée pour réguler le climat intérieur; ce terme peut désigner un bâtiment dans son ensemble ou des parties de bâtiment qui ont été conçues ou modifiées pour être utilisées séparément;

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(1bis) «bâtiment fonctionnel dont la consommation d'énergie est quasi nulle»: un bâtiment fonctionnel qui a des performances énergétiques très élevées et respecte les exigences minimales définies au chapitre 1 de l'annexe et les exigences définies au chapitre 2 de l'annexe. La quantité quasi nulle ou très basse d'énergie requise est couverte dans une très large mesure par de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, notamment l'énergie produite à partir de sources renouvelables sur place ou à proximité.»

(2) «bâtiment fonctionnel»: bâtiment pris dans son ensemble dans lequel moins de 90% de la surface est destinée à des fins d'habitation. La surface du bâtiment est calculée:

- sur base de la surface de référence énergétique A_n pour les bâtiments qui ne sont pas soumis au statut de la copropriété ou qui sont soumis au statut de la copropriété, mais encore sans état descriptif de division en conformité avec le règlement grand-ducal du 22 juin 1988 concernant la publicité en matière de copropriété. Dans le deuxième cas, il est fait abstraction des parties communes. Les parties privatives à prendre en considération et la destination des parties privatives à des fins d'habitation, respectivement à des fins autres que l'habitation, sont arrêtées et publiées par le ministre;
- sur base de la surface utile des différents lots privatifs pour les bâtiments soumis au statut de la copropriété et disposant d'un état descriptif de division en conformité avec le règlement grand-ducal du 22 juin 1988 concernant la publicité en matière de copropriété. Les lots privatifs à prendre en considération et la destination des natures de ces lots privatifs à des fins d'habitation, respectivement à des fins autres que l'habitation, sont arrêtés et publiés par le ministre;

(3) «bâtiment fonctionnel neuf»: tout bâtiment fonctionnel à construire dont l'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire est demandée après le 1^{er} janvier 2011;

(4) «besoin énergétique calculé»: le besoin annuel calculé en énergie;

(5) «calcul de performance énergétique»: définition visée au chapitre 4 de l'annexe du présent règlement intégrant tous les calculs pour déterminer la performance énergétique;

(6) «certificat de performance énergétique»: attestation de la performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel déterminée suivant les dispositions du chapitre III du présent règlement et des chapitres 5.1 et 5.2 de l'annexe du présent règlement;

(7) «consommation énergétique mesurée»: le besoin annuel mesuré en énergie;

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(7bis) «énergie primaire»: une énergie provenant de sources renouvelables ou non renouvelables qui n'a subi aucun processus de conversion ni de transformation;»

(8) «extension d'un bâtiment fonctionnel»: les travaux de rénovation, d'assainissement ou de transformation d'un bâtiment qui modifient la surface de référence énergétique A_n et pour lesquels une ~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire est requise à condition que le bâtiment après extension soit un bâtiment fonctionnel;

(9) «ministre»: le ministre ayant l'énergie dans ses attributions;

(10) «modification d'un bâtiment fonctionnel»: les travaux de rénovation, d'assainissement et de transformation d'un bâtiment qui affectent le comportement énergétique qui ne modifient pas la surface de référence énergétique A_n et pour lesquels une ~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire est requise à condition que le bâtiment après modification soit un bâtiment fonctionnel;

(11) «performance énergétique»: la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée pour répondre aux différents besoins liés à une utilisation standardisée d'un bâtiment fonctionnel et incluant l'énergie consommée ou estimée pour le chauffage, l'eau chaude, la climatisation, l'éclairage, la ventilation et l'énergie pour les installations périphériques, mais excluant l'énergie utilisée dans les procédés de production;

(12) «surface de l'enveloppe A»: définition visée au chapitre 6.3 de l'annexe du présent règlement;

(13) «surface de référence énergétique A_n »: définition visée au chapitre 6.2 de l'annexe du présent règlement;

(14) «transformation substantielle d'un bâtiment fonctionnel»: les travaux de rénovation, d'assainissement et de transformation d'un bâtiment qui affectent le comportement énergétique du bâtiment et qui ne sont pas soumis à une ~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire à condition que le bâtiment après transformation substantielle soit un bâtiment fonctionnel;

(15) «volume conditionné brut V_e »: définition visée au chapitre 6.4 de l'annexe du présent règlement.

Chapitre II - Bâtiments fonctionnels neufs, modifications, extensions et transformations substantielles de bâtiments fonctionnels

Section I - Généralités

Art. 4. (1) Toute demande d'~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire pour un bâtiment fonctionnel neuf, respectivement pour une extension ou une modification d'un bâtiment fonctionnel doit être accompagnée d'un calcul de performance énergétique et d'un certificat de performance énergétique qui doivent respecter les dispositions du présent règlement grand-ducal, tels que ceux-ci sont définis aux points (5), (6) et (11) de l'article 3 ci-dessus. Sur demande, les éléments du calcul de performance énergétique visés aux chapitres 4 et 6 de l'annexe doivent être délivrés sous format électronique à l'~~autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir~~au bourgmestre.

(2) Le ministre peut décider que le calcul de performance énergétique ou le certificat de performance énergétique mentionnés au paragraphe (1) sont à remettre à l'~~autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir~~au bourgmestre sous une forme simplifiée, arrêtée et mise à disposition par le ministre.

(3) L'étude de faisabilité visée à l'article 6 doit être obligatoirement jointe à la demande d'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire.

(4) Une ~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire pour un bâtiment fonctionnel neuf, une extension ou une modification d'un bâtiment fonctionnel ne peut être accordée que si les dispositions du présent règlement grand-ducal sont respectées.

(5) Les documents joints à la demande d'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire et concernant le calcul de performance énergétique visé au paragraphe (1) doivent contenir tous les éléments énumérés aux chapitres 4 et 5.1 respectivement 5.2 de l'annexe.

(6) La disposition ainsi que l'aspect visuel des documents pour le calcul de performance énergétique et le certificat de performance énergétique sont déterminés suivant les chapitres 4, 5.1 et 5.2 de l'annexe du présent règlement et mis à disposition par le ministre.

(7) Le ministre peut déterminer les démarches et procédures à suivre par les personnes visées au paragraphe (9) pour l'établissement des calculs et des certificats de performance énergétique.

(8) Les personnes visées au paragraphe (9) doivent munir tout calcul de performance énergétique et tout certificat de performance énergétique visé au paragraphe (1) de leur nom, de leur adresse, de leur titre professionnel, de la date d'émission et de leur signature.

~~(9) En ce qui concerne les certificats de performance énergétique établis sur base du besoin énergétique calculé, les documents visés au paragraphe (1) sont à établir par des architectes et des ingénieurs conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur conseil. En ce qui concerne les certificats de performance énergétique établis sur base de la consommation énergétique mesurée, les documents visés au paragraphe (1) sont à établir par des architectes et des ingénieurs conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur conseil respectivement par des personnes agréées en vertu du règlement grand-ducal du 10 février 1999 relatif à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de contrôle dans le domaine de l'énergie.~~ (9) Les documents visés au paragraphe (1) sont à établir par des architectes et des ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil respectivement par des personnes agréées en vertu du règlement grand-ducal modifié du 10 février 1999 relatif à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de contrôle dans le domaine de l'énergie, à l'exception des documents pour les bâtiments fonctionnels neufs et dotés d'un système de climatisation actif qui sont à établir par les ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil. (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «L'étude de faisabilité visée à l'article 6 est à établir par des architectes respectivement par des ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil respectivement par des personnes agréées en vertu du règlement grand-ducal modifié du 10 février 1999 relatif à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de contrôle dans le domaine de l'énergie, à l'exception de l'étude de faisabilité pour les bâtiments fonctionnels neufs dotés d'un système de climatisation actif qui est à établir par les ingénieurs-conseils dont la profession est définie par la loi du 13 décembre 1989 portant organisation des professions d'architecte et d'ingénieur-conseil.»

(10) Les personnes visées au paragraphe (9) sont encouragées à suivre une formation spécifique organisée par le ministre. Cette formation porte notamment sur la méthode de calcul de

performance énergétique de bâtiments fonctionnels, l'établissement du certificat de performance énergétique ainsi que sur les logiciels spécifiques relatifs à l'établissement des documents prémentionnés.

(11) Les personnes visées au paragraphe (9) ayant suivi avec succès cette formation spécifique organisée par le ministre sont inscrites sur une liste tenue à jour par le ministre. Une copie de cette liste peut être demandée auprès du ministre. Le ministre encourage les personnes visées au paragraphe (9) à la participation périodique à des cours de formation complémentaires ou de recyclage.

~~(12) Si postérieurement à l'autorisation de bâtir accordée, des adaptations qui n'engendrent pas de modification de l'autorisation de bâtir mais qui ont un impact sur la performance énergétique sont effectuées au cours de la réalisation du bâtiment, un nouveau calcul de performance énergétique et un nouveau certificat de performance énergétique doivent être établis et remis à titre informationnel au plus tard à l'autorité compétente en matière d'autorisations de bâtir endéans le plus court des délais suivants:~~

(12) Un nouveau calcul de la performance énergétique et un nouveau certificat de performance énergétique qui reflètent le bâtiment fonctionnel comme il a été construit réellement doivent être établis et remis à titre informationnel au bourgmestre endéans le délai le plus court des délais suivants:

- le délai de deux mois à partir de la réception définitive du bâtiment respectivement des travaux concernés;
- le délai de deux mois à partir du début de l'utilisation du bâtiment respectivement des parties concernées.

(13) Le nouveau calcul de performance énergétique et le nouveau certificat de performance énergétique à établir conformément au paragraphe précédent doivent respecter les exigences prévues au présent règlement et à son annexe.

(14) Sur demande les personnes visées au paragraphe (9) doivent remettre au propriétaire respectivement au syndicat des copropriétaires le calcul de performance énergétique ainsi que les éléments du calcul de performance énergétique sous format électronique.

Section II - Bâtiments fonctionnels neufs

Art. 5. (1) Les bâtiments fonctionnels neufs doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1 de l'annexe et les exigences définies au chapitre 2 de l'annexe.

(2) Le calcul de performance énergétique est à réaliser conformément au chapitre 6 de l'annexe.

(3) Le certificat de performance énergétique doit être établi conformément au chapitre III du présent règlement.

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(4) Tous les bâtiments fonctionnels neufs construits à partir du 1^{er} janvier 2019 devront être à consommation d'énergie quasi-nulle. Les étapes intermédiaires vers le bâtiment fonctionnel dont la consommation d'énergie est quasi nulle peuvent être fixées à l'annexe.»

Art. 6. Le propriétaire de tout bâtiment fonctionnel neuf «(...)» *(supprimé par le Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)* fait établir une étude de faisabilité couvrant des aspects techniques, environnementaux et économiques. Cette étude englobe:

- a) les systèmes d’approvisionnement en énergie décentralisés faisant appel aux énergies renouvelables;
- b) la production combinée de chaleur et d’électricité;
- c) les systèmes de chauffage ou de refroidissement urbains ou collectifs, s’ils existent;
- d) les pompes à chaleur;
- e) tout autre système d’approvisionnement basé sur les énergies renouvelables ou répondant à des critères d’utilisation rationnelle de l’énergie.

Section III - Extensions de bâtiments fonctionnels

Art. 7. (1) Les extensions de bâtiments fonctionnels doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1 de l’annexe, à l’exception des exigences définies aux chapitres 1.10 et 1.11. En ce qui concerne les installations techniques, ces exigences ne s’appliquent que pour les éléments nouvellement installés.

(2) Les extensions de bâtiments fonctionnels doivent respecter, complémentirement aux exigences minimales visées au paragraphe (1), les exigences définies au chapitre 2 de l’annexe, à condition que le volume conditionné brut V_e de l’extension soit supérieur à 25% du volume conditionné brut V_e total avant extension. Si des installations techniques existantes du bâtiment existant sont utilisées pour approvisionner en énergie l’extension du bâtiment, les installations techniques de référence concernées et visées au chapitre 2.4 de l’annexe peuvent être utilisées pour le calcul du besoin énergétique calculé visé au chapitre 6 de l’annexe. Au cas où les installations techniques existantes concernées présentent un standard énergétique supérieur comparé avec les installations techniques de référence, la méthode de calcul visée au chapitre 6 peut être utilisée. Une justification écrite doit alors être jointe aux documents visés à l’article 4, paragraphe (1).

(3) Le calcul de performance énergétique de l’extension est à réaliser conformément au chapitre 6 de l’annexe.

(4) Le certificat de performance énergétique doit être établi pour le bâtiment avant extension conformément au chapitre III du présent règlement.

Section IV - Modifications de bâtiments fonctionnels

Art. 8. (1) Les modifications de bâtiments fonctionnels doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1 de l’annexe pour les parties modifiées, à l’exception des exigences définies aux chapitres 1.10 et 1.11. En ce qui concerne les installations techniques, ces exigences ne s’appliquent que pour les parties nouvellement installées si l’intégration fonctionnelle dans les installations existantes est possible.

(2) Le certificat de performance énergétique doit être établi pour le bâtiment avant modification conformément au chapitre III du présent règlement.

(3) L’établissement du certificat de performance énergétique prévu au paragraphe précédent n’est pas obligatoire lorsque les travaux concernent

- moins de 10% de la surface des éléments de même fonctionnalité de la surface de l’enveloppe A, ou

- les installations techniques si le coût de ces travaux est inférieur à 3.000 euros sur base d'un devis estimatif.

Section V - Transformations substantielles de bâtiments fonctionnels

Art. 9. (1) Les transformations substantielles de bâtiments fonctionnels doivent respecter les exigences minimales définies au chapitre 1 de l'annexe pour les parties transformées, à l'exception des exigences définies aux chapitres 1.10 et 1.11. En ce qui concerne les installations techniques, ces exigences ne s'appliquent que pour les parties nouvellement installées si l'intégration fonctionnelle dans les installations existantes est possible.

(2) Le certificat de performance énergétique doit être établi pour le bâtiment avant transformation substantielle conformément au chapitre III du présent règlement.

(3) L'établissement du certificat de performance énergétique prévu au paragraphe précédent n'est pas obligatoire lorsque les travaux concernent

- moins de 10% de la surface des éléments de même fonctionnalité de la surface de l'enveloppe A, ou
- les installations techniques si le coût de ces travaux est inférieur à 3.000 euros sur base d'un devis estimatif.

Section VI - Dérogations

Art. 10. (1) ~~L'autorité compétente en matière d'autorisation de bâtir~~ Le bourgmestre peut accorder sur demande motivée et sur base d'une documentation complète à introduire avec la demande d'~~autorisation de bâtir~~ autorisation de construire, des dérogations au niveau du respect des exigences visées aux chapitres 1 et 2 de l'annexe:

- dans les cas où les travaux entrepris changent le caractère ou l'apparence des bâtiments fonctionnels de façon à mettre en cause leur statut de
 - bâtiment ou monument dont la conservation présente un intérêt public et qui sont officiellement protégés en totalité ou en partie en vertu de la loi du 18 juillet 1983 concernant la conservation et la protection des sites et monuments nationaux, ou
 - ~~bâtiment ou monument dont la conservation présente un intérêt public et qui sont soit classés conformément à l'article 42 du règlement grand ducal du 25 octobre 2004 concernant le contenu du plan d'aménagement général d'une commune, soit classés conformément à l'article 55 de loi modifiée du 12 juin 1937 concernant l'aménagement des villes et autres agglomérations importantes~~ bâtiments ou monuments dont la conservation présente un intérêt public et qui sont classés conformément à l'article 32 du règlement grand-ducal du 8 mars 2017 concernant le contenu du plan d'aménagement général d'une commune;
- dans les cas où les travaux entrepris mènent à une violation d'une autre disposition légale ou réglementaire dans le domaine de la bâtisse;
- dans les cas d'impossibilité technique;
- dans les cas de rigueur excessive. Il s'agit des cas où les coûts engendrés par les travaux pour le respect des exigences en matière de performance énergétique ne sont pas rentables

d'un point de vue économique. Dans ce cas les exigences doivent être adaptées à un niveau de rentabilité économiquement défendable. La rigueur excessive doit être contrôlée et certifiée par une des personnes visées à l'article 4, paragraphe (9), différente de celle qui a introduit la demande d'~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire. Le ministre peut déterminer la méthode et les paramètres du calcul de rentabilité et du niveau de rentabilité économiquement défendable.

(2) Dans les cas visés aux points a) à d) du paragraphe (1), les exigences visées aux chapitres 1 et 2 de l'annexe ne doivent pas être respectées pour les transformations substantielles de bâtiments fonctionnels.

Chapitre III - Certificat de performance énergétique

Section I - Généralités

Art. 11.(1) La performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel est documentée par le certificat de performance énergétique.

(2) L'établissement d'un certificat de performance énergétique sur base du besoin énergétique calculé conformément au chapitre 5.1 de l'annexe est demandé lors de la construction d'un bâtiment fonctionnel neuf soumis à une demande d'~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire.

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(3) L'établissement d'un certificat de performance énergétique sur base de la consommation énergétique mesurée conformément au chapitre 5.2 de l'annexe est demandé:

- a) lors de l'extension d'un bâtiment fonctionnel;
- b) lors de la modification d'un bâtiment fonctionnel;
- c) lors de la transformation substantielle d'un bâtiment fonctionnel;
- d) lors d'un changement de propriétaire suite à une vente d'un bâtiment fonctionnel existant ou d'une partie d'un bâtiment fonctionnel existant, si le bâtiment en question ne dispose pas déjà d'un certificat de performance énergétique valide;
- e) lors d'un changement de locataire d'un bâtiment fonctionnel existant ou d'une partie d'un bâtiment fonctionnel existant, si le bâtiment en question ne dispose pas déjà d'un certificat de performance énergétique valide;
- f) lorsqu'il s'agit d'un bâtiment fonctionnel dont une surface de référence énergétique An supérieure à 500 mètres carrés est occupée par une autorité publique et fréquemment visitée par le public, si le bâtiment en question ne dispose pas déjà d'un certificat de performance énergétique valide. Le 9 juillet 2015, le seuil de 500 mètres carrés est abaissé à 250 mètres carrés.»

(4) Le certificat de performance énergétique doit être commandé auprès d'une personne définie à l'article 4, paragraphe (9):

- g) dans le cas de la construction d'un bâtiment fonctionnel neuf, par le promoteur du projet, et à défaut, par le futur propriétaire respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment fonctionnel;
- h) dans le cas d'une extension, d'une modification ou d'une transformation substantielle d'un bâtiment fonctionnel par le propriétaire respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment fonctionnel;

- i) dans le cas d'un changement de propriétaire: par l'ancien propriétaire respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment fonctionnel;
- j) dans le cas d'un changement de locataire: par le propriétaire respectivement le syndicat des copropriétaires du bâtiment fonctionnel.

(5) Les frais pour l'établissement du certificat de performance énergétique sont à supporter par la personne responsable pour initier l'établissement de celui-ci.

(6) Au cas où des bâtiments fonctionnels forment un ensemble de plusieurs entités mais que ces bâtiments constituent des constructions séparées, le certificat de performance énergétique doit être établi séparément pour chaque bâtiment.

(7) Pour les bâtiments fonctionnels, à l'exception des bâtiments fonctionnels neufs, le certificat de performance énergétique contient des conseils sur les possibilités d'amélioration de la performance énergétique du bâtiment fonctionnel concerné conformément au chapitre 5.2.5 de l'annexe.

(8) Au cas où les équipements de comptage existants ne permettent pas des mesurages précis des consommations individuelles d'un complexe de bâtiments, une répartition proportionnelle des consommations totales sur les différents bâtiments doit être effectuée. Dans ce cas, de nouveaux équipements de comptage individuels doivent être installés au plus tard un an après le premier établissement du certificat de performance énergétique.

(9) Le certificat de performance énergétique doit être établi en original en autant d'exemplaires qu'il y a de propriétaires dans le bâtiment fonctionnel certifié. Chaque propriétaire doit être en possession d'un original du certificat de performance énergétique.

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(10) Le certificat de performance énergétique sur base du besoin énergétique calculé doit être complété, quatre ans après son établissement, par un certificat de performance énergétique sur base de la consommation énergétique mesurée établi par une personne définie à l'article 4, paragraphe 9.

Le certificat de performance énergétique sur base de la consommation énergétique mesurée doit être complété, au plus tard quatre années après son établissement, par une personne définie à l'article 4, paragraphe 9, avec les données de la consommation énergétique mesurée du bâtiment fonctionnel pour les trois années révolues.

Le complément, respectivement la mise à jour du certificat de performance énergétique n'influencent ni sa date d'établissement, ni sa durée de validité.»

(11) Au cas où un bâtiment fonctionnel contient des parties de bâtiment qui ont été conçues ou modifiées pour être utilisées séparément, le certificat de performance énergétique doit être établi pour le bâtiment fonctionnel pris dans son ensemble.

(12) Sur demande du syndicat des copropriétaires, les gestionnaires de réseaux de distribution d'électricité et de gaz naturel communiquent les données de consommation pertinentes dont ils disposent pour l'ensemble des points de comptage du bâtiment fonctionnel concerné. Dans ce cas, les gestionnaires de réseau peuvent demander le remboursement des frais réels occasionnés.

Section II - Les surfaces destinées à des fins d'habitation

Art. 12.(1) Au cas où dans un bâtiment fonctionnel pris dans son ensemble une partie du bâtiment est destinée à des fins d'habitation un certificat de performance énergétique additionnel doit être établi pour les surfaces concernées conformément au tableau 20 de l'annexe au règlement grand-

ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation. Les dispositions prévues au règlement prémentionné s'appliquent pour l'établissement de ce certificat de performance énergétique. Par dérogation à l'article 9, paragraphe (13) du règlement prémentionné, ce certificat est établi sur base des seules surfaces destinées à des fins d'habitation et est remis aux propriétaires concernés.

(2) L'établissement du certificat de performance énergétique additionnel prévu au paragraphe (1) est déclenché lors de la construction d'un bâtiment fonctionnel neuf et (*Règlement grand-ducal du 26 mai 2014*) «dans les cas visés à l'article 11, paragraphe 3, points a) à f)». Le caractère déterminant des différents certificats de performance énergétique en fonction des surfaces concernées est réglé comme suit:

- Pour la partie du bâtiment fonctionnel qui est destinée à des fins d'habitation seul le certificat de performance énergétique prévu au paragraphe (1) est déterminant notamment en ce qui concerne les cas visés à l'article 14, paragraphes (2) et (3).
- Pour la partie du bâtiment fonctionnel qui est destinée à des fins autres que l'habitation seul le certificat de performance énergétique prévu à l'article 11, paragraphes (2) et (3) est déterminant notamment en ce qui concerne les cas visés à l'article 14, paragraphes (2) et (3).
- En matière d'~~autorisation de bâtir~~autorisation de construire ou d'établissements classés seul le certificat de performance énergétique établi conformément à l'article 11, paragraphes (2) et (3) est déterminant.

Section III - Classification et références

Art. 13.(1) Les bâtiments fonctionnels pour lesquels un certificat de performance énergétique a été établi sur base du besoin énergétique calculé doivent être classés, sur le certificat de performance énergétique, en différentes catégories conformément au chapitre 3.1 de l'annexe du présent règlement.

(2) Les bâtiments fonctionnels pour lesquels un certificat de performance énergétique a été établi sur base de la consommation énergétique mesurée doivent indiquer, sur le certificat de performance énergétique, une comparaison avec des valeurs de référence conformément au chapitre 3.3 de l'annexe du présent règlement.

Section IV - Communication et affichage

Art. 14.(1) Un acheteur ou locataire intéressé qui a déclaré son intérêt à l'acquisition ou à la location d'un bâtiment fonctionnel, après qu'un propriétaire a déclaré son intention de vente ou de location du bâtiment concerné, doit pouvoir consulter le certificat de performance énergétique du bâtiment concerné.

(2) Au moment où un changement de propriétaire devient effectif, le propriétaire détenteur du certificat de performance énergétique est obligé de communiquer l'original de celui-ci au nouveau propriétaire.

(3) Au moment où un changement de locataire devient effectif, le propriétaire détenteur du certificat de performance énergétique est obligé de communiquer une copie certifiée conforme de celui-ci au nouveau locataire.

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(4) Les certificats de performance énergétiques établis

a) conformément à l'article 11, paragraphe 3, point f), ou

b) conformément à l'article 11, paragraphe 2 ou 3, points a) à e) lorsqu'il s'agit d'un bâtiment fonctionnel dans lequel une surface de référence énergétique An supérieure à 500 mètres carrés est fréquemment visitée par le public,

doivent être affichés à un emplacement et d'une manière clairement visibles pour le public. Le ministre peut préciser les modalités de l'affichage du certificat de performance énergétique.»

(Règlement grand-ducal du 5 mai 2012)

«(5) Conformément à l'article 12 du présent règlement et pour une partie d'un bâtiment fonctionnel destinée à des fins d'habitation qui est proposée à la vente ou à la location, la classe de performance énergétique du bâtiment en fonction de l'indice de dépense d'énergie primaire et la classe d'isolation thermique du bâtiment en fonction de l'indice de dépense d'énergie chauffage, établis conformément au chapitre 4.2 de l'annexe du règlement modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation, figurent dans les publicités paraissant dans les médias commerciaux. Le présent paragraphe devient obligatoire à partir du 1^{er} juillet 2012.»

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«(6) Pour un bâtiment fonctionnel ou une partie d'un bâtiment fonctionnel destinée à d'autres fins que d'habitation proposé à la vente ou à la location, les indicateurs de performance énergétique suivants figurent dans les publicités paraissant dans les médias commerciaux:

- la classe de performance énergétique en fonction du besoin total en énergie primaire et la classe de performance énergétique en fonction du besoin en chaleur de chauffage conformément au chapitre 3.1 de l'annexe, pour les bâtiments fonctionnels respectivement les parties de bâtiment destinées à d'autres fins que d'habitation dans un bâtiment fonctionnel disposant d'un certificat de performance énergétique sur base du besoin énergétique calculé valide.
- l'indice de consommation chaleur et l'indice de consommation électricité conformément au chapitre 3.3 de l'annexe, pour les bâtiments fonctionnels respectivement les parties de bâtiment destinées à d'autres fins que d'habitation dans un bâtiment fonctionnel disposant d'un certificat de performance énergétique sur base de la consommation énergétique mesurée valide.

Dans les cas où un certificat de performance énergétique sur base du besoin énergétique calculé a été complété quatre ans après son établissement par un certificat de performance énergétique sur base de la consommation énergétique mesurée, seul les indicateurs du certificat de performance énergétique sur base du besoin énergétique calculé sont publiés.»

Section V - Validité du certificat de performance énergétique

Art. 15.(1) Un certificat de performance énergétique a une validité de dix ans à partir de la date de son établissement.

(2) Le certificat de performance énergétique doit être muni de la date de son établissement ainsi que de la date de son expiration.

Chapitre IV - Contrôle

Art. 16. Dans le cadre des tâches définies par le présent règlement grand-ducal, le ministre peut tenir un registre des calculs de performance énergétique et des certificats de performance énergétique délivrés par les personnes définies à l'article 4, paragraphe (9). Le ministre définit les éléments d'information qui doivent figurer dans ce registre. Les personnes définies à l'article 4, paragraphe (9) doivent assurer un archivage d'au moins dix ans des données relatives au calcul et au certificat de performance énergétique pour un bâtiment fonctionnel donné.

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

«**Art. 16bis.** (1) Le ministre sélectionne de manière aléatoire au moins un pourcentage statistiquement significatif de tous les certificats de performance énergétique établis au cours d'une année donnée et soumet lesdits certificats à une vérification.

(2) La vérification se fonde sur les mesures énoncées ci-après ou sur des mesures équivalentes:

- a) vérification de la validité des données d'entrées du bâtiment employées pour établir le certificat de performance énergétique et des résultats figurant dans le certificat;
- b) vérification des données d'entrées employées pour établir le certificat de performance énergétique et de ses résultats, y compris les recommandations émises;
- c) vérification complète des données d'entrées du bâtiment employées pour établir le certificat de performance énergétique, vérification complète des résultats figurant dans le certificat, y compris les recommandations émises, et examen sur place du bâtiment, si possible, afin de vérifier la concordance entre les informations fournies dans le certificat de performance énergétique et le bâtiment certifié.»

Art. 17. Le ministre peut demander ~~aux autorités compétentes pour la délivrance d'autorisations de bâtir au bourgmestre~~ et aux personnes définies à l'article 4, paragraphe (9) toutes informations et données qui sont nécessaires pour assurer le suivi de la mise en œuvre des dispositions du présent règlement grand-ducal ainsi que pour la tenue du registre visé à l'article 16. Les ~~autorités bourgmestres~~ et personnes concernées doivent faire parvenir au ministre ces informations au plus tard un mois après la demande écrite. Sur demande du ministre, ces informations sont à fournir sous format électronique.

Chapitre V - Les établissements classés

Art. 18. (1) En ce qui concerne les autorisations à délivrer par l'autorité compétente dans le cadre de la législation relative aux établissements classés, les exigences en matière de performance énergétique telles que définies par le présent règlement constituent les meilleures techniques disponibles en matière d'environnement pour le domaine de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables pour les bâtiments fonctionnels neufs, les modifications, extensions et transformations substantielles de bâtiments fonctionnels et leurs installations techniques à l'exception des installations techniques alimentant des procédés de production. L'autorité

compétente en matière d'autorisations d'établissements classés peut fixer d'autres conditions d'exploitation du bâtiment fonctionnel au cas où le présent règlement ne prévoit pas d'exigences.

(2) Dans les cas visés au paragraphe (1), le calcul et le certificat de performance énergétique sont à joindre à la demande d'autorisation de l'établissement classé. Sur demande, les éléments du calcul de performance énergétique visés aux chapitres 4 et 6 de l'annexe doivent être délivrés sous format électronique à l'autorité compétente.

Chapitre VI - Dispositions modificatives

Art. 19.(...)

Art. 20. (...)

Art. 21. (...)

Chapitre VII - Dispositions abrogatoires

Art. 22. (...)

Chapitre VIII - Dispositions transitoires

Art. 23. Pour les bâtiments fonctionnels dans lesquels une partie du bâtiment est destinée à des fins d'habitation, les certificats de performance énergétique qui ont été établis jusqu'à l'entrée en vigueur du présent règlement conformément au règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation sur base du bâtiment pris dans son ensemble ou sur base des surfaces concernées restent valables.

Chapitre IX - Dispositions finales

Art. 24. Les infractions à l'article 4, paragraphes (1), (3), (9) et (12) à (14), aux articles 5 et 7, à l'article 8, paragraphes (1) et (2), à l'article 9, paragraphes (1) et (2), à l'article 11, paragraphes (2) à (5), à l'article 12, à l'article 14, paragraphes (1) à (3) et à l'article 16, dernière phrase, sont punies des peines prévues à l'article 20 de la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie.

Art. 25. La référence au présent règlement peut se faire sous une forme abrégée en recourant à l'intitulé suivant:

« règlement grand-ducal du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels ».

Art. 26.Le présent règlement grand-ducal entre en vigueur le 1er janvier 2011 à l'exception des articles 20 et 21 qui entrent en vigueur trois jours francs après leur publication au Mémorial et de l'article 11, paragraphe (3), points c), d) et e) pour lesquels l'établissement du certificat de performance énergétique devient obligatoire le premier jour qui suit le huitième mois de leur publication au Mémorial.

Art. 27.Notre Ministre de l'Economie et du Commerce extérieur, Notre Ministre du Logement, Notre Ministre du Développement durable et des Infrastructures, Notre Ministre de l'Intérieur et à la Grande Région et Notre Ministre de la Justice sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent règlement qui sera publié au Mémorial.

*Le Ministre de l'Economie
du Commerce extérieur,*
Jeannot Krecké

Le Ministre du Logement,
Marco Schank

*Le Ministre du Développement durable
et des Infrastructures,*
Claude Wiseler

*Le Ministre de l'Intérieur et
à la Grande Région,*
Jean-Marie Halsdorf

Le Ministre de la Justice,
François Biltgen

ANNEXE

Règlement grand-ducal concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels

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

Modifié par

Règlement grand-ducal du 26 mai 2014

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

Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015

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

Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016

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

Les modifications apportées par le présent avant-projet de règlement grand-ducal en souligné ou en ~~barré~~.

Sommaire

0	Définitions et symboles	6
0.1	Symboles et unités.....	9
0.2	Signification des indices.....	14
1	Exigences minimales applicables aux bâtiments fonctionnels	15
1.1	Isolation thermique d'hiver	15
1.2	Protection thermique d'été	18
1.2.1	Détermination de la transmittance solaire	19
1.2.2	Exigence minimale relative à la transmittance solaire	20
1.2.3	«(...)» (<i>supprimé par le Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016</i>).....	21
1.2.4	Facteur de transmission énergétique totale, g_{tot}	21
1.2.5	Détermination du type de construction et de la capacité d'accumulation thermique effective, C_{wirk} 23	23
1.2.6	Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local, $f_{a/h}$	24
1.3	Étanchéité à l'air du bâtiment.....	25
1.4	Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques.....	26
1.5	Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur/froid et gaines de ventilation.....	27
1.6	Réservoir de chaleur, de froid et d'eau chaude sanitaire.....	28
1.7	Centrales de traitement d'air	28
1.8	Systèmes de réglage	30
1.9	Dispositifs de mesure.....	31
2	Exigences applicables aux bâtiments fonctionnels	31
2.1	Bilan énergétique.....	32
2.2	Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire	34
2.3	Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage	34
2.4	Bâtiment de référence.....	34
2.5	Affectation aux catégories de bâtiments.....	39
3	Répartition en classes de performance énergétique.....	40
3.1	Classification sur la base du besoin énergétique calculé.....	40
3.2	Classification sur la base du besoin pondéré en énergie finale	41
3.3	Classification sur base de la consommation énergétique mesurée	42
4	Contenu du calcul de performance énergétique	43
4.1	Informations générales	43
4.2	Indications concernant le bâtiment.....	43

4.3	Respect des exigences relatives à la valeur spécifique du besoin en énergie primaire et à la valeur spécifique du besoin en chaleur de chauffage	43
4.4	Respect des exigences minimales	44
4.4.1	Isolation thermique d'hiver	44
4.4.2	Protection thermique d'été	44
4.4.3	Étanchéité à l'air du bâtiment.....	44
4.4.4	Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques.....	44
4.4.5	Conduites d'eau chaude sanitaire, de distribution de chaleur et de froid et gaines de ventilation.....	44
4.4.6	Accumulation de chaleur.....	44
4.4.7	Centrales de traitement d'air	44
4.4.8	Systèmes de réglage	44
4.5	Documentation du calcul.....	45
5	Contenu du certificat de performance énergétique	46
5.1	Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base du besoin énergétique calculé	46
5.1.1	Informations requises sur chaque page.....	46
5.1.2	Informations générales	46
5.1.3	Indications concernant le bâtiment	46
5.2	Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base de la consommation énergétique mesurée	47
5.2.1	Informations requises sur chaque page.....	47
5.2.2	Informations générales	47
5.2.3	Indications concernant le bâtiment	47
5.2.4	Évaluation de la performance et valeurs spécifiques énergétiques	47
5.2.5	Recommandations de modernisation visant une amélioration de la performance énergétique.....	48
6	Calculs du besoin en énergie primaire des bâtiments fonctionnels.....	50
6.1	Définitions des données importantes concernant le bâtiment.....	50
6.1.1	Surface de plancher	51
6.1.2	Surface de construction	51
6.1.3	Surface de plancher nette	51
6.1.4	Surface utile	51
6.1.5	Surface utile principale.....	51
6.1.6	Surface utile secondaire	51
6.1.7	Surface de circulation	52
6.1.8	Surface d'installations	52
6.2	Surface de référence énergétique A_n , en m^2	52
6.3	Surface de l'enveloppe thermique A en m^2	52
6.4	Volume conditionné brut V_e en m^3	52
6.5	Volume thermiquement conditionné net V_n , en m^3	52
6.6	Rapport A/V_e en $1/m$	52
6.7	Climat de référence.....	52
6.8	Profils d'utilisation	52
6.9	Directives relatives au zonage	53

6.10	Énergie de chauffage.....	53
6.11	Eau chaude sanitaire	54
6.12	Humidification par la vapeur.....	54
6.13	Froid	55
6.14	Éclairage.....	55
6.15	Ventilation	56
6.16	Énergie auxiliaire	56
6.17	Autres	57
6.17.1	Évaluation du système de protection solaire mobile.....	57
6.17.2	Ponts thermiques	58
6.17.3	Constructions jumelées et mitoyennes	58
6.17.4	Autres conditions générales.....	58
6.18	Méthodes de calcul simplifiées pour le corps du bâtiment.....	59
6.18.1	Affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment.....	59
6.18.2	Détermination simplifiée de l'éclairage à la lumière naturelle.....	63
6.18.3	Coefficients de correction de la température F_x dans le cas du chauffage et du refroidissement.....	65
6.18.4	Représentation simplifiée de l'ombrage.....	73
6.18.5	Autres méthodes simplifiées pour le corps du bâtiment	73
6.19	Méthodes de calcul simplifiées des installations techniques	74
6.19.1	Chauffage - Accumulation.....	74
6.19.2	Chauffage - Distribution	74
6.19.3	Distribution d'eau chaude sanitaire.....	76
6.19.4	Énergie auxiliaire, distribution d'eau de refroidissement et d'eau froide	76
6.20	Modèle à zone unique.....	78
6.20.1	Conditions générales spéciales et mesures pour le modèle zone unique	80
6.21	Calcul de la valeur spécifique d'émissions totales de CO_2	80

7	Détermination des valeurs spécifiques de consommation chaleur et électricité de bâtiments fonctionnels existants	82
7.1	Détermination des valeurs spécifiques de référence chaleur et électricité.....	82
7.2	Zonage	83
7.3	Valeur spécifique de référence chauffage	84
7.4	Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire	85
7.5	Valeur spécifique de référence éclairage	85
7.6	Valeur spécifique de référence ventilation.....	86
7.7	Valeur spécifique de référence froid.....	86
7.8	Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification	87
7.9	Valeur spécifique de référence équipements de travail	87
7.10	Valeur spécifique de référence services divers	87
7.11	Valeur spécifique de référence services centraux	88
7.12	Méthodes simplifiées	89
7.12.1	Zonage	89

7.12.2	Chauffage et préparation d'eau chaude sanitaire électriques	90
7.12.3	Détermination simplifiée de la surface de référence énergétique	90
7.13	Valeurs spécifiques de référence pour des utilisations qui ne peuvent pas être représentées à l'aide des valeurs de référence partielles de dépense d'énergie	90
7.14	Valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment, e_{Vw}	90
7.14.1	Consommation énergétique finale calculée de chaleur d'un bâtiment, E_{Vg}	91
7.14.2	Correction tenant compte des surfaces inoccupées	92
7.14.3	Correction temporelle	93
7.14.4	Correction climatique	95
7.15	Détermination de la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment, e_{Vs}	95
7.15.1	Consommation électrique mesurée d'un bâtiment, $E_{Vs,m}$	96
7.15.2	Correction tenant compte des surfaces inoccupées	97
7.15.3	Correction de temps	97
7.16	Sources des données de consommation	98
7.17	Complément de données manquantes de consommation	99
7.18	Utilisations spéciales dans des bâtiments fonctionnels	100
8	Tableaux et caractéristiques	102
8.1	Facteurs d'énergie primaire, $f_{p,x}$	102
8.2	Facteurs environnementaux, $f_{CO_2,x}$	103
8.3	Teneur énergétique de différentes sources d'énergie et facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur, $f_{Hs/Hi}$	105

0 Définitions et symboles

Certificat de performance énergétique

Tel que défini à l'article 3 (6).

Calcul de performance énergétique

Tel que défini à l'article 3 (5).

Ministre

Tel que défini à l'article 3 (9).

Performance énergétique

Telle que définie à l'article 3 (11).

Besoin en énergie utile

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

Besoin en énergie finale

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

Besoin en énergie primaire

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

Valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ du bâtiment, q_{CO_2}

Emissions spécifiques de CO₂ calculées par rapport à la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.21. Cette valeur spécifique comprend toutes les émissions de CO₂ des systèmes techniques visés au chapitre 2.1. Le calcul est effectué conformément au chapitre 6.

Valeur spécifique du besoin total en énergie primaire du bâtiment, q_p

Besoin en énergie primaire spécifique calculé par rapport à la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.

Cette valeur spécifique comprend tous les besoins en énergie primaire des systèmes techniques visés au chapitre 2.1. Le calcul est effectué conformément au chapitre 6.

Bâtiment

Tel que défini à l'article 3 (1).

Surface de référence énergétique, A_n en m^2

Telle que définie à l'article 3 (13).

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

Telle que définie à l'article 3 (12).

Volume conditionné brut, V_e en m^3

Tel que défini à l'article 3 (15).

Conditionnement

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

Systèmes techniques

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

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

Zone

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

Besoin spécifique en chaleur de chauffage, $q_{h,b}$

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

Besoin énergétique calculé

Tel que défini à l'article 3 (4) et déterminé sur la base de profils d'utilisation standard conformément au chapitre 6.8 et de conditions climatiques standard conformément au chapitre 6.7.

Consommation énergétique mesurée

Telle que définie à l'article 3 (7).

Valeur spécifique de consommation

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

Energies renouvelables

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

Bâtiment fonctionnel

Tel que défini à l'article 3 (2).

Bâtiment fonctionnel neuf

Tel que défini à l'article 3 (3).

Modification d'un bâtiment fonctionnel

Telle que définie à l'article 3 (10).

Extension d'un bâtiment fonctionnel

Telle que définie à l'article 3 (8).

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

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

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

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

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

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

0.1 Symboles et unités

ΔU_{WB}	W/(m ² K)	Facteur de correction des ponts thermiques
$\tau_{D65,SNA}$	-	Facteur de transmission lumineuse du vitrage (SNA: protections solaires et/ou écrans non utilisés) conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 4
A	m ²	Surface de l'enveloppe thermique d'un bâtiment
α	-	Facteur d'absorption solaire
A	m ²	Désigne une surface (toujours en rapport avec des indices)
a	-	Paramètre d'évaluation de l'utilisation de dispositifs mobiles de protection solaire
A/V_e	m ⁻¹	Rapport de la surface de l'enveloppe thermique au volume conditionné brut
A_C	m ²	Surface du capteur plan d'une installation solaire thermique
A_c	m ²	Partie refroidie de la surface de référence énergétique
A_{Fe}	m ²	Surface de fenêtre
A_{KL}	m ²	Surface sans éclairage naturel
A_{leer}	m ²	Surface partielle inoccupée
A_m	m ²	Partie de la surface de référence énergétique humidifiée au moyen d'un humidificateur à vapeur
A_n	m ²	Surface de référence énergétique
$A_{n,fehl,x,j}$	m ²	Surface partielle j de la surface de référence énergétique A_n pour laquelle des données relatives à la consommation pour les systèmes techniques x font défaut
$A_{n,u}$	m ²	Surface de plancher nette de la zone non conditionnée
A_{NB}	m ²	Partie de la surface de référence énergétique A_n qui n'est pas affectée à la surface utile principale
A_{NGF}	m ²	Surface de plancher nette
$A_{NGF,R}$	m ²	Surface de plancher nette du local considéré lors de la détermination de la transmittance solaire
a_R	m	Profondeur du local (dimensions intérieures); profondeur caractéristique du local
$A_{RB,TL}$	m ²	Surface vitrée au-dessus du plan de travail
a_{TL}	m	Profondeur de la zone d'éclairage naturel
A_{TL}	m ²	Surface avec un éclairage naturel
$a_{TL,max}$	m	Profondeur maximale de la zone d'éclairage naturel
A_{Wa}	m ²	Surface de mur extérieur
A_Z	m ²	Surface de plancher nette de la zone Z
b_{Fe}	m	Largeur caractéristique de fenêtre
B_{index}	-	Indice du besoin
b_R	m	Longueur de la façade principale
b_{TL}	m	Largeur de la zone d'éclairage naturel
B_{Vg}	kWh/a	Consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique inférieur
B_{Vhs}	kWh/a	Consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique supérieur
$b_{Zone,ges}$	m	Périmètre caractéristique du mur extérieur
$C_{TL,Vers,SA}$	-	Éclairage à la lumière naturelle avec utilisation de protections solaires et/ou d'écrans
C_{wirk}	Wh/K	Capacité d'accumulation thermique effective
$d_{fehl,x,j}$	jours	Période exprimée en jours pour laquelle des données relatives à la consommation pour la surface partielle j et les systèmes techniques x font défaut
d_{gesamt}	jours	Période de calcul basée sur les données relatives à la consommation
$d_{leer,i}$	jours	Durée de l'inoccupation de la surface partielle i
d_T	m	Épaisseur effective d'un élément de construction
ε	-	Émissivité
$e_{Ref,c,s}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence froid/électricité

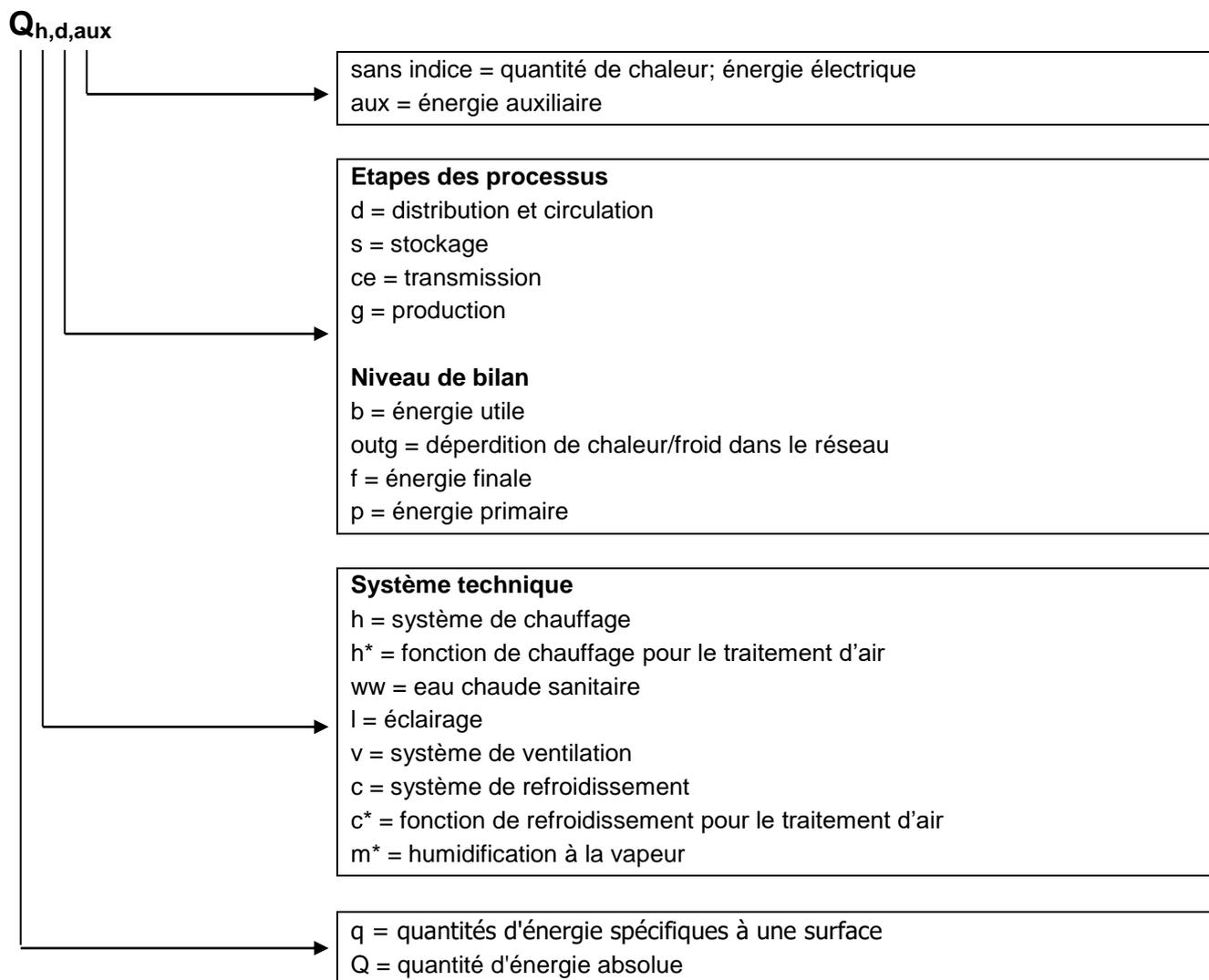
$e_{Ref,c,w}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence froid/chaueur
$e_{Ref,cs}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence services centraux (central services)
$e_{Ref,ds}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence services divers (diverse services)
$e_{Ref,fac}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence équipements de travail (facility)
$e_{Ref,h,s}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence chauffage/électricité
$e_{Ref,h,w}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence chauffage/chaueur
$e_{Ref,hum,s}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification/électricité (humidity)
$e_{Ref,hum,w}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification/chaueur (humidity)
$e_{Ref,l}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence éclairage
$e_{Ref,s}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence électricité du bâtiment
$e_{Ref,v}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence ventilation
$e_{Ref,w}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence chaleur du bâtiment
$e_{Ref,ww,s}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/électricité
$e_{Ref,ww,w}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire/chaueur
E_{Vg}	kWh/a	Consommation énergétique finale mesurée de chaleur d'un bâtiment
$E_{Vg,leer}$	kWh	Consommation énergétique finale mesurée de chaleur en tenant compte d'une surface inoccupée dans le bâtiment
$E_{Vg,sond}$	kWh	Consommation énergétique finale mesurée (combustibles et chauffage urbain) de consommateurs spécifiques
E_{vh}	kWh	Part (chaleur de chauffage) de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
$E_{vh,a}$	kWh/a	Part (chaleur de chauffage) annuelle de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
$E_{vh,b}$	kWh/a	Consommation énergétique finale annuelle corrigée en fonction des conditions météorologiques pour la chaleur de chauffage
e_{Vs}	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment
$E_{Vs,b}$	kWh/a	Consommation électrique annuelle corrigée du bâtiment
$E_{Vs,m}$	kWh	Consommation électrique mesurée d'un bâtiment
$E_{Vs,m,ges}$	kWh	Consommation électrique totale mesurée d'un bâtiment, y compris les consommateurs spécifiques
$E_{Vs,m,leer}$	kWh	Consommation électrique mesurée en présence d'une surface inoccupée dans le bâtiment
$E_{Vs,m,sond}$	kWh	Consommation électrique mesurée des consommateurs spécifiques
e_{Vw}	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment
$E_{Vw,b}$	kWh/a	Consommation énergétique finale annuelle de chaleur d'un bâtiment, corrigée selon les conditions météorologiques
E_{Vww}	kWh/a	Consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur (eau chaude sanitaire, production de froid, chaleur industrielle, etc.)
E_x	kWh	Somme des données relatives à la consommation provenant d'autres parties du bâtiment présentant une utilisation similaire et des systèmes x identiques
f_{ah}	-	Rapport de la profondeur sur la hauteur libre du local
f_{aux}	-	Facteur d'efficacité, énergie auxiliaire
f_c	-	Facteur d'efficacité, froid
$f_{c,aux}$	-	Facteur qui tient compte de la consommation énergétique auxiliaire lors de la production et la distribution de froid
f_{CO_2}	kgCO ₂ /kWh	Facteur environnemental
$f_{CO_2,centr,th,foss}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile pour la
$f_{CO_2,centr,th,ren}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{CO_2,ch,fatale}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0
$f_{CO_2,mix}$	kgCO ₂ /kWh _e	Facteur environnemental pondéré
$f_{F,ai}$	m ² /m ²	Coefficient de correction pour la référence aux dimensions intérieures; valeur standard = 0,9 m ² /m ²
$F_{F,ue}$	-	Coefficient de perte pour le cadre du vitrage extérieur
$f_{Fe,An,u}$	m ² /m ²	Surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette
$f_{fehl,x}$	-	Facteur de manque de données: décrit l'ampleur des données qui font défaut pour les systèmes x

f_h	-	Facteur d'efficacité, chauffage
$f_{h,b}$	-	Facteur d'efficacité, chaleur pour le chauffage
$f_{h,el}$	-	Part de la surface de référence énergétique A_n chauffée par une installation de production de chaleur électrique
$f_{Hs/Hi}$	-	Facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur
f_i	W/(m ² K)	Facteur de pondération pour une catégorie d'éléments de construction
f_j	-	Facteur d'économie moyen
f_{Klima}	-	Facteur de correction climatique annuelle pour le chauffage
f_l	-	Facteur d'efficacité, éclairage
f_{leer}	-	Facteur de surfaces inoccupées
f_m	-	Facteur d'efficacité, humidification
f_{Monat}	%	Pourcentage de consommation mensuelle
f_{NGF}	-	Facteur d'adaptation du tableau des valeurs caractéristiques aux dimensions réelles du bâtiment
f_p	-	Facteur d'énergie primaire
$f_{p,centr.th.foss}$	kWh _p /kWh _e	Facteur d'énergie primaire pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{p,centr.th.ren}$	kWh _p /kWh _e	Facteur d'énergie primaire pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable
$f_{p,ch.fatale}$	kWh _p /kWh _e	Facteur d'énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0
$f_{p,mix}$	kWh _p /kWh _e	Facteur de dépense en énergie primaire pondéré
F_s	-	Facteur d'ombrage (coefficient de perte dû à l'ombrage)
f_v	-	Facteur d'efficacité ventilation
f_{ww}	-	Facteur d'efficacité eau chaude sanitaire
$f_{ww,el}$	-	Part de la quantité de la préparation électrique d'eau chaude sanitaire pour l'ensemble de la consommation d'eau chaude sanitaire
g_{\perp}	-	Facteur de transmission énergétique totale pour une incidence verticale du rayonnement
$g_{\perp,res}$	-	Facteur de transmission énergétique totale résultant pour une incidence verticale du rayonnement en tenant compte des caractéristiques optiques extérieures des fenêtres
g_{tot}	-	Facteur de transmission énergétique totale en tenant compte de la protection solaire
$g_{tot,res}$	-	Facteur de transmission énergétique totale résultant, y compris le dispositif de protection solaire, en tenant compte des caractéristiques optiques extérieures des fenêtres
H'_T	W/(m ² K)	Coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission
$H'_{T,max}$	W/(m ² K)	Coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
h_{Fe}	m	Hauteur moyenne de la fenêtre
H_i	kWh/unité	Pouvoir calorifique inférieur en kWh par unité de quantité
η_{LB}	-	Rendement de service d'un luminaire
h_{Ne}	m	Hauteur du plan utile
h_R	m	Hauteur libre du local (dimensions intérieures)
η_s	-	Efficacité lumineuse d'un luminaire avec un dispositif de fonctionnement
h_{St}	m	Hauteur de linteau moyenne
H_T	W/K	Coefficients de transfert de chaleur par transmission
h_z	m	Hauteur moyenne de la zone
I_v	-	Indice d'obstruction
k	-	Rapport moyen des coûts
k_A	-	Facteur de réduction qui tient compte de la zone de la tâche visuelle
K_{index}	-	Indice d'économie pour le bâtiment à évaluer
l_{geb}	m	Longueur totale de la distribution du froid calculée d'après les dimensions du bâtiment conformément à la norme DIN 18599/DIN V 18599 - Partie 7 - Équation 32 (hypothèse: surface de référence énergétique totale refroidie)
$l_{max,c}$	m	Longueur de la distribution du froid (circuit du bâtiment)
λ_E	W/(m.K)	Valeur utile de la conductivité thermique
λ_D	W/(m.K)	Valeur déclarée de la conductivité thermique

$\eta_{\text{centr.th.foss}}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,\text{mix}}$ et de $f_{\text{CO}_2,\text{mix}}$
$\eta_{\text{centr.th.ren}}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur pour le système de chauffage urbain de centrales thermiques avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,\text{mix}}$ et de $f_{\text{CO}_2,\text{mix}}$
$\eta_{\text{ch.fatale}}$	-	Taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles pour la détermination de $f_{p,\text{mix}}$ et de $f_{\text{CO}_2,\text{mix}}$
η_{tot}	-	Rendement global par ventilateur ou pour la valeur moyenne pondérée des ventilateurs d'amenée et de rejet d'air
η_{50}	h^{-1}	Perméabilité à l'air: débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport au volume conditionné net du bâtiment V_n
$P_{d,\text{spez}}$	$\text{W}_{el}/\text{kW}_{\text{Kälte}}$	Puissance électrique spécifique des pompes d'un système de distribution d'eau froide
P_{SFP}	$\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$	Puissance absorbée spécifique d'un ventilateur en fonction du débit volumétrique
$Q'_{h,b}$	kWh/a	Besoin en chaleur de chauffage des zones de bâtiment avant l'itération et sans tenir compte des apports thermiques non régulés des systèmes de distribution et de transmission conformément à la norme DIN V 18599-2
q_{fan}	m^3/h	Débit volumétrique de conception du ventilateur
$q_{50} \text{ ou } q_{E50}$	$\text{m}^3/(\text{hm}^2)$	Mesure de l'étanchéité à l'air du bâtiment: c'est-à-dire le débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport à la surface de l'enveloppe du bâtiment
$q_{\text{aux,CO}_2}$	$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\text{a})$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , énergie auxiliaire
$q_{\text{aux,p}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Besoin spécifique en énergie primaire pour l'énergie auxiliaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement, pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air, pour l'humidification, la préparation d'eau chaude sanitaire et l'éclairage
$Q_{c,\text{aux}}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour le traitement d'air et la production de froid dans les locaux conformément à la norme DIN V 18599-7
q_{c,CO_2}	$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\text{a})$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , froid
$Q_{C,f,\text{elektr}}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de la machine frigorifique à compression conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{C,f,\text{therm}}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur pour alimenter la machine frigorifique à absorption conformément à la norme DIN V 18599-7
$q_{c,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Besoin spécifique en énergie primaire, froid pour le système et la fonction de refroidissement des centrales de traitement d'air
$Q_{C,f,\text{elektr}}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de la machine frigorifique à compression conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{C,f,\text{therm}}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur pour alimenter la machine frigorifique à absorption conformément à la norme DIN V 18599-7
q_{CO_2}	$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\text{a})$	Valeur spécifique d'émissions totales de CO_2 du bâtiment
Q_f	kWh/a	Besoin annuel en énergie finale
$Q_{f,k}$	kWh/a	Besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment à évaluer
$Q_{h^*,\text{aux}}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour la fourniture de chaleur destinée à la centrale de traitement d'air conformément à la norme DIN V 18599-5
$Q_{h^*,\text{outg}}$	kWh/a	Quantité de chaleur utile produite livrée au système de traitement d'air
$Q_{h,\text{aux}}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour le système de chauffage conformément à la norme DIN V 18599-5
$q_{h,b}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Besoin spécifique en chaleur de chauffage
$q_{h,b,\text{max}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage
q_{h,CO_2}	$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\text{a})$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , chauffage
$Q_{h,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur
$Q_{h,\text{foutg}}$	kWh/a	Quantité de chaleur utile produite livrée au système de chauffage
$q_{h,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Besoin spécifique en énergie primaire pour le système et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air
q_{l,CO_2}	$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\text{a})$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , éclairage
$q_{l,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Besoin spécifique en énergie primaire pour l'éclairage
$Q_{l,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale pour éclairer une zone conformément à la norme DIN V 18599-4
q_{m,CO_2}	$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\text{a})$	Valeur spécifique d'émissions de CO_2 , humidification par la vapeur
$Q_{m,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale du générateur de vapeur pour humidifier l'air fourni conformément à la norme DIN V 18599-7
$q_{m,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Besoin spécifique en énergie primaire, humidification à la vapeur
q_p	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment

$Q_{p,max}$	kWh/(m ² a)	Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire
$Q_{p,ref}$	kWh/(m ² a)	Besoin spécifique total en énergie primaire pour le bâtiment de référence (valeur spécifique de référence)
$Q_{TK,c}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de refroidissement pour l'utilisation standard
$Q_{TK,cedv}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie pour des systèmes informatiques centralisés
$Q_{TK,elv}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique des ascenseurs
$Q_{TK,fac}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie des équipements de travail pour l'utilisation standard
$Q_{TK,h}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de chauffage pour l'utilisation standard
$Q_{TK,l}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'éclairage pour l'utilisation standard
$Q_{TK,oth}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique d'autres consommateurs: installations à courant faible, pompes de chauffage, cuisines des employés, machines à café et réfrigérateurs, etc.
$Q_{TK,v}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de ventilation pour l'utilisation standard
$Q_{TK,ww}$	kWh/(m ² a)	Valeur spécifique partielle de dépense d'énergie d'eau chaude sanitaire pour l'utilisation standard
Q_{v,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	Valeur spécifique d'émissions de CO ₂ , ventilation
$Q_{v,E}$	kWh/a	Besoin en énergie finale pour la ventilation conformément à la norme DIN V 18599-3 (équivalent au besoin en énergie utile)
$Q_{v,p}$	kWh/(m ² a)	Besoin spécifique en énergie primaire pour la ventilation
$Q_{w,aux}$	kWh/a	Énergie auxiliaire pour l'approvisionnement en eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
$Q_{w,f}$	kWh/a	Besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur pour la fourniture de chaleur utile au système d'eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
Q_{ww,CO_2}	kgCO ₂ /(m ² a)	Valeur spécifique d'émissions de CO ₂ , eau chaude sanitaire
$Q_{ww,p}$	kWh/(m ² a)	Besoin spécifique en énergie primaire, eau chaude sanitaire
R	(m ² K)/W	Résistivité thermique d'un élément de construction (sans résistances de transmission de chaleur)
$\tau_{eu,e}$	-	Facteur de transmission énergétique du vitrage extérieur
τ_{D65}	-	Facteur de transmission lumineuse pour une incidence verticale de la lumière et éclairage normalisé D65
t_s	-	Transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
$t_{s,max}$	-	Valeur limite de la transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
U_g	W/(m ² K)	Valeur U d'une vitre de fenêtre
U_{max}	W/(m ² K)	Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique de différents éléments de construction
U_w	W/(m ² K)	Valeur U de l'ensemble de la fenêtre
V_e	m ³	Volume du bâtiment thermiquement conditionné brut
$V_{index,s}$	%	Indice de consommation électricité
$V_{index,w}$	%	Indice de consommation chaleur
V_n	m ³	Volume net du bâtiment thermiquement conditionné
$V_{s,sol}$	m ³	Volume de la partie solaire (située en partie inférieure) d'un réservoir d'eau chaude sanitaire
WF	-	Facteur d'entretien qui tient compte des processus de vieillissement jusqu'au prochain entretien de l'installation conformément à la norme DIN EN 12464-1
Indices		
i,z,n,y,x,n	-	Variables de calcul
M	-	Indice caractérisant le mois
O,S,N,W,H	-	Indice caractérisant l'orientation: est (O), sud (S), nord (N), ouest (W), horizontale (H)
R	-	Indice caractérisant un local
Ref	-	Grandeur se rapportant au bâtiment de référence ou à la valeur spécifique de référence

0.2 Signification des indices



Remarques concernant les méthodes de calcul utilisées

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

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

1 Exigences minimales applicables aux bâtiments fonctionnels

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

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

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

1.1 Isolation thermique d'hiver

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

Valeurs max. des coefficients de transmission thermique de chaque élément de construction U_{max} en $W/(m^2K)$ ^{1) 2) 6) 8)} ₁₀₎₁₃₎			
	1	2	3
Élément de construction	Climat extérieur ¹⁰⁾	Locaux très peu chauffés ⁷⁾	Surfaces en contact avec le sol ou des locaux non chauffés ⁹⁾
Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	0,32	0,5	0,40
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	0,25	0,35	0,30
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le cadre ^{3) 4) 5)}	1,5	2,0	2,0
Coupoles d'éclairage naturel	2,7	2,7	2,7
Porte extérieure, y compris le cadre	2,0	2,5	2,5

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

~~1) Les valeurs U des éléments de construction opaques doivent être déterminées conformément à la norme DIN EN ISO 6946.~~

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

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

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

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

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

- 2) Pour les bâtiments auxquels les exigences prévues au chapitre 2 ne s'appliquent pas (par exemple: modifications de bâtiments existants), la valeur maximale U_{max} peut être multipliée par un facteur de 1,25 en cas d'isolation intérieure ultérieure.
- 3) (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «Les vitrines de locaux servant à des activités commerciales ou libérales» de grandes dimensions (>15 m²) font l'objet d'une exception. Dans ce cas, il y a lieu de respecter une valeur U pour le vitrage dont $U_g \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.
- 4) La valeur totale U d'une fenêtre U_w doit être déterminée conformément à la norme ~~DIN EN ISO 10077~~EN ISO 10077 et elle comprend le cadre, la vitre et le coefficient de transmission thermique linéique de l'intercalaire.
- 5) Si des radiateurs sont placés devant des éléments de construction transparents extérieurs, la valeur U de la vitre (U_g) ne doit pas dépasser 0,7 W/(m²K) sauf si, en vue de réduire les déperditions de chaleur, des protections appropriées, indémontables ou intégrées, d'une résistivité thermique R d'au moins 1 (m²K)/W, sont installées entre les radiateurs et les éléments de construction transparents.
- 6) En cas de chauffage par les parois, le sol et le plafond, sans préjudice des exigences minimales indiquées dans le Tableau 1, la résistivité thermique R des couches des éléments placés entre la surface chauffante et l'air extérieur doit être d'au moins 4,0 (m²K)/W et, entre la surface chauffante et le sol ou la partie non chauffée du bâtiment, d'au moins 3,5 (m²K)/W.
- 7) Par « local très peu chauffé » on entend un local qui comprend un dispositif de chauffage installé à demeure lequel est chauffé à température abaissée constante (température intérieure moyenne comprise entre 12 °C et 18 °C).
- 8) Pour les bâtiments jumelés et mitoyens présentant différents délais d'achèvement, les murs mitoyens peuvent être considérés dans le calcul comme ne transmettant pas la chaleur et aucune exigence minimale concernant une valeur U n'est requise, pour autant que ces murs soient ultérieurement en contact avec des locaux chauffés et que la période entre les délais d'achèvement des bâtiments ne dépasse pas 12 mois. Dans le cas contraire, les exigences minimales relatives au climat extérieur doivent être respectées conformément au Tableau 1.
- 9) En ce qui concerne les éléments de construction en contact avec des locaux non chauffés ou avec le sol, il est possible d'attester, au moyen d'un calcul conforme aux normes ~~DIN EN ISO 13789 ou DIN EN ISO 13370~~EN ISO 13789 ou EN ISO 13370, que ces éléments respectent les valeurs limites pour les éléments de construction en contact avec le climat extérieur, lorsque l'effet d'isolation du local non chauffé ou du sol est pris en compte dans le calcul de la valeur U.
- 10) Pour les bâtiments qui, d'après leur destination habituelle, couvrent leur besoin en chaleur de chauffage principalement grâce à la chaleur provenant de l'intérieur du bâtiment, il faut appliquer aux éléments de construction en contact avec l'air extérieur les exigences minimales indiquées dans la colonne 2 (Locaux

peu chauffés). Comme valeur de référence, il y a lieu d'appliquer une valeur moyenne des gains internes pour l'ensemble du bâtiment > 600 Wh/(m²d).

(Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015)

«11) Pour les extensions de bâtiments fonctionnels inférieures ou égales à 25% du volume conditionné brut V_e total du bâtiment fonctionnel avant extension, pour lesquelles les exigences du chapitre 2 ne s'appliquent pas, la valeur maximale autorisée du coefficient de transmission thermique du tableau 1 est à multiplier par les facteurs d'abaissement f_{abm} du tableau 1a ($U_{max,BH} = U_{max} \cdot f_{abm}$).

Facteurs d'abaissement f_{abm} pour la détermination des coefficients de transmission maximaux autorisés		
Date de la demande de l'autorisation de bâtir / autorisation de construire	jusqu'au 30.06.2015	à partir du 01.07.2015
Élément de construction		
Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	1	0,69
Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	1	0,72
Fenêtre ou porte-fenêtre, y compris le cadre	1	0,73
Coupole d'éclairage naturel	1	0,67
Porte extérieure, y compris le cadre	1	0,70

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

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

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

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

où

H'_T	W/(m² K)	est le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
$H'_{T,max}$	W/(m² K)	est le coefficient spécifique maximal de transfert de chaleur par transmission relatif à l'enveloppe thermique du bâtiment et spécifique à la température
A_i	m²	est la surface de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
U_i	W/(m² K)	est le coefficient de transmission thermique de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment
$U_{max,i}$	W/(m² K)	est le coefficient de transmission thermique maximal de l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment selon le tableau 1
$f_{abm,i}$	-	est le facteur d'abaissement pour la détermination du coefficient de transmission thermique maximal autorisé pour l'élément de construction i selon le tableau 1a
$F_{X,i}$	-	est le coefficient de correction de la température pour l'élément de construction i de l'enveloppe thermique du bâtiment lequel est en contact avec des locaux très peu chauffés, avec le sol ou des locaux non chauffés

ΔU_{WB} $W/(m^2 K)$ est le facteur de correction des ponts thermiques conformément au chapitre 1.4 et la norme DIN V 18599-2:2007 chapitre 6.2

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

Si la méthode des coefficients de correction de la température forfaitaires F_x est choisie, ceux-ci sont également à prendre en compte lors de la détermination de $H'_{T,max}$. Si le calcul détaillé est choisi selon la norme EN ISO 13370 ou EN ISO 13789, alors les éléments de construction concernés sont à considérer comme étant en contact avec le climat extérieur selon le tableau 1 du présent règlement lors de la détermination de $H'_{T,max}$.

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«112) Les exigences minimales relatives aux coefficients de transmission thermique applicables contre des locaux très peu chauffés ou des locaux non chauffés à l'intérieur de parties du bâtiment fonctionnel du même utilisateur ne s'appliquent pas si l'influence du non-respect de ces exigences minimales sur le besoin en chaleur de chauffage total du bâtiment fonctionnel entier est très faible, et si ces locaux se trouvent intégralement à l'intérieur de l'enveloppe thermique et de l'enveloppe d'étanchéité à l'air.»

13) Les valeurs des coefficients de transmission thermique U des éléments de construction opaques sont à respecter en arrondissant à trois décimales près et celles pour les éléments de construction transparents en arrondissant à deux décimales près.

1.2 Protection thermique d'été

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

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «Le respect des exigences relatives à la protection thermique d'été doit être démontré pour les zones conditionnées se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe thermique et à l'intérieur de l'enveloppe d'étanchéité à l'air qui présentent une efficacité de protection solaire équivalente. Dans ce chapitre, on entend par « zone » un espace servant exclusivement à déterminer les exigences au niveau de la protection thermique d'été de ce chapitre.» On considère que des zones présentent une efficacité

de protection solaire équivalente lorsque la valeur du facteur de transmission énergétique total (g_{tot}) de la protection solaire et du vitrage ne s'écarte pas de plus de $\Delta g_{tot} = 0,1$.

Pour chacune de ces zones, le respect des exigences relatives à la protection thermique d'été doit être démontré pour un local « critique ». Le local critique d'une zone est défini comme étant le local ayant les apports solaires spécifiques les plus importants par m^2 de (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire». (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «Est considérée comme « local », un seul local ou un ensemble de locaux en équilibre thermique assuré par un échange d'air.»

Une procédure simplifiée permettant de démontrer le respect des exigences minimales relatives à la protection thermique d'été est décrite ci-après. Les exigences relatives à l'efficacité de la protection solaire sont définies au moyen de l'indice de « transmittance solaire » (t_s). La transmittance solaire caractérise les apports solaires par mètre carré de (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire» qui pénètrent dans le local à travers les fenêtres et les impostes alors que la protection solaire est fermée. Plus la surface vitrée est importante, plus l'efficacité de la protection solaire doit être élevée afin de respecter les exigences.

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

Cette méthode simplifiée ne peut raisonnablement pas être appliquée aux atriums, aux constructions vitrées et aux systèmes d'isolation thermique transparente. Dans ces cas, il faut garantir une protection thermique d'été par des méthodes de calcul d'ingénierie plus précises (par exemple: calcul de simulation dynamique). L'application de ces méthodes est généralement autorisée, voire recommandée en cas de concepts à ventilation nocturne. Dans ce cas, les apports solaires doivent être limités de sorte à ce que la température ambiante sans refroidissement actif ne soit supérieure à 26 °C sur plus de 10% du temps d'exploitation. En ce qui concerne les sources de chaleur internes et les taux de renouvellement d'air, il est possible d'appliquer au calcul les exigences générales prévues dans la norme DIN 4108-2. Il faut réaliser le calcul avec des données climatiques du Luxembourg ou avec une année de référence test d'une région directement voisine.

1.2.1 Détermination de la transmittance solaire

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

(*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)

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

où

t_s	m^2	est la transmittance solaire des éléments de construction extérieurs d'un local
$A_{Fe,(O,S,W),i}$	m^2	est la surface des fenêtres i (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre)) orientées vers le nord-est en passant par le sud jusqu'au nord-ouest ($45^\circ \leq x \leq 315^\circ$)
$A_{Fe,N,i}$	m^2	est la surface des fenêtres orientées vers le nord-ouest en passant par le nord jusqu'au nord-est ($315^\circ < x; x < 45^\circ$) et les surfaces des fenêtres toujours à l'ombre du rayonnement direct (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre))

$A_{Fe,H,i}$	m^2	est la surface des fenêtres i horizontales ou inclinées ou des éléments de construction transparents i avec $0^\circ \leq$ inclinaison $\leq 60^\circ$ (dimensions intérieures brutes (gros-œuvre))
$g_{tot,i}$	m^2	est le facteur de transmission énergétique total (vitrage, protection solaire) de la fenêtre i pour une incidence verticale du rayonnement conformément au chapitre 1.2.4 (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)
« $F_{S,i}$ »	[-]	est le facteur d'ombrage pour l'ombrage dû aux constructions pour les fenêtres i conformément à la norme DIN V 18599-2:2011-12, chapitre 6.4.1. Si aucun ombrage dû aux constructions existe, alors $F_{S,i}$ est égal à 1;»
$A_{NGF,R}$	m^2	est la surface de plancher nette du local considéré lors de la détermination de la transmittance solaire

1.2.2 Exigence minimale relative à la transmittance solaire

La transmittance solaire t_s d'un local ne doit pas dépasser la valeur limite de la transmittance solaire $t_{s,max}$ mentionnée dans le Tableau 2.

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

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

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

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

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

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

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

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

Si le pourcentage de la surface de fenêtre rapportée à la (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire» dans un local « critique » est inférieur ou égal aux valeurs indiquées dans le Tableau 3, la protection thermique d'été est considérée comme garantie et il n'est pas nécessaire de démontrer l'exigence minimale relative à la protection thermique d'été pour (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «ce local».

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

		solaire» ²⁾
Entre 60° et 90°	Nord-ouest en passant par le sud jusqu'au nord-est	10%
	Toutes les autres orientations au nord	20%
De 0° à 60°	Toutes les orientations	7%

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

²⁾ Le pourcentage de surface de fenêtre d'un local est la somme de toutes les surfaces de fenêtre (dimensions brutes (gros-œuvre)) divisée par la (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire.»

Tableau 3: Valeurs limites du pourcentage de surface de fenêtre par rapport à la (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire» d'un local critique à partir duquel la protection thermique d'été est considérée comme étant garantie sans avoir à le démontrer

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

1.2.4 Facteur de transmission énergétique totale, g_{tot}

Le Tableau 4 fournit des valeurs standard pour le facteur de transmission énergétique totale g_{tot} pour des systèmes de protection solaire courants et différents vitrages. En alternative, le facteur g_{tot} peut être déterminé conformément à la norme ~~DIN EN 13363-1/2~~ aux normes EN ISO 52022. Pour les systèmes qui ne peuvent pas être représentés de cette manière, le facteur g_{tot} peut être celui indiqué dans les données garanties par le fabricant.

(*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)

«

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

^a Calcul de g_{tot} conformément à la norme DIN EN 13363-1 aux normes EN ISO 52022. Feuille conformément à la norme DIN EN 410.

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

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

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

^e MSIV: vitrage isolant feuilleté.

^f SSV: vitrage de protection solaire.

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

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

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

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

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

	Type de construction	Description des exigences
Construction légère	Construction légère	Toutes les surfaces de délimitation du local doivent être du type construction légère, par exemple: mur extérieur en bois ou avec isolation thermique à l'intérieur, cloisons de type construction légère, plafond suspendu et faux plancher, etc.
Construction moyennement lourde	Construction mixte avec des accumulateurs thermiques en partie accessibles	Au moins l'une des surfaces de délimitation du local est du type construction en dur: mur extérieur, plafond, cloisons (lorsqu'elles sont présentes en quantité non négligeable dans <i>(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)</i> «un local», ce qui est généralement le cas dans les locaux de surface < 25 m ²), plancher
Construction lourde	Construction lourde avec des accumulateurs thermiques accessibles	Toutes* les surfaces de délimitation du local mentionnées doivent être du type construction en dur: mur extérieur, plafond, cloisons, plancher
*) Pour les locaux plus petits (par exemple: bureau individuel ou double), on considère qu'il s'agit d'un type de construction lourde lorsque trois des surfaces de délimitation du local sont construites en dur. Cela peut être démontré par calcul.		

Tableau 5 - Détermination simplifiée du type de construction

En vue de simplifier la classification, les éléments de construction peuvent être considérés comme étant en dur lorsque leur masse surfacique est supérieure à 100 kg/m² en tenant uniquement compte des couches des éléments de construction qui se trouvent à l'intérieur de l'épaisseur effective. L'épaisseur effective d_T d'un élément de construction est la plus petite des valeurs suivantes:

- l'épaisseur des matériaux situés entre la surface respective et la première couche d'isolation thermique (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «(matériaux avec une conductivité thermique λ inférieure ou égale à 0,1 W/(mK));»
- la valeur maximale de 10 cm;
- pour les éléments de construction intérieurs: la moitié de l'épaisseur totale de l'élément de construction.

En alternative, il est possible de déterminer le type de construction et la capacité d'accumulation thermique effective C_{wirk} conformément à la norme ~~DIN V 4108-2~~ DIN 4108-2 «(...)» (*supprimé par le Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*). Dans ce cas, il faut appliquer les limites de classe visées au Tableau 6 pour déterminer le type de construction.

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

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

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

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

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

où

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

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

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

Pour les locaux qui ne sont pas rectangulaires, la profondeur du local a_R peut être calculée à partir de la (*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire» $A_{NGF,R}$ et de la longueur de la façade principale b_R .

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

où

(*Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016*)

« $A_{NGF,R}$	[m ²]	est la surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire;»
b_R	m	est la longueur de la façade principale

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

«

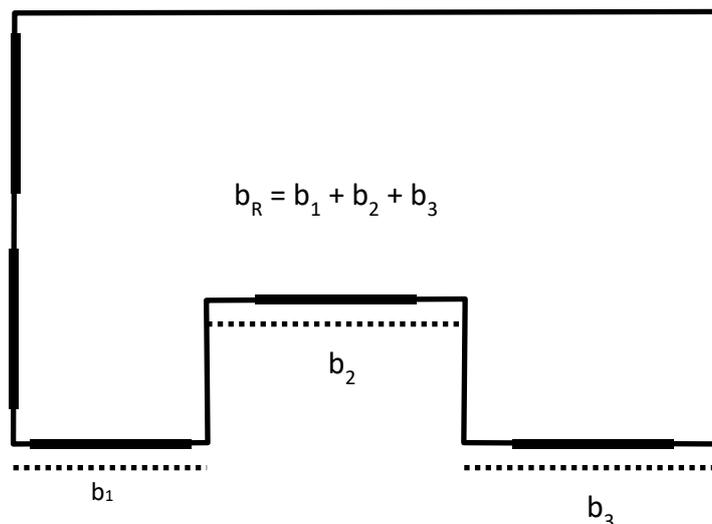


Figure 1 – Détermination de la façade principale»

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

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

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

où

$h_{R,j}$	m	est la hauteur libre du local (dimensions intérieures) dans la partie du local j
$A_{NGF,R,j}$	m	est la (Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016) «surface de plancher nette considérée lors de la détermination de la transmittance solaire» pour la partie du local j

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

1.3 Étanchéité à l'air du bâtiment

Les bâtiments doivent être conçus de sorte que la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment, y compris les joints/jointures, soient durablement étanches à l'air conformément à l'état de la technique. Lors de l'exécution de l'étanchéité à l'air du bâtiment, une attention particulière doit être prêtée aux constructions légères sur des constructions en dur et aux passages à travers le niveau étanche à l'air du bâtiment et aux installations techniques. Le niveau d'étanchéité à l'air doit être reporté sur les plans de construction à fournir conformément au chapitre 4. Le débit volumétrique mesuré pour une différence de pression de 50 Pa par rapport à la surface de l'enveloppe du bâtiment (appelé aussi valeur de l'étanchéité à l'air $q_{50} \leq q_{E50}$, valeur permettant de mesurer une surpression et une dépression) doit être inférieur ou égal aux valeurs limites indiquées dans le Tableau 7. La surface de l'enveloppe du bâtiment ou de la partie du bâtiment est la surface totale de tous les sols, les murs et les plafonds qui englobent le volume conditionné à analyser. Les murs et les

sols sous le niveau de la terre sont inclus. Les conditions générales de la norme ~~DIN EN 13829~~ EN ISO 9972 s'appliquent.

Classe d'exigences		Valeur limite $q_{50Q_{E50}}$ $m^3/(h \cdot m^2)$ ¹⁾
1	Bâtiments sans centrales de traitement d'air	$\leq 5,0$
2	Bâtiments équipés de centrales de traitement d'air en tant qu'installations de reprise d'air	$\leq 3,0$
3	Bâtiments équipés de centrales de traitement d'air en tant qu'installations d'amenée et de reprise d'air	$\leq 2,0$

Tableau 7 - Valeurs limites de $q_{50Q_{E50}}$

1) Les valeurs limites q_{E50} sont à respecter en arrondissant à une décimale près.

Un bâtiment équipé d'une centrale de traitement d'air est un bâtiment dans lequel la majeure partie du débit volumétrique de renouvellement d'air requis au cours de la période de chauffage ou de refroidissement est fournie au moyen d'une installation de ventilation mécanique (installation d'amenée et de reprise d'air, installation de reprise d'air, etc.). Si un bâtiment est doté d'installations de reprise d'air et d'installations d'amenée et de reprise d'air, les exigences minimales dépendent du système qui fournit la part la plus importante du débit volumétrique de renouvellement d'air requis.

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

Pour les bâtiments qui répondent au standard de la maison à basse consommation d'énergie, la valeur limite $q_{50Q_{E50}} \leq 1,6 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ doit être respectée.

Pour les bâtiments qui répondent au standard de la maison à économie d'énergie, la valeur limite $q_{50Q_{E50}} \leq 2,0 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ doit être respectée.

Si des valeurs inférieures à celles visées au Tableau 7 sont utilisées pour l'étanchéité à l'air du bâtiment dans les calculs de performance énergétique ou s'il s'agit d'un bâtiment qui répond au standard de la maison passive, de la maison à basse consommation d'énergie ou de la maison à économie d'énergie, il faut présenter une preuve de l'étanchéité à l'air du bâtiment ou des parties du bâtiment après achèvement de la construction. Les procédés de mesure de la norme DIN EN 13829 s'appliquent (test de l'étanchéité à l'air du bâtiment).

En cas de modification d'un bâtiment fonctionnel, on considère que les exigences minimales relatives à l'étanchéité à l'air du bâtiment sont remplies lorsque les nouveaux éléments de construction et leurs raccords respectent les recommandations d'exécution de la norme (*Règlement grand-ducal du 26 mai 2014*) «DIN 4108-7». La prise en considération de ces détails doit être confirmée.

1.4 Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques

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

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

La déperdition d'énergie à travers les conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur et à travers la robinetterie doit être limitée grâce à une isolation thermique conformément au Tableau 8.

Ligne	Type de conduites/robinetterie	Épaisseur minimale de la couche d'isolation pour une conductivité thermique de 0,035 W/(mK)
1	Diamètre intérieur inférieur ou égal à 22 mm	20 mm
2	Diamètre intérieur compris entre 22 mm et 35 mm	30 mm
3	Diamètre intérieur compris entre 35 mm et 100 mm	Égale au diamètre intérieur
4	Diamètre intérieur supérieur à 100 mm	100 mm
5	Conduites et accessoires visés aux lignes 1 à 4 dans les passages de mur et de plafond, au niveau de croisements de conduites, aux points de raccordement de conduites, au niveau des réseaux de distribution	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
6	Conduites de systèmes de chauffage central visées aux lignes 1 à 4, et posées dans des éléments de construction situés entre des zones chauffées de différents utilisateurs	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
<i>(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)</i>		
«7	Conduites avec une température aller du fluide caloporteur inférieur à 35°C	½ des exigences visées aux lignes 1 à 4
8	Conduites dans la structure du plancher	10 mm»

Tableau 8 - Isolation thermique des conduites d'eau chaude sanitaire et de distribution de chaleur ainsi que de la robinetterie

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

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

Pour les conduites de circulation qui, en raison des exigences plus strictes en matière de prévention de la légionellose, doivent en permanence être exploitées à des températures d'eau chaude élevées, il faut appliquer des exigences 1,5 fois plus élevées pour l'épaisseur minimale de la couche d'isolation que celles prévues dans le Tableau 8.

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

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

Les conduites destinées à l'approvisionnement et à la distribution du froid, qui ne traversent pas la zone à desservir, doivent être isolées conformément aux exigences suivantes¹:

- pour un diamètre inférieur ou égal à DN 40, avec 50% du diamètre;
- pour un diamètre compris entre DN 40 et DN 80, avec 25 mm;
- pour un diamètre supérieur à DN 80, avec 32 mm;

lorsque la différence de température entre la température du fluide et la température ambiante² est supérieure à 6 K.

Les gaines de ventilation qui se trouvent à l'intérieur du bâtiment mais qui ne traversent pas la zone à desservir doivent être isolées¹ avec une couche d'au moins 30 mm d'épaisseur, lorsque la différence de température entre la température de l'air fourni et la température ambiante du local/de la zone³ est supérieure à 4 K.

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

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

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

1.6 Réservoir de chaleur, de froid et d'eau chaude sanitaire

Toute installation destinée à accumuler la chaleur et/ou le froid doit être exécutée de manière à limiter les déperditions de chaleur des pièces de raccordement à l'accumulateur conformément au chapitre 1.5. Les raccords dans la moitié supérieure de l'accumulateur doivent être réalisés vers le bas ou comme thermosiphon.

1.7 Centrales de traitement d'air

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

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

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

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

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

Pour les installations dimensionnées pour un débit volumétrique supérieur à 1.000 m³/h, il faut appliquer les exigences minimales suivantes relatives à la performance énergétique de la ventilation.

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

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

Tableau 9 - Valeurs limites des vitesses des installations de ventilation

Rendement global n_{tot} par ventilateur ou pour la valeur moyenne pondérée des ventilateurs d'amenée et de reprise d'air en fonction du débit volumétrique de conception q_{fan} en m³/h
$0,18 \cdot q_{fan}^{0,13}$ avec un maximum de 0,68

Tableau 10 - Valeurs limites du rendement global des ventilateurs

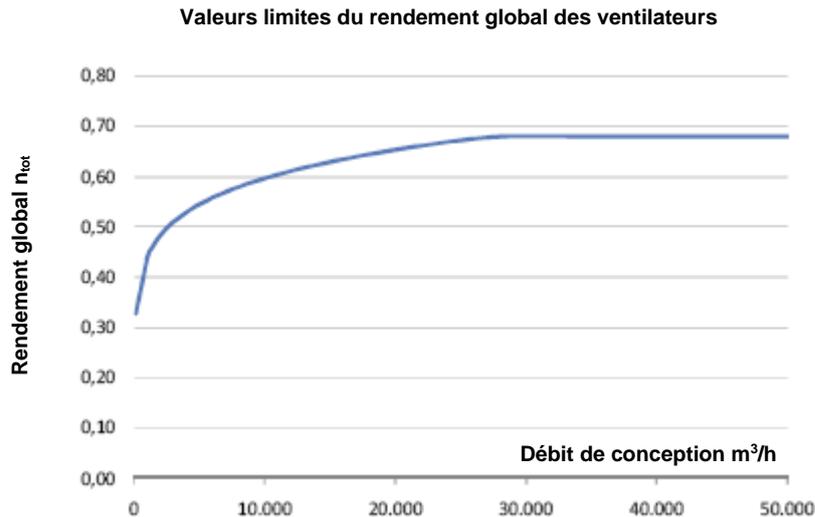


Figure 2: Valeurs limites du rendement global des ventilateurs

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

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

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

respecte la valeur limite de la catégorie SFP 4 conformément à la norme DIN EN 13779: 2009-09. La valeur limite de la classe SFP 4 peut être corrigée conformément à la norme DIN EN 13779: 2007-09 -Point 6.5.2 pour les filtres HEPA et les filtres à gaz ainsi que les récupérations thermiques des classes H2 ou H1 conformément à la norme DIN EN 13053.

1.8 Systèmes de réglage

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

- a) installation de production de chaleur: Les installations de production de chaleur doivent être réglées en fonction de la température extérieure ou d'une autre grandeur de référence appropriée et du temps.
- b) température ambiante: La température ambiante doit pouvoir être réglée selon le local/la zone.
- c) préparation d'eau chaude sanitaire: Le réglage de la circulation doit pouvoir être effectué en fonction du temps et/ou des besoins. Des exceptions sont admises si des exigences plus élevées sont posées à la température minimale de fonctionnement dans le cadre d'une prévention de la légionellose.
- d) pompes: Les pompes et les dispositifs de transfert doivent être réglés en fonction du temps et/ou des besoins.
- e) humidification et déshumidification: Le réglage des dispositifs d'humidification et de déshumidification doit permettre un paramétrage séparé des valeurs de consigne de l'humidification et de la déshumidification.

1.9 Dispositifs de mesure

Afin de pouvoir déterminer les données relatives à la consommation nécessaires à l'établissement du certificat de performance énergétique visé au chapitre 5.2, il faut prévoir les dispositifs de mesure appropriés.

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

1.10 Dispositifs de charge pour voitures électriques ou hybrides rechargeables

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

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

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

1.11 Dispositifs techniques pour les installations photovoltaïques

Les bâtiments fonctionnels doivent prévoir un conduit pouvant accueillir ultérieurement un câblage électrique adapté pour une installation photovoltaïque

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

2 Exigences applicables aux bâtiments fonctionnels

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

2.1 Bilan énergétique

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

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

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

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

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

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

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

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

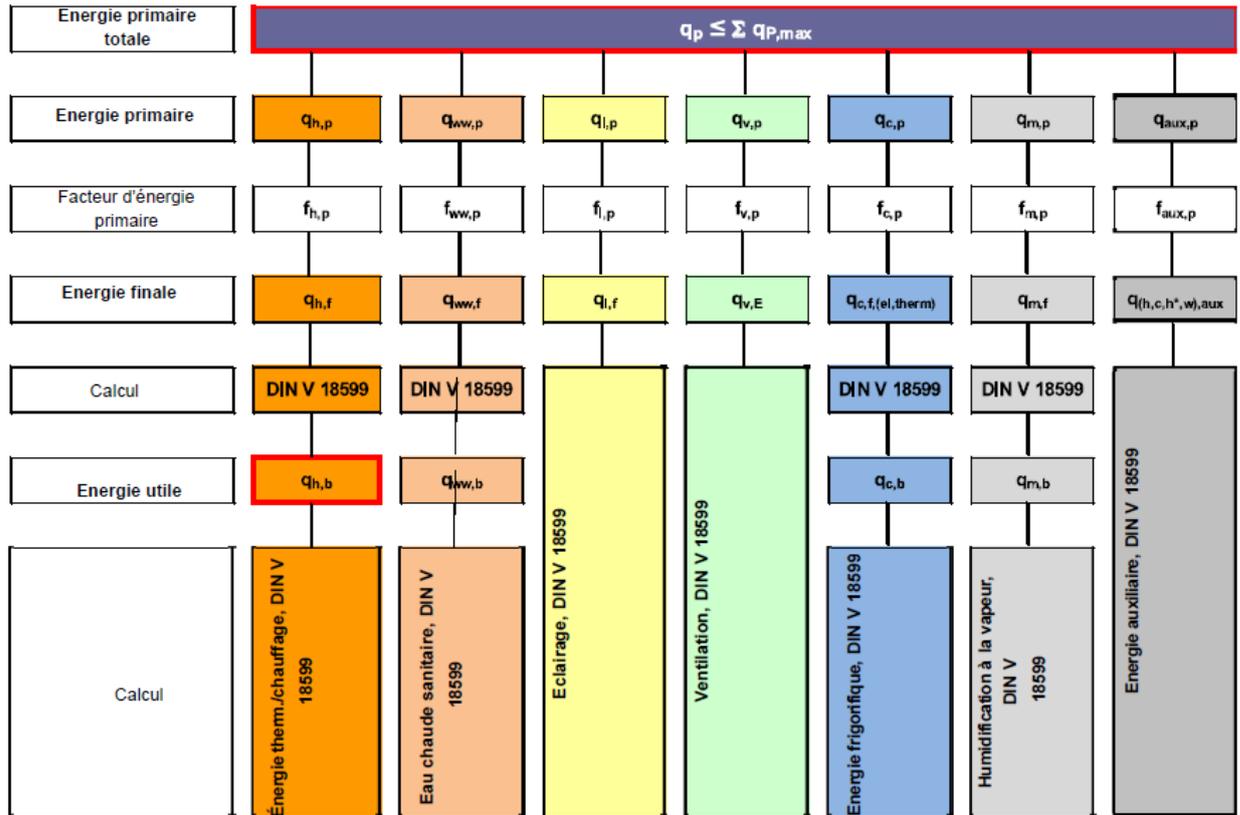


Figure 3 - Schéma du bilan énergétique des bâtiments fonctionnels au sens du présent règlement

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

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

où

- q_p kWh/(m²a) est le besoin spécifique total en énergie primaire du bâtiment
- $q_{h,p}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air conformément au chapitre 6.10
- $q_{ww,p}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en énergie primaire, eau chaude sanitaire conformément au chapitre 6.11
- $q_{l,p}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en énergie primaire éclairage conformément au chapitre 6.14
- $q_{v,p}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en énergie primaire ventilation conformément au chapitre 6.15
- $q_{c,p}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en énergie primaire froid pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement des centrales de traitement d'air conformément au chapitre 6.13
- $q_{m,p}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en énergie primaire, humidification à la vapeur conformément au chapitre 6.12
- $q_{aux,p}$ kWh/(m²a) est le besoin spécifique en énergie primaire, énergie auxiliaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air, pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air, pour l'humidification, la préparation d'eau chaude sanitaire et l'éclairage conformément au chapitre 6.16

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

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

2.2 Valeur maximale pour le besoin spécifique total en énergie primaire

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

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

où

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

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

2.3 Valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage

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

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

où

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

$q_{h,b,max}$ kWh/(m²a) est la valeur maximale pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage visée au chapitre 2.4

2.4 Bâtiment de référence

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

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

Les exécutions de référence sont définies dans le Tableau 11. Toutes les conditions générales qui n'y sont pas décrites sont appliquées dans le bâtiment de référence comme dans le bâtiment à évaluer. Si les méthodes simplifiées visées aux chapitres 6.18 et/ou 6.20 sont utilisées pour le calcul du bâtiment à évaluer, il faut également les appliquer dans le bâtiment de référence. Le bâtiment de référence doit toujours être calculé avec les valeurs standard visées au chapitre 6.19.

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

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

Le calcul de la valeur spécifique de référence pour le besoin spécifique total en énergie primaire $q_{p,ref}$ doit être réalisé conformément aux règles du chapitre 2.1 en utilisant les équipements de référence visés au Tableau 11.

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

où

$Q_{p,ref}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique total en énergie primaire pour le bâtiment de référence (valeur spécifique de référence)
$Q_{x,p,ref}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système technique x tel que prévu au chapitre 2.1 en tenant compte de l'équipement de référence (valeur spécifique de référence)

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

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

où

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

(Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015)

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

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

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

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

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

Le calcul de la valeur spécifique de référence pour le besoin spécifique en chaleur de chauffage $q_{h,b,ref}$ doit être réalisé conformément au chapitre 6.10 en utilisant les équipements de référence visés au Tableau 11.

La valeur maximale du besoin spécifique en chaleur de chauffage $q_{h,b,max}$ est obtenue comme suit en tenant compte du facteur d'efficacité de chaleur de chauffage:

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

où

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

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

(Règlement grand-ducal du 28 janvier 2015)

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

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

$f_{h,b} = 1$

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

$f_{h,b} = 0,80$ »

N°	Système	Propriété	Valeur de référence (unité de mesure)	
			Température intérieure moyenne >18 °C conformément au chapitre 1.1, paragraphe 7))	Température intérieure moyenne comprise entre 12 et 18 °C selon Chapitre 1.1, paragraphe 7)
1	Mur et fermeture horizontale inférieure du bâtiment	Valeur U W/(m ² K) ⁴	$0,24 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,27 < 0,30$	$0,34 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,38 < 0,42$
2	Toit et fermeture horizontale supérieure du bâtiment	Valeur U W/(m ² K)	$0,19 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,21 < 0,23$	$0,27 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,30 < 0,33$
3	Éléments de construction en contact avec le sol ou des zones non chauffées	Valeur U W/(m ² K)	$0,31 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,34 < 0,37$	$0,31 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 0,34 < 0,37$
4	Bandes d'éclairage naturel, coupes d'éclairage naturel	U_w W/(m ² K) g_{\perp} τ_{D65}	$2,07 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 2,30 < 2,53$ 0,65 0,60	$2,07 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 2,30 < 2,53$ 0,65 0,60
5	Fenêtres, portes-fenêtres et fenêtres de toit	U_w W/(m ² K) g_{\perp} τ_{D65}	$1,22 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 1,36 < 1,50$ 0,60 0,78	$1,53 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 1,70 < 1,87$ 0,67 0,78
6	Portes extérieures ou portes donnant sur des locaux non chauffés	Valeur U W/(m ² K)	$1,53 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 1,70 < 1,87$	$1,92 < \left(\frac{1,012 \cdot A_n^{-0,215}}{A/V_e} + 0,5 \right) \cdot 2,13 < 2,34$
7	Facteur de correction des ponts thermiques	ΔU_{WB}	0,05 W/(m ² K)	0,10 W/(m ² K)

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

8	Étanchéité à l'air du bâtiment	$Q_{50}Q_{E50}$	Exigences visées au Tableau 7
9	Éclairage à la lumière naturelle avec protections solaires et/ou écrans pare-soleil	$C_{TL, Vers, SA}$	Aucune protection solaire ou écran: 0,70 Utilisation d'écrans: 0,15
10	Dispositif de protection solaire	<p>Les dispositifs de protection solaire et les écrans doivent être calculés comme étant exécutés ensemble.</p> <p>En cas d'utilisation du dispositif de protection solaire, il faut réaliser le calcul avec un facteur de transmission énergétique total g_{tot} selon l'équation suivante pour toutes les fenêtres et tenir compte d'une commande manuelle (symboles visés au chapitre 1.2).</p> $g_{tot, Ref} = \frac{0,075 \cdot A_n}{\sum_i A_{Fz, (0,5, W)_i} + 0,4 \cdot \sum_i A_{Fz, N_i} + 1,4 \cdot \sum_i A_{Fz, M_i}}$	
11	Système d'éclairage	<p>Éclairage lumineux dans des zones des utilisations 6 et 7 conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10 identique au bâtiment exécuté, cependant pas plus de 1 000 lx; dans les autres cas conformément aux profils d'utilisation indiqués dans la norme DIN V 18599 - Partie 10.</p> <p>Type d'éclairage: dans les zones des utilisations 6 et 7 conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 10 identique au bâtiment exécuté; dans les autres cas: direct/indirect</p> <p>Si la méthode des tableaux est appliquée: ⇒ A chaque fois avec ballast électronique et tubes fluorescents</p> <p>Si la méthode du rendement est appliquée: ⇒ Efficacité lumineuse du système η_S: 80 lm/W ⇒ Rendement de service du luminaire: η_{LB}: 75%</p>	
12	Réglage de l'installation d'éclairage	<p>Contrôle de présence</p> <p>⇒ Dans les zones des utilisations 4, 15 à 19, 21 conformément à la norme DIN V 18599-2 Partie 10 avec détecteur de présence</p> <p>⇒ Dans toutes les autres zones, sans détecteur de présence</p> <p>⇒ Contrôle en fonction de la lumière naturelle = manuel</p>	
13	Chauffage Installation de production de chaleur	<p>Chaudière à condensation, « améliorée » conformément à la norme DIN 18599 DIN V 18599-5, brûleur à combustion interne, gaz naturel, montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique, cubage d'eau > 0,15 l/kW</p>	
14	Chauffage Distribution de chaleur	<p>Chauffage des locaux</p> <p>⇒ Conduites de distribution en zone non chauffée</p> <p>⇒ Régime de températures du système 55/45 °C</p> <p>⇒ Différence de pression Δp constante</p> <p>⇒ Pour le cas de référence, il faut supposer les mêmes longueurs et les mêmes emplacements des conduites que ceux du bâtiment à construire</p> <p>⇒ Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales</p> <p>Dans le cas d'un appareil de traitement d'air central</p> <p>⇒ Conduites de distribution en zone non chauffée</p> <p>⇒ Régime de températures du système 70/55 °C</p> <p>⇒ Différence de pression Δp constante</p> <p>⇒ Pour le cas de référence, il faut supposer la même longueur de conduite que celle du bâtiment à construire.</p> <p>⇒ Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales</p>	

15	Chauffage Transmission de chaleur	<p>Pour un chauffage statique et une hauteur de zone moyenne $\leq 4,0$ m:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Surfaces chauffantes libres contre le mur extérieur, pour des surfaces vitrées avec protection contre le rayonnement ⇒ Régulateur proportionnel (1K) ⇒ Aucune énergie auxiliaire <p>Pour un chauffage statique et une hauteur de zone moyenne $> 4,0$ m:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Plafonds rayonnants à eau chaude ⇒ Régulateur proportionnel (1K) ⇒ Aucune énergie auxiliaire <p>Pour un chauffage par circulation d'air (post-chauffage décentralisé dans des centrales de traitement d'air):</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Grandeur réglée, température ambiante ⇒ Qualité de réglage élevée
16	Eau chaude sanitaire Système centralisé	<p>Installation de production de chaleur:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Installation solaire conformément à la norme DIN V 18599-8 destinée à chauffer l'eau sanitaire ⇒ Jusqu'à $A_{NGF} = 500$ m², capteur plan: $A_c = 0,09 \cdot (1,5 \cdot A_{NGF})^{0,8}$, volume de la partie solaire (située en partie inférieure) du réservoir d'eau chaude sanitaire: $V_{s,sol} = 2 \cdot (1,5 \cdot A_{NGF})^{0,9}$ ⇒ Avec $A_{NGF} = 500$ m² « Installation solaire importante » ⇒ A_{NGF} est la surface de plancher nette des zones alimentées par le système central ⇒ Besoin restant au moyen de l'installation de production de chaleur de chauffage <p>Stockage de chaleur:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Réservoir chauffé indirectement (fixe) ⇒ Montage à l'extérieur de l'enveloppe thermique <p>Distribution de chaleur:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Distribution située à l'extérieur ⇒ Pour le cas de référence, il faut supposer les mêmes longueurs et les mêmes emplacements des conduites que ceux du bâtiment à construire ⇒ Standard d'isolation des conduites conformément aux exigences minimales
17	Eau chaude sanitaire Système décentralisé	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Chauffe-eau électrique instantanée ⇒ Un point de puisage et 6 m de longueur de conduite par appareil
18	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée ou installation de reprise d'air	<p>Puissance absorbée spécifique du ventilateur: $P_{SFP} = 1,25$ kW/(m³/s)</p>
19	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée et de reprise d'air sans fonction de post-chauffage et de refroidissement	<p>Puissance absorbée spécifique:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ventilateur d'amenée d'air $P_{SFP} = 1,60$ kW/(m³/s) ⇒ Ventilateur de reprise d'air $P_{SFP} = 1,25$ kW/(m³/s) <p>Des corrections conformément à la norme DIN EN 13779: 2007-04 (chapitre 6.5.2) ne peuvent être prises en compte dans le calcul que dans le cas de filtres HEPA, de filtres à gaz ou de classes de récupération de chaleur H2 ou H1.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Récupération thermique par échangeur thermique à plaques (à flux croisés), rendement de récupération thermique = 0,6, rapport de pression = 0,4 ⇒ Passage des gaines d'air: à l'intérieur du bâtiment
20	Traitement d'air des locaux Installation d'amenée et de reprise d'air avec régulation du conditionnement d'air	<p>Puissance absorbée spécifique:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ventilateur d'amenée d'air $P_{SFP} = 2,00$ kW/(m³/s) ⇒ Ventilateur de reprise d'air $P_{SFP} = 1,25$ kW/(m³/s) <p>Des corrections conformément à la norme DIN EN 13779: 2007-04 (chapitre 6.5.2) ne peuvent être prises en compte dans le calcul que dans le cas de filtres HEPA, de filtres à gaz ou de classes de récupération de chaleur H2 ou H1.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Récupération thermique par échangeur thermique à plaques (à flux croisés), ⇒ Rendement de récupération thermique = 0,6, température de l'air pulsé = 18 °C, rapport de pression = 0,4 ⇒ Passage des gaines d'air: à l'intérieur du bâtiment

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

Tableau 11 - Équipement de référence du bâtiment de référence

2.5 Affectation aux catégories de bâtiments

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

- a) bâtiments de bureaux;
- b) jardins d'enfants et garderies;
- c) écoles supérieures et universités;
- d) hôpitaux;
- e) centres de soins et maisons de retraite;
- f) pensions;
- g) hôtels;
- h) restaurants;
- i) centres de manifestations;
- j) salles de sport;

- k) piscines;
- l) établissements commerciaux;
- m) autres bâtiments conditionnés.

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

3 Répartition en classes de performance énergétique

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

3.1 Classification sur la base du besoin énergétique calculé

En vue d'évaluer et de documenter le besoin énergétique calculé d'un bâtiment fonctionnel, neuf classes de performance énergétique sont établies. Les limites des classes sont déterminées individuellement pour chaque bâtiment en se rapportant au bâtiment de référence conformément au chapitre 2.4, c'est-à-dire que le cubage respectif et la situation d'utilisation respective sont pris en considération. Le bâtiment de référence constitue la limite supérieure de la classe D. Les limites des autres classes sont obtenues en pourcentages à partir de la valeur spécifique du bâtiment de référence conformément à la Figure 4.

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

Figure 4 - Définition des limites des classes de performance énergétique en pourcentage de la valeur spécifique de référence

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

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

où

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

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

$q_{h,b}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en chaleur de chauffage visé au chapitre 6.10
$q_{h,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air conformément au chapitre 6.10
$q_{l,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en énergie primaire éclairage conformément au chapitre 6.14
$q_{v,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en énergie primaire ventilation conformément au chapitre 6.15
$q_{c,p}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air conformément au chapitre 6.13

Le calcul des valeurs spécifiques d'émissions de CO_2 du bâtiment est effectué conformément au chapitre 6.21. Pour déterminer les valeurs spécifiques d'émissions du bâtiment de référence, il faut appliquer les conditions générales visées au chapitre 2.4.

3.2 Classification sur la base du besoin pondéré en énergie finale

La classification sur la base du besoin pondéré en énergie finale est indiquée sous la forme de la classe d'économie. La classe d'économie est déterminée à partir de l'indice K_{index} en utilisant les limites de classes visées à la Figure 4. L'indice d'économie correspond au pourcentage du besoin pondéré en énergie finale du bâtiment à évaluer se rapportant au besoin pondéré en énergie finale du bâtiment de référence.

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

où

K_{index}	m^2	est l'indice d'économie pour le bâtiment à évaluer
$Q_{f,k}$	kWh/a	est le besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment à évaluer
$Q_{f,k,\text{ref}}$	kWh/a	est le besoin pondéré en énergie finale pour le bâtiment de référence

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

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

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

où

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

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

3.3 Classification sur base de la consommation énergétique mesurée

Lors de la classification sur base de la consommation énergétique mesurée, une distinction est établie entre électricité et chaleur. Par électricité on entend la consommation énergétique finale en énergie électrique pour les systèmes mentionnés au chapitre 7.1. Au sens du présent règlement, par chaleur on entend la consommation énergétique finale en combustibles ainsi que les chauffages urbains pour les systèmes mentionnés au chapitre 7.1.

Afin d'évaluer les consommations énergétiques mesurées pour l'électricité et la chaleur, il faut calculer la moyenne des valeurs spécifiques de consommation visées aux chapitres 7.14 et 7.15 des trois dernières années et de les rapporter à la valeur spécifique de référence respective visée au chapitre 7.1. Le résultat est exprimé en pourcentage. Cette valeur est dénommée indice de consommation $V_{index,s}$ pour l'électricité et $V_{index,w}$ pour la chaleur. Elle doit être calculée à l'aide de l'équation suivante et représentée conformément à la figure 5.

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

où

$V_{index,s}$	%	est l'indice de consommation électricité
$V_{index,w}$	%	est l'indice de consommation chaleur
$e_{Vs,i}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment conformément au chapitre 7.15 dans l'année i
$e_{Vw,i}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment conformément au chapitre 7.14 dans l'année i
$e_{Ref,s}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence électricité du bâtiment conformément au chapitre 7.1.
$e_{Ref,w}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence chaleur du bâtiment conformément au chapitre 7.1
i		est le nombre d'années qui doivent être prises en considération pour déterminer la valeur spécifique de consommation (3 ans)

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

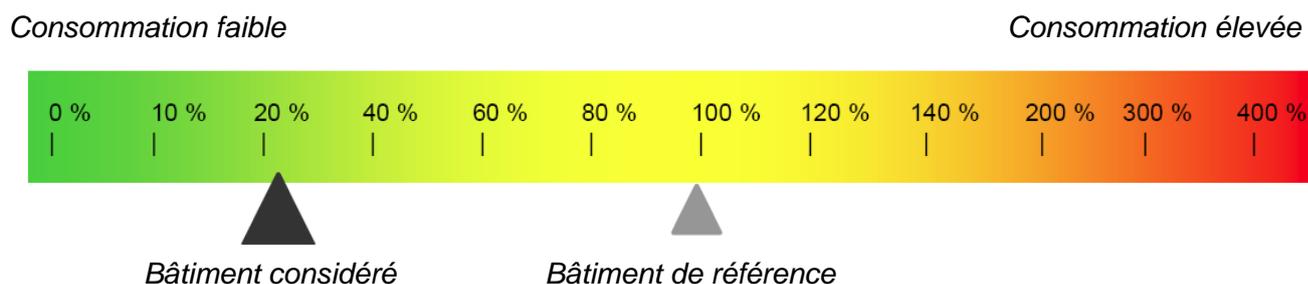


Figure 5 – Classement du bâtiment sur l'échelle énergétique

4 Contenu du calcul de performance énergétique

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

4.1 Informations générales

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

4.2 Indications concernant le bâtiment

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

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

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

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

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

Indications supplémentaires:

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

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

4.4 Respect des exigences minimales

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

4.4.1 Isolation thermique d'hiver

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

4.4.2 Protection thermique d'été

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

4.4.3 Étanchéité à l'air du bâtiment

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.3 doit être confirmé. L'emplacement du niveau d'étanchéité à l'air du bâtiment doit être reporté sur les plans de construction. La classe d'exigences correspondante visée au Tableau 7 doit être indiquée.

4.4.4 Mesures en vue d'éviter les ponts thermiques

Les mesures adoptées en vue d'éviter les ponts thermiques visées au chapitre 1.4 doivent être confirmées. Si un certificat d'équivalence au sens de la norme ~~DIN 4108- Supplément 2:2006-03~~ DIN 4108- Supplément 2 est établi, il doit être joint en annexe au certificat de performance énergétique.

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

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.5 doit être confirmé.

4.4.6 Accumulation de chaleur

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

4.4.7 Centrales de traitement d'air

Le respect des exigences minimales relatives à la valeur P_{SFP} visées au chapitre 1.7 doit être confirmé. Si le choix est porté sur la variante des exigences minimales relatives à la vitesse dans les gaines et au rendement du ventilateur, il faut confirmer le respect de ces exigences minimales.

4.4.8 Systèmes de réglage

Le respect des exigences minimales visées au chapitre 1.8 doit être confirmé séparément selon chaque chapitre.

4.5 Documentation du calcul

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

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

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

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

2. au niveau des composants: ce niveau permet d'interpréter le document de synthèse concernant le bâtiment et donne un aperçu des principaux composants énergétiques du bâtiment. A cette fin, les grandeurs caractéristiques des principaux composants du bâtiment doivent y figurer. Au minimum les grandeurs suivantes sont à indiquer:
 - géométrie et données sur les matériaux de l'enveloppe thermique du bâtiment;
 - nature, dimensions, conditionnement et système d'éclairage des zones;
 - centrales de traitement d'air existantes en indiquant les fonctions relatives au traitement de l'air et le besoin en électricité des ventilateurs;
 - besoin en énergie utile de chauffage et de refroidissement des systèmes de chauffage et de refroidissement statiques ainsi que des centrales de traitement d'air;
 - pour les générateurs de vapeur, les installations de production de chaleur et de froid, les indications relatives au système utilisé, à la déperdition d'énergie utile du générateur, au rapport consommation/besoin de l'installation de production, au besoin en énergie finale et à la quantité d'énergie auxiliaire.

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

production correspondantes (par exemple: toutes les installations de production de froid) par rapport à la surface conditionnée correspondante.

5 Contenu du certificat de performance énergétique

5.1 Certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base du besoin énergétique calculé

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

5.1.1 Informations requises sur chaque page

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

5.1.2 Informations générales

- désignation du bâtiment évalué;
- nom et adresse du propriétaire du bâtiment;
- nom et adresse de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique;
- motif de l'établissement du certificat de performance énergétique: demande du permis de construire, modification, extension, évaluation d'un bâtiment existant;
- date des deux échéances auxquelles une mise à jour du certificat de performance énergétique est nécessaire en ce qui concerne les données relatives à la consommation et au classement;
- signature de l'expert ayant établi le certificat;
- adresse du bâtiment concerné;

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

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

(Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016)

« • mention « comme planifié » s'il s'agit d'un certificat de performance énergétique qui reflète la performance énergétique du bâtiment dans la phase de planification du bâtiment. »

5.1.3 Indications concernant le bâtiment

- catégorie du bâtiment conformément au chapitre 2.5;
- surface de référence énergétique A_n conformément au chapitre 6.2;
- zones du bâtiment avec l'indication de l'utilisation respective, de l'utilisation standard affectée et de la surface de plancher nette des zones conformément au chapitre 6.8 et représentation graphique de cette répartition;
- indication précisant si la zone est chauffée, climatisée, ventilée et/ou aérée;
- classification du besoin spécifique total en énergie primaire visé au chapitre 2.1 (classe de performance énergétique), du besoin pondéré en énergie finale visé au chapitre 3.2 (classe d'économie) et de la valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ visée au chapitre 6.21 du bâtiment fonctionnel dans la classe de performance énergétique (classe A à I) visée au chapitre 3.1;
- représentation des valeurs annuelles des besoins en énergie primaire, finale et utile en kWh/(m²a) pour les systèmes techniques visés au chapitre 2.1 pour l'état réel et classement dans les classes de performance (classe A à I) visées au chapitre 3.1.

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

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

5.2.1 Informations requises sur chaque page

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

5.2.2 Informations générales

- désignation du bâtiment ou de la partie du bâtiment à évaluer ainsi que l'adresse;
- nom et adresse du propriétaire du bâtiment;
- nom et adresse de l'expert ayant établi le certificat de performance énergétique;
- motif de l'établissement du certificat de performance énergétique: modification, extension, évaluation d'un bâtiment existant;
- date des deux échéances auxquelles une mise à jour du certificat de performance énergétique est nécessaire en ce qui concerne les données relatives à la consommation et au classement;
- signature de l'expert délivrant le certificat de performance énergétique;
- adresse du bâtiment concerné;

(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014)

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

5.2.3 Indications concernant le bâtiment

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

5.2.4 Évaluation de la performance et valeurs spécifiques énergétiques

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

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

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

5.2.5 Recommandations de modernisation visant une amélioration de la performance énergétique

Les recommandations de modernisation au sens du présent règlement ont pour objectif de présenter des possibilités d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. Elles doivent être jointes au certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base de la consommation énergétique mesurée. Aux fins de l'élaboration des mesures visant une amélioration de la performance énergétique, deux niveaux sont définis avec un degré de précision différent. Le niveau 1 prend en considération les principaux composants énergétiques d'un bâtiment, les évalue sur le plan qualitatif et il attire l'attention sur d'éventuels points faibles. Le niveau 2 comprend, en plus, une analyse quantitative de l'état réel et permet ainsi de fournir des recommandations plus précises pour les mesures visant à améliorer la performance énergétique.

- Dans le certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur la base de la consommation énergétique mesurée, les recommandations de modernisation concernant l'amélioration de la performance énergétique relevant du cadre du niveau 1 sont à reporter dans tous les cas.
- Si l'indice de consommation chaleur ou l'indice de consommation électricité dépasse la valeur de 140 %, il faut, au plus tard quatre ans après l'établissement du certificat, compléter les recommandations de modernisation conformément au niveau 2 dans le certificat de performance énergétique. Cela n'est pas nécessaire lorsqu'il est possible d'attester, sur la base des recommandations de modernisation conformes au niveau 1, que le bâtiment et les installations techniques présentent une performance énergétique élevée ou lorsqu'il est démontré que le dépassement de 140% est dû à des utilisations spéciales ou des spécificités techniques du bâtiment et des installations techniques. Il y a lieu de documenter ce fait et de joindre cette documentation au certificat de performance énergétique.
(Règlement grand-ducal du 26 mai 2014) «Si l'indice de consommation chaleur $V_{index,w}$ ou l'indice de consommation électricité $V_{index,s}$ a été fixé à 400% suite:
 - a) à la correction tenant compte des surfaces inoccupées conformément aux chapitres 7.14.2 et 7.15.2,
 - b) à la correction temporelle conformément aux chapitres 7.14.3 et 7.15.3, ou
 - c) à la non possibilité de compléter les données de consommation en cas de données manquantes conformément au chapitre 7.17,

le certificat de performance énergétique ne doit pas être complété par les recommandations de modernisation du niveau 2 lorsqu'il est possible endéans quatre ans après l'établissement du certificat de performance énergétique, d'attester par l'établissement d'un nouveau certificat de performance

énergétique que le bâtiment présente des indices de consommation chaleur et électricité inférieurs ou égaux à 140%.»

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

5.2.5.1 Recommandations de modernisation - Niveau 1

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

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

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

5.2.5.2 Recommandations de modernisation - Niveau 2

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

- l'évaluation de la performance du corps du bâtiment et des installations techniques conformément au niveau 1;
- le contrôle du fonctionnement des installations de chauffage, de ventilation et de climatisation en fonction de la durée d'utilisation et du réglage. Pour les centrales de traitement d'air, il faut vérifier si les filtres ont été remplacés régulièrement. En ce qui concerne l'éclairage, il y a lieu de contrôler la présence de détecteurs de présence dans les zones générales;
- l'analyse quantitative de la structure des consommateurs de chaleur et d'électricité. A cette fin, il faut répartir la consommation totale pour l'électricité entre les principaux consommateurs individuels et les systèmes techniques. Les principales parts de consommation doivent être expliquées. L'analyse peut se concentrer sur les principaux domaines de consommation. Cependant, il faut attribuer 60% au

moins de la consommation électrique totale aux systèmes techniques et/ou aux consommateurs individuels;

- la performance de toutes les consommations partielles individuelles doit être évaluée en tenant compte de chaque situation d'utilisation respective du bâtiment. Les mesures pertinentes en vue d'augmenter la performance énergétique doivent être déterminées. Les économies d'énergie et les frais d'investissement doivent être estimés et la rentabilité doit être déterminée grossièrement;
- les mesures sont à réunir et à classer dans une liste des priorités, la priorité découlant de l'avantage énergétique et économique.

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

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

6 Calculs du besoin en énergie primaire des bâtiments fonctionnels

Le bilan énergétique des bâtiments décrit au chapitre 2.1 doit être réalisé avec les méthodes de calcul de la norme DIN V 18599, à l'exception des modifications indiquées ci-après. La version de la norme DIN V 18599, édition 2007, s'applique. Ci-après sont signalées:

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

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

Si les données du projet détaillé des installations, nécessaires au calcul conformément à la norme DIN V 18599, ne sont pas disponibles, il est possible d'utiliser les hypothèses standard de la norme DIN V 18599 (l'étude de l'éclairage constitue une exception, voir le chapitre 6.14).

6.1 Définitions des données importantes concernant le bâtiment

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

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

Tableau 12 - Répartition de la surface de plancher d'un bâtiment en m²

6.1.1 Surface de plancher

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

Les surfaces horizontales doivent être mesurées dans leurs dimensions réelles et les surfaces obliques en projection verticale sur un plan horizontal. Pour les cages d'escalier, les cages d'ascenseur et les gaines techniques, la surface de plancher est déterminée de la même façon comme si le plancher les traversait. Cela s'applique également aux trémies d'escalier d'une surface maximale de 15 m². Dans les autres cas, il s'agit d'un espace qui ne fait pas partie de la surface de plancher.

6.1.2 Surface de construction

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

6.1.3 Surface de plancher nette

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

6.1.4 Surface utile

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

6.1.5 Surface utile principale

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

6.1.6 Surface utile secondaire

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

6.1.7 Surface de circulation

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

6.1.8 Surface d'installations

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

6.2 Surface de référence énergétique A_n , en m^2 ,

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

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

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

6.4 Volume conditionné brut V_e en m^3

Le volume conditionné brut V_e est le volume compris dans la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment, conformément au chapitre 6.3. Si V_e n'est pas connu mais que le volume conditionné net V_n est connu, il est possible de calculer V_e selon une méthode simplifiée à l'aide de la formule suivante: $V_e = V_n / 0,77$ en m^3 .

6.5 Volume thermiquement conditionné net V_n , en m^3

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

6.6 Rapport A/V_e en $1/m$

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

6.7 Climat de référence

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

6.8 Profils d'utilisation

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

Par dérogation à la norme DIN V 18599-10, tableau 4, il est possible d'appliquer pour les zones des utilisations 6 et 7 l'intensité de l'éclairage à mettre en place réellement sans excéder toutefois 1 000 lx.

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

6.9 Directives relatives au zonage

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

6.10 Énergie de chauffage

Le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air $q_{h,p}$ doit être évalué lorsque la température ambiante de consigne du bâtiment ou d'une zone du bâtiment est d'au moins 12 °C. Le calcul du besoin en énergie finale pour le chauffage doit être effectué conformément à la norme ~~DIN 18599~~DIN V 18599-10 - Parties 2, 3, 5, 7 et 9. Le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage des centrales de traitement d'air $q_{h,p}$ est calculé comme suit:

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

où

$q_{h,p}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air
$Q_{h,f,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur x pour la fourniture de chaleur utile au système de chauffage et de traitement d'air conformément à la norme DIN V 18599-5
$f_{p,x}$	-	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au Tableau 33
$f_{HS/HL,x}$	-	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au Tableau 35

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

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

où

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

La conversion des exigences concernant l'étanchéité à l'air du bâtiment q_{50} , visées au Tableau 7, en la valeur d'étanchéité à l'air du bâtiment n_{50} , requise par la norme DIN V 18599, est effectuée à l'aide de l'équation suivante:

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

où

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

6.11 Eau chaude sanitaire

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

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

où

$q_{ww,p}$	$kWh/(m^2a)$	est le besoin spécifique en énergie primaire, eau chaude sanitaire
$Q_{w,f,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur x pour la fourniture de chaleur utile au système d'eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
$f_{p,x}$	m^2	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au Tableau 33
$f_{HS/Hi,x}$	m^2	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur x conformément au Tableau 35

6.12 Humidification par la vapeur

Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'humidification par la vapeur $q_{m,p}$ doit être évalué lorsque, pour le bâtiment ou une zone du bâtiment, un tel approvisionnement doit être prévu en raison de l'utilisation d'une centrale de traitement d'air visée au chapitre 6.12 pendant plus de deux mois par an en moyenne. Le calcul du besoin en énergie finale pour l'humidification par la vapeur de l'air, tel que prévu au chapitre 2, doit être effectué conformément à la norme ~~DIN 18599~~ DIN V 18599 - Partie 3 ainsi qu'à la norme ~~DIN 18599~~ DIN V 18599 - Partie 7. Le besoin spécifique en énergie primaire pour l'humidification par la vapeur $q_{m,p}$ est calculé comme suit:

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

où

$q_{m,p}$	$kWh/(m^2a)$	est le besoin spécifique en énergie primaire, humidification par la vapeur
$Q_{m,f,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale du générateur de vapeur x pour humidifier l'air fourni conformément à la norme DIN V 18599-7
$f_{p,x}$	m^2	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie du générateur de vapeur x conformément au Tableau 33

$f_{HS/HL,x}$ m² est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie du générateur de vapeur x conformément au Tableau 35

6.13 Froid

Le besoin spécifique en énergie primaire pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air $q_{c,p}$ doit être évalué lorsque, pour le bâtiment ou une zone du bâtiment, l'utilisation d'une technique de refroidissement est prévue. Le calcul du besoin en énergie finale de froid pour le refroidissement et la déshumidification doit être effectué conformément à la norme ~~DIN 18599~~ DIN V 18599 - Parties 2, 3, 5 et 7. Le besoin spécifique en énergie primaire de froid pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air $q_{c,p}$ est calculé comme suit:

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

où

$q_{c,p}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique en énergie primaire, froid pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement des centrales de traitement d'air
$Q_{C,f,elektr,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de la machine frigorifique à compression conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{C,f,therm,y}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur y pour alimenter la machine frigorifique à absorption conformément à la norme DIN V 18599-7
$f_{p,y}$	m ²	est le facteur d'énergie primaire de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur y, conformément au Tableau 33
$f_{p,Strom-Mix}$	m ²	est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « mix de l'électricité » conformément au Tableau 33
$f_{HS/HL,y}$	m ²	est le facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie de l'installation de production de chaleur ou du générateur de vapeur y, conformément au Tableau 35

6.14 Éclairage

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

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

où

$q_{l,p}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour l'éclairage
$Q_{l,f,z}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale pour éclairer la zone Z conformément à la norme DIN V 18599-4
$f_{p,Strom-Mix}$	m ²	est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « mix de l'électricité » conformément au Tableau 33

Remarques concernant le calcul

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

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

6.15 Ventilation

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

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

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

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

où

$q_{v,p}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour la ventilation
$Q_{V,E,x}$	kWh/a	est le besoin en énergie finale pour la ventilation de la centrale de traitement d'air (x) conformément à la norme DIN V 18599-3 (équivalant au besoin en énergie utile)
$f_{p,Strom-Mix}$	m ²	est le facteur d'énergie primaire pour le vecteur énergétique « Mix de l'électricité » conformément au Tableau 33

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

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

6.16 Énergie auxiliaire

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

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

où

$q_{aux,p}$	kWh/(m ² a)	est le besoin spécifique en énergie primaire pour l'énergie auxiliaire pour le système de chauffage et la fonction de chauffage de la centrale de traitement d'air, pour le système de refroidissement et la fonction de refroidissement de la centrale de traitement d'air, pour l'humidification, la préparation d'eau chaude sanitaire et l'éclairage
-------------	------------------------	--

$Q_{h,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour le système de chauffage conformément à la norme DIN V 18599-5
$Q_{c,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour le traitement d'air et la production de froid dans les locaux conformément à la norme DIN V 18599-7
$Q_{h^*,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour la fourniture de chaleur destinée à la centrale de traitement d'air conformément à la norme DIN V 18599-5
$Q_{w,aux}$	kWh/a	est l'énergie auxiliaire pour l'approvisionnement en eau chaude sanitaire conformément à la norme DIN V 18599-8
$f_{p,Strom-Mix}$	m ²	est le facteur d'énergie primaire pour la source d'énergie « Mix de l'électricité » conformément au Tableau 33

6.17 Autres

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

6.17.1 Évaluation du système de protection solaire mobile

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

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

Tableau 13: Paramètre d'évaluation a de l'activation de dispositifs mobiles de protection solaire manuels ou réglés en fonction du temps pour différentes inclinaisons de surface

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

Tableau 14: Paramètre d'évaluation a de l'activation de dispositifs mobiles de protection solaire réglés en fonction du rayonnement pour différentes inclinaisons de surface

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

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

6.17.2 Ponts thermiques

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

1. prise en compte en augmentant les coefficients de transmission thermique du facteur de correction des ponts thermiques $\Delta U_{WB}=0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pour l'ensemble de la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment;
2. dans le respect des exemples de planification et d'exécution conformément à la norme DIN 4108 - Feuille 2, prise en compte en augmentant les coefficients de transmission thermique du facteur de correction des ponts thermiques $\Delta U_{WB}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pour l'ensemble de la surface de l'enveloppe thermique A du bâtiment;
3. calcul des ponts thermiques conformément à la norme ~~DIN 48599~~ DIN V 18599-2.

Dans le cas de bâtiments répondant au standard de la maison passive, seule la variante 3 est autorisée. Pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique qui sont à remettre avec la demande d'autorisation de construire d'un bâtiment fonctionnel neuf ou d'une extension d'un bâtiment fonctionnel, une valeur estimative peut être prise en compte. Le calcul des ponts thermiques est à apporter lors de l'établissement du certificat de performance énergétique visé à l'article 4, paragraphe 12 du présent règlement.

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

6.17.3 Constructions jumelées et mitoyennes

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

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

6.17.4 Autres conditions générales

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

Grandeur caractéristique	Conditions générales
Interruption du chauffage	Le fonctionnement à température réduite selon la durée conformément aux conditions générales d'utilisation visées au tableau 4 de la norme DIN 48599 <u>DIN V 18599-10</u> est à appliquer.

Apport thermique solaire par des éléments de construction opaques	Lors de la détermination des apports thermiques solaires pour le bâtiment de référence, il faut appliquer, dans le cadre d'une méthode simplifiée, un coefficient de transmission thermique des éléments de construction opaques $U=0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Émissivité de la surface extérieure pour le rayonnement thermique $\varepsilon = 0,8$ Facteur d'absorption solaire sur les surfaces opaques $\alpha = 0,5$; pour les toits sombres, il est possible de prendre $\alpha = 0,8$ lorsque cela est également indiqué dans le cas de la planification.
---	--

Tableau 15: Autres conditions générales de calcul conformément à la norme DIN V 18599

6.18 Méthodes de calcul simplifiées pour le corps du bâtiment

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

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

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

6.18.1 Affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment

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

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

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

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

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

où

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

A la surface $A_{i,Z}$ de la catégorie d'éléments de construction i affectée à la zone Z sont associées des caractéristiques des matériaux, chaque caractéristique correspondant à la moyenne des surfaces pondérées

pour la catégorie d'éléments de construction i respective. Pour l'exemple du coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission $H'_{T,i,z}$ qui est affecté à la partie de surface de l'enveloppe $A_{i,z}$, cela signifie que:

$$H'_{T,i,z} = H'_{T,i} \tag{28}$$

où

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

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

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

Dans ces cas, les surfaces correspondantes des éléments de construction doivent être indiquées individuellement pour les zones concernées au niveau des zones conformément au chapitre 6.18.1.2. Les caractéristiques liées aux matériaux doivent être déterminées à travers l'affectation d'un élément de construction défini au niveau du bâtiment de la catégorie d'élément de construction respective. Pour les zones d'un bâtiment ne tombant pas sous ces exceptions, il est possible de continuer à appliquer l'affectation simplifiée de l'enveloppe thermique du bâtiment.

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

6.18.1.1 Prise en considération au niveau global du bâtiment

Les surfaces partielles de l'enveloppe du bâtiment ainsi que leurs caractéristiques sont indiquées au niveau global du bâtiment comme la valeur cumulée pour l'ensemble du bâtiment. Il n'y a pas distinction en fonction des zones. Chacune des surfaces partielles de l'enveloppe thermique du bâtiment doit être affectée à l'une des catégories d'éléments de construction définies au chapitre 6.18.1.

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

$$A_{i,ges} = \sum_j A_{i,j} - \sum_{j,z} A_{i,j,z} \tag{29}$$

où

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

Les caractéristiques moyennes des matériaux des catégories d'éléments de construction sont déterminées par la moyenne pondérée en fonction des surfaces des caractéristiques des matériaux de chaque surface partielle de la catégorie d'éléments de construction. Cela concerne, par exemple, pour les fenêtres les grandeurs suivantes:

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

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

- le coefficient spécifique de transfert de chaleur par transmission H'_{τ} ;
- le facteur d'absorption solaire α .

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

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

où

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

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

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

où

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

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

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

6.18.1.2 Prise en considération au niveau des zones

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

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

où

$A_{N,z}$ m^2 est la surface de plancher nette de la zone z

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

Les facteurs de pondération doivent être définis conformément au Tableau 16 au niveau des zones. Lors de la prise en considération simplifiée des surfaces de fenêtre, une surface de fenêtre peut être considérée comme « non existante », lorsque la surface de fenêtre spécifique de l'orientation concernée représente moins de $0,03 \text{ m}^2_{\text{surface de fenêtre}}$ par m^2 de surface de plancher nette de la zone.

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

Tableau 16 - Facteurs de pondération pour la catégorie d'éléments de construction correspondante

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

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

- La capacité d'accumulation thermique effective C_{wirk} d'une zone doit être classée en construction légère, moyenne ou lourde. La détermination de la capacité d'accumulation thermique effective et la classification du type de construction doivent être effectuées conformément au chapitre 1.2.5.
- La hauteur libre moyenne doit être indiquée et le volume d'air net de la zone doit être déterminé en utilisant la surface de plancher nette des zones. Le volume d'air net de l'ensemble du bâtiment est la somme des volumes d'air nets de chaque zone.
- Il faut indiquer le procédé de conditionnement de la zone.

6.18.2 Détermination simplifiée de l'éclairage à la lumière naturelle

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

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

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

Pour chaque zone, il faut tenir compte de la hauteur moyenne de linteau h_{sl} et de la hauteur moyenne de fenêtre h_{Fe} pour une fenêtre caractéristique. Si l'évaluation de la hauteur moyenne de linteau ou de la hauteur moyenne de fenêtre n'est pas facilement réalisable en raison des géométries et/ou des positionnements très différents des fenêtres dans une zone, celles-ci peuvent être déterminées par la moyenne pondérée en fonction des surfaces sur toutes les fenêtres d'une zone.

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

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

où

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

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

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

où

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

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

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

où

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

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

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

où

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

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

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

où

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

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

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

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

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

où

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

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

Dans ce cas, il faut appliquer ce qui suit:
$$b_{TL,i} = b_{Fe,i} + \frac{a_{TL,i}}{2} \quad (39)$$

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

où

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

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

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

où

$A_{TL,i}$ m² est la surface éclairée à la lumière naturelle d'une zone pour l'orientation i

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

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

où

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

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

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

où

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

6.18.3 Coefficients de correction de la température F_x dans le cas du chauffage et du refroidissement

Dans le cas du chauffage, il est possible d'appliquer les valeurs de F_x conformes à la norme DIN V 18599 - Partie 2, tableau 3, les températures moyennes mensuelles visées au Tableau 18 et Tableau 19 ou les valeurs de F_x visées au Tableau 20 et Tableau 21.

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

En vue de déterminer les températures moyennes mensuelles visées au Tableau 18 et Tableau 19 ou les valeurs de F_x visées au Tableau 20 et Tableau 21, il faut réaliser un classement des zones non conditionnées selon les critères suivants:

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

6.18.3.1 Classement en fonction du standard d'isolation

Le standard d'isolation de la zone non conditionnée est classé conformément au tableau suivant:

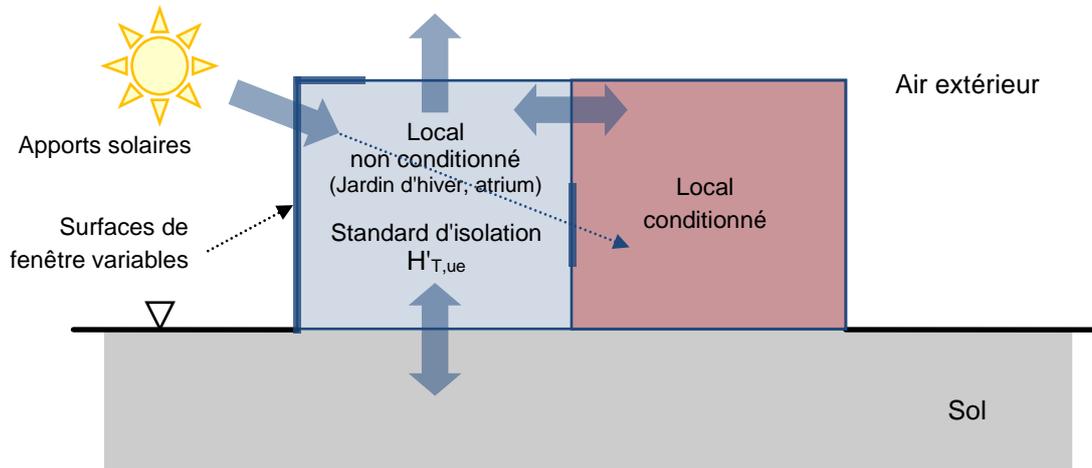
Standard d'isolation de la zone limitrophe	Valeur de calcul de $H'_{T,ue}$
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	1,50 $W/(m^2K)$

Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	1,00 W/(m ² K)
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,50 W/(m ² K)
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,25 W/(m ² K)

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

6.18.3.2 Classification en fonction des charges solaires

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



solaires.

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

Les valeurs de calcul fournies dans les tableaux sont déterminées pour une configuration sans protection solaire. En cas d'utilisation de systèmes de protection solaire, la part de surface de fenêtre peut être augmentée sans que les apports solaires n'augmentent. L'éventuelle augmentation de la part de surface de fenêtre dépend de la performance de la protection solaire. Il faut distinguer deux cas d'application:

- 1) Classification de la zone non conditionnée en fonction de la part de surface de fenêtre. Cette classification peut être appliquée lorsqu'il s'agit d'une construction vitrée adjacente simple avec une surface de fenêtre en façade et que la part de surface de fenêtre peut être facilement évaluée.
- 2) Classification de la zone non conditionnée en fonction de la part de surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette $f_{Fe,An,u}$. Dans le cas des atriums présentant différentes surfaces vitrées ou pour des surfaces vitrées avec différentes orientations, la détermination de la part de surface fenêtre n'est pas toujours aisée. La détermination de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette donne des informations sur les apports solaires dans la zone non conditionnée qui peuvent être corrigés en fonction de l'orientation.

Lors de l'évaluation, des corrections sont nécessaires en particulier pour les surfaces vitrées horizontales et les surfaces orientées au nord. Pour les fenêtres orientées au nord ou pour les fenêtres qui ne sont pas exposées au rayonnement direct, les rayonnements solaires évalués sont plus faibles. Les rayonnements sont plus élevés pour les surfaces de fenêtre horizontales. En référence à la méthode relative à la protection thermique d'été visée au chapitre 1.2, les surfaces de fenêtre doivent être pondérées en fonction de l'orientation.

La surface de fenêtre modifiée rapportée à la surface de plancher nette $f_{Fe,An,u}$ est obtenue pour différentes orientations d'après l'équation suivante:

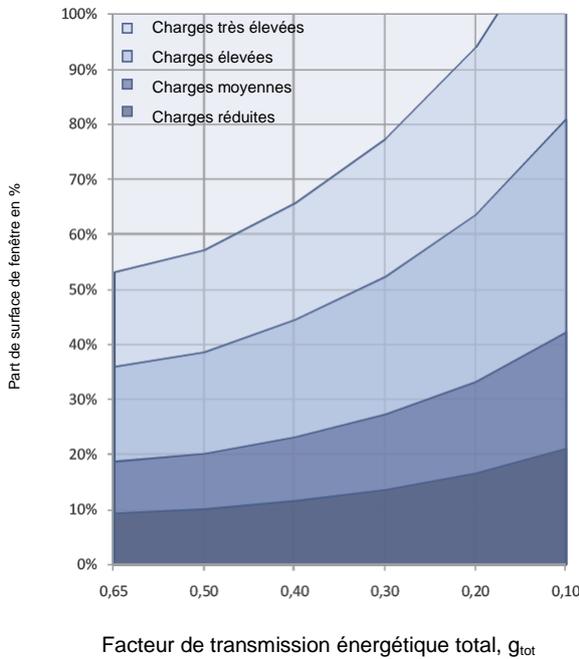
$$f_{Fe,A_{n,u}} = \frac{\sum_i A_{fe,(O,S,W),i} + 0,4 \cdot \sum_i A_{fe,N,i} + 1,4 \cdot \sum_i A_{fe,H,i}}{A_{n,u}} \quad (3)$$

où

$f_{Fe,A_{n,u}}$	m^2/m^2	est la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette
$A_{n,u}$	m^2	est la surface de plancher nette de la zone non conditionnée
$A_{fe,(O,S,W),i}$	m^2	est la surface des fenêtres (i) orientées à l'est, au sud ou à l'ouest (du nord-est en passant par le sud jusqu'au nord-ouest)
$A_{fe,N,i}$	m^2	est la surface des fenêtres (i) orientées au nord (du nord-ouest en passant par le nord jusqu'au nord-est) et les surfaces des fenêtres qui sont toujours à l'ombre
$A_{fe,H,i}$	m^2	est la surface des fenêtres (i) horizontales ou inclinées ou des éléments de construction transparents (i) avec $0^\circ \leq \text{inclinaison} \leq 60^\circ$

Les diagrammes suivants illustrent cette classification.

Classification en profils de charge en fonction de la protection solaire et de la part de surface de fenêtre totale de la zone non conditionnée



Classification en profils de charge en fonction de la protection solaire et de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette de la zone non conditionnée

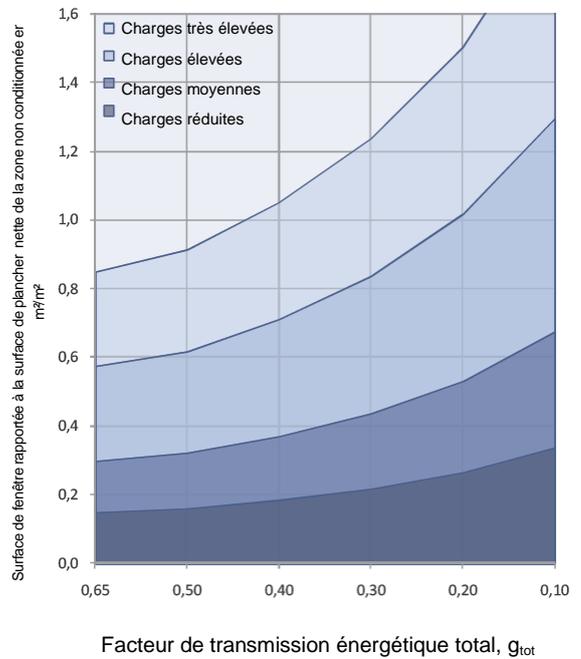


Figure 7: Estimation du niveau des apports solaires d'une zone non conditionnée en fonction de la protection solaire et de la part de surface de fenêtre respectivement de la surface de fenêtre rapportée à la surface de plancher nette.

6.18.3.3 Classification en fonction de la profondeur sous sol

Une zone non conditionnée est représentée de manière simplifiée en fonction de la profondeur sous sol. La figure suivante illustre les paramètres de classification en fonction de l'emplacement dans le sol. Les paramètres requis sont la profondeur de la zone non conditionnée dans le sol et le standard d'isolation.

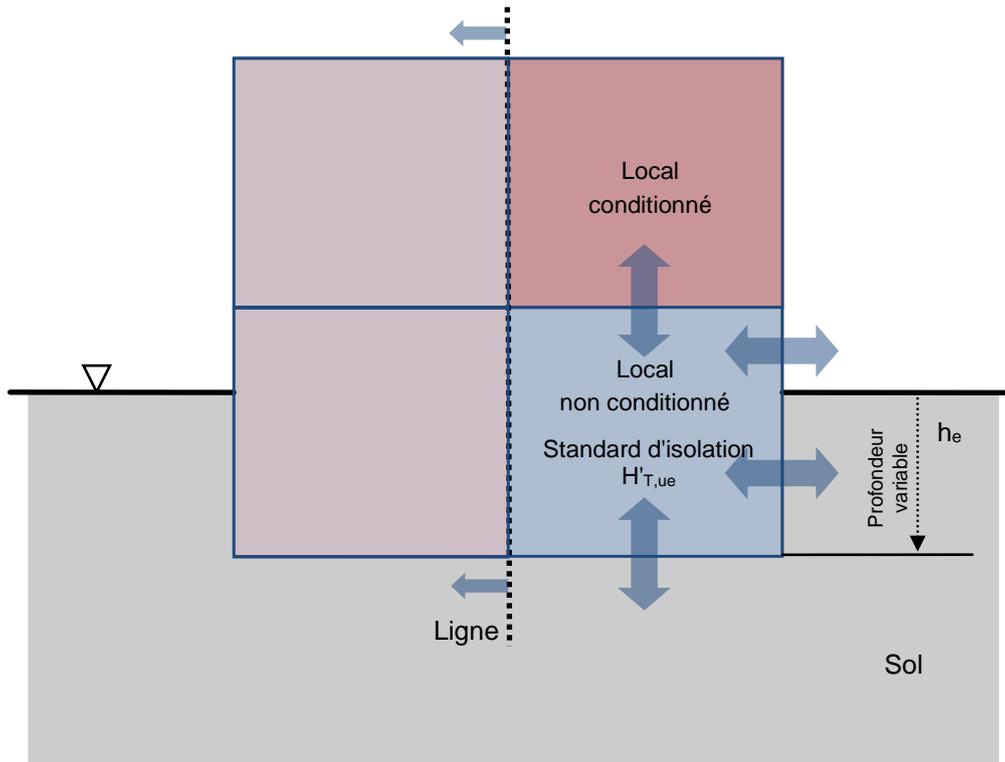


Figure 8: Modèle de l'emplacement des zones non conditionnées sous sol

Valeurs moyennes mensuelles de la température intérieure des zones non conditionnées avoisinantes

Zone **sans** charge interne et/ou solaire

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,1	1,7	5,0	10,0	13,6	16,5	18,5	18,4	14,9	9,9	5,6	2,3
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,5	2,0	5,3	10,2	13,7	16,5	18,5	18,5	15,0	10,1	5,9	2,6
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	1,3	2,9	6,0	10,7	14,0	16,7	18,6	18,6	15,2	10,6	6,6	3,4
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	2,5	3,9	6,9	11,3	14,4	16,9	18,7	18,8	15,6	11,2	7,4	4,5

Zone avec de **faibles** charges internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,8	2,4	5,9	11,3	14,7	17,7	19,7	19,4	15,9	10,8	6,3	2,8
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	1,5	3,1	6,5	12,0	15,3	18,2	19,8	19,9	16,5	11,3	6,8	3,4
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	3,0	4,6	8,0	13,8	16,7	19,5	20,4	20,2	17,8	12,6	8,1	4,6
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	5,0	6,6	10,0	16,1	18,5	19,0	21,1	20,8	19,5	14,2	9,7	6,2

Zone avec des charges **moyennes** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	1,5	3,2	6,7	12,6	15,8	18,8	20,4	20,1	17,0	11,6	6,9	3,3
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	2,5	4,1	7,7	13,8	16,8	19,8	21,1	20,7	18,0	12,5	7,7	4,0
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	4,6	6,3	10,0	16,8	19,2	20,3	22,4	21,8	18,5	14,4	9,5	5,7
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	7,4	9,0	12,9	16,2	18,6	21,5	23,6	22,9	19,7	16,9	11,8	7,9

Zone avec des charges **élevées** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	2,5	4,3	8,2	15,2	18,4	20,9	22,9	22,0	19,0	12,9	7,8	4,0
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	3,8	5,6	9,7	17,5	18,9	22,3	24,4	23,2	19,4	14,3	8,9	4,9
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	6,7	8,7	13,2	18,8	21,5	25,1	27,2	25,4	21,7	17,4	11,5	7,1
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	10,4	12,6	17,5	21,6	24,0	27,7	29,8	27,6	23,8	16,7	14,7	9,9

Zone avec des charges **très élevées** internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	3,4	5,3	9,6	17,8	19,7	23,3	25,4	23,9	19,9	14,2	8,7	4,6
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	5,0	7,1	11,6	18,7	21,7	25,5	27,6	25,6	21,6	16,1	10,1	5,8
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	8,7	11,1	16,3	22,9	25,5	29,7	31,8	28,9	24,8	17,1	13,4	8,5
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	13,1	15,8	15,3	26,9	29,1	33,6	35,8	32,1	27,8	19,3	17,4	11,7

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

Zone $h_e < 0,5m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	2,4	4,0	6,8	11,1	13,8	15,9	17,6	17,6	14,5	10,3	6,9	4,3
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	3,4	4,9	7,6	11,5	14,0	16,0	17,5	17,5	14,6	10,7	7,5	5,2
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	5,2	6,5	8,8	12,3	14,5	16,3	17,6	17,7	15,1	11,7	8,8	6,7
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	6,8	7,9	10,0	13,2	15,2	16,7	18,0	18,1	15,7	12,7	10,1	8,2

Zone $h_e < 1,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	2,7	4,3	7,0	11,2	13,8	15,9	17,4	17,4	14,4	10,3	7,0	4,5
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	3,7	5,2	7,7	11,6	14,0	15,9	17,4	17,4	14,5	10,8	7,7	5,3
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	5,4	6,7	9,0	12,4	14,5	16,2	17,5	17,5	15,0	11,6	8,9	6,9
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	6,9	8,0	10,1	13,2	15,1	16,7	17,9	17,9	15,7	12,6	10,1	8,3

Zone $h_e < 2,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	3,6	5,1	7,7	11,5	13,9	15,8	17,2	17,1	14,2	10,5	7,4	5,2
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	4,5	5,9	8,3	11,9	14,1	15,9	17,1	17,0	14,4	10,9	8,1	6,0
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	5,9	7,2	9,3	12,5	14,5	16,1	17,3	17,2	14,9	11,7	9,2	7,3
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	7,2	8,3	10,3	13,2	15,1	16,5	17,7	17,7	15,6	12,6	10,3	8,5

Zone $h_e < 3,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	5,4	6,7	9,0	12,2	14,2	15,8	16,8	16,5	14,1	10,9	8,4	6,6
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	5,9	7,1	9,3	12,3	14,3	15,8	16,8	16,6	14,3	11,3	8,8	7,0
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	6,7	7,8	9,8	12,7	14,6	16,0	17,0	17,0	14,8	11,9	9,6	7,9
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	7,6	8,6	10,5	13,3	15,0	16,4	17,5	17,5	15,5	12,7	10,5	8,8

Zone $h_e > 3,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	5,4	6,7	8,9	12,1	14,1	15,7	16,7	16,4	14,0	10,9	8,3	6,5
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	5,8	7,1	9,2	12,3	14,2	15,7	16,7	16,5	14,2	11,2	8,7	7,0
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	6,6	7,7	9,7	12,6	14,5	15,9	16,9	16,9	14,7	11,8	9,5	7,8
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	7,4	8,5	10,4	13,2	14,9	16,3	17,4	17,4	15,3	12,6	10,3	8,7

Tableau 19: Températures moyennes en °C dans une zone non conditionnée en contact avec le sol

Coefficients de correction de la température pour des zones non conditionnées

Zone sans charge interne et/ou solaire

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,94	0,95	0,95	0,96	0,92	0,87	0,86	0,96	0,93	0,93	0,94	0,95
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,92	0,93	0,93	0,94	0,91	0,85	0,85	0,94	0,92	0,92	0,93	0,93
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,88	0,89	0,89	0,90	0,87	0,83	0,82	0,90	0,88	0,88	0,89	0,89
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,83	0,84	0,84	0,85	0,82	0,79	0,79	0,85	0,83	0,83	0,84	0,84

Zone avec de faibles charges internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,91	0,91	0,90	0,85	0,79	0,66	0,52	0,64	0,78	0,86	0,91	0,92
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,88	0,88	0,86	0,79	0,72	0,57	0,49	0,50	0,71	0,82	0,87	0,90
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,81	0,81	0,77	0,64	0,56	0,34	0,31	0,41	0,52	0,72	0,80	0,84
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,72	0,71	0,66	0,45	0,35	0,43	0,12	0,22	0,29	0,59	0,70	0,76

Zone avec des charges moyennes internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,88	0,88	0,85	0,74	0,66	0,46	0,31	0,44	0,64	0,80	0,87	0,90
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,83	0,83	0,79	0,64	0,54	0,29	0,12	0,26	0,50	0,73	0,82	0,86
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,74	0,73	0,66	0,39	0,27	0,21	-0,25	-0,09	0,43	0,57	0,71	0,78
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,62	0,60	0,50	0,44	0,34	0,00	-0,60	-0,43	0,26	0,37	0,58	0,68

Zone avec des charges élevées internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,83	0,82	0,77	0,53	0,36	0,11	-0,41	-0,16	0,36	0,69	0,81	0,87
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,78	0,76	0,68	0,34	0,30	-0,14	-0,83	-0,52	0,29	0,58	0,75	0,82
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,65	0,61	0,48	0,22	0,00	-0,61	-1,62	-1,23	-0,03	0,33	0,59	0,71
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,49	0,43	0,23	-0,01	-0,29	-1,07	-2,38	-1,90	-0,33	0,39	0,40	0,58

Zone avec des charges très élevées internes et/ou solaires

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,79	0,77	0,69	0,31	0,21	-0,31	-1,12	-0,74	0,22	0,59	0,76	0,84
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,72	0,69	0,57	0,23	-0,02	-0,69	-1,75	-1,28	-0,02	0,44	0,68	0,78
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,56	0,50	0,30	-0,12	-0,47	-1,41	-2,95	-2,32	-0,46	0,36	0,48	0,64
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,37	0,27	0,36	-0,45	-0,89	-2,09	-4,08	-3,30	-0,89	0,18	0,24	0,48

Tableau 20: Coefficients de correction de la température pour une zone non conditionnée avec des charges internes et/ou solaires

Zone $h_e < 0,5m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,84	0,84	0,84	0,87	0,90	0,96	1,13	1,22	0,99	0,90	0,87	0,85
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,79	0,79	0,80	0,83	0,87	0,95	1,14	1,24	0,97	0,87	0,83	0,81
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,72	0,72	0,73	0,76	0,81	0,90	1,11	1,20	0,90	0,79	0,75	0,73
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,65	0,65	0,66	0,69	0,74	0,82	1,00	1,08	0,81	0,71	0,68	0,66

Zone $h_e < 1,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,82	0,83	0,83	0,86	0,90	0,97	1,16	1,27	1,00	0,90	0,86	0,84
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,78	0,78	0,79	0,83	0,87	0,96	1,18	1,29	0,98	0,87	0,82	0,80
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,71	0,71	0,72	0,76	0,81	0,91	1,15	1,25	0,92	0,79	0,75	0,72
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,64	0,64	0,66	0,69	0,74	0,83	1,03	1,11	0,82	0,71	0,68	0,66

Zone $h_e < 2,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,78	0,78	0,79	0,83	0,88	0,98	1,24	1,38	1,02	0,89	0,84	0,81
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,74	0,75	0,76	0,80	0,86	0,97	1,25	1,39	1,00	0,85	0,80	0,77
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,68	0,69	0,70	0,75	0,81	0,93	1,21	1,33	0,93	0,79	0,73	0,70
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,63	0,63	0,65	0,69	0,75	0,85	1,09	1,18	0,84	0,71	0,67	0,64

Zone $h_e < 3,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,71	0,71	0,72	0,78	0,84	0,99	1,35	1,55	1,04	0,85	0,78	0,74
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,68	0,69	0,70	0,76	0,84	0,99	1,35	1,53	1,02	0,83	0,76	0,72
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,65	0,65	0,67	0,73	0,81	0,95	1,28	1,42	0,95	0,77	0,71	0,67
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,61	0,62	0,63	0,68	0,75	0,87	1,14	1,24	0,85	0,71	0,66	0,63

Zone $h_e > 3,0m$ profondeur dans le sol

Standard d'isolation	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pas d'isolation ($H'_{T,ue} > 1,3$)	0,71	0,71	0,72	0,78	0,86	1,01	1,38	1,58	1,05	0,86	0,78	0,74
Mauvaise isolation ($0,7 < H'_{T,ue} < 1,3$)	0,69	0,69	0,71	0,77	0,85	1,00	1,38	1,55	1,03	0,83	0,76	0,72
Isolation moyenne ($0,4 < H'_{T,ue} < 0,7$)	0,65	0,66	0,68	0,74	0,82	0,97	1,31	1,45	0,96	0,78	0,71	0,68
Bonne isolation ($0,15 < H'_{T,ue} < 0,4$)	0,62	0,62	0,64	0,70	0,77	0,89	1,18	1,28	0,87	0,72	0,66	0,64

Tableau 21: Coefficients de correction de la température pour une zone non conditionnée en contact avec le sol

6.18.4 Représentation simplifiée de l'ombrage

L'ombrage simplifié est réalisé au niveau global du bâtiment en fonction de chaque orientation de façade. Pour simplifier la prise en considération de l'ombrage, des angles d'ombrage tels que prévus au Tableau 22 sont définis forfaitairement pour chaque façade d'un bâtiment. A cet effet, il faut établir une distinction en fonction de l'orientation.

Il y a lieu d'illustrer des situations pour l'ombrage d'horizon et pour une construction en porte-à-faux. En cas d'application de la méthode simplifiée, il est possible de ne pas prendre en considération les influences latérales de l'ombrage. L'angle d'ombrage pour un ombrage latéral est pris égal à 0° pour l'évaluation simplifiée de l'ombrage dans le calcul.

En cas d'ombrage d'horizon, l'angle d'ombrage moyen doit être déterminé en milieu de la façade.

Une construction en porte-à-faux, tels que des balcons et autres éléments en encorbellement, ne peut être représentée de manière simplifiée que si elle est présente régulièrement dans une façade. Dans la méthode simplifiée, un ombrage lié à une construction en porte-à-faux doit être pris en considération lorsqu'une partie importante de la façade (> 50%) présente une construction régulière en porte-à-faux. L'angle d'ombrage doit être déterminé pour une situation caractéristique et représentative et il sert d'angle de classification pour l'ensemble de la façade.

Les angles d'ombrage correspondants sont attribués dans le calcul à toutes les fenêtres de chaque orientation. Ils doivent être pris en considération dans les bilans thermiques et dans le calcul du besoin en électricité pour l'éclairage. Pour le bilan énergétique, la valeur de calcul correspondante pour la classe d'ombrage doit être utilisée.

Angle d'ombrage d'horizon				
Classe d'ombrage	Aucune	Réduite	Moyenne	Élevée
Champ angulaire pour toutes les orientations	0° - 5°	5° - 15°	15° - 30°	> 30°
Valeur de calcul pour toutes les orientations	2,5°	10°	22,5°	35°
Angle d'ombrage pour une construction en porte-à-faux				
Classe d'ombrage	Aucune	Réduite	Moyenne	Élevée
Champ angulaire pour toutes les orientations	0° - 15°	15° - 35°	35° - 50°	> 50°
Valeur de calcul pour toutes les orientations	7,5°	25°	42,5°	55°

Tableau 22: Valeurs de calcul pour l'angle d'ombrage d'horizon et une construction en porte-à-faux

Pour des surfaces de fenêtre détaillées au niveau des zones, l'angle d'ombrage peut également être précisé.

6.18.5 Autres méthodes simplifiées pour le corps du bâtiment

Les méthodes simplifiées suivantes sont également autorisées pour le calcul:

- Les flux thermiques par transmission de zones refroidies vers des zones non refroidies ne doivent pas être pris en considération.

- En cas de ventilation mécanique avec un surflux entre des zones, le renouvellement d'air de la zone qui bénéficie de l'amenée d'air par surflux d'une autre zone doit être pris égal à 0 lorsque le débit volumétrique d'air extérieur minimal conformément à la norme ~~DIN 18599~~ DIN V 18599-10 est ainsi couvert. Si le débit volumétrique d'air extérieur minimal n'est pas couvert par l'amenée d'air provenant du surflux, la quantité manquante doit être évaluée comme une ventilation supplémentaire par ouverture des fenêtres n_{win} conformément à la norme ~~DIN 18599~~ DIN V 18599-2.
- Dans le cas d'une construction adjacente non conditionnée et entièrement vitrée, le rayonnement solaire dans le volume conditionné du bâtiment doit être calculé suivant une méthode simplifiée en ce sens que la valeur g de la surface de fenêtre entre la zone conditionnée et la construction vitrée soit modifiée de manière à prendre en considération les propriétés optiques du vitrage de la construction.

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

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

où

$g_{\perp, res}$	m^2	est le facteur de transmission énergétique total résultant pour une incidence verticale du rayonnement en tenant compte des caractéristiques optiques de la surface extérieure des fenêtres
$g_{tot, res}$	m^2	est le facteur de transmission énergétique total résultant, y compris le dispositif de protection solaire, en tenant compte des caractéristiques optiques de la surface extérieure des fenêtres
$F_{F,ue}$	m^2	est le coefficient de perte pour le cadre du vitrage extérieur Valeur standard: $F_{F,ue} = 0,9$
$\tau_{eu,e}$	m^2	est le facteur de transmission du vitrage extérieur. Valeurs standard visées au tableau 4.

Le calcul simplifié de la transmission aux zones non conditionnées (locaux ou constructions adjacentes) peut être réalisé à l'aide du coefficient de correction de la température F_x ou des températures mensuelles moyennes des zones conformément au chapitre 6.18.3.

6.19 Méthodes de calcul simplifiées des installations techniques

En vue d'établir le certificat et le calcul de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur base du calcul du besoin énergétique, les méthodes de calcul simplifiées mentionnées ci-après peuvent être appliquées aux installations techniques.

6.19.1 Chauffage - Accumulation

Lorsqu'il existe un accumulateur de chauffage, la condition générale suivante est appliquée:

- Présence d'une pompe de circulation pour l'accumulateur-tampon.

6.19.2 Chauffage - Distribution

Les valeurs standard suivantes peuvent être utilisées dans la mesure où les données pour le calcul sont requises. Elles représentent un standard de construction neuve et s'orientent d'après les exigences minimales visées au chapitre 1:

- type de la distribution principale: système de chauffage à bitube traditionnel;
- conduites et tuyaux de raccordement: à l'intérieur;
- présence d'une pompe de circulation dans la distribution;
- type de fonctionnement lorsque le chauffage du local et au moins une zone sont raccordés avec un régime réduit, puis régime réduit sinon régime d'arrêt (le type de fonctionnement doit correspondre

au réglage des zones. Si un régime réduit est sélectionné au niveau des zones, cela vaut également pour les installations techniques.);

- régulation de la température de la chaudière en fonction de la température extérieure;
- contenance en eau du générateur: >0,15 l/kW;
- équilibrage hydraulique du réseau de conduites;
- pompe de l'installation de chauffage dimensionnée selon les besoins;
- pompe non connue. Puissance calculée à partir de p_{hyd} , où $b=1,0$;
- actionneur thermique/mécanique.

Besoin en énergie auxiliaire de la distribution de chaleur

Afin de simplifier le calcul du besoin en énergie auxiliaire de la distribution de chaleur, il faut sélectionner le type de régulation de la pompe:

- pression variable;
- pression constante.

Cette sélection est effectuée séparément pour les dispositifs suivants:

- distribution pour le traitement d'air;
- distribution pour le bâtiment.

Elle se réfère à toutes les pompes de toutes les zones.

Déperditions de chaleur des conduites de distribution

Pour les conduites de distribution de la chaleur, le standard d'isolation conformément au Tableau 23 est à sélectionner. Les valeurs U indiquées sont valables pour les conduites de distribution, les conduites verticales principales et les tuyaux de raccordement d'un circuit de distribution.

	Tous les types de conduites
Valeurs standard (exigences minimales)	0,20 W/(mK)
Exigences améliorées (standard de la maison passive)	0,14 W/(mK)

Tableau 23: Standard d'isolation des conduites de distribution

Les températures d'entrée et de retour à utiliser dans le calcul peuvent être déterminées suivant une méthode simplifiée à partir du système de transmission sélectionné. Il faut utiliser les températures suivantes pour chaque système de transmission:

Systèmes de transmission/systèmes de chauffage	Température d'entrée/de retour en °C
Surfaces chauffantes libres	70/55 °C
Chauffage par le sol	40/30 °C
Chauffage de surfaces (activation au cœur du béton/chauffage mural)	40/30 °C
Chauffage à air	70/55 °C
Plafonds rayonnants	70/55 °C
Circuits de traitement d'air	70/55 °C

Tableau 24: Températures standard de différents systèmes de transmission

Longueurs des conduites: Les longueurs des conduites du circuit de distribution du bâtiment sont obtenues à partir des dimensions du bâtiment conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 100:2009. Les longueurs ainsi obtenues sont divisées par le nombre de circuits de distribution pour le chauffage des locaux. Le nombre de circuits de distribution résulte du nombre des différents systèmes de transmission de chaleur pour le chauffage.

6.19.3 Distribution d'eau chaude sanitaire

Pour le calcul simplifié des déperditions de chaleur des conduites de distribution d'eau chaude sanitaire, il est possible d'utiliser les méthodes simplifiées suivantes:

Valeurs standard

Les valeurs standard représentent une construction neuve et s'orientent d'après les exigences minimales visées au chapitre 1:

- conduites verticales principales: à l'intérieur;
- présence d'une pompe de circulation;
- régulation: régulée;
- pompe de circulation dimensionnée selon les besoins.

Déperditions de chaleur des conduites de distribution

Isolation standard des conduites de distribution: Le standard d'isolation doit être choisi conformément au Tableau 23. Les valeurs U indiquées sont valables pour les conduites de distribution, les conduites verticales principales et les tuyaux de raccordement d'un circuit de distribution.

Longueurs des conduites: les longueurs des conduites du circuit de distribution du bâtiment sont obtenues à partir des dimensions du bâtiment conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 100:2009.

6.19.4 Énergie auxiliaire, distribution d'eau de refroidissement et d'eau froide

Pour le calcul simplifié de l'énergie auxiliaire pour la distribution d'eau de refroidissement et d'eau froide, il est possible d'utiliser des valeurs standard respectivement les valeurs d'entrée découlant de la définition d'autres paramètres de l'installation. Il faut indiquer l'un des modes de fonctionnement des pompes suivants:

- arrêt saisonnier, nocturne et le week-end: les pompes sont activées ou désactivées par des systèmes externes (par exemple: commande temporisée);
- régime en fonction des besoins totalement automatisé: activation de pompe en tenant compte des exigences en matière de refroidissement actuelles, par exemple: à travers une procédure de réglage ou une automatisation du bâtiment.

Le choix de ce type de fonctionnement par pompe est effectué une fois pour chaque unité de production de froid et concerne toutes les pompes du circuit de distribution (circuit de refroidissement du bâtiment, circuit de refroidissement pour le traitement d'air, circuit primaire, refroidissement en circuit de refroidissement du condenseur) de cette unité.

Les valeurs standard à utiliser pour le calcul simplifié sont définies dans le Tableau 25. Les valeurs sont des valeurs caractéristiques de constructions neuves:

		Circuit de refroidissement du bâtiment	Circuit de refroidissement pour le traitement d'air	Circuit primaire	Circuit de refroidissement du condenseur
Pompe					
Puissance des pompes	-	Connue	Connue	Connue	Connue
Réglage des pompes	-	Réglée	Réglée	Réglée	Réglée
Adaptation	-	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement	Adaptée électroniquement
Perte de charge dans le circuit de distribution					
Échange de chaleur, générateur	-	Aucun	Aucun	Évaporateur à plaques	Condenseur
Échange de chaleur, consommateur	-	En fonction du système de transmission	Refroidisseur d'air central	-	-
Échange		Eau/eau ¹	-	-	-
Tour de refroidissement	-	m ²	-	-	Fermée
Clapets anti-retour	-	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
Vannes de régulation	-	Vanne à trois voies diviseuse	Vanne de réglage permanente	Vanne à trois voies diviseuse	Aucune
Autorité de la vanne		0,4	0,4	0,4	0,4
Part de résistances singulières		0,3	0,3	0,5	0,5
Chute de pression	kPa/m	0,25	0,25	0,15	0,15
Longueur max. distribution	m	Équation (4)	80	30	80
Distance jusqu'à la transmission	m		40	15	40
Structure du circuit de distribution					
Présence surflux		Oui	Oui	Non	Non
Taux de surflux		3%	3%	-	-
Équilibrage hydraulique du réseau		Oui	Oui	Oui	Oui
Circuit de distribution (la pompe fait partie d'une installation)		Non	Non	Non	Non
Découplage hydraulique du circuit primaire		Oui	Oui	Oui	Non
Utilisation de vannes/soupapes de déviation dans le circuit de consommation		Oui	Non	Oui	Non
Adaptation du débit volumétrique au moyen d'une activation parallèle des pompes		Non	Non	Non	Non
Frigoporteur		Eau	Eau	Eau	Glycol
1) en cas de système de transmission, plafonds froids ou activation d'éléments de construction; dans le cas contraire: aucune					

Tableau 25: Valeurs standard pour la détermination simplifiée du besoin en énergie auxiliaire pour la distribution d'eau de refroidissement et froide

La longueur maximale de la distribution du froid $l_{max,c}$ est calculée à l'aide de l'équation suivante:

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

où

$l_{max,c}$ m est la longueur de la distribution du froid (circuit du bâtiment)

l_{geb} m est la longueur totale de la distribution du froid calculée d'après les dimensions du bâtiment conformément à la norme ~~DIN 18599~~ DIN V 18599 - Partie 7 - Équation 32

A_c	m^2	est la somme des surfaces des zones refroidies par le circuit du bâtiment
A_n	m^2	est la surface de référence énergétique

Les longueurs ainsi obtenues $l_{max,c}$ sont divisées par le nombre de circuits de distribution du bâtiment. Le nombre de circuits de distribution est obtenu d'après le nombre de systèmes de transmission, c'est-à-dire qu'un circuit de distribution du bâtiment est supposé pour chaque système de transmission. Les systèmes de transmission se distinguent selon les températures d'eau froide conformément à la norme DIN V 18599 - Partie 7, tableau 8.

Uniquement la dépense en énergie auxiliaire des circuits de distribution réellement existants est prise en compte. Le nombre de circuits de refroidissement du bâtiment et de circuits de refroidissement pour le traitement d'air est obtenu selon la méthode décrite ci-dessus. Un circuit primaire est pris en considération dans tous les cas car les hypothèses standard, telles les pertes de pression de l'évaporateur, sont attribuées au circuit primaire.

Le circuit de refroidissement du condenseur est pris en considération en présence d'une machine frigorifique à compression refroidie à eau dotée d'un système de refroidissement du condenseur. Dans le cas d'une machine frigorifique à compression refroidie à air, la dépense en électricité du refroidissement du condenseur est déjà prise en compte dans le coefficient de performance frigorifique nominal et il ne faut prendre en compte aucun circuit de refroidissement du condenseur.

6.20 Modèle à zone unique

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

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

Elle peut être appliquée lorsque:

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

La méthode simplifiée peut également être appliquée lorsque:

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

6.20.1 Conditions générales spéciales et mesures pour le modèle zone unique

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

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

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

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

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

Les émissions totales de CO₂ des systèmes techniques sont calculées de manière similaire au besoin correspondant en énergie primaire conformément aux chapitres 6.10 à 6.16 à la différence près que, dans les équations, au lieu du facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$ il faut utiliser le facteur environnemental $f_{CO_2,x}$ de chaque

source d'énergie correspondante conformément au Tableau 34. La valeur spécifique d'émissions totales de CO₂ est la somme des valeurs spécifiques d'émissions totales de CO₂ de tous les systèmes techniques.

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

où

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

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

Pour la détermination de l'indice de consommation chaleur $V_{index,w}$ et de l'indice de consommation électricité $V_{index,s}$ visés au chapitre 3.3, la détermination des valeurs spécifiques de référence et des valeurs spécifiques de consommation est décrite ci-après. A cette fin, il est possible d'utiliser les méthodes simplifiées conformément aux chapitres suivants. Lors de l'établissement des certificats de performance énergétique, les valeurs spécifiques de référence visées au chapitre 7.1 sont utilisées comme base de comparaison quelle que soit la méthode utilisée pour le calcul. Pour obtenir les valeurs spécifiques de référence et les valeurs spécifiques de consommation, la surface de référence énergétique visée au chapitre 6.2 est utilisée.

7.1 Détermination des valeurs spécifiques de référence chaleur et électricité

La consommation énergétique des bâtiments fonctionnels dépend dans une large mesure de leur utilisation et du type de conditionnement. C'est la raison pour laquelle, en vue d'évaluer la performance énergétique, il s'avère nécessaire de comparer les valeurs spécifiques de consommation aux valeurs spécifiques de référence appropriées. Les valeurs spécifiques de référence utilisées dans ce cas sont spécifiques à l'objet et décrivent la consommation d'un bâtiment avec une performance énergétique caractéristique pour les bâtiments existants. La même utilisation et le même conditionnement que ceux adoptés pour le bâtiment à évaluer sont appliqués. Les valeurs spécifiques de référence chaleur $e_{Ref,w}$ et électricité $e_{Ref,s}$ résultent de la somme des valeurs spécifiques de référence des systèmes techniques suivants:

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

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

OÙ

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

Lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence, uniquement les systèmes qui sont présents dans le bâtiment à évaluer sont à prendre en compte. Les valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie se rapportant aux zones, indiquées dans le Tableau 27, constituent entre autres la base de la détermination des valeurs spécifiques de référence.

Utilisation standard	Utilisation principale	Chauffage	Eau chaude	Éclairage	Ventilation	Froid	Équip. de
----------------------	------------------------	-----------	------------	-----------	-------------	-------	-----------

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

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

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

7.2 Zonage

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

L'utilisation et le type de conditionnement sont déterminants pour le zonage. Dans un premier temps, des zones d'utilisation correspondantes sont établies. A cette fin, des zones présentant une utilisation identique sont identifiées et elles sont attribuées à l'une des utilisations standard mentionnées dans le Tableau 27. Si l'utilisation existante n'est pas comprise dans les utilisations standard, il faut choisir l'utilisation standard ayant

la meilleure compatibilité énergétique. Dans un deuxième temps, les zones d'utilisation doivent encore être divisées dans la mesure où elles présentent des surfaces avec un conditionnement différent.

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

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

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

7.3 Valeur spécifique de référence chauffage

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

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

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

où

$e_{\text{Ref,h,w}}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence chauffage/chaleur
$e_{\text{Ref,h,s}}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence chauffage/électricité
$f_{\text{h,el}}$	m ²	est la part de la surface de référence énergétique A_n chauffée par une installation de production de chaleur électrique
$q_{\text{TK,h,i}}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de chauffage pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27
A_Z	m ²	est la surface de plancher nette de la zone
A_n	m ²	est la surface de référence énergétique du bâtiment
f_{NGF}	m ²	est le facteur d'adaptation des valeurs caractéristiques tabulées aux dimensions réelles du bâtiment

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

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

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

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

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

7.4 Valeur spécifique de référence eau chaude sanitaire

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

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

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

où

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

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

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

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

7.5 Valeur spécifique de référence éclairage

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

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

où

$e_{Ref,l}$	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de référence d'éclairage
-------------	------------------------	---

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

7.6 Valeur spécifique de référence ventilation

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

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

où

$e_{Ref,v}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique de référence ventilation

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

7.7 Valeur spécifique de référence froid

Production de froid électrique

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

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

où

$e_{Ref,c,s}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique de référence froid/électricité

$q_{TK,c,i}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie de froid pour l'utilisation standard de la zone i conformément au Tableau 27

$f_{c,aux}$ m² est le facteur qui tient compte de la consommation énergétique auxiliaire lors de la production de froid et de la distribution

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

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

Production de froid à sorption et système de refroidissement urbain

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

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

où

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

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

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

7.8 Valeur spécifique de référence humidification et déshumidification

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

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

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

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

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

7.9 Valeur spécifique de référence équipements de travail

La valeur spécifique de référence équipements de travail comprend la consommation énergétique des équipements de travail nécessaires à l'utilisation. Dans le cas de bureaux, il s'agirait par exemple des ordinateurs, des écrans, des télécopieurs et des imprimantes. La valeur spécifique de référence équipements de travail est calculée comme suit:

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

où

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

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

7.10 Valeur spécifique de référence services divers

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

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

où

$e_{\text{Ref},ds}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique de référence services divers

$q_{\text{TK},\text{elv}}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique des ascenseurs conformément au Tableau 28

$q_{\text{TK},\text{oth}}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie tenant compte de la consommation électrique d'autres consommateurs: installations à courant faible, pompes de chauffage, cuisines des employés, machines à café et réfrigérateurs, etc. conformément au Tableau 28

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

Tableau 28 - Valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie pour les services divers se rapportant à la surface de référence énergétique A_n

La valeur spécifique de référence partielle ascenseurs $q_{TK,elv}$ peut être prise en considération sous les conditions suivantes:

- dans un bâtiment avec plus de 3 étages complets et un ou plusieurs ascenseurs.

La valeur spécifique de référence partielle autres systèmes $q_{TK,oth}$ peut toujours être prise en considération.

7.11 Valeur spécifique de référence services centraux

La valeur spécifique de référence services centraux comprend la consommation électrique des locaux centraux ou des armoires de serveurs. Elle est calculée comme suit:

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

où

$e_{Ref,cs}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique de référence services centraux (central services)
 $q_{TK,cedv}$ kWh/(m²a) est la valeur spécifique partielle de dépense d'énergie pour des systèmes informatiques centralisés conformément au Tableau 29

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

Tableau 29 - Valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie pour les systèmes informatiques centralisés $q_{TK,cedv}$ se rapportant à la surface de référence énergétique A_n

Pour la valeur spécifique partielle de dépense énergétique des systèmes informatiques centralisés $q_{TK,cedv}$, le choix de la classe est effectué selon les critères suivants:

- système informatique centralisé - aucun: il n'y a pas de réseau informatique ce qui signifie que les ordinateurs éventuellement existants sont utilisés comme des unités individuelles;
- système informatique centralisé - faible: il y a une unité de serveur dans le bâtiment par 1.000 m² de surface de référence énergétique. Pour un bâtiment d'une superficie de 4.000 m², cela comprend par exemple les armoires de serveurs individuelles ou les petits locaux de serveurs;
- système informatique centralisé - moyen: jusqu'à quatre unités de serveurs dans le bâtiment par 1.000 m² de surface de référence énergétique;
- système informatique centralisé - élevé: plus que quatre unités de serveurs dans le bâtiment par 1.000 m² de surface de référence énergétique.

Par « unité de serveur » on comprend le serveur, y compris les périphériques correspondants tels que les commutateurs, le système d'alimentation de secours (« USV »), les supports de mémoire, etc. On admet une consommation d'électricité moyenne par unité de serveur de 500 W et une durée de marche de 8.760 heures par an.

Si une partie de la surface utile principale est attribuée à l'utilisation standard n° 23 « Local de serveurs dans des centres informatiques », il faut choisir « Système informatique centralisé - aucun » pour $q_{TK,cedv}$.

7.12 Méthodes simplifiées

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

7.12.1 Zonage

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

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

où

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

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

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

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

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

7.12.2 Chauffage et préparation d'eau chaude sanitaire électriques

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

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

7.12.3 Détermination simplifiée de la surface de référence énergétique

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

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

où

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

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

7.13 Valeurs spécifiques de référence pour des utilisations qui ne peuvent pas être représentées à l'aide des valeurs de référence partielles de dépense d'énergie

Certaines situations d'utilisation ne peuvent pas être représentées de façon judicieuse avec les valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie. Dans ce cas, il est possible d'utiliser les valeurs spécifiques de référence suivantes se rapportant au bâtiment.

Catégorie du bâtiment	$e_{Ref,w}$	$e_{Ref,s}$
	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)
Ateliers de construction, garages, sites de production agricoles ou forestiers (caractéristiques particulières: températures ambiantes réduites, renouvellement d'air élevé par des portes ouvrables)	190	40
Piscines couvertes (caractéristiques particulières: températures ambiantes élevées, besoin en eau chaude sanitaire élevé, déshumidification intensive)	755	220

Tableau 31 – Valeurs spécifiques de référence pour les catégories de bâtiment qui ne peuvent pas être représentées à l'aide des valeurs spécifiques partielles de dépense d'énergie

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

Au sens du présent règlement, la valeur spécifique de consommation chaleur e_{vw} est la consommation énergétique annuelle en chaleur d'un bâtiment corrigée et rapportée à la surface de référence énergétique A_n . Par « consommation énergétique en chaleur » on entend la consommation énergétique finale en combustibles et/ou le chauffage urbain.

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

où

e_{vw} kWh/(m²a) est la valeur spécifique de consommation chaleur d'un bâtiment

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

A_n m² est la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.2

La consommation énergétique finale annuelle de chaleur corrigée est déterminée en plusieurs étapes:

1. La consommation énergétique finale de chaleur mesurée E_{Vg} est déterminée. Si nécessaire, la consommation des consommateurs spécifiques est soustraite conformément au chapitre 7.14.1.
2. Si nécessaire, les données de consommation qui font défaut sont complétées conformément au chapitre 7.17.
3. Si nécessaire, une correction en tenant compte des surfaces inoccupées est réalisée conformément au chapitre 7.14.2.
4. Si nécessaire, une correction de temps est réalisée conformément au chapitre 7.14.3.
5. Il faut procéder à une correction climatique conformément au chapitre 7.14.4.

7.14.1 Consommation énergétique finale calculée de chaleur d'un bâtiment, E_{Vg}

La consommation énergétique finale calculée de chaleur comprend la consommation énergétique finale en combustibles ainsi que le chauffage urbain. Selon la technique du bâtiment à évaluer, la consommation énergétique finale de chaleur peut comprendre les systèmes techniques suivants: chauffage, préparation d'eau chaude sanitaire, refroidissement (installation frigorifique à sorption, système de refroidissement urbain), humidification et déshumidification (génération de vapeur, post-chauffage).

En outre, la consommation énergétique finale mesurée peut comprendre des parts de consommation significatifs de consommateurs spécifiques qui ne sont pas pris en considération lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence conformément au chapitre 7.1. Ces consommateurs spécifiques peuvent être les suivants:

- chaleur de procès;
- chauffage de rampe;
- chaleur fournie à d'autres bâtiments, etc..

Si la consommation de chaleur de consommateurs spécifiques est mesurée, elle doit être soustraite de la consommation totale de chaleur mesurée du bâtiment.

Si la consommation de chaleur de consommateurs spécifiques ne peut pas être déterminée, ceux-ci doivent être indiqués et mentionnés expressément sur la page 1 du certificat de performance énergétique sur la base de la consommation énergétique mesurée sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ».

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

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

où

E_{Vg}	kWh	est la consommation énergétique finale de chaleur mesurée (combustibles et chauffage urbain) d'un bâtiment
$B_{Vg,j}$	Unité	est la consommation de combustibles se rapportant au pouvoir calorifique inférieur de la source d'énergie utilisée j (combustibles et chauffage urbain) dans l'unité de quantité correspondante pour le bâtiment, rapportée au pouvoir calorifique inférieur
$H_{i,j}$	kWh/unité	est le pouvoir calorifique inférieur en kWh par unité de quantité de la source d'énergie j, conformément au Tableau 35
$E_{Vg,sond}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée (combustibles et chauffage urbain) de consommateurs spécifiques
j	m ²	est l'indice courant des sources d'énergie

Si les données relatives à la consommation pour chaque source d'énergie par rapport au pouvoir calorifique supérieur H_s sont disponibles, celui-ci doit être converti avec le facteur suivant en pouvoir calorifique inférieur H_i .

$$B_{Vg} = \frac{B_{VHs}}{f_{Hs/Hi}} \quad (67)$$

où

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

Les quantités d'énergie qui sont introduites de l'extérieur des limites du système d'un bâtiment doivent être intégrées dans le bilan. En outre, les quantités énergétiques qui sont produites et utilisées dans les limites du système d'un bâtiment sont évaluées. A cette fin, la quantité qui est mise à la disposition de tiers (par exemple: fourniture de chaleur) n'est pas prise en compte dans le bilan (voir ci-dessus: consommateurs spécifiques $E_{Vg,sond}$).

En cas de réinjection d'électricité provenant d'une production combinée de chaleur et d'électricité dans le réseau public, la quantité de consommation de combustibles pour l'électricité réinjectée n'est pas imputée à la consommation du bâtiment. Pour une centrale de production combinée de chaleur et d'électricité, il est possible d'utiliser une valeur forfaitaire de 1,15 kWh de combustibles par kWh de courant produit en suivant une méthode simplifiée. La détermination est effectuée pour la période de calcul concrète sur laquelle se base également la correction climatique.

Si, pour un bâtiment, le froid (par exemple: eau froide à des fins de refroidissement) provient des sources externes, cette consommation énergétique finale mesurée doit être prise en compte dans la consommation énergétique finale de chaleur. Une correction climatique n'est pas réalisée pour cette quantité de consommation mais celle-ci est imputée à la consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour chaleur diverse E_{Vww} conformément au chapitre 7.14.3.

7.14.2 Correction tenant compte des surfaces inoccupées

Lors de la détermination de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, une correction tenant compte des surfaces inoccupées peut être réalisée sous les conditions mentionnées ci-après selon la méthode simplifiée décrite dans le présent point. Afin de quantifier l'étendue de la surface inoccupée, un facteur de surfaces inoccupées du bâtiment est calculé selon la formule suivante.

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

où

f_{leer}	m ²	est le facteur de surfaces inoccupées
$A_{leer,i}$	m ²	est la surface partielle inoccupée i
$d_{leer,i}$	jours	est la durée d'inoccupation de la surface partielle i
d_{gesamt}	jours	est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Par exemple, un facteur de surfaces inoccupées de $f_{leer} = 10\%$ signifie que 10% de la surface de référence énergétique du bâtiment sont inoccupés pendant la période considérée ou que l'ensemble du bâtiment est inoccupé pendant 10% de la période considérée.

Pour la correction tenant compte des surfaces inoccupées de la consommation énergétique finale de chaleur, il faut prendre en considération lors de la détermination des durées d'inoccupation $d_{leer,i}$ et de la durée globale d_{gesamt} uniquement les mois de la période de chauffage. De manière simplifiée, il est possible de prendre la période d'octobre à avril comme période de chauffage.

La consommation énergétique finale de chaleur mesurée, corrigée en tenant compte des surfaces inoccupées, est calculée comme suit.

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

où

$E_{Vg,leer}$ kWh est la consommation énergétique finale mesurée de chaleur en présence d'une surface inoccupée dans le bâtiment

Le facteur 0,5 tient compte du fait que les surfaces inoccupées d'un bâtiment sont chauffées dans une certaine mesure par les locaux environnants.

Il est possible de procéder à une correction des surfaces inoccupées lorsque le facteur de surfaces inoccupées f_{leer} , rapporté aux trois années utilisées pour la détermination de l'indice de consommation conformément au chapitre 3.3, remplit les conditions suivantes:

- $f_{leer} \leq 10\%$: il est possible de procéder à une correction des surfaces inoccupées, elle n'est cependant pas obligatoire;
- $10\% < f_{leer} \leq 50\%$: une correction des surfaces inoccupées est requise et doit être réalisée;
- $f_{leer} > 50\%$: une correction des surfaces inoccupées ne peut pas être réalisée. Les données de consommation mesurées ne sont pas appropriées pour une évaluation de la performance énergétique du bâtiment pour la chaleur. Il faut reporter sur le certificat de performance énergétique l'indice de consommation $V_{index,w}$ avec une valeur de 400% et de renoncer à l'affectation de la valeur spécifique de consommation chaleur.

7.14.3 Correction temporelle

La consommation énergétique finale de chaleur d'un bâtiment doit être indiquée pour une période d'un an, c'est-à-dire pour 365 jours consécutifs. Lorsque les périodes de calcul/mesure sont différentes de la période susmentionnée, il faut procéder à une correction du temps de la consommation énergétique finale mesurée, c'est-à-dire la convertir en une consommation énergétique finale annuelle.

Une correction temporelle est réalisée séparément pour la part de la consommation énergétique finale mesurée tributaire des conditions météorologiques et pour celle qui ne l'est pas. La part de la consommation énergétique finale mesurée, tributaire des conditions météorologiques, pour la chaleur de chauffage E_{Vh} est obtenue d'après la formule suivante:

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

où

E_{Vh} kWh est la part (chaleur de chauffage) de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
 E_{Vg} kWh est la consommation énergétique finale chaleur mesurée d'un bâtiment conformément au chapitre 7.14.1 en tenant compte du chapitre 7.14.2
 E_{Vww} kWh est la consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur (eau chaude sanitaire, production de froid, chaleur de procès, etc.)

La consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur $E_{V_{vw}}$ est obtenue comme suit:

- à partir de valeurs de mesure ou de valeurs de calcul selon les règles de la technique reconnues;
- avec la valeur forfaitaire de 5% de la consommation énergétique finale annuelle pour le chauffage et pour toute autre chaleur d'un bâtiment à défaut de données plus précises. Par dérogation, pour les bâtiments dont la consommation de chaleur est dominée par la part de consommation d'eau chaude sanitaire (par exemple: piscines couvertes, hôpitaux ou cuisines), il est possible d'adopter une valeur forfaitaire de 50%. Si seules certaines parties d'un bâtiment présentent des utilisations avec une consommation d'eau chaude sanitaire particulièrement élevée, il faut déterminer une valeur moyenne pondérée du bâtiment en fonction des surfaces de la valeur forfaitaire;
- à partir d'un relevé mensuel de la consommation de chaleur pendant les mois d'été: juin, juillet et août. Généralement, pendant cette période, très peu de chaleur est utilisée pour le chauffage.

Il faut procéder à une correction du temps des consommations **indépendantes** des conditions météorologiques pour la chaleur à l'aide de la formule suivante:

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

où

$E_{V_{vw},a}$ kWh/a est la consommation énergétique finale indépendante des conditions météorologiques pour toute autre chaleur (eau chaude sanitaire, chaleur industrielle, etc.) pour l'année a

d_{gesamt} jours est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Pour la part de la consommation de chaleur **tributaire** des conditions météorologiques, il est possible de réaliser de manière simplifiée une extrapolation conformément à la clé de répartition de la consommation mensuelle visée au Tableau 32.

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

où

i m² est l'indice courant pour les mois pour lesquels des données relatives à la consommation sont disponibles

$E_{V_{vh},a}$ kWh/a est la part (chaleur de chauffage) annuelle de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques

f_{Monat} % est le pourcentage de consommation mensuelle conformément au Tableau 32

$\sum f_{\text{Monat}}$ % est la somme des pourcentages de consommation des mois i pour lesquels des données relatives à la consommation sont disponibles

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
f_{Monat}	19%	15%	12%	8%	4%	0	0	0	3%	8%	13%	18%

Tableau 32 - Clé de répartition pour le pourcentage de consommation mensuelle pour la chaleur de chauffage

La correction de temps peut au maximum être de 2 mois par an pour la part de consommation de chaleur, tributaire des conditions météorologiques. Si la correction de temps est réalisée pour une période totale de trois ans, nécessaire pour déterminer l'indice de consommation conformément au chapitre 3.3, la correction peut être de 6 mois maximum. Dans le cas contraire, les données de consommation ne sont plus appropriées et il

faut reporter sur le certificat de performance énergétique l'indice de consommation $V_{index,w}$ avec une valeur de 400% et renoncer à l'affectation de la valeur spécifique de consommation chaleur.

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

7.14.4 Correction climatique

Lors de la détermination de la consommation énergétique finale de chaleur, corrigée selon les conditions météorologiques, seule la consommation énergétique finale pour la chaleur de chauffage $E_{Vh,a}$ d'un bâtiment est corrigée selon les conditions météorologiques. La consommation de toute autre chaleur $E_{Vww,a}$ ne fait l'objet d'aucune correction climatique.

La correction climatique de la part annuelle de la consommation énergétique finale mesurée (chaleur de chauffage), tributaire des conditions météorologiques $E_{Vh,a}$ est réalisée à l'aide de la formule suivante:

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

où

$E_{Vh,b}$	kWh/a	est la consommation énergétique finale annuelle corrigée selon les conditions météorologiques pour la chaleur de chauffage
$E_{Vh,a}$	kWh/a	est la part (chaleur de chauffage) annuelle de la consommation énergétique finale mesurée de chaleur, tributaire des conditions météorologiques
f_{Klima}	m ²	est le facteur de correction climatique annuelle pour la chaleur de chauffage

Les facteurs climatiques f_{Klima} nécessaires à la correction climatique sont publiés par le ministre.

La consommation énergétique finale de chaleur, corrigée selon les conditions météorologiques, est obtenue comme suit:

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

où

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

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

Au sens du présent règlement, par valeur spécifique de consommation électricité e_{Vs} d'un bâtiment on entend la consommation électrique annuelle d'un bâtiment corrigée et se rapportant à la surface de référence énergétique A_n . La consommation énergétique en électricité comprend également une éventuelle consommation électrique pour le chauffage électrique ou la préparation électrique d'eau chaude sanitaire.

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

où

e_{Vs}	kWh/(m ² a)	est la valeur spécifique de consommation électricité d'un bâtiment
$E_{Vs,b}$	kWh/a	est la consommation électrique annuelle corrigée du bâtiment
A_n	m ²	est la surface de référence énergétique conformément au chapitre 6.2

La consommation électrique annuelle corrigée est déterminée en plusieurs étapes:

1. La consommation électrique mesurée $E_{Vs,m}$ doit être déterminée et, si nécessaire, la consommation des consommateurs spécifiques doit être soustraite conformément au chapitre 7.15.1.
2. Si nécessaire, les données de consommation qui font défaut sont complétées conformément au chapitre 7.17.
3. Si nécessaire, une correction tenant compte des surfaces inoccupées est réalisée conformément au chapitre 7.15.2.
4. Si nécessaire, une correction temporelle est réalisée conformément au chapitre 7.15.3.

Une correction climatique n'est pas réalisée pour la consommation électrique car il n'existe pas encore de procédures facilement applicables. Cela ne s'applique pas lorsque la consommation électrique mesurée du bâtiment est utilisée principalement à des fins de chauffage ou lorsque la consommation électrique utilisée à des fins de chauffage est mesurée séparément. Dans ce cas, il faut procéder à une correction climatique, une correction tenant compte des surfaces inoccupées et une correction du temps pour cette quantité de consommation conformément aux chapitres 7.14.2 à 7.14.4.

7.15.1 Consommation électrique mesurée d'un bâtiment, $E_{Vs,m}$

La consommation énergétique finale à prendre en considération lors de la détermination de la valeur spécifique de consommation d'électricité correspond dans la plupart des cas à la consommation électrique mesurée de l'ensemble du bâtiment. Elle peut se composer des systèmes techniques pris en considération dans le bilan énergétique visé au chapitre 2.1: chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation, refroidissement, humidification par la vapeur et énergie auxiliaire. En outre, elle peut comprendre des parts pour:

- les équipements de travail;
- les services divers (par exemple: ascenseurs, escaliers mécaniques, dispositifs auxiliaires); et
- les services centraux (par exemple: installations informatiques centrales, centrales téléphoniques), etc..

Ces systèmes sont pris en considération lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence. La consommation électrique mesurée peut également comprendre des parts de consommation significatives qui ne sont pas prises en considération lors de la détermination des valeurs spécifiques de référence conformément au chapitre 7.1. Ces consommateurs spécifiques peuvent être les suivants:

- énergie de processus industriels;
- éclairage extérieur;
- installation à air comprimé;
- chauffage de rampe, etc..

Si la consommation électrique de consommateurs spécifiques est mesurée, elle doit être soustraite de la consommation totale électrique mesurée du bâtiment.

Si la consommation électrique de consommateurs spécifiques ne peut pas être déterminée, ceux-ci doivent être indiqués et mentionnés expressément sur la page 1 du certificat de performance énergétique sur la base de la consommation énergétique mesurée sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ».

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

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

où

$E_{Vs,m}$	kWh	est la consommation électrique mesurée du bâtiment
$E_{Vs,m,ges}$	kWh	est la consommation électrique totale mesurée du bâtiment, y compris les consommateurs spécifiques
$E_{Vs,m,sond}$	kWh	est la consommation électrique mesurée des consommateurs spécifiques

7.15.2 Correction tenant compte des surfaces inoccupées

Lors de la détermination de la consommation énergétique finale d'électricité mesurée, une correction tenant compte des surfaces inoccupées peut être réalisée sous les conditions mentionnées ci-après selon la méthode simplifiée décrite dans le présent point.

Afin de quantifier l'étendue de la surface inoccupée, un facteur de surfaces inoccupées du bâtiment f_{leer} est calculé conformément au chapitre 7.14.2. Contrairement à la correction tenant compte des surfaces inoccupées concernant la consommation de chaleur, il faut prendre en compte des durées d'inoccupation pour tous les mois de l'année pour la consommation électrique.

La consommation électrique corrigée tenant compte des surfaces inoccupées est calculée comme suit.

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

où

$E_{Vs,m,leer}$	kWh	est la consommation électrique mesurée en présence d'une surface inoccupée dans le bâtiment
-----------------	-----	---

Il est possible de procéder à une correction tenant compte des surfaces inoccupées lorsque le facteur de surfaces inoccupées f_{leer} , rapporté aux trois années utilisées pour la détermination de l'indice de consommation électrique conformément au chapitre 3.3, remplit les conditions suivantes:

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

7.15.3 Correction de temps

La consommation électrique en vue de déterminer la valeur spécifique de consommation électrique doit être indiquée pour une période d'un an, c'est-à-dire pour 365 jours consécutifs. Si la période de calcul/mesure est différente de la période susmentionnée, il faut procéder à une correction du temps de la consommation électrique mesurée, c'est-à-dire de la convertir en une consommation électrique annuelle (365 jours). La correction du temps est effectuée de manière simplifiée à l'aide de la formule suivante:

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

où

$E_{Vs,b}$	kWh/a	est la consommation électrique annuelle corrigée du bâtiment
------------	-------	--

d_{gesamt} jours est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Afin de réduire au minimum l'impact du résultat dû à la correction du temps, il faut réaliser la correction du temps sur une période la plus longue possible. En particulier, pour les trois valeurs spécifiques de consommation électricité e_{Vs} , qui sont utilisées pour la détermination de l'indice de consommation électricité $V_{\text{index},s}$, il faut réaliser la correction du temps sur la période totale de trois ans. Il n'y a donc qu'une seule correction du temps au début respectivement à la fin de la période de temps totale.

Une correction du temps sur une période de n années est effectuée lorsque la consommation énergétique mesurée est relevée pour chaque période de mesure et qu'elle est multipliée par le rapport du nombre de jours en n années sur la totalité du nombre de jours de la période de mesure:

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

où

$E_{Vs,b,n}$ kWh est la consommation électrique mesurée du bâtiment corrigée pour la période de n années

n nombre est le nombre d'années sur lesquelles la consommation électrique mesurée est corrigée

I m² est l'indice courant pour les périodes de mesure/calcul relevées pour la correction du temps

En vue de déterminer les valeurs spécifiques de consommation électricité, la consommation électrique corrigée $E_{Vs,b,n}$ doit encore être divisée par les n consommations annuelles $E_{Vs,b}$.

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

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

Afin de limiter l'impact des valeurs spécifiques de consommation dû à la correction du temps, celle-ci peut comprendre 3 mois par an au maximum. Si la correction du temps est réalisée pour une période totale de trois ans, nécessaire pour déterminer l'indice de consommation électricité conformément au chapitre 3.3, la correction peut être alors de 9 mois maximum. Dans le cas contraire, les données de consommation ne sont plus appropriées et il faut reporter sur le certificat de performance énergétique l'indice de consommation $V_{\text{index},s}$ avec une valeur de 400% et renoncer à l'affectation de la valeur spécifique de consommation électricité.

7.16 Sources des données de consommation

En vue de déterminer la consommation énergétique finale annuelle de chaleur, il faut utiliser les données de consommation qui ont été déterminées dans le cadre du relevé de la consommation de chaleur, dans le cadre du calcul des frais de chauffage d'un bâtiment ou sur la base d'autres données de consommation appropriées (par exemple: calcul du fournisseur d'énergie).

En vue de déterminer la consommation énergétique finale annuelle d'électricité, il faut utiliser les données de consommation qui ont été déterminées dans le cadre du calcul des frais d'électricité ou sur la base du relevé de la consommation électrique d'un bâtiment.

7.17 Complément de données manquantes de consommation

Lorsque les données de consommation d'un bâtiment ne sont pas complètes, elles peuvent être calculées sur la base des mesures de consommation disponibles sous certaines conditions. Dans ce contexte, il faut distinguer deux cas:

- Des données concernant la consommation font défaut pour l'ensemble du bâtiment: dans ce cas, les données qui font défaut peuvent être complétées dans le cadre de la correction du temps conformément aux chapitres 7.14.3 et 7.15.3.
- Des données concernant la consommation font défaut pour des parties du bâtiment: ce type de lacunes peut se produire, par exemple, lorsque les locataires règlent directement les frais de chaleur ou d'électricité auprès du fournisseur en énergie et que, dans la période de consommation, il y a eu un changement de locataire ou en cas de perte des factures de consommation. Dans ce cas, il est possible d'appliquer la procédure décrite ci-après en vue de compléter les données faisant défaut.

Afin de pouvoir calculer des données manquantes pour des parties du bâtiment, il faut disposer de suffisamment de données relatives à la consommation d'autres parties du bâtiment (unités de location) présentant une utilisation similaire à la partie pour laquelle les données font défaut. En outre, les données de consommation disponibles doivent comprendre les mêmes systèmes techniques (par exemple: éclairage et équipements de travail) que les données manquantes. La somme des consommations indiquées sur ces factures de consommation similaires et disponibles est désignée par E_x .

La détermination de la consommation énergétique finale pour la chaleur et l'électricité, complétée par les données manquantes, est réalisée comme suit:

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

où

$E_{(Vg/Vs,m)}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée de chaleur (combustibles et chauffage urbain) ou d'électricité d'un bâtiment
$E_{(Vg/Vs,m),\text{teil}}$	kWh	est la consommation énergétique finale mesurée de chaleur (combustibles et chauffage urbain) ou d'électricité d'un bâtiment avec les parts de consommation manquantes comprises
E_x	kWh	est la somme des données relatives à la consommation provenant d'autres parties du bâtiment présentant une utilisation similaire et des systèmes x identiques (E_x , elle représente un sous-ensemble de $E_{(Vg/Vs,m),\text{teil}}$)
$f_{\text{fehl},x}$	m ²	est le facteur de manque de données: il définit l'étendue des données qui font défaut pour les systèmes x

Le facteur de manque de données f_{fehl} pour les systèmes x se calcule comme suit:

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

où

$A_{n,\text{défaut},x,j}$	m ²	est la surface partielle j de la surface de référence énergétique A_n pour laquelle des données relatives à la consommation pour les systèmes techniques x font défaut
$d_{\text{fehl},x,j}$	jours	est la période exprimée en jours pour laquelle des données relatives à la consommation pour la surface partielle j et les systèmes techniques x font défaut
$A_{n,x}$	m ²	est la partie de la surface de référence énergétique pour laquelle le système technique x existe

d_{gesamt} jours est la période de calcul basée sur les données relatives à la consommation

Si les données de consommation qui font défaut concernent principalement le système de chauffage, il faut prendre en considération uniquement les temps compris dans la période de chauffage lors de la détermination du facteur de manque de données pour $d_{\text{fehl},x}$ et d_{gesamt} . De manière simplifiée, il est possible de prendre la période d'octobre à avril comme période de chauffage.

Il est possible de compléter les données de consommation faisant défaut lorsque le facteur de manque de données $f_{\text{fehl},x}$, rapporté aux trois années utilisées pour la détermination de l'indice de consommation conformément au chapitre 3.3, remplit les conditions suivantes:

- $f_{\text{fehl},x} \leq 5\%$: il est possible de compléter les données, cependant aucune obligation n'existe;
- $5\% < f_{\text{fehl},x} \leq 34\%$: il est requis de compléter les données, ce qui doit être réalisé;
- $f_{\text{fehl},x} > 34\%$: il n'est pas autorisé à compléter les données.

Lorsqu'il n'est pas possible de compléter les données de consommation en cas de données manquantes, soit parce que la consommation correspondante E_x du système x ne peut pas être déterminée sur base de la consommation mesurée, soit parce que le facteur de manque de données est $f_{\text{fehl},x} > 34\%$, il n'est pas possible d'évaluer la performance énergétique du bâtiment pour la chaleur ou l'électricité sur base de la consommation mesurée. Dans ce cas, il faut reporter sur le certificat de performance énergétique chacun des indices de consommation $V_{\text{index},s}$ ou $V_{\text{index},w}$ avec une valeur de 400% et renoncer à l'affectation des valeurs spécifiques d'énergie correspondantes.

Il faut prendre toutes les mesures nécessaires afin de réunir à l'avenir des données de consommation complètes de manière à pouvoir établir dès que possible un certificat de performance énergétique accompagné de l'évaluation de la performance énergétique appropriée.

7.18 Utilisations spéciales dans des bâtiments fonctionnels

Outre les utilisations indiquées dans le Tableau 27, les bâtiments peuvent avoir des utilisations spéciales susceptibles d'avoir un impact considérable sur la consommation énergétique. Si la consommation énergétique de ces utilisations spéciales n'est pas comprise dans les valeurs spécifiques de référence visées au chapitre 7.1 et que leur consommation n'a pas été soustraite comme consommateur spécifique de la consommation totale mesurée (chapitres 7.14.1 et 7.15.1), ces utilisations spéciales doivent être indiquées et mentionnées expressément sur la page 1 du certificat de performance énergétique d'un bâtiment fonctionnel sur la base de la consommation d'énergie mesurée sous la mention « Autres consommateurs d'énergie ». Par « utilisations spéciales » on entend entre autres:

- zone avec une partie commerciale qui requiert beaucoup d'énergie;
- zone avec des températures intérieures différentes en raison de processus de production;
- zone avec un besoin de ventilation élevé en raison de dispositions particulières ou de processus de production;
- zone avec des exigences élevées concernant la température du local (salles d'exposition, sites de production, zones sensibles du point de vue biologique et médical, chambres stériles dans des salles d'opération);
- zone avec des charges de chaleur élevées en raison de processus de fabrication;
- zone pour le stockage de produits frais (commerce de détail/magasin);
- atrium chauffé ou climatisé;
- zones avec des laboratoires;
- zone destinée à l'élevage d'animaux;
- zone destinée à la culture de plantes;

- zone destinée aux centrales téléphoniques.

8 Tableaux et caractéristiques

8.1 Facteurs d'énergie primaire, $f_{p,x}$

Facteur d'énergie primaire $f_{p,x}$ rapporté à l'énergie finale ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$) ⁵ pour la source d'énergie x correspondante		
Combustibles	Fioul EL	1,10
	Gaz naturel H	1,12
	Gaz liquéfié	1,13
	Houille	1,08
	Lignite	1,21
	Copeaux de bois	0,06
	Bois de chauffage	0,01
	Pellets	0,07
	Biogaz	0,03
	Huile de colza	0,18
	Électricité	Mix de l'électricité
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,00
	avec du combustible fossile	0,72
Chauffage à distance et chauffage de proximité	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,00
	par PCCE avec du combustible fossile	0,62
	d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable	0,25
	d'installations de chauffage avec du combustible fossile	1,48

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

Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage à distance et de proximité

Dans le cas d'un chauffage à distance et chauffage de proximité alimenté par une ou plusieurs installations de chauffage et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage urbain met à disposition un facteur d'énergie primaire pondéré $f_{p,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$f_{p,mix} = n_{inst.ch.foss} * f_{p,inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} * f_{p,inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} * f_{p,ch.fatale}$$

avec:

$$n_{inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} = 1$$

où:

$f_{p,mix}$	[$\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$]	est le facteur d'énergie primaire pondéré
$f_{p,centr.th.foss}$	[$\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$]	est le facteur d'énergie primaire conformément au tableau 33, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile
$f_{p,centr.th.ren}$	[$\text{kWh}_p/\text{kWh}_e$]	est le facteur d'énergie primaire conformément au tableau 33, pour le système du chauffage à distance et chauffage de

⁵ Pour le bois, le biogaz, l'huile de colza et les installations de chauffage avec une partie d'énergie renouvelable comme source d'énergie, cela correspond à la quantité non renouvelable.

		<u>proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable</u>
$f_{p, ch. fatale}$	[kWh _p /kWh _e]	<u>est le facteur d'énergie primaire de la chaleur fatale fixé à 0</u>
$n_{inst. ch. foss}$	[-]	<u>est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles</u>
$n_{inst. ch. ren}$	[-]	<u>est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles</u>
$n_{ch. fatale}$	[-]	<u>est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles</u>

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments fonctionnels et en cas de changement de la valeur du facteur d'énergie primaire par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur d'énergie primaire considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 4, paragraphe 12.

8.2 Facteurs environnementaux, $f_{CO_2,x}$

Facteur environnemental ⁶ $f_{CO_2,x}$ rapporté à l'énergie finale (kgCO ₂ /kWh _e) pour la source d'énergie x correspondante		
Combustibles	Fioul EL	0,300
	Gaz naturel H	0,246
	Gaz liquéfié	0,270
	Houille	0,439
	Lignite	0,452
	Copeaux de bois	0,035
	Bois de chauffage	0,014
	Pellets	0,021
	Biogaz	0,011
	Huile de colza	0,157
	Électricité	Mix de l'électricité
PCCE décentralisée	avec du combustible renouvelable	0,000
	avec du combustible fossile	0,060
Chauffage à distance et chauffage de proximité	par PCCE avec du combustible renouvelable	0,000
	par PCCE avec du combustible fossile	0,043
	d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable	0,066
	d'installations de chauffage avec du combustible fossile	0,328

Tableau 34 - Facteurs environnementaux $f_{CO_2,x}$

⁶ Pour les facteurs environnementaux e_{CO_2} , il s'agit des équivalents CO₂.

Considération de la chaleur fatale dans les réseaux de chauffage à distance et de proximité

Dans le cas d'un chauffage à distance et chauffage de proximité alimenté par une ou plusieurs installations de chauffage et par de la chaleur fatale, l'exploitant du réseau de chauffage à distance met à disposition un facteur environnemental pondéré $f_{CO_2,mix}$. Ce facteur doit s'orienter aux conditions d'exploitation réelles et est calculé en utilisant la formule suivante:

$$\underline{f_{CO_2,mix} = n_{inst.ch.foss} * f_{CO_2,inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} * f_{CO_2,inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} * f_{CO_2,ch.fatale}}$$

avec :

$$\underline{n_{inst.ch.foss} + n_{inst.ch.ren} + n_{ch.fatale} = 1}$$

où:

$f_{CO_2,mix}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	<u>est le facteur environnemental pondéré</u>
$f_{CO_2,centr.th.foss}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	<u>est le facteur environnemental conformément au tableau 34, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile</u>
$f_{CO_2,centr.th.ren}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	<u>est le facteur environnemental conformément au tableau 34, pour le système du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable</u>
$f_{CO_2,ch.fatale}$	[kgCO ₂ /kWh _e]	<u>est le facteur environnemental de la chaleur fatale fixé à 0</u>
$n_{inst.ch.foss}$	[-]	<u>est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible fossile, suivant les conditions d'exploitation réelles</u>
$n_{inst.ch.ren}$	[-]	<u>est le taux de couverture de la production de chaleur par le systèmes du chauffage à distance et chauffage de proximité d'installations de chauffage avec du combustible renouvelable, suivant les conditions d'exploitation réelles</u>
$n_{ch.fatale}$	[-]	<u>est le taux de couverture de la production de chaleur par la chaleur fatale, suivant les conditions d'exploitation réelles</u>

La chaleur fatale est définie comme la quantité de chaleur issue d'un processus industriel, mise à la disposition pour une utilisation concrète transmise via un réseau de chaleur à un bâtiment, et qui aurait autrement été rejetée dans l'environnement sans aucune utilisation.

La chaleur fatale ne provient pas d'installations destinées à la production d'électricité ou de chaleur. Les chaînes de conversion antérieures qui mènent à la production de la chaleur fatale ne sont pas évaluées.

Pour des nouveaux bâtiments fonctionnels et en cas de changement de la valeur du facteur environnemental par l'exploitant du réseau de chaleur, le facteur environnemental considéré à la date de la demande de l'autorisation de construire, peut également être pris en compte pour le calcul de la performance énergétique et le certificat de performance énergétique prévu à l'article 4, paragraphe 12.

8.3 Teneur énergétique de différentes sources d'énergie et facteur de conversion du pouvoir calorifique supérieur en pouvoir calorifique inférieur, f_{H_s/H_i}

Conversion d'une unité de consommation en (kWh/« unité »)

Source d'énergie	Unité	Teneur énergétique Pouv. cal. sup. H_s	Teneur énergétique Pouv. cal. inf. H_i	Facteur f_{H_s/H_i}
Fioul EL	1 litre	10,60 kWh/litre	9,90 kWh/litre	1,07
Gaz naturel H	1 Nm ³	11,33 kWh/m ³	10,20 kWh/m ³	1,11
Gaz liquéfié	1 kg	13,85 kWh/kg	12,80 kWh/kg	1,08
Houille	1 kg	8,98 kWh/kg	8,70 kWh/kg	1,03
Lignite	1 kg	5,89 kWh/kg	5,50 kWh/kg	1,07
Copeaux de bois	1 Sm ³	1 060 kWh/Sm ³	950 kWh/Sm ³	1,12
Bois de chauffage	1 rm	1 780 kWh/rm	1 595 kWh/rm	1,12
Pellets	1 kg	4,90 kWh/kg	4,50 kWh/kg	1,09
Biogaz	1 Nm ³	7,20 kWh/m ³	6,50 kWh/m ³	1,11
Huile de colza	1 litre	10,20 kWh/litre	9,50 kWh/litre	1,07
Chauffage urbain, courant, énergies renouvelables	1 kWh	1 kWh/kWh	1 kWh/kWh	1,00

Tableau 35 - Teneur énergétique de différentes sources d'énergie