

Annexe D
MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE LA CONSOMMATION
SPECIFIQUE DES BATIMENTS RESIDENTIELS DANS LE CADRE DE LA CERTIFICATION PEB.

Table des matières

AVANT-PROPOS (CERTIFICATION)	7
1 RÉFÉRENCES NORMATIVES	8
2 DÉFINITIONS	9
3 SYMBOLES, ABRÉVIATIONS ET INDICES	12
3.1 SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS	12
3.2 INDICES	14
4 STRUCTURE DE LA MÉTHODE	16
5 SCHÉMATISATION DU BÂTIMENT	18
5.1 SUBDIVISION DU BATIMENT	18
5.2 SUBDIVISION EN SECTEURS ENERGETIQUES	18
5.3 CONVENTIONS	18
6 EXPRESSION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU 'VOLUME PER'	20
6.1 CONSOMMATION CARACTERISTIQUE ANNUELLE D'ENERGIE PRIMAIRE	20
6.2 EMISSION CARACTERISTIQUE ANNUELLE TOTALE DE CO ₂	20
7 BESOINS NETS EN ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE DE L'ENSEMBLE DU 'VOLUME PER'	21
7.1 PRINCIPE	21
7.2 BESOINS MENSUELS NETS EN ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE DE L'ENSEMBLE DU 'VOLUME PER'	21
7.3 DEPERDITIONS DE CHALEUR MENSUELLES PAR TRANSMISSION, IN/EXFILTRATION ET VENTILATION HYGIENIQUE	21
7.3.1 Détermination de la température intérieure mensuelle $\theta_{i,heat,m}$	22
7.4 GAINS DE CHALEUR TOTAUX MENSUELS	23
7.5 TAUX D'UTILISATION DES GAINS DE CHALEUR TOTAUX MENSUELS	23
7.6 COEFFICIENT DE DEPERDITION DE CHALEUR PAR TRANSMISSION	25
7.7 COEFFICIENT DE DEPERDITION DE CHALEUR PAR IN/EXFILTRATION	25
7.7.1 $\dot{V}_{50,heat}$ - valeur par défaut	26
7.7.2 $\dot{V}_{50,heat}$ - valeur estimée	26
7.7.3 $\dot{V}_{50,heat}$ - valeur réelle	26
7.8 COEFFICIENT DE DEPERDITION DE CHALEUR PAR VENTILATION HYGIENIQUE	26

7.8.1	Débit de ventilation hygiénique pour le calcul de chauffage	27
7.8.2	Facteur de réduction pour l'effet du préchauffage $r_{preh,heat}$	27
7.9	GAINS INTERNES MENSUELS	28
7.10	GAINS SOLAIRES MENSUELS	28
8	CONSOMMATION MENSUELLE D'ÉNERGIE PRIMAIRE POUR LE CHAUFFAGE	29
8.1	SITUATION PARTICULIERE EN L'ABSENCE D'UN SYSTEME COMPLET DE CHAUFFAGE	29
8.2	SECTEURS ENERGETIQUES	30
8.2.1	Division en secteurs énergétiques.....	30
8.2.2	Répartition des besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' entre les secteurs énergétiques.....	30
8.3	BESOINS MENSUELS BRUTS EN ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE	32
8.3.1	Principe	32
8.3.2	Rendement mensuel moyen du système	33
8.3.2.1	<i>Principe</i>	33
8.3.2.2	<i>Rendement d'émission</i>	33
8.3.2.2.1	Rendement mensuel de base du système d'émission $\eta_{em,base,heat,seci,m}$	34
8.3.2.2.2	Rendement de régulation du système d'émission $\eta_{em,reg,seci,m}$	34
8.3.2.2.3	Corrections à apporter au rendement de régulation en fonction de la situation des émetteurs de chaleur 35	
8.3.2.2.4	Facteur correctif tenant compte de l'existence ou non d'un décompte individuel.....	35
8.3.2.2.5	Facteur de réduction des besoins nets du secteur énergétique <i>i</i> prenant en considération la présence d'écrans réfléchissants.....	36
8.3.2.3	<i>Rendement de distribution</i>	36
8.3.2.3.1	Chauffage local	36
8.3.2.3.2	Chauffage central individuel	36
8.3.2.3.3	Chauffage central collectif	37
8.3.2.4	<i>Rendement de distribution</i>	38
8.3.2.5	<i>Rendement du stockage</i>	39
8.3.2.6	<i>Rendement du stockage</i>	39
8.3.3	Economies réalisées grâce aux écrans réfléchissants (PAE uniquement).....	39
8.4	CONSOMMATION FINALE MENSUELLE D'ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE	40
8.4.1	Générateurs préférentiel et non préférentiel - principe.....	40
8.4.2	Générateurs préférentiel et non préférentiel - règle de calcul.....	40
8.4.2.1	<i>En présence d'une cogénération</i>	41
8.4.2.2	<i>En présence d'une pompe à chaleur ou d'une chaudière à bois ou à autre biomasse</i>	41
8.4.2.2.1	Cas où toutes les puissances nominales sont connues	41
8.4.2.2.2	Cas où certaines puissances nominales ne sont pas connues	42
8.4.2.3	<i>Autres types de générateur</i>	42
8.4.2.3.1	Cas où toutes les puissances nominales sont connues	42
8.4.2.3.2	Cas où certaines puissances nominales ne sont pas connues	43
8.4.3	Rendement de production pour le chauffage des locaux	43
8.4.3.1	<i>Principe</i>	43
8.4.3.2	<i>Absence de tout système de chauffage</i>	44
8.4.3.3	<i>Chauffage local</i>	44
8.4.3.3.1	Absence de tout système de chauffage.....	44
8.4.3.3.2	Poêles	44
8.4.3.3.3	Chauffage électrique (chauffage par accumulation et chauffage électrique direct)	44
8.4.3.4	<i>Chauffage central individuel autre que pompe à chaleur, cogénération et fourniture de chaleur externe</i>	44
8.4.3.4.1	Absence de générateur de chaleur	44
8.4.3.4.2	Une seule chaudière à condensation autre que chaudière électrique	44

a)	Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ sur base du rendement à 30%.....	45
b)	Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ sur base des valeurs par défaut	45
8.4.3.4.3	Une seule chaudière non à condensation autre que chaudière électrique	46
a)	Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ sur base du rendement à 30%.....	46
b)	Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ d'une chaudière gaz ou mazout sur base de la formule de Renaud	46
c)	Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ d'une chaudière bois ou autre biomasse sur base de valeurs par défaut.....	49
8.4.3.4.4	Plusieurs chaudières connectées.....	49
8.4.3.4.5	Chaudière(s) électrique(s).....	49
8.4.3.5	Chauffage central collectif autre que pompes à chaleur, cogénération et fourniture de chaleur externe	49
8.4.3.5.1	Absence de générateur de chaleur	49
8.4.3.5.2	Une ou plusieurs chaudières connectées autre(s) que chaudière(s) électrique(s)	50
a)	Chaudières à condensation	50
b)	Chaudières non à condensation au gaz, au mazout ou au bois ou autre biomasse	50
8.4.3.5.3	Chaudière(s) électrique(s).....	52
8.4.3.6	Fourniture de chaleur externe.....	52
8.4.3.7	Cogénération sur site.....	52
8.4.3.8	Pompes à chaleur électriques.....	53
8.4.3.8.1	Détermination du FPS sur la base du coefficient de performance COP_{test}	53
8.4.3.8.2	Détermination du FPS sur la base de valeurs par défaut	57
8.4.3.9	Autres pompes à chaleur	57
8.4.3.10	Autres systèmes que ceux mentionnées ci-dessus.....	57
8.5	CONSOMMATION MENSUELLE D'ENERGIE PRIMAIRE POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX	58
8.6	EMISSION MENSUELLE DE CO ₂ DUE AU CHAUFFAGE	58
9	SURCHAUFFE	59
9.1	DETERMINATION DE L'INDICATEUR DU RISQUE DE SURCHAUFFE	59
9.2	GAINS DE CHALEUR TOTAUX MENSUELS	59
9.2.1	Gains internes mensuels	59
9.2.2	Gains solaires mensuels.....	59
9.2.3	Taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels	60
9.2.4	Dépénitions de chaleur mensuelles par transmission et ventilation	60
9.2.4.1	Dépénitions de chaleur par transmission	61
9.2.4.2	Dépénitions de chaleur par ventilation	61
10	REFROIDISSEMENT	62
10.1	PRINCIPE	62
10.2	BESOINS MENSUELS NETS EN ENERGIE POUR LE REFROIDISSEMENT	62
10.2.1	Gains de chaleur totaux mensuels	63
10.2.1.1	Gains internes mensuels	63
10.2.1.2	Gains solaires mensuels.....	63
10.2.2	Taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels	63
10.2.3	Dépénitions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique.....	64
10.2.3.1	Dépénitions de chaleur par transmission	64
10.2.3.2	Dépénitions de chaleur par in/exfiltration	64
10.2.3.3	Dépénitions de chaleur par ventilation hygiénique	65
10.2.3.3.1	Débit de ventilation hygiénique pour le calcul de refroidissement	66
10.2.3.3.2	Facteur de réduction $r_{preh,cool}$	66
10.3	CONSOMMATION MENSUELLE D'ENERGIE EQUIVALENTE POUR LE REFROIDISSEMENT	67

10.4	CONSUMMATION MENSUELLE EQUIVALENTE D'ENERGIE PRIMAIRE POUR LE REFROIDISSEMENT	67
10.5	EMISSION MENSUELLE DE CO ₂ DUE AU REFROIDISSEMENT	67
11	EAU CHAUDE SANITAIRE	68
11.1	BESOINS MENSUELS NETS EN ENERGIE POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE	68
11.2	BESOINS MENSUELS BRUTS EN ENERGIE POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE	69
11.2.1	Situation particulière en l'absence d'un système de production et/ou de distribution d'eau chaude sanitaire	69
11.2.2	Principe	69
11.2.3	Rendement du système pour l'eau chaude sanitaire	69
11.2.3.1	<i>Principe</i>	69
11.2.3.2	<i>Rendement de distribution</i>	70
11.2.3.2.1	Rendement de distribution des conduites de puisage	70
11.2.3.2.2	Rendement de distribution des conduites de puisage	72
11.3	CONSUMMATION MENSUELLE D'ENERGIE POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE	73
11.3.1	Principe	73
11.3.2	Règle de calcul	73
11.3.3	Rendement de production pour l'eau chaude sanitaire	73
11.3.3.1	<i>Principe</i>	73
11.3.3.2	<i>Rendement de production ECS (certification uniquement)</i>	74
11.4	CONSUMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE POUR LA PREPARATION D'EAU CHAUDE SANITAIRE	76
11.5	EMISSION MENSUELLE DE CO ₂ DUE A LA PREPARATION D'EAU CHAUDE SANITAIRE	76
12	CONTRIBUTION ÉNERGÉTIQUE UTILE MENSUELLE D'UN SYSTÈME D'ÉNERGIE SOLAIRE THERMIQUE	77
12.1	CHAUFFAGE DES LOCAUX ET EAU CHAUDE SANITAIRE	77
12.2	EAU CHAUDE SANITAIRE	78
12.3	ENSOLEILLEMENT D'UN CAPTEUR POUR UN MOIS CONSIDERE, COMPTE TENU DE L'OMBRAGE	79
13	FONCTIONS AUXILIAIRES	80
13.1	CONSUMMATION MENSUELLE D'ENERGIE POUR LES FONCTIONS AUXILIAIRES	80
13.1.1	Consommation d'énergie électrique des auxiliaires pour le chauffage des locaux	80
13.1.1.1	<i>Ventilateur(s) intégré(s) et électronique associés au générateur</i>	80
13.1.1.2	<i>Circulateurs (certification uniquement)</i>	81
13.1.1.3	<i>Circulateurs (PAE uniquement)</i>	81
13.1.1.4	<i>Valeurs par défaut pour la présence ou l'absence des fonctions auxiliaires (certification uniquement)</i>	81
13.1.2	Consommation d'énergie des veilleuses	82
13.2	CONSUMMATION MENSUELLE D'ELECTRICITE DES VENTILATEURS	83
13.2.1	Principe	83
13.2.2	Ventilateurs qui servent pour une ventilation hygiénique (en combinaison ou non avec le chauffage par air)	83
13.2.3	Ventilateurs qui servent au chauffage par air (en combinaison ou non avec une ventilation hygiénique)	85
13.3	CONSUMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE DES AUXILIAIRES	86
13.4	EMISSION MENSUELLE DE CO ₂ DUE AUX AUXILIAIRES	86
14	SYSTÈMES D'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	88
14.1	PRINCIPE	88
14.2	PRODUCTION MENSUELLE D'ELECTRICITE	88
14.3	ECONOMIE D'ENERGIE PRIMAIRE DES SYSTEMES D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR SITE	88

14.4	EMISSION MENSUELLE DE CO ₂ EVITEE GRACE AUX SYSTEMES D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	89
15	COGÉNÉRATION SUR SITE	90
15.1	PRINCIPE	90
15.2	PRODUCTION MENSUELLE D'ELECTRICITE	90
15.3	CONSOMMATION MENSUELLE D'ENERGIE FINALE	90
15.4	RENDEMENTS DE CONVERSION THERMIQUE ET ELECTRIQUE	91
15.4.1	Détermination du rendement de conversion électrique et thermique d'un moteur à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout ou à l'huile végétale.....	91
15.4.1.1	Cas 1 : $P_{cogen,elec} < 5 kW$	92
15.4.1.2	Cas 2 : $5 kW \leq P_{cogen,elec} \leq 5000 kW$	92
15.4.1.3	Cas 3 : $P_{cogen,elec} > 5000 kW$	93
15.4.2	Détermination des rendements de conversion électrique et thermique de technologies autres que les moteurs à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout et à l'huile végétale.....	93
15.5	FRACTION MENSUELLE DES BESOINS DE CHALEUR COUVERTS PAR UNE INSTALLATION DE COGENERATION SUR SITE	94
15.5.1	Principe.....	94
15.5.2	Variable auxiliaire X_m	94
15.5.3	Volume d'eau minimal d'un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production d'une installation de cogénération à pleine puissance.....	95
15.6	ECONOMIE D'ENERGIE PRIMAIRE RESULTANT DES INSTALLATIONS DE COGENERATION SUR SITE	96
15.7	EMISSION MENSUELLE DE CO ₂ EVITEE GRACE DES INSTALLATIONS DE COGENERATION SUR SITE	96
ANNEXE C	ENSOLEILLEMENT MENSUEL	97
C.1	INTRODUCTION	97
C.2	SCHÉMATISATION DE L'OMBRAGE	97
C.2.1	Généralités.....	97
C.2.2	Géométrie d'un obstacle.....	97
C.2.3	Géométrie des saillies.....	97
C.3	ENSOLEILLEMENT MENSUEL D'UN PLAN NON OMBRAGÉ $I_{s,M,J,UNSHAD}$	98
C.4	ENSOLEILLEMENT MENSUEL D'UN PLAN OMBRAGÉ $I_{s,M,J,SHAD}$	98
ANNEXE G	GAINS SOLAIRES PAR LES FENÊTRES ET ENSOLEILLEMENT DES SYSTÈMES D'ÉNERGIE SOLAIRE THERMIQUES ET PHOTOVOLTAÏQUES	99
G.1	INTRODUCTION	99
G.2	ENSOLEILLEMENT DE LA FENÊTRE OMBRAGÉE PAR DES OBSTACLES FIXES	99
G.2.1	Ombrage - calcul détaillé.....	99
G.2.2	Ombrage - calcul simplifié.....	100
G.3	GAINS SOLAIRES MENSUELS PAR LA FENÊTRE J	100
G.3.1	Facteur solaire moyen g d'une fenêtre j.....	100
G.3.1.1	Facteur d'utilisation moyen de la protection solaire $a_{c,calc}$ - calculs détaillé et simplifié.....	100
G.3.1.2	Facteur de réduction pour protection solaire F_c - calculs détaillé et simplifié.....	101
ANNEXE U	DÉTERMINATION DE LA VALEUR U DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION	103
U.1	INTRODUCTION	103
U.2	VALEURS U DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION OPAQUES	103
U.2.1	Valeurs U des éléments de construction opaques à l'exception des éléments de construction en contact direct avec le sol.....	103
U.2.2	Valeurs U des planchers en contact direct avec le sol.....	104

U.2.2.1	<i>Méthode détaillée</i>	104
U.2.2.2	<i>Méthode simplifiée</i>	104
U.2.3	Valeurs U des murs en contact direct avec le sol	105
U.3	DÉTERMINATION DE LA VALEUR R DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION OPAQUES (CERTIFICATION UNIQUEMENT).....	106
U.3.1	Résistance thermique de l'isolant R_{isolant}	107
U.3.1.1	<i>Absence d'isolant</i>	107
U.3.1.2	<i>Présence inconnue d'un isolant</i>	107
U.3.1.3	<i>Présence d'un isolant dont la résistance thermique est connue</i>	107
U.3.1.4	<i>Présence d'un isolant dont l'épaisseur et le type sont connus</i>	107
U.3.1.5	<i>Présence d'un isolant dont l'épaisseur est connue, mais dont le type est inconnu</i>	108
U.3.1.6	<i>Un isolant est présent, son épaisseur est inconnue, son type est connu</i>	109
U.3.1.7	<i>Présence d'un isolant dont l'épaisseur et le type sont inconnus</i>	110
U.3.2	Prise en compte des lames d'air.....	111
U.3.2.1	<i>Résistance thermique des lames d'air R_{vide}</i>	111
U.3.2.2	<i>Résistance thermique d'échange superficiel du côté extérieur R_{se}</i>	111
U.3.3	Résistance thermique de base R_{base}	112
U.3.3.1	<i>Murs pleins et murs creux</i>	112
U.3.3.2	<i>Toitures inclinées, toitures plates, planchers des combles et espaces similaires, planchers non en contact avec le sol, planchers en contact avec le sol</i>	114
U.3.3.3	<i>Toitures en contact avec le sol</i>	114
U.5	VALEURS U DES PORTES (U_D) ET FENÊTRES (U_w).....	115
U.5.1	Portes et fenêtres sans volet placées verticalement en contact avec l'extérieur	115
U.5.1.1	<i>Portes et fenêtres simples</i>	115
U.5.1.2	<i>Double fenêtres et fenêtres à vantaux dédoublés</i>	116
U.5.2	Correction pour tenir compte d'un autre environnement que l'extérieur	116
U.5.3	Correction pour tenir compte de la présence de volets extérieurs commandés de l'intérieur.....	117
U.6	VALEURS U DES COMPOSANTS DES PORTES ET FENÊTRES	118
ANNEXE X	FACTEURS DE CONVERSION	120
ANNEXE Y	POUVOIR CALORIFIQUE INFÉRIEUR	121
ANNEXE AA	LISTE DES ÉQUATIONS	122
ANNEXE BB	LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	129

Avant-propos (certification)

Ce document contient la procédure de calcul pour la détermination de la consommation annuelle d'énergie primaire d'un bâtiment résidentiel existant. Cette consommation tient compte à la fois du bâtiment et des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire de refroidissement et, le cas échéant des installations de ventilation, de refroidissement, de cogénération et des systèmes solaires thermiques et photovoltaïques éventuellement présents.

La procédure de calcul "certification" est basée sur la procédure de calcul du niveau de consommation d'énergie primaire (niveau E_w) applicable aux bâtiments résidentiels neufs. Toutefois, cette méthode de calcul a été modifiée quand c'était nécessaire afin de tenir compte de la situation spécifique des bâtiments existants, notamment pour tenir compte de la difficulté d'obtenir certaines données nécessaires au calcul ou de la présence dans les bâtiments existants de systèmes qui ont disparu du marché.

Note éditoriale :

La numérotation des équations, tableaux et figures présente n'est pas continue. Ceci est volontaire : afin de faciliter la programmation du logiciel, les équations, tableaux et figures reçoivent un numéro unique qui ne varie plus, même si des équations, tableaux ou figures sont ajoutées ou supprimées par ailleurs.

DOCUMENT OFFICIEL

1 Références normatives

La présente procédure fait référence aux normes suivantes. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique, à moins que les autorités compétentes ne signalent explicitement son remplacement par une autre version. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

NBN D 50-001:1991	Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation
NBN EN 13829:2001	Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method
NBN EN 60904-1:2007	Photovoltaic devices - Part 1: measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
NBN B 62-002:2008	Performances thermiques de bâtiments - Calcul des coefficients de transmission thermique des composants et éléments de bâtiments - Calcul des coefficients de transfert de chaleur par transmission (valeur H_T) et par ventilation (valeur H_V)

DOCUMENT OFFICIEL

2 Définitions

Les définitions suivantes sont d'application.

1. **Bâtiment résidentiel** : bâtiment destiné au logement individuel ou collectif avec occupation permanente ou temporaire.
2. **Besoins bruts en énergie pour le chauffage** (des locaux) : énergie transmise au système de distribution (ou au système de stockage) de chaleur destinée au chauffage (des locaux) par l'installation de production de chaleur destinée au chauffage.
3. **Besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire** : énergie transmise au système de distribution d'eau chaude sanitaire par l'installation de production de chaleur destinée à l'eau chaude sanitaire.
4. **Besoins nets en énergie pour le chauffage** : énergie qui serait nécessaire pour maintenir le volume protégé à température intérieure pendant une certaine période (en l'occurrence un mois dans la présente procédure) en cas d'utilisation d'une installation de chauffage avec un rendement égal à 1 pour le système et la production.
5. **Besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire** : énergie qui serait nécessaire pour amener l'eau chaude sanitaire à la température souhaitée pendant une certaine période (en l'occurrence un mois dans la présente procédure) en cas d'utilisation d'une installation avec un rendement égal à 1 pour le système et la production.
6. **Chauffage central** : installation de chauffage où un fluide caloporteur transporte la chaleur produite à plus d'un espace à l'intérieur du volume protégé.
7. **Chauffage collectif** : installation destinée au chauffage de plus d'une unité d'habitation ou plus d'un bâtiment résidentiel.
8. **Chauffage local** : installation de chauffage où la chaleur est émise dans l'espace où elle est produite.
9. **Paroi intérieure** : construction ou partie de construction qui sépare le volume protégé et un espace adjacent chauffé ou non.
10. **Coefficient de performance (COP)** : rapport entre la puissance de chauffe et la puissance absorbée d'une pompe à chaleur.
11. **Coefficient de transmission thermique** : transmission thermique à travers un élément de construction plan, par unité de surface, unité de temps et unité de différence de température, entre les ambiances des deux côtés de l'élément. (Les ponts thermiques linéaires sont caractérisés par un coefficient de transmission thermique linéaire, et les ponts thermiques ponctuels le sont par un coefficient de transmission thermique ponctuel. Ces deux grandeurs indiquent la quantité de chaleur supplémentaire perdue par unité de temps et unité de différence de température à travers un mètre courant de pont thermique linéaire ou un pont thermique ponctuel par rapport à la transmission de chaleur à travers une construction plane de référence ne présentant pas de ponts thermiques.)
12. **Cogénération** : production combinée de chaleur et d'électricité pour laquelle la fourniture de chaleur reste limitée aux bâtiments de la même parcelle et la chaleur totale à fournir par l'installation peut être établie sans équivoque.
13. **Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire** : consommation annuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement éventuel et les auxiliaires, calculée selon la méthode décrite dans la présente procédure de calcul. L'économie d'énergie primaire procurée par l'électricité auto produite à l'aide d'un système photovoltaïque ou d'une installation de cogénération est décomptée.
14. **Consommation spécifique** : consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du 'volume PER' par mètre carré de surface totale de planchers chauffés.
15. **Consommation finale d'énergie pour le chauffage** : énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins bruts en énergie pour le chauffage, (y compris l'énergie des auxiliaires nécessaires au fonctionnement de l'installation en cas de chauffage local).
16. **Consommation finale d'énergie pour l'eau chaude sanitaire** : énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire.
17. **Débit de ventilation** : volume d'air extérieur amené par le système ventilation par unité de temps.
18. **Débit d'infiltration/exfiltration** : volume d'air extérieur qui pénètre par infiltration dans le volume protégé ou dans un secteur énergétique par unité de temps.

19. **Déperditions de chaleur** : quantité de chaleur que perd en moyenne le volume protégé par unité de temps.
20. **Déperditions de chaleur par transmission** : déperditions de chaleur résultant de la transmission de chaleur.
21. **Déperditions de chaleur par ventilation** : déperditions de chaleur résultant du réchauffement du débit de ventilation et d'infiltration dans le volume protégé jusqu'à obtention de la température intérieure considérée dans la présente procédure.
22. **Document de référence pour les pertes par transmission** : annexe VII de l'arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008
23. **Espace adjacent chauffé** : espace adjacent situé à l'intérieur d'un volume protégé. Dans le cadre de la présente procédure, on suppose qu'il n'y a pas d'échange de chaleur avec ce genre d'espaces.
24. **Espace adjacent non chauffé** : espace adjacent situé en-dehors d'un volume protégé et qui est non chauffé.
25. **Facteur de performance saisonnière (FPS)**: rapport entre la chaleur émise et l'énergie consommée avec une pompe à chaleur pendant une certaine période.
26. **Facteur solaire d'un vitrage**, également nommée **valeur $g_{g,1}$** ou **valeur g** : rapport entre le flux d'ensoleillement qui pénètre par un vitrage et le flux d'ensoleillement qui frappe le vitrage. Le facteur solaire inclut aussi bien la transmission directe et diffuse que les gains indirects résultant de l'absorption du flux d'ensoleillement. La comparaison entre systèmes de vitrage utilise le rayonnement direct sur une surface perpendiculaire aux rayons du soleil pour des raisons de technique de mesure.
27. **Fenêtre** : paroi (partiellement) translucide.
28. **Fluide caloporteur** : liquide ou gaz avec lequel de l'énergie thermique est déplacée d'un endroit à un autre, par exemple l'eau dans un circuit de radiateurs ou une solution antigel dans l'échangeur de chaleur d'une pompe à chaleur.
29. **Fourniture de chaleur externe** : fourniture de chaleur qui n'est pas produite sur la même parcelle.
30. **Gains de chaleur totaux** : somme des gains solaires qui pénètrent dans le volume protégé par les parois transparentes/translucides et des gains internes.
31. **Opaque** : qui s'oppose au passage des rayons du soleil (antonyme de "*transparent/translucide*")
32. **Procédure applicable aux bâtiments neufs** : procédure définie dans l'arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008 ; à défaut d'autre précision, il s'agit de la procédure applicable aux immeubles résidentiels (annexe PER).
33. **Gains internes** : chaleur dégagée par les personnes, l'éclairage, les ventilateurs, les pompes et tous les autres appareils à l'intérieur du volume protégé.
34. **Rendement à charge partielle** : rendement de production d'une installation à charge partielle.
35. **Rendement de distribution** : fraction de la chaleur ou du froid produit, effectivement fournie aux éléments de chauffage. Si, dans le cas d'une production sur site, l'appareil de production ne se trouve pas dans le bâtiment, le rendement de distribution inclut également les déperditions de chaleur des conduites entre l'endroit de production et le bâtiment.
36. **Rendement de production** : rapport entre la chaleur fournie par un appareil producteur de chaleur et l'énergie utilisée.
37. **Rendement du système** : fraction de la chaleur utile produite effectivement utilisée. Le rendement du système est subdivisé en rendement de distribution et rendement d'émission.
38. **Rendement mensuel moyen d'un système d'énergie solaire thermique** : rapport entre la contribution énergétique mensuelle utile et l'énergie que le soleil fournit chaque mois au système.
39. **Secteur énergétique** : dans le cadre de la présente procédure, partie du volume protégé chauffé par un système de chauffage homogène ; voir le § 8.2 pour plus de précision. Les bâtiments résidentiels comportent, dans la plupart des cas, un seul secteur énergétique qui correspond au volume protégé.
40. **Système d'énergie solaire photovoltaïque** : dispositif qui capte l'énergie solaire et la transforme en électricité.
41. **Système d'énergie solaire thermique** : dispositif qui capte l'énergie solaire et la convertit en chaleur.

42. **Taux d'utilisation des gains de chaleur totaux** : pour le chauffage, fraction des gains de chaleur procurés par l'ensoleillement et les sources internes, qui réduit les besoins nets en énergie pour le chauffage du volume protégé.
43. **Température extérieure** : température moyenne de l'air extérieur mesurée sur une période donnée, en l'occurrence un mois dans la présente procédure.
44. **Transparent/translucide** : qui laisse passer en tout ou en partie les rayons du soleil (antonyme de "opaque")
45. **Transparent** : qui permet de distinguer avec netteté les objets vus au travers.
46. **Translucide** : qui ne permet pas de distinguer avec netteté les objets vus au travers.
47. **Ventilation mécanique** : ventilation réalisée par un ou plusieurs ventilateurs.
REMARQUE : les systèmes de ventilation B, C et D décrits dans la norme NBN D 50-001 des systèmes de ventilation mécanique.
48. **Ventilation naturelle** : ventilation réalisée sous l'effet du vent et de la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur.
REMARQUE : le système de ventilation A décrit dans la norme NBN D 50-001 est un système de ventilation naturelle.
49. **Volume PER** : une habitation ou une unité d'habitation dont la consommation spécifique est évaluée selon la présente procédure.
50. **Volume protégé** : volume de tous les espaces d'un bâtiment qui est protégé, du point de vue thermique, de l'environnement extérieur (air ou eau), du sol et de tous les espaces adjacents qui ne font pas partie d'un volume protégé.
REMARQUE : voir également les règles complémentaires spécifiées par les autorités compétentes pour la détermination d'un volume protégé dans le cadre de la présente procédure.

DOCUMENT OFFICIEL

3 Symboles, abréviations et indices

3.1 Symboles et abréviations

Les symboles et abréviations suivants sont utilisés dans la procédure. (Il n'y a pas de garantie que cette liste soit exhaustive.)

Symbole	Signification	Unités
a	paramètre numérique, facteur d'utilisation	-
A	surface (projetée)	m ²
b	coefficient de charge	-
C	capacité thermique effective	J/K
COP	coefficient de performance d'une pompe à chaleur ou d'une machine frigorifique (coefficient of performance)	-
d	épaisseur	m, cm
E	consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	MJ
E	niveau de la consommation d'énergie primaire	-
f	facteur de conversion, facteur de multiplication, proportion en volume, fraction, part	-
F	facteur (de réduction)	-
FPS	facteur de performance saisonnière	-
FPS	facteur de performance saisonnière	-
FS	facteur d'ombrage par défaut	-
g	facteur solaire	-
H	coefficient de déperdition de chaleur	W/K
I	ensoleillement	MJ/m ²
I	indicateur (de surchauffe)	Kh
l	longueur	m
m	multiplicateur, mois	-
N	nombre	-
P	puissance	W
Q	quantité de chaleur ou d'énergie	MJ
r	facteur de réduction	-
R	résistance thermique	m ² .K/W
t _m	longueur du mois considéré	s
U	coefficient de transmission thermique	W/(m ² .K)
V	Volume	m ³
\dot{V}	débit d'air, débit de ventilation	m ³ /h
\dot{v}	débit de fuite	m ³ /(h.m ²)
W	consommation d'électricité	kWh
W	eau	
z	profondeur	m
α	coefficient de pertes à l'arrêt	-

α_h α_v α_{sL} α_{sR}	angle d'obstruction, angle de surplomb, angle de saillie gauche, angle de saillie droite	degrés
β	rapport	-
γ	rapport entre les gains de chaleur totaux mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration et ventilation hygénique	-
Δ	correction, supplément	-
ε	rendement de conversion (pour la cogénération)	-
η	rendement, taux d'utilisation	-
λ	conductivité thermique	W/(m.K)
θ	température	°C
Φ	puissance	W
τ	constante de temps	s
ψ	coefficient de transmission thermique linéaire	W/(m.K)

Tableau 1 : Symboles et abréviations utilisés dans la présente procédure

DOCUMENT OFFICIEL

3.2 Indices

Les indices suivants sont utilisés dans la procédure. Dans le tableau, le symbole < signifie "dérivé de". Les indices i, j, k et m sont également utilisés comme ordinaux. A noter que dans les équations, certains indices peuvent être omis quand ils ne sont pas indispensables à la bonne compréhension du texte. (Il n'y a pas de garantie que cette liste soit exhaustive.)

A	
a	année
ann	annuel
as	système d'énergie solaire active (< active solar)
aux	(énergie) auxiliaire
ave	moyen
B	
base	de base
bath	salle de bains
boiler	chaudière
C	
c	protection solaire
calc	type de calcul
ch	planchers chauffés
char	caractéristique
circ	boucle de circulation
co	combustion
cogen	cogénération
cons	consommation
cool	refroidissement
c	protection solaire
D	
dedic	volontaire
demand	demande en énergie
design	conception
dh	fourniture de chaleur externe (<district heating)
E	
e, E	extérieur, externe
elec	électrique
em	émission
en	énergie
excess norm	excédentaire
externe	externe

F	
f	profilé de fenêtre (< frame)
final	consommation finale
flats	appartements
G	
g	vitrage (< glazing)
g	gains de chaleur totaux
gen	production
gp	remplissage (vitrage + panneau)
g-gp	vitrage dans le remplissage
gross	brut
H	
heat	chauffage (de l'espace)
I	
i	interne
in/exfilt	in/exfiltration
isolant	isolant
L	
L	dépense de chaleur (transmission + ventilation) (< loss)
l/h	inférieur/supérieur (< low/high)
M	
m	mensuel (sur base mensuelle)
mur	mur
N	
net	net
nom	nominal
npref	non préférentiel
O	
o	chaufferie
overh	surchauffe (< overheating)

P	
p	panneau
p	primaire
parement	parement
pci	pouvoir calorifique inférieur
pcs	pouvoir calorifique supérieur
pref	préférentiel
PER	relatif au 'volume PER'
pilot	veilleuse
pref	préférentiel
preh	préchauffage
prim	primaire
pv	photovoltaïque
R	
return	retour
S	
s	solaire
se	échange superficiel extérieur
sec	secteur énergétique
sh+wh	chauffage de l'air ambiant et de l'eau (< space heating + water heating)
shad	ombragé (< shaded)
si	échange superficiel intérieur
sink	évier
sol	sol
spec	spécifique
stor	stockage
sys	système (d'installation)

T	
T	transmission
test	en conditions d'essai
th	thermique
tot	total
tubing	tuyauterie
U	
unshad	non ombragé (< unshaded)
util	utilisation
V	
V	ventilation
vent	ventilation
vide	lame d'air
W	
vert	vertical
w	fenêtre (< window), eau
water	eau chaude sanitaire
wC	avec protection solaire (< with curtain)
woC	sans protection solaire (< without curtain)
wos	sans volet (< without shutter)
ws	avec volet (< with shutter)

Tableau 2 : Indices utilisés dans la présente procédure

4 Structure de la méthode

Dans le cadre de la présente procédure, la performance énergétique d'un bâtiment est déterminée en fonction de sa consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire (voir chapitre 6).

La consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire d'un bâtiment est conventionnellement calculée comme étant la somme des consommations caractéristiques annuelles d'énergie primaire

1. pour le chauffage des locaux ;
2. pour le refroidissement des locaux, si un refroidissement actif est présent ;
3. pour la production d'eau chaude sanitaire ;
4. pour les auxiliaires.

De cette consommation totale pourra être déduite, le cas échéant, l'économie caractéristique annuelle d'énergie primaire fournie par l'électricité auto-produite par un système d'énergie solaire photovoltaïque ou par cogénération sur site.

L'émission caractéristique annuelle totale de CO₂ est également calculée, selon la même logique.

Par ailleurs, en certification, le risque de surchauffe est également évalué conventionnellement.

La détermination de la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux inclut cinq étapes.

1. On détermine des **besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER'** (voir chapitre 7) ; ce calcul fait intervenir les déperditions par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique, les gains solaires, les gains internes et le taux d'utilisation des gains de chaleur totaux.
2. On répartit ces besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' entre les éventuels secteurs énergétiques au prorata du volume de ceux-ci, selon le § 8.2.2.
3. Pour chaque secteur énergétique, on convertit les besoins mensuels nets en **besoins énergétiques mensuels bruts en énergie pour le chauffage** (voir chapitre 8). Cette conversion s'effectue en divisant les besoins mensuels nets par le rendement mensuel de système de l'installation de chauffage (c'est-à-dire le rendement d'émission, de distribution et de stockage).
4. On détermine la **consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage**. Ce calcul s'effectue en soustrayant, le cas échéant, l'apport énergétique mensuel d'un système d'énergie solaire thermique des besoins bruts en énergie pour le chauffage et en divisant le résultat obtenu par le rendement de production de l'installation de production de chaleur.
5. Enfin, on calcule la **consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire pour le chauffage**. Ce calcul s'effectuant en multipliant la consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage par le facteur de conversion pour l'énergie primaire de la source d'énergie correspondante et en additionnant les valeurs des douze mois de l'année.

La détermination de la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire pour le refroidissement des locaux est similaire au calcul pour le chauffage des locaux. Toutefois, le rendement de l'installation de refroidissement est fixé conventionnellement, de telle sorte que les étapes 3 et 4 sont combinées et qu'on parlera d'une **consommation d'énergie mensuelle équivalente pour le refroidissement** au lieu d'une consommation finale mensuelle d'énergie (voir chapitre 10).

La détermination de la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire pour la production d'eau chaude sanitaire est similaire au calcul pour le chauffage des locaux. Toutefois, le rendement de système n'inclut que le rendement de distribution, et le rendement de stockage est combiné avec le rendement de production de l'installation de production d'eau chaude sanitaire (voir chapitre 11).

La détermination de l'indicateur du risque de surchauffe est similaire au calcul des besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage (voir chapitre 9).

A certaines étapes des calculs, on a le choix entre une approche simple et un calcul plus détaillé. L'approche simple repose sur des valeurs par défaut. Le calcul détaillé nécessite des données d'entrée supplémentaires.

De manière générale, les données nécessaires au calcul doivent être récoltées selon les règles spécifiées par les autorités compétentes dans le document intitulé "Protocole de collecte des données".

DOCUMENT OFFICIEUX

5 Schématisation du bâtiment

5.1 Subdivision du bâtiment

La performance énergétique concerne souvent un sous-volume d'un bâtiment selon, par exemple, que les espaces sont chauffés (et/ou refroidis) ou non, selon la destination des différentes parties et la présence éventuelle de plusieurs unités d'habitation. C'est pourquoi, pour déterminer la performance énergétique, on subdivise par convention le bâtiment en différentes parties. Au besoin, on procède à une subdivision supplémentaire en secteurs énergétiques pour pouvoir intégrer correctement différents types d'installations dans les calculs.

Dans un bâtiment existant, il peut être difficile de définir de manière univoque le volume protégé, en particulier si le bâtiment n'est pas isolé. Afin de déterminer le volume protégé, il convient de suivre les règles spécifiées par les autorités compétentes.

La présente procédure s'applique à une unité d'habitation particulière. En conséquence :

- dans un bâtiment résidentiel comprenant plusieurs unités d'habitation (par exemple appartements individuels dans un immeuble à appartements), il convient d'appliquer la procédure à chacune des unités d'habitation ; les parties collectives de ce genre de bâtiments (par exemple les cages d'escaliers et les couloirs communs) ne sont pas prises en considération dans la détermination de la performance énergétique du bâtiment ;
- dans un bâtiment servant au logement individuel ou collectif (par exemple respectivement une habitation unifamiliale ou une maison de retraite), la procédure doit être appliquée au bâtiment dans son ensemble.

Le 'volume PER' considéré dans la présente procédure est la partie de l'unité d'habitation analysée qui est considérée comme faisant partie du volume protégé du bâtiment.

5.2 Subdivision en secteurs énergétiques

Etant donné que selon la norme NBN D 50-001, une unité d'habitation ne peut être équipée que d'un seul système de ventilation, il n'y a pas lieu de diviser le 'volume PER' en zone de ventilation.

Par contre, le 'volume PER' peut contenir plusieurs secteurs énergétiques pour le calcul de chauffage. Par ailleurs, une certaine fraction du 'volume PER' peut être refroidie activement.

Dans le cadre de la présente procédure, les besoins nets en énergie pour le chauffage, l'indicateur du risque de surchauffe et les besoins nets de refroidissements sont calculés pour l'ensemble du 'volume PER'. Il n'est donc pas nécessaire de faire attention à la façon dont les locaux sont effectivement chauffés et éventuellement refroidis lors de l'analyse des éléments de construction délimitant le 'volume PER'.

Lors du calcul des consommations d'énergie primaire pour le chauffage, les besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' seront distribués entre les éventuels secteurs énergétiques, au prorata du volume de ceux-ci. De même, lors du calcul des consommations d'énergie primaire pour le refroidissement, les besoins nets de refroidissement ne seront évalués que pour la fraction du 'volume PER' effectivement refroidie.

Les règles pour la détermination des secteurs énergétiques sont données au chapitre 8.

Les règles pour la détermination de la fraction du 'volume PER' refroidie activement sont données au chapitre 10.

5.3 Conventions

1. Le 'volume PER' et les surfaces des éléments de construction sont déterminés sur base dimensions extérieures. Lors de la détermination du 'volume PER' et des surfaces des éléments de construction, la limite du 'volume PER' vers un bâtiment ou un espace ne faisant pas partie du 'volume PER' est formée par l'axe de l'élément de construction intermédiaire.
2. Dans le cadre de la présente procédure, on peut toujours partir de l'hypothèse que tous les espaces des unités d'habitations adjacentes existantes sont des espaces chauffés (même si ce n'est pas nécessairement le cas physiquement). Il est bien fait mention des espaces adjacents appartenant à

d'autres unités d'habitation et non des "espaces adjacents non chauffés" appartenant à la même unité d'habitation. En certification, le protocole de collecte des données donne plus de précision concernant l'application de cette règle.

Lors de la détermination de la performance énergétique, on suppose qu'aucun flux de chaleur n'a lieu à travers les parois mitoyennes avec des espaces adjacents chauffés.

En dehors de ces parois mitoyennes avec des espaces adjacents chauffés, on tient bien compte, dans la détermination de la performance énergétique, des flux par transmission à travers toutes les autres parois du volume protégé, **même si ces parties de l'enveloppe donnent sur une parcelle adjacente.**

DOCUMENT OFFICIEUX

6 Expression de la performance énergétique du 'volume PER'

6.1 Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire

On détermine la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du 'volume PER' comme suit :

$$\text{Eq. 1} \quad E_{\text{char ann prim en cons}} = \sum_{m=1}^{12} (E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{cool},m} + E_{p,\text{water},m} + E_{p,\text{aux},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m}) \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$E_{p,\text{heat},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux, en MJ, déterminée selon 8.5,
$E_{p,\text{cool},m}$	la consommation mensuelle équivalente d'énergie primaire pour le refroidissement, en MJ, déterminée selon 10.4,
$E_{p,\text{water},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon 11.4,
$E_{p,\text{aux},m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire des auxiliaires, en MJ, déterminée selon 13.3,
$E_{p,\text{pv},m}$	l'économie mensuelle d'énergie primaire des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site, en MJ, déterminée selon 14.3,
$E_{p,\text{cogen},m}$	l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant d'une installation de cogénération sur site, en MJ, déterminée selon 15.6.

6.2 Emission caractéristique annuelle totale de CO₂

La consommation d'énergie finale est composée d'une certaine consommation d'énergie fossile et d'une certaine consommation d'électricité. A cette consommation finale correspond une certaine émission de CO₂. L'électricité produite par des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque et/ou par de la cogénération sur site contribue à diminuer les émissions de CO₂ causées par la production classique d'électricité et est donc soustraite aux émissions totales. Les émissions de CO₂ peuvent être déterminées pour chaque type de consommation d'énergie et sommées en une émission caractéristique annuelle totale de CO₂.

Les facteurs d'émission de CO₂ des différentes sources d'énergie, en kg/MJ, sont spécifiés par les autorités compétentes.

On détermine les caractéristiques annuelles totales de CO₂ dues à la consommation d'énergie du 'volume PER' CO_{2,tot} comme suit :

$$\text{Eq. 2} \quad \text{CO}_{2,\text{tot}} = \sum_{m=1}^{12} (\text{CO}_{2,\text{heat},m} + \text{CO}_{2,\text{cool},m} + \text{CO}_{2,\text{water},m} + \text{CO}_{2,\text{aux},m} - \text{CO}_{2,\text{pv},m} - \text{CO}_{2,\text{cogen},m}) \quad [\text{kg}]$$

Avec :

$\text{CO}_{2,\text{heat},m}$	l'émission mensuelle de CO ₂ due au chauffage, en kg, déterminée selon le § 8.6,
$\text{CO}_{2,\text{cool},m}$	l'émission mensuelle de CO ₂ due au refroidissement, en kg, déterminée selon le § 10.5,
$\text{CO}_{2,\text{water},m}$	l'émission mensuelle de CO ₂ due à la préparation d'eau chaude sanitaire, en kg, déterminée selon le § 11.5,
$\text{CO}_{2,\text{aux},m}$	l'émission mensuelle de CO ₂ due aux auxiliaires, en kg, déterminée selon le § 13.4,
$\text{CO}_{2,\text{pv},m}$	l'émission mensuelle de CO ₂ évitée grâce aux systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, en kg, déterminée selon le § 14.4,
$\text{CO}_{2,\text{cogen},m}$	l'émission mensuelle de CO ₂ évitée grâce à une installation de cogénération sur site, en kg, déterminée selon le § 15.7.

7 Besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER'

7.1 Principe

Les besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' sont calculés mensuellement. A cette fin, on détermine chaque fois :

- les déperditions mensuelles totales par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique à une température intérieure conventionnelle,
- les gains mensuels totaux par gains internes et solaires,
- le bilan énergétique mensuel à l'aide du taux d'utilisation des gains de chaleur totaux.

Pour rappel (voir § 5.2), dans le cadre de la présente procédure, les besoins nets en énergie pour le chauffage sont calculés pour l'ensemble du 'volume PER'. Il n'est donc pas nécessaire de faire attention à la façon dont les locaux sont effectivement chauffés (ni éventuellement refroidis) lors de l'analyse des éléments de construction délimitant le 'volume PER'. Lors du calcul des consommations d'énergie primaire pour le chauffage (voir § 8), les besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' seront distribués entre les éventuels secteurs énergétiques, au prorata du volume de ceux-ci.

7.2 Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER'

On détermine les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' $Q_{\text{heat,net,m}}$ comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Eq. 3} \quad & \text{Si } Y_{\text{heat,m}} \geq 2.5 : Q_{\text{heat,net,m}} = 0 \\ & \text{Si } Y_{\text{heat,m}} < 2.5 : Q_{\text{heat,net,m}} = Q_{\text{L,heat,m}} - \eta_{\text{util,heat,m}} \cdot Q_{\text{g,heat,m}} \end{aligned} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Y_{\text{heat,m}}$	le rapport entre les gains de chaleur totaux mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration, ventilation hygiénique, sans unité, déterminé selon 7.5,
$Q_{\text{L,heat,m}}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration, ventilation hygiénique, en MJ, déterminées selon 7.3,
$\eta_{\text{util,heat,m}}$	le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur totaux, sans unité, déterminé selon 7.5,
$Q_{\text{g,heat,m}}$	les gains de chaleur totaux mensuels, en MJ, déterminés selon 7.4.

7.3 Déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique

On détermine les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique $Q_{\text{L,heat,m}}$ comme suit :

$$\text{Eq. 4} \quad Q_{\text{L,heat,m}} = Q_{\text{T,heat,m}} + Q_{\text{in/exfilt,heat,m}} + Q_{\text{V,heat,m}} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$$\text{Eq. 5} \quad Q_{\text{T,heat,m}} = H_{\text{T}} \cdot \max(0, \theta_{\text{i,heat,m}} - \theta_{\text{e,m}}) \cdot t_{\text{m}} \quad [\text{MJ}]$$

$$\text{Eq. 6} \quad Q_{\text{V,in/exfilt,heat,m}} = H_{\text{V,in/exfilt,heat}} \cdot \max(0, \theta_{\text{i,heat,m}} - \theta_{\text{e,m}}) \cdot t_{\text{m}} \quad [\text{MJ}]$$

$$\text{Eq. 7} \quad Q_{\text{V,hyg,heat,m}} = H_{\text{V,hyg,heat}} \cdot \max(0, \theta_{\text{i,heat,m}} - \theta_{\text{e,m}}) \cdot t_{\text{m}} \quad [\text{MJ}]$$

Et avec :

$Q_{\text{T,heat,m}}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, en MJ,
$Q_{\text{V,in/exfilt,heat,m}}$	les déperditions de chaleur mensuelles par in/exfiltration, en MJ,
$Q_{\text{V,hyg,heat,m}}$	les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation hygiénique, en MJ,
H_{T}	le coefficient de déperdition de chaleur par transmission, en W/K, déterminées selon 7.6,
$H_{\text{V,in/exfilt,heat}}$	le coefficient de déperdition de chaleur par in/exfiltration, en W/K, déterminée selon 7.7 ;

$H_{V,hyg,heat}$	le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique, en W/K, déterminée selon 7.8.
$\theta_{i,heat}$	la valeur de la température intérieure utilisée pour le calcul du chauffage, en °C,
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau 3,
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3.

Mois	Longueur du mois t_m (Ms)	Température extérieure moyenne du mois $\theta_{e,m}$ (°C)
Janvier	2.6784	3.2
Février	2.4192	3.9
Mars	2.6784	5.9
Avril	2.5920	9.2
Mai	2.6784	13.3
Juin	2.5920	16.2
Juillet	2.6784	17.6
Août	2.6784	17.6
Septembre	2.5920	15.2
Octobre	2.6784	11.2
Novembre	2.5920	6.3
Décembre	2.6784	3.5

Tableau 3 : Longueur du mois et température extérieure moyenne du mois

7.3.1 Détermination de la température intérieure mensuelle $\theta_{i,heat,m}$

En certification, la température intérieure mensuelle est conventionnellement fixée à 18°C, pour tous les mois de l'année.

7.4 Gains de chaleur totaux mensuels

On détermine les gains de chaleur totaux mensuels $Q_{g,heat,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 10} \quad Q_{g,heat,m} = Q_{i,m} + Q_{s,heat,m} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{i,m}$ les gains internes mensuels, en MJ, déterminés selon 7.9,

$Q_{s,heat,m}$ les gains solaires mensuels, en MJ, déterminés selon 7.10.

7.5 Taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels

On détermine le taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels $\eta_{util,heat,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 11} \quad \text{Si } Y_{heat,m} \geq 2.5 : \eta_{util,heat,m} = 1/Y_{heat,m} \quad [-]$$

$$\text{Eq. 12} \quad \text{Si } Y_{heat,m} = 1 : \eta_{util,heat,m} = a/(a + 1) \quad (-)$$

$$\text{Eq. 13} \quad \text{Sinon : } \eta_{util,heat,m} = \frac{1 - (Y_{heat,m})^a}{1 - (Y_{heat,m})^{a+1}} \quad [-]$$

Avec :

$$\text{Eq. 14} \quad Y_{heat,m} = Q_{g,heat,m} / Q_{L,heat,m} \quad [-]$$

$$\text{Eq. 15} \quad a = 1 + \frac{T_{heat}}{54000} \quad [-]$$

Avec :

$Y_{heat,m}$ le rapport entre les gains de chaleur totaux mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration, ventilation hygiénique, sans unité,

$Q_{g,heat,m}$ les gains de chaleur totaux mensuels, en MJ, déterminés selon 7.3.1.3,

$Q_{L,heat,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration, ventilation hygiénique, en MJ, déterminées selon 7.3,

a un paramètre numérique, sans unité,

T_{heat} la constante de temps, en s.

La constante de temps est égale à :

$$\text{Eq. 16} \quad T_{heat} = \frac{C}{H_T + H_{V,in/exfilt,heat} + H_{V,hyg,heat}} \quad [\text{s}]$$

Avec :

C la capacité thermique effective, en J/K,

H_T le coefficient de déperdition de chaleur par transmission, en W/K, déterminée selon 7.6 ;

$H_{V,in/exfilt,heat}$ le coefficient de déperdition de chaleur par in/exfiltration, en W/K, déterminée selon 7.7 ;

$H_{V,hyg,heat}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique, en W/K, déterminée selon 7.8.

En certification, la capacité thermique effective est donnée au Tableau 5.

- Le terme 'lourd' de ce tableau s'applique lorsqu'au moins 90% de la surface des éléments de construction horizontaux, inclinés et verticaux sont massifs.
- Le terme 'mi-lourd' s'applique lorsqu'au moins 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, ou lorsqu'au moins 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.
- Le terme 'peu-lourd' s'applique lorsqu'entre 50 à 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, ou lorsqu'entre 50 à 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.
- Le terme 'léger' s'applique dans tous les autres cas.

Les éléments de construction sont considérés comme massifs si leur masse est d'au moins 100 kg/m², déterminée en partant de l'intérieur jusqu'à une lame d'air ou une couche à conductivité thermique inférieure à 0.20 W/(m.K).

En certification, les classes mi-lourd et peu-lourd sont regroupées en une seule.

Type de construction	C (J/K)
Lourd	217 000 V _{PER}
Mi-lourd ou peu-lourd	67 000 V _{PER}
Léger	27 000 V _{PER}

Tableau 5 : Valeurs de calcul de la capacité thermique effective C en certification

Avec :

V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m³.

7.6 Coefficient de déperdition de chaleur par transmission

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur moyen par transmission H_T comme suit :

$$\text{Eq. 17} \quad H_T = \sum_j b_j A_j U_j \quad [\text{W/K}]$$

Avec :

b_j un facteur de pondération qui tient compte de l'environnement de l'élément de construction j et de la température régnant en moyenne dans l'espace environnant, donné au Tableau 7 en certification

A_j la surface de l'élément j , calculée selon ses dimensions extérieures, en m^2 ,

U_j la valeur U de l'élément de construction j , en $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$, déterminée selon l'Annexe U.

En certification, les types d'environnement suivants sont d'application.

Type d'environnement	b
Extérieur	1
Espace adjacent non chauffé autre que cave	1
Cave	2/3
Sol	1
Espace chauffé ¹	0

Tableau 7 : Facteurs de pondération b en fonction du type d'environnement en certification

NOTE : Dans le cadre de la présente procédure, les ponts thermiques ne sont pas pris en compte.

NOTE : L'analyse d'un bâtiment existant nécessite de s'intéresser uniquement aux parois délimitant le volume protégé et à leur environnement. Contrairement à l'approche suivie pour les bâtiments neufs, la géométrie et la ventilation exacte des espaces adjacents non chauffés ne sont pas prises en compte dans la présente procédure. L'influence de ces espaces sur les pertes par transmission est prise en compte de manière simplifiée et forfaitaire au travers des facteurs de pondération b mentionnés au Tableau 7 en certification.

7.7 Coefficient de déperdition de chaleur par in/exfiltration

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur par in/exfiltration pour les calculs de chauffage comme suit :

$$\text{Eq. 18} \quad H_{\text{in/exfiltheat}} = 0.34 \dot{V}_{\text{in/exfiltheat}} \quad [\text{W/K}]$$

Avec :

$\dot{V}_{\text{in/exfiltheat}}$ le débit d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment pour les calculs de chauffage, en m^3/h , donné par :

¹ Ce type de paroi est introduit afin de faciliter le mesurage dans certains cas. La description éventuelle de ces parois n'a aucun impact sur H_T , sur $A_{T,E}$ (les surfaces de déperdition vers des espaces chauffés n'entrent donc PAS en considération dans les calculs des déperditions thermiques), sur la valeur U_m ni sur le calcul des BNE.

$$\text{Eq. 19} \quad \dot{V}_{\text{in/exfiltheat}} = 0.04 \times \dot{V}_{50,\text{heat}} \times A_{T,E} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Avec :

$\dot{V}_{50,\text{heat}}$ le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface, pour les calculs de chauffage, en $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$, tel que déterminé ci-après,

$A_{T,E}$ la surface totale de tous les éléments de construction qui enveloppent le volume protégé et à travers lesquelles des déperditions par transmission sont considérées, en m^2 .

En certification, le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ peut être déterminé à l'aide :

- d'une valeur par défaut ;
- d'une valeur réelle.
-

7.7.1 $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ - valeur par défaut

La valeur par défaut suivante est d'application pour les calculs de chauffage : $\dot{V}_{50,\text{heat}} = 12 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$.

7.7.2 $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ - valeur estimée

Ce paragraphe n'est pas d'application en certification.

7.7.3 $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ - valeur réelle

Il est possible d'utiliser une valeur plus favorable pour autant que la valeur plus favorable soit calculée comme mentionné ci-dessous et qu'elle soit justifiée selon les règles spécifiées par les autorités compétentes.

La valeur réelle du débit de fuite à 50 Pa par unité de surface $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ est donnée par :

$$\text{Eq. 20} \quad \dot{V}_{50,\text{heat}} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{\text{test}}} \quad [\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)]$$

Avec :

A_{test} la surface totale (sur base des dimensions extérieures) des parois qui enveloppent le volume mesuré lors de l'essai d'étanchéité à l'air, à l'exception des parois contiguës à des espaces adjacents chauffés, en m^2 ,

\dot{V}_{50} le débit de fuite à 50 Pa de l'enveloppe extérieure déduit de l'essai d'étanchéité à l'air mesuré conformément à la norme NBN EN 13829 et aux règles complémentaires spécifiées par les autorités compétentes, en m^3/h .

7.8 Coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage comme suit :

$$\text{Eq. 21} \quad H_{V,\text{heat}} = 0.34 \left[\dot{V}_{\text{in/exfiltheat}} + r_{\text{preheat}} \dot{V}_{\text{dedic}} \right] \quad [\text{W/K}]$$

Avec :

\dot{V}_{dedic}	le débit de ventilation hygiénique, en m ³ /h, déterminé selon 7.8.1,
$r_{\text{preh,heat}}$	la valeur du facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur les besoins nets en énergie pour le chauffage, sans unité, déterminé selon 7.8.2.

7.8.1 Débit de ventilation hygiénique pour le calcul de chauffage

En certification, le débit de ventilation hygiénique pris en compte pour le calcul de chauffage, en m³/h, est donné par :

$$\text{Eq. 22} \quad \dot{V}_{\text{dedic,heat}} = f_{\text{reduc,vent,heat}} \cdot m_{\text{heat}} \cdot [0.2 + 0.5 \exp(-V_{\text{PER}}/500)] \cdot V_{\text{PER}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Avec :

V_{PER}	le volume total du 'volume PER', en m ³ ,
$f_{\text{reduc,vent,heat}}$	un facteur de réduction pour la ventilation à la demande, sans unité,
m_{heat}	un multiplicateur qui est fonction du système de ventilation et de la qualité d'exécution de ce dernier, sans unité.

Le facteur de réduction $f_{\text{reduc,vent,heat}}$ peut être déterminé sur base d'une valeur par défaut ou sur base d'une valeur réelle :

- la valeur par défaut suivante est d'application : $f_{\text{reduc,vent,heat}} = 1.0$,
- il est possible d'utiliser une valeur plus favorable pour autant qu'un système de ventilation complet soit installé dans l'unité d'habitation, que la valeur plus favorable soit calculée conformément à la procédure de calcul applicable aux bâtiments neufs et qu'elle soit justifiée selon les règles spécifiées par les autorités compétentes.

Le multiplicateur m_{heat} peut être déterminé sur base d'une valeur par défaut ou sur base d'une valeur réelle :

- la valeur par défaut suivante est d'application : $m_{\text{heat}} = 1.5$,
- il est possible d'utiliser une valeur plus favorable (comprise entre 1 et 1.5) pour autant qu'un système de ventilation complet soit installé dans l'unité d'habitation, que la valeur plus favorable soit calculée conformément à la procédure de calcul applicable aux bâtiments neufs et qu'elle soit justifiée selon les règles spécifiées par les autorités compétentes.

7.8.2 Facteur de réduction pour l'effet du préchauffage $r_{\text{preh,heat}}$

Dans le cadre de la procédure de certification, le facteur $r_{\text{preh,heat}}$ peut soit être introduit directement, soit calculé comme mentionné ci-dessous. Le protocole des données détermine dans quels cas $r_{\text{preh,heat}}$ peut être introduit ou calculé.

$$\text{Eq. 24} \quad r_{\text{preh,heat}} = 1 - 0.9 e_{\text{heat,hr}} \quad [-]$$

avec:

$e_{\text{heat,hr}}$	un facteur adimensionnel qui indique l'importance de la récupération de chaleur, déterminé comme suit : - si le flux d'alimentation en air neuf n'est pas préchauffé, on a $e_{\text{heat,hr}} = 0$, - si le flux d'insufflation en air neuf est préchauffé à l'aide d'un appareil de récupération de chaleur, on a $e_{\text{heat,hr}} = r_{\text{rh}} \cdot \eta_{\text{test}}$;
r_{rh}	un facteur, sans unité, déterminé tel que décrit ci-dessous ;
η_{test}	le rendement thermique de l'appareil de récupération de chaleur, sans unité, déterminé tel que décrit dans la réglementation PEB applicable aux bâtiments neufs.

Dans le cas où il y a récupération de chaleur et si η_{test} est connu, on détermine r_{rh} comme suit :

- si une mesure continue du débit entrant ainsi que du débit sortant s'effectue dans l'appareil de récupération de chaleur et si, sur base de ces mesures, une adaptation continue et automatique aux valeurs de consigne s'effectue de telle sorte que le débit entrant et le débit sortant ne varient pas de plus de 5% de leur valeur de consigne respective pour aucune des positions du ventilateur, on a : $r_{\text{rh}} = 0.95$;
- dans tous les autres cas, on a : $r_{\text{rh}} = 0.85$

Dans le cas où il y a récupération de chaleur mais que η_{test} n'est pas connu, on a : $r_{\text{rh}} = 0.85$

Dans le cas où le rendement thermique η_{test} n'est pas connu, les valeurs par défaut du Tableau 11 doivent être utilisées.

Type d'appareil de récupération de chaleur	η_{test}
Echangeur de type inconnu ou d'un autre type	0.50
Echangeur à flux croisés	0.50
Echangeur rotatif	0.70
Echangeur à contre-courant	0.80

Tableau 11 : Valeurs par défaut du rendement thermique η_{test}

7.9 Gains internes mensuels

On détermine les gains internes mensuels $Q_{i,m}$ dans le 'volume PER' pendant un mois donné comme suit :

$$\text{Eq. 25} \quad \begin{aligned} \text{Si } V_{\text{PER}} \leq 192 \text{ m}^3 : Q_{i,m} &= (78 + 1.41 V_{\text{PER}}) \cdot t_m \\ \text{Si } V_{\text{PER}} > 192 \text{ m}^3 : Q_{i,m} &= (220 + 0.67 V_{\text{PER}}) \cdot t_m \end{aligned} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m^3 ,
 t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3.

7.10 Gains solaires mensuels

On détermine les gains solaires mensuels $Q_{s,\text{heat},m}$ dans le 'volume PER' pendant un mois donné comme suit :

$$\text{Eq. 26} \quad Q_{s,\text{heat},m} = \sum_j Q_{s,\text{heat},m,j} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{s,\text{heat},m,j}$ les gains solaires par une fenêtre j pendant le mois considéré, en MJ.

Cette somme est réalisée sur l'ensemble des fenêtres en contact avec l'extérieur. Les gains solaires via les fenêtres en contact avec d'autres types d'environnement sont supposés nuls.

Le calcul des gains solaires par la fenêtre j pour un mois considérée se fait selon l'Annexe G. Cette annexe spécifie une méthode de calcul simplifiée et une méthode de calcul.

En certification, la méthode simplifiée est toujours d'application pour le calcul de chauffage.

8 Consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage

Pour rappel, la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage est déterminée en cinq étapes :

1. on détermine tout d'abord les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' selon le chapitre 7,
2. ces besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' sont répartis pour les différents secteurs énergétiques au prorata du volume de ceux-ci, selon le § 8.2.2,
3. on convertit ces besoins mensuels nets en besoins énergétiques mensuels bruts en énergie pour le chauffage, selon le § 8.3,
4. on détermine la consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage selon le § 8.4 ; ce calcul s'effectue en soustrayant, le cas échéant, l'apport énergétique mensuel d'un système d'énergie solaire thermique des besoins bruts en énergie pour le chauffage et en divisant le résultat obtenu le rendement de production de l'installation de production de chaleur,
5. on détermine enfin la consommation mensuelle d'énergie primaire, selon le § 8.5 ; cette consommation tient compte des combustibles utilisés.

8.1 Situation particulière en l'absence d'un système complet de chauffage

Dans un logement existant, il est possible que le système de chauffage ne soit pas complet, par exemple s'il n'y a aucun générateur de chaleur ou aucun émetteur. A noter qu'à partir du moment où un système de chauffage local est présent dans un espace du logement, même si ce chauffage local est manifestement insuffisant pour chauffer l'entièreté du logement, on applique la procédure telle que reprise à partir du § 8.2.

Les situations suivantes peuvent se présenter (dans le tableau ci-dessous, par chauffage central, on entend aussi bien le chauffage central individuel que collectif). Dans tous les cas ci-dessous, le 'volume PER' doit être considéré dans son ensemble et ne forme donc qu'un seul secteur énergétique. De plus, il n'est évidemment pas possible de diminuer les besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux grâce à un système d'énergie solaire thermique.

Situation	Chauffage central : production	Chauffage central : émission	Chauffage local	Est considéré comme :
1	Absent	Absent	Absent	Chauffage local
2	Présent	Absent	Absent	Chauffage central
3	Absent	Présent	Absent	Chauffage central
4	Absent	Présent	Présent	Chauffage local
5	Présent	Absent	Présent	Chauffage local

Tableau 12 : Situations particulières en l'absence d'un système complet de chauffage

- **Situation 1** : dans le cas où il n'y a aucun système de chauffage, on suppose un système de chauffage local. Voir § 8.4.3.2 et 8.4.3.3.1.
- **Situation 2** : dans le cas où un générateur de chaleur central est présent (p.ex. une chaudière) mais qu'il n'y a aucun émetteur de chaleur ni chauffage local, on applique la procédure ci-dessous en sélectionnant "absence d'émetteur " au Tableau 14.
- **Situation 3** : dans le cas où un système d'émission de chaleur est présent (p.ex. des radiateurs) mais qu'il n'y a aucun générateur de chaleur central ni chauffage local, on considère un chauffage central en sélectionnant "absence de générateur de chaleur", conformément au § 8.4.3.4.1.
- **Situation 4** : dans le cas où un système d'émission de chaleur est présent (p.ex. des radiateurs) ainsi qu'un chauffage local, mais qu'il n'y a aucun générateur de chaleur central, on ignore la présence du système d'émission et on considère le chauffage local conformément au § 8.3 et suivants. S'il y a plusieurs chauffages locaux différents, on considère plusieurs secteurs énergétiques. S'il y a en outre des locaux avec uniquement le système d'émission précité (donc, sans générateur de chaleur), on considère ces locaux comme des locaux chauffés indirectement.

- **Situation 5** : dans le cas où un générateur de chaleur central est présent (p.ex. une chaudière) ainsi qu'un chauffage local, mais qu'il n'y a aucun système d'émission de chaleur, on ignore la présence du générateur de chaleur central et on considère le chauffage local, conformément à la procédure ci-dessous. S'il y a plusieurs générateurs de chaleur différents, on considère plusieurs secteurs énergétiques.

8.2 Secteurs énergétiques

8.2.1 Division en secteurs énergétiques

Pour que différents espaces puissent former ensemble un secteur énergétique, ils doivent :

- être dotés du même type de système d'émission de chaleur,
- et être chauffés par le même appareil producteur de chaleur (ou combinaisons d'appareils producteurs de chaleur).

Ce principe général est nuancé par les spécifications suivantes.

- Dans le cadre de la présente procédure, si on applique un chauffage local dans un espace et que des éléments d'émission de chaleur d'un système de chauffage central y sont également présents, on ne tient pas compte du système de chauffage local présent dans cet espace.
- Si différents espaces du 'volume PER' sont chauffés de différentes façons (après application de la convention ci-dessus en matière de chauffage central et local combiné), il faut procéder à une subdivision en secteurs énergétiques selon les règles mentionnées dans le protocole de collecte des données.
- Si dans un même espace, plusieurs systèmes d'émission du même système de chauffage central sont présents, on ne prend en considération qu'un seul système, selon les règles mentionnées dans le protocole de collecte des données.
- Si dans un même espace, plusieurs systèmes de chauffage local sont présents, on ne prend en considération qu'un seul système, selon les règles mentionnées dans le protocole de collecte des données.
- Le fait que plusieurs générateurs de chaleur centraux fournissent séparément de la chaleur à différentes parties du 'volume PER' entraîne en principe une nouvelle subdivision en secteurs énergétiques. Mais cette subdivision n'est pas nécessaire si les générateurs de chaleur ont exactement le même rendement de production et utilisent le même vecteur énergétique (par exemple dans le cas de l'utilisation de deux chaudières de chauffage identiques pour différentes parties du 'volume PER').
- Dans le cadre de la présente procédure, le nombre de secteurs énergétiques est limité à maximum cinq.

Si le 'volume PER' contient un espace qui n'est pas équipé d'un système d'émission de chaleur (par exemple un W.-C., un couloir, un espace de rangement...), cet espace doit être affecté au plus grand secteur énergétique du même étage vers lequel on peut accéder depuis l'espace en question (par exemple par une porte ou un passage ouvert). Si on ne peut accéder à un secteur énergétique au même étage (par exemple un grenier isolé...), cet espace doit être affecté au plus grand secteur énergétique vers lequel on peut accéder depuis l'espace en question.

Les mêmes règles de subdivision s'appliquent également quand chaque partie du bâtiment est chauffée par une combinaison de générateurs de chaleur centraux, au lieu d'un seul appareil.

8.2.2 Répartition des besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' entre les secteurs énergétiques

Les besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' ont été déterminées au chapitre 7.

Pour rappel, dans le cadre de la présente procédure, les besoins nets en énergie pour le chauffage de l'ensemble du 'volume PER' sont répartis entre les secteurs énergétiques au prorata des volumes de ceux-ci par rapport au volume protégé total de l'unité d'habitation considérée. Toutes les pertes et les gains sont calculés pour l'unité d'habitation dans son ensemble et il n'est pas nécessaire de faire attention à la façon dont les secteurs énergétiques sont répartis au moment de mesurer les surfaces de déperdition. Les installations de refroidissement actives sont traitées indépendamment du système de chauffage. Il n'est donc pas nécessaire de prêter attention aux installations de refroidissement actives éventuellement présentes au

moment de délimiter les secteurs énergétiques pris en compte pour la détermination des consommations de chauffage.

Les besoins nets en énergie pour le chauffage totaux sont répartis entre les différents secteurs énergétiques comme suit :

$$\text{Eq. 27} \quad Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = Q_{\text{heat,net,m}} * f_{\text{sec } i} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ,
 $Q_{\text{heat,net,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie totaux pour le chauffage du 'volume PER', en MJ, calculés selon 7.2,
 $f_{\text{sec } i}$ la proportion en volume du secteur énergétique i par rapport au volume total du volume protégé, la somme $\sum_i f_{\text{sec } i}$ étant égale à 1.

En certification, un maximum de cinq secteurs énergétiques peut être distingué au sein d'un même 'volume PER'. Le paramètre $f_{\text{sec } i}$ peut prendre les valeurs suivantes : 0.2 ; 0.4 ; 0.6 ; 0.8 ; 1.0. Le volume du secteur énergétique i , $V_{\text{sec } i}$, est donné par :

$$\text{Eq. 28} \quad V_{\text{sec } i} = V_{\text{PER}} * f_{\text{sec } i} \quad [\text{m}^3]$$

Si l'application des règles mentionnées au § 8.2.1 nécessite une division en un nombre plus grand de secteurs énergétiques, on ne considérera que les cinq secteurs ayant le plus grand volume et les proportions en volume $f_{\text{sec } i}$ des secteurs 1 à 5 seront les proportions par rapport à la somme des volumes des secteurs 1 à 5 et non par rapport au 'volume PER' total.

Les besoins nets annuels en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i sont calculés comme suit :

$$\text{Eq. 30} \quad Q_{\text{heat,net,sec } i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,net,sec } i,m} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , en MJ, donné à l'Eq. 27.

8.3 Besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage

8.3.1 Principe

On obtient les besoins bruts mensuels en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i en divisant les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage, desquels, le cas échéant (PAE uniquement), sont soustraites les économies dues aux éventuels écrans réfléchissants placés derrière des radiateurs, par le rendement mensuel moyen du système de chauffage. Le rendement mensuel moyen du système représente le rapport entre la chaleur utile que le système d'émission de chaleur émet chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur que l'installation de production de chaleur correspondante transmet chaque mois au système de distribution de chaleur (et éventuellement au stockage de chaleur). L'écart entre les deux est déterminé, entre autres, par les flux de déperdition suivants :

1. les déperditions de stockage et de distribution non récupérées,
2. un flux de déperdition supplémentaire à travers les parois extérieures à l'arrière, au-dessous ou au-dessus du corps de chauffe,
3. un flux de déperdition supplémentaire résultant de la stratification de la température, à cause de laquelle la température au niveau de référence est plus basse qu'au niveau du plafond,
4. un flux de déperdition supplémentaire dû au fait que le calcul d'une température constante intègre un abaissement nocturne éventuel de la température et des températures diurnes différenciées selon les locaux, et que la régulation n'est pas en mesure de réaliser simplement la différenciation souhaitée,
5. un flux de déperdition supplémentaire du fait que les utilisateurs du bâtiment considèrent la valeur de consigne moins le différentiel comme la température souhaitée.

Les besoins bruts mensuels en énergie pour le chauffage, $Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$, sont calculés comme suit :

$$\text{Eq. 31} \quad Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{sys,heat,sec } i,m}} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon l'Eq. 27,

$\eta_{\text{sys,heat,sec } i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour le chauffage d'un secteur énergétique i , sans unité, déterminé selon 8.3.2.

Les besoins bruts annuels en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i sont calculés comme suit :

$$\text{Eq. 32} \quad Q_{\text{heat,gross,sec } i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{\text{heat,gross,sec } i,a}$ les besoins annuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , en MJ.

8.3.2 Rendement mensuel moyen du système

8.3.2.1 Principe

Le rendement mensuel moyen du système est le produit des rendements mensuels moyens d'émission, de distribution et de stockage :

$$\text{Eq. 33} \quad \eta_{\text{sys,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{stor,heat,seci,m}} \quad [-]$$

Avec :

$\eta_{\text{em,heat,seci,m}}$ le rendement mensuel moyen d'émission d'un secteur énergétique i , sans unité, déterminé selon 8.3.2.2,

$\eta_{\text{distr,heat,seci,m}}$ le rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique i , sans unité, déterminé selon 8.3.2.3 en certification et 8.3.2.4 en PAE,

$\eta_{\text{stor,heat,seci,m}}$ le rendement mensuel moyen de stockage d'un secteur énergétique i , sans unité, déterminé selon 8.3.2.5 en certification et 8.3.2.6 en PAE.

Le rendement mensuel moyen d'émission représente le rapport entre la chaleur utile que les corps de chauffe émettent chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur totale qu'ils émettent chaque mois. Il comprend aussi bien les déperditions de chaleur inutiles de ces éléments que les déperditions dues à une régulation imparfaite.

Le rendement moyen mensuel de distribution représente le rapport entre la chaleur que les corps de chauffe émettent chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur que la/les installation(s) de production de chaleur et/ou le/les système(s) de stockage transmettent chaque mois au système de distribution de chaleur.

En cas de stockage d'énergie thermique dans un réservoir tampon, le rendement moyen mensuel de stockage représente le rapport entre la chaleur fournie chaque mois au système de distribution et la chaleur que la/les installation(s) de production de chaleur transmettent chaque mois au(x) système(s) de stockage.

NOTE : par analogie avec la procédure applicable aux bâtiments neufs, les rendements d'émission, de distribution et de stockage sont des rendements mensuels moyens ; cependant, dans le cadre de la présente procédure, ces rendements sont calculés sur base de valeurs annuelles moyennes.

8.3.2.2 Rendement d'émission

Dans le cadre de la présente procédure, seul un calcul simplifié, tel que défini ci-dessous, peut être effectué. Le rendement mensuel moyen d'émission d'un secteur énergétique i , $\eta_{\text{em,heat,seci,m}}$, est donné par :

$$\text{Eq. 34} \quad \eta_{\text{em,heat,seci,m}} = \frac{\eta_{\text{em,base,heat,seci,m}}}{f_{\text{heat,foil,seci,m}}} \quad [-]$$

Avec :

$\eta_{\text{em,base,heat,seci,m}}$ le rendement mensuel de base du système d'émission du secteur énergétique i , sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous,

$f_{\text{heat,foil,seci,m}}$ le facteur de réduction des besoins nets du secteur énergétique i prenant en considération la présence d'écrans réfléchissants isolants placés à l'arrière des émetteurs de chaleur, sans unité, déterminé selon 8.3.2.2.5.

8.3.2.2.1 Rendement mensuel de base du système d'émission $\eta_{em,base,heat,seci,m}$

Le rendement mensuel de base du système d'émission du secteur énergétique i est donné par :

$$\text{Eq. 35} \quad \eta_{em,base,heat,seci,m} = \left(\eta_{em,reg,seci,m} - \min(0.08 ; \sum \Delta \eta_{em,corr,add,seci,m}) \right) \cdot f_{em,corr,mult,seci,m} \quad [-]$$

Avec :

- $\eta_{em,reg,seci,m}$ le rendement de régulation du système d'émission du secteur énergétique i, sans unité, déterminé selon 8.3.2.2.2,
- $\sum \Delta \eta_{em,corr,add,seci,m}$ la somme des corrections à apporter au rendement de régulation en fonction de la situation des émetteurs de chaleur d'un chauffage central, sans unité, déterminé selon 8.3.2.2.3,
- $f_{em,corr,mult,seci,m}$ un facteur correctif multiplicatif tenant compte de l'existence d'un décompte individuel du coût des consommations de chauffage, sans unité, déterminé selon 8.3.2.2.4.

8.3.2.2.2 Rendement de régulation du système d'émission $\eta_{em,reg,seci,m}$

Le rendement de régulation du système d'émission du secteur énergétique i, $\eta_{em,reg,seci,m}$, est donné au Tableau 13 pour un chauffage local et au Tableau 14 pour un chauffage central (individuel ou collectif).

Chauffage local	
Chauffage électrique à accumulation, sans sonde extérieure	0.85
Chauffage électrique à résistance incorporé dans le plancher, le mur ou le plafond	0.87
Radiateur ou convecteur électrique, sans régulation électronique (par exemple avec bilame) ou en l'absence d'information	0.90
Chauffage électrique à accumulation, avec sonde extérieure	0.92
Radiateur ou convecteur électrique, avec régulation électronique	0.96
Poêle à bois	0.82
Poêle au charbon	0.82
Poêle à granulés ou à autre biomasse (paille, céréales, etc.)	0.87
Poêle à mazout	0.87
Poêle au gaz	0.87
Insert /cassette	0.82

Tableau 13 : Valeurs de calcul du rendement mensuel moyen de régulation d'un secteur énergétique i, $\eta_{em,reg,seci,m}$, dans le cas d'un système de chauffage local

Chauffage central (individuel ou collectif)			
Régulation de la température intérieure		Régulation de la température de départ de l'eau du circuit ou de l'air	
Vannes sur l'émetteur	Thermostat d'ambiance	Autres types de régulation ou type inconnu	Régulation à température glissante
Sans	Sans	0.83	0.85
Sans	Avec	0.85	0.87
Manuelles	Sans	0.85	0.87
Manuelles	Avec	0.85	0.87
Thermostatiques (1)	Sans	0.87	0.89
Thermostatiques (1)	Avec	0.87	0.89
Absence d'émetteur	Pas d'application	0.70	Pas d'application

(1) Il faut des vannes thermostatiques sur tous les radiateurs, sauf dans le local où il y a le thermostat d'ambiance où la présence de vanne(s) thermostatique(s) ne doit pas être considérée.

Tableau 14 : Valeurs de calcul du rendement mensuel moyen de régulation d'un secteur énergétique i , $\eta_{em,reg,seci,m}$, dans le cas d'un système de chauffage central (individuel ou collectif)

8.3.2.2.3 Corrections à apporter au rendement de régulation en fonction de la situation des émetteurs de chaleur

Dans le cas d'un chauffage local, aucune correction ne doit être apportée au rendement de régulation ($\Sigma\Delta\eta_{em,corr,seci,m}=0$).

En certification, dans le cas d'un chauffage central (individuel ou collectif) avec des émetteurs tels que des radiateurs, convecteurs et similaires, le rendement d'émission déterminé sur base du Tableau 14 est diminué de 0.01 par émetteur situé devant un mur ou une fenêtre en contact avec l'ambiance extérieure, le sol ou un espace adjacent non chauffé et ayant une valeur U supérieure ou égale à 2.2 W/m².K.

Comme mentionné dans l'Eq. 35, la valeur totale des corrections $\Delta\eta_{em,corr,add,seci,m}$ est limitée à 0.08.

8.3.2.2.4 Facteur correctif tenant compte de l'existence ou non d'un décompte individuel

Dans le cas d'un chauffage local ou d'un chauffage central individuel, $f_{em,corr,mult,seci,m}$ est égal à 1 alors que dans le cas d'un chauffage central collectif (installation de production de chaleur commune à plusieurs unités d'habitation ou desservant un bâtiment d'hébergement collectif), $f_{em,corr,mult,seci,m}$ est déterminé comme indiqué au Tableau 15.

Chauffage central collectif	
Situation	$f_{em,corr,mult,seci,m}$
Si un décompte individuel des coûts de chauffage est établi par unité d'habitation sur la base d'une mesure individuelle de la consommation réelle	0.95
Si l'on n'effectue pas ce genre de décompte individualisé réel des coûts de chauffage ou lorsque la situation est inconnue	0.85

Tableau 15 : Facteur correctif multiplicatif $f_{em,corr,mult,seci,m}$ tenant compte de l'existence d'un décompte individualisé des consommations de chauffage dans le cas d'un système de chauffage central collectif

8.3.2.2.5 Facteur de réduction des besoins nets du secteur énergétique i prenant en considération la présence d'écrans réfléchissants

En certification, le certificateur ne doit pas relever la présence de tels écrans réfléchissants, de telle sorte que $f_{heat,foil,seci,m}$ vaut toujours 1.0.

8.3.2.3 Rendement de distribution

En certification, seul un calcul simplifié tel que défini ci-dessous peut être effectué.

Le rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique i , $\eta_{distr,heat,sec i,m}$, est donné ci-dessous, en fonction du type d'installation de chauffage.

NOTE : les valeurs mentionnées ci-dessous ont été définies sur base de la méthode décrite dans l'annexe E de la procédure applicable aux bâtiments neufs.

8.3.2.3.1 Chauffage local

Dans ce cas, on a :

$$\text{Eq. 37} \quad \eta_{distr,heat,seci,m} = 1.0 \quad [-]$$

8.3.2.3.2 Chauffage central individuel

Dans ce cas, $\eta_{distr,heat,sec i,m}$ est donné au Tableau 16.

Localisation des conduites (isolées ou non)	Longueur des conduites non isolées (indépendamment de la longueur des conduites isolées) dans cet environnement.	$\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$
Le système de distribution est absent ou incomplet	Pas d'application	0.70
Une partie des conduites (isolées ou non) est située à l'extérieur	Inconnue	0.75
	> 30 m	0.75
	> 20 m et \leq 30 m	0.82
	> 10 m et \leq 20 m	0.87
	> 2 m et \leq 10 m	0.93
	\geq 0 m et \leq 2 m	0.95
Une partie des conduites (isolées ou non) dans des locaux non chauffés	Inconnue	0.90
	> 20 m	0.90
	> 2 m et \leq 20 m	0.95
	\geq 0 m et \leq 2 m	0.98
Toutes les conduites (isolées ou non) sont situées à l'intérieur d'un volume protégé	Non considérée	1.00

**Tableau 16 : Valeurs de calcul
du rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$
dans le cas d'un système de chauffage central individuel**

S'il y a une combinaison des cas décrits ci-dessus (p.ex. conduites partiellement dans des locaux non chauffés et partiellement à l'extérieur) ou en cas de doute entre deux catégories (p.ex. longueur de conduites non isolée ou type d'environnement), on prend le cas présentant le $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ le plus faible.

8.3.2.3.3 Chauffage central collectif

Dans le cas d'un système de chauffage central collectif desservant plusieurs unités d'habitation, $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ est donné au Tableau 17, en fonction du nombre d'appartements (ou plus généralement d'unités d'habitation) N_{flats} desservis par la boucle de distribution (circuit secondaire) et de la configuration du circuit de chauffage.

Dans le cas d'un système de chauffage central desservant un logement collectif, $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ est donné au Tableau 17 uniquement en fonction de la configuration du circuit de chauffage.

Localisation des conduites (isolées ou non)	Longueur des conduites non isolées (indépendamment de la longueur des conduites isolées) dans cet environnement.	$N_{\text{flats}} \leq 3$	$3 < N_{\text{flats}} \leq 5$	$5 < N_{\text{flats}} \leq 15$	$15 < N_{\text{flats}} \leq 50$	$N_{\text{flats}} > 50$	Hebergement collectif
Le système de distribution est absent ou incomplet	Pas d'application	0.70					
Une partie des conduites (isolées ou non) est située à l'extérieur	inconnue	0.74	0.80	0.87	0.90	0.92	0.85
	> 20 m	0.74	0.80	0.87	0.90	0.92	0.85
	> 2 m et ≤ 20 m	0.91	0.94	0.96	0.97	0.98	0.95
	≥ 0 m et ≤ 2 m	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Une partie des conduites (isolées ou non) dans des locaux non chauffés et/ou dans une ou plusieurs trémies	inconnue	0.78	0.83	0.85	0.90	0.95	0.86
	> 90 m	0.78	0.83	0.85	0.90	0.95	0.86
	> 60 m et ≤ 90 m	0.81	0.86	0.87	0.91	0.97	0.88
	> 30 m et ≤ 60 m	0.86	0.90	0.91	0.94	0.98	0.92
	> 10 m et ≤ 30 m	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.95
	> 2 m et ≤ 10 m	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	≥ 0 m et ≤ 2 m	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Toutes les conduites (isolées ou non) sont situées à l'intérieur d'un volume protégé	Non considérée	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tableau 17 : Valeurs de calcul
du rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$
dans le cas d'un système de chauffage desservant plusieurs unités d'habitation ou un bâtiment
d'hébergement collectif**

S'il y a une combinaison des cas décrits ci-dessus (p.ex. conduites partiellement dans des locaux non chauffés et partiellement à l'extérieur), ou en cas de doute entre deux catégories (p.ex. doute sur la longueur de conduites non isolée ou sur le type d'environnement), on prend le cas présentant le $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ le plus faible.

8.3.2.4 Rendement de distribution

En certification, le rendement de distribution est calculé selon le § 8.3.2.3.

8.3.2.5 Rendement du stockage

En certification, seul un calcul simplifié tel que défini ci-dessous peut être effectué. Le rendement mensuel moyen de stockage d'un secteur énergétique i , $\eta_{stor,heat,sec i,m}$, est donné au **Tableau 24**.

Stockage de chaleur pour le chauffage dans un (ou plusieurs) réservoir(s) tampon(s)	$\eta_{stor,heat,sec i,m}$
Présent, au moins un réservoir tampon l'extérieur du volume protégé	0.97
Présent, tous les réservoirs tampons à l'intérieur du volume protégé	1.00
Absent	1.00

**Tableau 24 : Valeurs de calcul
du rendement mensuel moyen de stockage d'un secteur énergétique i , $\eta_{stor,heat,sec i,m}$**

8.3.2.6 Rendement du stockage

En certification, le rendement de distribution est calculé selon le § 8.3.2.5.

8.3.3 Economies réalisées grâce aux écrans réfléchissants (PAE uniquement)

En certification, le certificateur le doit pas relever la présence de tels écrans réfléchissants, de telle sorte que l'énergie nette économisée grâce aux écrans réfléchissants éventuels $Q_{heat,foi,sec i,a}$ vaut toujours 0 MJ.

8.4 Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage

8.4.1 Générateurs préférentiel et non préférentiel - principe

L'énergie nécessaire pour chauffer un secteur énergétique peut être fournie par un seul appareil de production ou par une combinaison d'appareils desservant le même secteur énergétique. Afin de traiter ce dernier cas, on introduit la notion de générateurs préférentiels et non-préférentiels. Dans le cas (le plus courant) où il n'y a qu'un seul appareil ou un seul type d'appareil de production (chaudières à condensation, chaudières gaz pulsé, chaudières atmosphériques, etc.), cela correspond à une part préférentielle de 100%.

S'il y a plus d'un type de générateur non préférentiel, il convient de sélectionner un seul générateur de chaleur non préférentiel selon les règles du § 8.4.2 pour déterminer le générateur préférentiel.

Si plusieurs générateurs de chaleur alimentent un secteur énergétique en chaleur et que ces appareils n'ont pas tous le même rendement de production selon le § 8.4.3 et/ou n'utilisent pas tous le même vecteur énergétique, on répartit de manière conventionnelle les besoins bruts en énergie pour le chauffage entre les générateurs de chaleur préférentiels et les générateurs non préférentiels tel que décrit ci-dessous.

Remarque : plusieurs appareils électriques de chauffage à résistance sont donc considérés collectivement comme un seul générateur de chaleur isolé. De même, un groupe de chaudières identiques est traité comme un seul générateur de chaleur.

Ces conventions peuvent être résumées comme suit :

Nombre de générateur(s) de chaleur	Types des générateurs de chaleur	Vecteurs énergétiques des générateurs de chaleur	Rendements des générateurs de chaleur selon § 8.4.3	Répartition en préférentiel et non- préférentiel
1	Pas d'application			
2 (ou plus)	Identiques	Identiques	Identiques	Non
			Différents	Oui
		Différents	Peu importe	Oui
	Différents	Identiques	Identiques	Oui
			Différents	Oui
		Différents	Peu importe	Oui

Tableau 27 : Conventions relatives à la répartition en systèmes préférentiel et non-préférentiel

Toutefois, par soucis de simplification, l'application concrète de ce principe général est précisée dans le protocole de collecte des données.

8.4.2 Générateurs préférentiel et non préférentiel - règle de calcul

La consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique, sans compter l'énergie des auxiliaires, est donnée par :

$$\text{Eq. 51} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad [\text{MJ}]$$

$$\text{Eq. 52} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}} \quad [\text{MJ}]$$

avec :

$f_{\text{heat,m,pref}}$ la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur de chaleur préférentiel, sans unité. S'il n'y a qu'un générateur de chaleur, la valeur de $f_{\text{heat,m,pref}}$

est égale à 1. Sinon, la valeur de $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ est déterminée comme indiqué ci-dessous selon le type de générateur,

$f_{\text{as,heat,sec } i,m}$	la part des besoins thermiques totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique i , couverte par le système d'énergie solaire thermique, sans unité, déterminée selon 12.1 ; s'il n'y a pas de système d'énergie solaire thermique qui contribue au chauffage d'un secteur énergétique i , la valeur de $f_{\text{as,heat,sec } i,m}$ est égale à 0,
$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon § 8.3.1,
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	le rendement de production mensuel moyen du générateur de chaleur préférentiel, sans unité, déterminé § 8.4.3,
$\eta_{\text{gen,heat,npref}}$	le rendement de production mensuel moyen du générateur de chaleur non préférentiel, sans unité, déterminé selon § 8.4.3.

La consommation finale annuelle d'énergie du générateur préférentiel ou du générateur non préférentiel pour le chauffage d'un secteur énergétique est donnée par :

$$\text{Eq. 53} \quad Q_{\text{heat,final,sec } i,a,\text{pref}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{pref}} \quad [\text{MJ}]$$

$$\text{Eq. 54} \quad Q_{\text{heat,final,sec } i,a,\text{npref}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{npref}} \quad [\text{MJ}]$$

8.4.2.1 En présence d'une cogénération

Lorsqu'une installation de cogénération est utilisée en combinaison avec un ou plusieurs autres générateurs de chaleur, c'est toujours la cogénération qui fait office de générateur préférentiel associé.

En certification et en PAE, la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par l'installation de cogénération i est calculée selon le § 15.5.

8.4.2.2 En présence d'une pompe à chaleur ou d'une chaudière à bois ou à autre biomasse

En ce qui concerne le regroupement de producteurs de chaleur préférentiels et non préférentiels, et la part dans la puissance installée totale, on applique les règles suivantes :

1. en présence d'une pompe à chaleur en combinaison avec un ou plusieurs autres générateurs de chaleur, autre que des appareils de cogénération, c'est la pompe à chaleur qui fait office de générateur de chaleur associé préférentiel,
2. en présence d'une chaudière à bois ou à autre biomasse en combinaison avec un ou plusieurs autres générateurs de chaleur, autre que des appareils de cogénération ou des pompes à chaleur, c'est la chaudière à bois ou à autre biomasse qui fait office de générateur de chaleur associé préférentiel.

8.4.2.2.1 Cas où toutes les puissances nominales sont connues

Si les puissances nominales de tous les générateurs de chaleur connectés entre-eux sont connues, la part $\beta_{\text{gen,heat}}$ du générateur préférentiel dans la puissance totale installée est donnée par :

$$\text{Eq. 55} \quad \beta_{\text{gen,heat}} = \frac{P_{\text{gen,heat,pref}}}{P_{\text{gen,heat,pref}} + P_{\text{gen,heat,npref}}} \quad [-]$$

où :

$\beta_{\text{gen,heat}}$	la part du générateur préférentiel vis-à-vis de la puissance nominale totale de tous les générateurs de chaleur utilisés pour le chauffage du secteur énergétique i , sans unité,
$P_{\text{gen,heat,pref}}$	la puissance nominale utile totale du générateur de chaleur préférentiel, en kW,

$P_{\text{gen,heat,npref}}$ la puissance nominale utile totale des générateurs de chaleur non préférentiels, en kW.

La fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur de chaleur préférentiel est donnée au Tableau 28 en fonction de $\beta_{\text{gen,heat}}$.

Part du générateur préférentiel dans la puissance installée totale $\beta_{\text{gen,heat}}$	J	F	M	A	M-S	O	N	D
'Pompes à chaleur' ou 'chaudière bois ou autre biomasse'								
< 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
$0.1 \leq \beta_{\text{gen,heat}} < 0.2$	0.42	0.44	0.53	0.70	1	0.86	0.52	0.40
$0.2 \leq \beta_{\text{gen,heat}} < 0.3$	0.69	0.73	0.86	1	1	1	0.86	0.66
$0.3 \leq \beta_{\text{gen,heat}} < 0.4$	0.81	0.86	1	1	1	1	1	0.78
$0.4 \leq \beta_{\text{gen,heat}} < 0.6$	0.85	0.90	1	1	1	1	1	0.81
$0.6 \leq \beta_{\text{gen,heat}} < 0.8$	0.86	0.91	1	1	1	1	1	0.82
≥ 0.8	1	1	1	1	1	1	1	1

Tableau 28 : Valeur de calcul de $f_{\text{heat,m,pref}}$ en fonction de la part du générateur de chaleur préférentiel dans la puissance nominale totale installée.

8.4.2.2.2 Cas où certaines puissances nominales ne sont pas connues

Si les puissances nominales utiles ne sont pas toutes disponibles, un rapport de puissances entre générateur préférentiel et générateur(s) non préférentiel(s) est sélectionné par défaut selon de type du générateur préférentiel. La part préférentielle $f_{\text{heat,pref}}$ est alors donnée au Tableau 29.

Producteur préférentiel	J	F	M	A	M-S	O	N	D
Pompe à chaleur sur site	0.86	0.91	1	1	1	1	1	0.82
Chaudière bois ou autre biomasse sur site	0.85	0.90	1	1	1	1	1	0.81

Tableau 29 : Valeur de calcul de $f_{\text{heat,m,pref}}$ en fonction du type de générateur préférentiel

8.4.2.3 Autres types de générateur

En l'absence d'une cogénération, d'une pompe à chaleur ou d'une chaudière à bois ou à autre biomasse, il convient de sélectionner le générateur de chaleur préférentiel selon les règles spécifiées dans le protocole de collecte des données.

La valeur de $f_{\text{heat,pref}}$ est déterminée de l'une des deux manières suivantes.

8.4.2.3.1 Cas où toutes les puissances nominales sont connues

Si l'ensemble des puissances nominales sont disponibles, la part préférentielle $f_{\text{heat,pref}}$ est donnée au Tableau 30, sur base du rapport $\beta_{\text{gen,heat}}$ calculé selon l'Eq. 55.

$\beta_{\text{gen,heat}}$	$f_{\text{heat,pref}}$
≤ 0.2	0.00
de 0.2 à 0.3	0.50
de 0.3 à 0.4	0.80
> 0.4	1.00

Tableau 30 : Valeurs de calcul de la fraction moyenne annuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) de chaleur associé(s)préférentiel(s) $f_{\text{heat,pref}}$ en fonction du rapport des puissances $\beta_{\text{gen,heat}}$

8.4.2.3.2 Cas où certaines puissances nominales ne sont pas connues

Si les puissances nominales ne sont pas toutes disponibles, la part préférentielle $f_{\text{heat,pref}}$ est fixée conventionnellement sur base du nombre de types différents de générateurs, comme indiqué au Tableau 31.

Nombre de types différents de générateurs	$f_{\text{heat,pref}}$
2	0.80
>2	0.50

Tableau 31 : Valeurs de calcul de la fraction moyenne annuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) $f_{\text{heat,pref}}$ en fonction du nombre de types différents de générateurs de chaleur connectés.

8.4.3 Rendement de production pour le chauffage des locaux

8.4.3.1 Principe

Le rendement de production pour le chauffage est défini comme le rapport entre la fourniture de chaleur par l'installation de production de chaleur au système de distribution de chaleur et l'énergie nécessaire pour générer cette chaleur. La consommation d'énergie électrique des auxiliaires pour les chaudières à eau chaude et les générateurs d'air chaud est calculée au § 13.1.1. La consommation d'une veilleuse est, le cas échéant, calculée au § 13.1.2.

Selon le type de générateur de chaleur, le rendement de production (préférentiel ou non préférentiel) $\eta_{\text{gen,heat}}$ est soit donné directement au paragraphe concerné, soit est calculé selon l'équation ci-dessous :

$$\text{Eq. 56} \quad \eta_{\text{gen,heat}} = f_{l/h} \cdot \eta_{\text{gen,heat,pci}} - \sum_i \Delta\eta_{\text{gen,heat},i} \quad [-]$$

Avec :

$f_{l/h}$ le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, sans unité, donné à l'Annexe X,

$\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est le rendement de production par rapport au pouvoir calorifique inférieur du combustible utilisé, sans unité, déterminé selon les § 8.4.3.3 et suivants.

$\sum \Delta\eta_{\text{gen,heat},i}$ la somme des corrections à apporter au rendement de production en fonction de la situation, sans unité, déterminé selon les § 8.4.3.3 et suivants.

8.4.3.2 Absence de tout système de chauffage

Comme mentionné au § 8.1, ce cas est assimilé à un chauffage local (voir § 8.4.3.3.1).

8.4.3.3 Chauffage local

8.4.3.3.1 Absence de tout système de chauffage

Dans ce cas (voir § 8.1), le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon l'Eq. 56. Il faut considérer dans chaque espace, un chauffage local par convecteur électrique, avec régulation électronique dont le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est donnée au § 8.4.3.3.3 et le rendement d'émission est donnée au Tableau 13.

8.4.3.3.2 Poêles

Dans le cas de poêles, le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon l'Eq. 56. La valeur de rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est donnée au Tableau 32. Toutefois, si le fabricant peut présenter une valeur qui a été déterminée suivant des règles spécifiées au préalable par les autorités compétentes, on peut utiliser cette valeur au lieu de la valeur par défaut ci-dessus. [En date du 01/01/2014, ces règles n'existent pas, de telle sorte que le tableau ci-dessous doit être appliqué.]

Type	Année	Année		
		<1985	≥ 1985 <2006	≥ 2006
Poêle à bois		0.62	0.70	0.77
Poêle à charbon		0.62	0.70	0.77
Poêle à granulés ou à autre biomasse (paille, céréales, etc.)		0.75	0.80	0.85
Poêle à mazout		0.70	0.75	0.80
Poêle au gaz		0.80	0.83	0.85
Insert / cassette		0.62	0.70	0.77

Tableau 32 : Valeurs par défaut du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ des poêles

8.4.3.3.3 Chauffage électrique (chauffage par accumulation et chauffage électrique direct)

Dans le cas d'un chauffage local électrique par accumulation ou direct, la valeur de rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est égale à 1.00.

8.4.3.4 Chauffage central individuel autre que pompe à chaleur, cogénération et fourniture de chaleur externe

8.4.3.4.1 Absence de générateur de chaleur

Dans ce cas (voir § 8.1), le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon l'Eq. 56. La valeur de rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est fixé conventionnellement à 0.70. Le vecteur énergétique est supposé être le gaz naturel.

8.4.3.4.2 Une seule chaudière à condensation autre que chaudière électrique

Dans le cas d'une chaudière à condensation connectée sur le système de distribution, le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon l'Eq. 56. Le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est déterminé sur base du rendement à 30%. Toutefois, si le rendement à 30% ou si la température d'entrée de la chaudière à laquelle le rendement à charge partielle de 30% a été déterminé ne sont pas connus, le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est déterminé sur base des valeurs par défaut du Tableau 34.

a) Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ sur base du rendement à 30%

Dans ce cas, le rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ est donné par :

$$\text{Eq. 57} \quad \eta_{gen,heat,pci} = \eta_{30\%} + 0.003 (\theta_{30\%} - \theta_{ave,boiler}) \quad [-]$$

$$\text{Eq. 58} \quad \theta_{ave,boiler} = 6.4 + 0.63 \theta_{return,design} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Avec :

- $\eta_{30\%}$ le rendement à charge partielle pour une charge de 30%, sans unité,
- $\theta_{ave,boiler}$ la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière, en °C,
- $\theta_{30\%}$ la température d'entrée de la chaudière à laquelle le rendement à charge partielle de 30% a été déterminé, en °C,
- $\theta_{return,design}$ la température de retour de conception du système d'émission de chaleur, en °C. Si ce paramètre n'est pas connu, il peut être déterminé sur la base des valeurs par défaut mentionnées au Tableau 33.

Système d'émission	$\theta_{return,design}$
Uniquement chauffage par le sol/mur/plafond	45°C
Autres cas	70°C

Tableau 33 : Valeurs par défaut pour la température de retour de conception du système d'émission de chaleur $\theta_{return,design}$

En certification, la valeur par défaut de $\theta_{return,design}$ doit être utilisée (il s'agit donc d'une valeur de calcul, et non d'une valeur par défaut).

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{gen,heat,i}$ suivantes doivent être apportées :

- Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{gen,heat}$ de 0.02.
- Si la chaudière est une chaudière à température constante ou si la régulation de la température de l'eau de la chaudière est inconnue, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{gen,heat}$ de 0.05.

b) Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ sur base des valeurs par défaut

Dans ce cas, le rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ est donné au Tableau 34.

Système d'émission	Chaudière gaz	Chaudière mazout	Chaudière bois ou autre biomasse
Uniquement chauffage par le sol/mur/plafond	1.05	1.01	1.03
Autres cas	1.02	0.98	1.00

Tableau 34 : Valeurs par défaut du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ des chaudières à condensation.

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{\text{gen,heat},i}$ suivantes doivent être apportées :

- Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ de 0.02.
- Si la chaudière est une chaudière à température constante ou si la régulation de la température de l'eau de la chaudière est inconnue, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ de 0.05.

8.4.3.4.3 Une seule chaudière non à condensation autre que chaudière électrique

Dans le cas d'une chaudière non à condensation connectée sur le système de distribution, le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon l'Eq. 56. Le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est déterminé sur base du rendement à 30%. Toutefois, si le rendement à 30% n'est pas connu, le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est déterminé sur base de la formule de Renaud pour les chaudières gaz ou au mazout ou sur base de valeurs par défaut pour les chaudières bois.

Remarque : dans le présent paragraphe, les chaudières au charbon sont assimilées à des chaudières au mazout.

a) Détermination du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ sur base du rendement à 30%

Dans ce cas, le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est donné par :

$$\text{Eq. 59} \quad \eta_{\text{gen,heat,pci}} = \eta_{30\%} \quad [-]$$

avec :

$\eta_{30\%}$ le rendement à charge partielle pour une charge de 30%, sans unité.

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{\text{gen,heat,pci},i}$ suivantes doivent être apportées :

- Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ de 0.02.
- Si la chaudière est une chaudière à température constante ou si la régulation de la température de l'eau de la chaudière est inconnue, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ de 0.05.

b) Détermination du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ d'une chaudière gaz ou mazout sur base de la formule de Renaud

Dans ce cas, le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est donné par :

$$\text{Eq. 60} \quad \eta_{\text{gen,heat,pci}} = \eta_{\text{ut}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_{\text{nom}}} \right) \cdot \left(\frac{1000 - \Theta}{1000 - \Theta_{\text{nom}}} \right) \cdot \left(\frac{b_{\text{gen,heat,a}}}{b_{\text{gen,heat,a}} + \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_{\text{nom}}}} \right) \quad [-]$$

$$\text{Eq. 61} \quad \Theta = \theta_w - \theta_o \quad [K]$$

$$\text{Eq. 62} \quad \Theta_{\text{nom}} = \theta_{w,\text{nom}} - \theta_{o,\text{nom}} \quad [K]$$

Avec :

η_{ut} le rendement utile, sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous,
 α le coefficient de pertes à l'arrêt, sans unité, déterminé selon le Tableau 36,
 $b_{\text{gen,heat,a}}$ le coefficient de charge annuelle, sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous,
 θ_w la température moyenne annuelle du fluide caloporteur de la chaudière pendant la saison de chauffe, en °C, comme indiqué ci-dessous,

θ_o	température moyenne de la chaufferie pendant la saison de chauffe, en °C, déterminé selon le Tableau 39,
$\theta_{w,nom}$	la valeur de la température moyenne de l'eau de la chaudière pendant la saison de chauffe dans des conditions nominales, en °C, conventionnellement fixée à 70°C,
$\theta_{o,nom}$	la valeur de la température moyenne de la chaufferie pendant la saison de chauffe, dans des conditions nominales, en °C, conventionnellement fixée à 18°C.

Rendement utile η_{ut}

En certification, le rendement utile η_{ut} est toujours déterminé selon l'

Eq. 65.

$$\text{Eq. 65} \quad \eta_{ut} = \eta_{co} - \left(\frac{\alpha}{100} \right) \quad [-]$$

Avec :

η_{co}	le rendement de combustion instantané, sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous,
α	le coefficient de pertes à l'arrêt, sans unité, déterminé selon le Tableau 36.

Rendement de combustion instantané η_{co}

En certification, le rendement de combustion instantané η_{co} peut être mesuré selon les règles spécifiées par les autorités compétentes ; à défaut, les valeurs par défaut du Tableau 35 doivent être utilisées. [En date du 01/01/2014, ces règles n'existent pas, de telle sorte que le Tableau 35 doit être appliqué.]

Type de chaudière	Chaudière mazout	Chaudière gaz
Chaudière sans label, ≤ 1974	0.83	0.85
Chaudière sans label, de 1975 à 1984 inclus	0.86	0.87
Chaudière sans label, ≥ 1985	0.90	0.90
Chaudière avec label, indépendamment de l'année de fabrication	0.90	0.90
Les seuls labels considérés sont les labels OPTIMAZ pour les chaudières à mazout et BGV-HR ou HR-+ pour les chaudières gaz		

Tableau 35 : Valeurs par défaut du rendement de combustion instantané η_{co}

Coefficient de pertes à l'arrêt α

Le coefficient de pertes à l'arrêt est déterminé selon le Tableau 36.

Type de chaudière	Chaudière mazout	Chaudière gaz atmosphérique, sans ventilateur	Autre chaudière gaz
Chaudière sans label, ≤ 1969	3.2	3.8	3.0
Chaudière sans label, de 1970 à 1979 inclus	2.2	2.8	2.0
Chaudière sans label, de 1980 à 1989 inclus	1.4	2.2	1.4

Chaudière sans label, ≥ 1990	1.0	1.5	0.7
Chaudière avec label, indépendamment de l'année de fabrication	1.0	1.5	0.7
Les seuls labels considérés sont les labels OPTIMAZ pour les chaudières à mazout et BGV-HR ou HR+ pour les chaudières gaz			

Tableau 36 : Valeurs de calcul du coefficient de pertes à l'arrêt α

Coefficient de charge annuel $b_{gen,heat,a}$

En certification, le coefficient de charge annuel $b_{gen,heat,a}$ est déterminé au Tableau 37, selon la date de fabrication de la chaudière.

Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable. Tableau 37 Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable.

Date de fabrication de la chaudière	$b_{gen,heat,a}$
< 1990	0.125
≥ 1990	0.150

Tableau 37 : Valeurs par défaut du coefficient de charge annuel $b_{gen,heat,a}$

Température moyenne de l'eau, θ_w

En certification, la température moyenne de l'eau, θ_w , est déterminée à l'aide du Tableau 38.

Type de régulation de la température de l'eau de la chaudière	θ_w [°C]
Type de régulation inconnue	70
Régulation à température constante	70
Régulation à température variable	45
Régulation à température glissante	35

Tableau 38 : Valeurs de calcul de la température moyenne de l'eau de la chaudière θ_w

Température de la chaufferie θ_o

La température de la chaufferie, θ_o , est déterminée sur base du Tableau 39.

Emplacement de la chaudière	θ_o [°C]
En dehors du volume protégé	12
Dans le volume protégé	18

Tableau 39 : Valeurs de calcul de la température moyenne de la chaufferie θ_o

c) Détermination du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ d'une chaudière bois ou autre biomasse sur base de valeurs par défaut

Dans ce cas, la valeur de rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ est donnée par le Tableau 40.

Type de chaudière à bois ou autre biomasse	$\eta_{gen,heat,pci}$
À bûches ou plaquettes, à foyer montant	0.79
À bûches ou plaquettes, à foyer inversé	0.85
À granulés ou à autre biomasse, à foyer montant	0.87
À granulés ou à autre biomasse, à foyer inversé	0.92

Tableau 40 : Valeurs par défaut du rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ des chaudières bois ou autre biomasse non à condensation

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{gen,heat,i}$ suivantes doivent être apportées :

- Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{gen,heat}$ de 0.02.
- Si la chaudière est une chaudière à température constante ou si la régulation de la température de l'eau de la chaudière est inconnue, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{gen,heat}$ de 0.05.

8.4.3.4.4 Plusieurs chaudières connectées

En certification, l'application des règles définissant la répartition en générateurs préférentiel et non préférentiel impose qu'un générateur ne peut être constitué que d'une ou plusieurs chaudières de même type. Le rendement de production $\eta_{gen,heat}$ est donc calculé selon les § 8.4.3.4.2 ou § 8.4.3.4.3.

Erreur ! Source du renvoi introuvable.

8.4.3.4.5 Chaudière(s) électrique(s)

Dans le cas d'un chauffage central électrique, la valeur de rendement de production $\eta_{gen,heat}$ est conventionnellement fixée à 1.00.

De plus, en fonction de la situation, la correction $\Delta\eta_{gen,heat,pci,i}$ suivante doivent être apportée :

- Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{gen,heat}$ de 0.02.

8.4.3.5 Chauffage central collectif autre que pompes à chaleur, cogénération et fourniture de chaleur externe

8.4.3.5.1 Absence de générateur de chaleur

Dans ce cas (voir § 8.1), le rendement de production $\eta_{gen,heat}$ est calculé selon l'Eq. 56. La valeur de rendement $\eta_{gen,heat,pci}$ est fixé conventionnellement à $\eta_{gen,heat,pci} = 0.069$. Le vecteur énergétique est supposé être le gaz naturel.

8.4.3.5.2 Une ou plusieurs chaudières connectées autre(s) que chaudière(s) électrique(s)

En certification, dans le cas d'une ou plusieurs chaudières à condensation et/ou non à condensation connectées sur le même système de distribution desservant plus d'une unité d'habitation, le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon les paragraphes ci-dessous.

Erreur ! Source du renvoi introuvable.

a) Chaudières à condensation

Dans le cas de chaudière(s) à condensation, le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon la procédure applicable au chauffage central individuel (voir § 8.4.3.4.2).

Par ailleurs, la correction $\Delta\eta_{\text{gen,heat,i}}$ suivante doit également être appliquée dans le cas d'installations avec plusieurs chaudières avec maintien de l'irrigation des chaudières à l'arrêt : il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ par 0.03.

b) Chaudières non à condensation au gaz, au mazout ou au bois ou autre biomasse

Remarque : dans le présent paragraphe, les chaudières au charbon sont assimilées à des chaudières au mazout.

Dans le cas d'une seule chaudière non à condensation, le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est calculé selon la procédure applicable au chauffage central individuel (voir 8.4.3.5.2b)).

Toutefois, si le rendement à 30% de la chaudière n'est pas connu ou lorsqu'il y a plusieurs chaudières, le rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ est donné par les tableaux ci-dessous, en fonction de la situation.

Dans le cas d'une installation collective, le rendement de production dépend du nombre d'appartements (ou plus généralement, d'unités d'habitation) connectés à l'installation, du type de la chaudière, de l'âge de la chaudière, de la régulation de la température (constante ou glissante), du nombre de chaudières et, s'il y a plusieurs chaudières, de l'arrêt ou du maintien des chaudières à l'arrêt. Il en est de même dans le cas d'une installation desservant un bâtiment d'hébergement collectif à l'exception de la dépendance par rapport au nombre d'unités d'habitation.

Nombre d'appartements N_{flats} ou Hébergement collectif	Type de chaudière	Date de la chaudière, type de régulation (constante/glissante)			
		≤ 1985		> 1985	
		Const.	Gliss.	Const.	Gliss.
$N_{\text{flats}} \leq 15$	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.69	0.74	0.80	0.82
	Gaz, non à condensation, autres	0.75	0.76	0.81	0.82
	Mazout, non à condensation	0.76	0.77	0.82	0.83
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.76	0.77	0.82	0.83
$16 \leq N_{\text{flats}} \leq 50$	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.74	0.77	0.83	0.84
	Gaz, non à condensation, autres	0.78	0.78	0.84	0.84
	Mazout, non à condensation	0.79	0.79	0.85	0.85
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.79	0.79	0.85	0.85
$N_{\text{flats}} > 50$	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.75	0.77	0.84	0.84
	Gaz, non à condensation, autres	0.79	0.79	0.85	0.85
	Mazout, non à condensation	0.80	0.80	0.86	0.86
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.80	0.80	0.86	0.86

Hébergement collectif	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.73	0.76	0.82	0.83
	Gaz, non à condensation, autres	0.77	0.78	0.83	0.84
	Mazout, non à condensation	0.78	0.79	0.84	0.85
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.78	0.79	0.84	0.85

Tableau 41 : Valeurs de calcul du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ d'une installation de chauffage desservant plusieurs unités d'habitation ou un bâtiment d'hébergement collectif, avec une chaudière non à condensation

Nombre d'appartements N_{flats} ou Hébergement collectif	Type de chaudière	Date de la chaudière, type de régulation (constante/glissante)			
		≤ 1985		> 1985	
		Const.	Gliss.	Const.	Gliss.
$N_{\text{flats}} \leq 15$	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.75	0.79	0.83	0.85
	Gaz, non à condensation, autres	0.79	0.81	0.86	0.86
	Mazout, non à condensation	0.80	0.82	0.87	0.87
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.80	0.82	0.87	0.87
$16 \leq N_{\text{flats}} \leq 50$	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.78	0.80	0.85	0.86
	Gaz, non à condensation, autres	0.81	0.82	0.87	0.87
	Mazout, non à condensation	0.82	0.83	0.88	0.88
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.82	0.83	0.88	0.88
$N_{\text{flats}} > 50$	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.79	0.80	0.86	0.86
	Gaz, non à condensation, autres	0.81	0.82	0.88	0.88
	Mazout, non à condensation	0.82	0.83	0.89	0.89
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.82	0.83	0.89	0.89
Hébergement collectif	Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.77	0.80	0.85	0.86
	Gaz, non à condensation, autres	0.80	0.82	0.87	0.87
	Mazout, non à condensation	0.81	0.83	0.88	0.88
	Bois ou autre biomasse, non condensation	0.81	0.83	0.88	0.88

Tableau 42 : Valeurs de calcul du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ d'une installation de chauffage desservant plusieurs unités d'habitation ou un bâtiment d'hébergement collectif, avec plusieurs chaudière non à condensation – installation avec arrêt de l'irrigation des chaudières à l'arrêt

Pour les installations avec maintien de l'irrigation des chaudières à l'arrêt, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ par la valeur mentionnée au Tableau 43.

Type de chaudière	Age de la chaudière,
-------------------	----------------------

	type de régulation (constante/glissante)			
	≤ 1985		> 1985	
	Const.	Gliss.	Const.	Gliss.
Gaz, non à condensation, atmosphérique, sans ventilateur	0.05	0.03	0.03	0.02
Gaz, non à condensation, autres	0.05	0.04	0.05	0.04
Mazout, non à condensation	0.05	0.04	0.05	0.04
Bois ou autre biomasse, non à condensation	0.05	0.04	0.05	0.04

Tableau 43 : Valeurs de calcul de la réduction du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ d'une installation de chauffage collectif, avec plusieurs chaudière non à condensation – installations avec maintien de l'irrigation des chaudières à l'arrêt

De plus, en fonction de la situation, la correction $\Delta\eta_{\text{gen,heat,i}}$ suivante doit être apportée :

- Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ de 0.02.

8.4.3.5.3 Chaudière(s) électrique(s)

Dans le cas d'un chauffage central électrique, la valeur de rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est conventionnellement fixée à 1.00.

De plus, en fonction de la situation, la correction $\Delta\eta_{\text{gen,heat,pci,i}}$ suivante doivent être apportée :

- Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ de 0.02.

8.4.3.6 Fourniture de chaleur externe

Dans le cas d'une fourniture de chaleur externe, la valeur de rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est donnée par :

$$\text{Eq. 67} \quad \eta_{\text{gen,heat}} = \eta_{\text{gen,heat,dh}} \quad [-]$$

avec :

$\eta_{\text{gen,heat,dh}}$ le rendement de production pour une fourniture de chaleur externe, sans unité, à déterminer selon les règles spécifiées par les autorités compétentes.

8.4.3.7 Cogénération sur site

Dans le cas d'une cogénération sur site, la valeur de rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est donnée par :

$$\text{Eq. 68} \quad \eta_{\text{gen,heat}} = \epsilon_{\text{cogen,th}} \quad [-]$$

avec :

$\epsilon_{\text{cogen,th}}$ le rendement de conversion thermique par rapport au pouvoir calorifique supérieur pour une cogénération sur site, sans unité, déterminé selon le § 15.4.

8.4.3.8 Pompes à chaleur électriques²

En présence de pompes à chaleur électriques, le rendement de production est assimilé au facteur de performance saisonnière moyen (FPS). Le facteur de performance saisonnière moyen exprime le rapport entre la chaleur que la pompe à chaleur fournit au cours de la saison de chauffe et l'énergie nécessaire à cette fin. Le facteur de performance saisonnière moyenne dépend de la température moyenne de l'évaporateur et de la température moyenne du condenseur pendant la période considérée, et de l'énergie nécessaire pour prélever la chaleur à la source et dégivrer l'évaporateur pendant cette période. Le facteur de performance saisonnière moyen diffère selon la source d'où la pompe à chaleur prélève la chaleur :

- sol : la pompe à chaleur pompe un fluide caloporteur (généralement une solution antigel, par exemple un mélange eau-glycol) à travers un échangeur de chaleur enterré vertical ou horizontal. La chaleur prélevée dans le sol par ce fluide caloporteur est cédée à l'évaporateur. Dans une solution alternative, le fluide réfrigérant de la pompe à chaleur peut circuler directement dans des conduites enterrées et s'y évaporer,
- nappe phréatique : l'eau de la nappe phréatique est pompée, cède sa chaleur à l'évaporateur et est réinjectée dans le sol,
- air extérieur : l'air extérieur est amené jusqu'à l'évaporateur à l'aide d'un ventilateur et y cède sa chaleur,
- air repris : l'air repris du système de ventilation est amené sur l'évaporateur et y cède sa chaleur.

Dans le cas d'une pompe à chaleur électrique, le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ est assimilé au facteur de performance saisonnière :

$$\text{Eq. 69} \quad \eta_{\text{gen,heat}} = \text{FPS} \quad [-]$$

avec :

FPS le facteur de performance saisonnière moyen, sans unité, calculé comme indiqué ci-dessous.

Si la valeur du COP_{test} est disponible, le facteur de performance saisonnière FPS est déterminé sur la base du coefficient de performance COP_{test} mesuré dans les conditions standard définies dans la NBN EN 1451. Sinon, le facteur de performance saisonnière FPS est déterminé sur base des valeurs par défaut du § 8.4.3.8.2.

8.4.3.8.1 Détermination du FPS sur la base du coefficient de performance COP_{test}

$$\text{Eq. 70} \quad \text{FPS} = f_{\theta} f_{\Delta\theta} f_{\text{pumps}} f_{\text{AHU}} \text{COP}_{\text{test}} \quad [-]$$

Avec :

f_{θ} un facteur de correction pour l'écart entre la température de départ de conception vers le système d'émission de chaleur (ou le cas échéant le stockage de chaleur) et la température

² Dans le présent texte, on entend par pompes à chaleur des machines actives qui prélèvent de la chaleur à une source à basse température et qui émettent cette chaleur à une température plus élevée pour le chauffage des locaux, pour l'humidification ou pour la production d'eau chaude sanitaire. Une telle augmentation de température de la chaleur s'effectue forcément avec l'apport d'une (quantité moindre d') énergie valorisable.

Avec certains systèmes de ventilation, il est aussi possible de transférer la chaleur de l'air repris à l'air neuf (plus froid) à l'aide d'échangeurs de chaleur passifs. Le transfert de chaleur s'effectue dans ce cas de manière tout à fait naturelle de la température haute vers la température basse sans apport d'énergie supplémentaire (à part une petite quantité d'énergie auxiliaire supplémentaire, par exemple une petite consommation supplémentaire pour les ventilateurs afin de surmonter la perte de charge supplémentaire de l'échangeur de chaleur. Les appareils de ce genre se présentent sous différentes variantes (par exemple échangeurs de chaleur à plaques à flux croisé ou à contre-courant, roues thermiques, échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire, systèmes régénérateurs, etc.) et sont désignés ici sous le terme général d'appareil de récupération de chaleur. L'évaluation énergétique des appareils de récupération de chaleur s'effectue lors du traitement des déperditions de ventilation au § 7.7.

Quand on utilise des pompes à chaleur pour l'air de ventilation, elles sont souvent combinées avec des appareils de récupération de chaleur. C'est normalement plus intéressant du point de vue énergétique. Pour éviter les doubles comptages, le coefficient de performance de la pompe à chaleur utilisé dans ce chapitre ne peut se rapporter qu'à la pompe à chaleur proprement dite sans intégrer l'effet de l'appareil de récupération de chaleur, puisque ce dernier est explicitement repris dans le calcul du chapitre concernant la ventilation. La combinaison de l'évaluation de la pompe à chaleur au sens strict dans le présent chapitre et de l'appareil de récupération de chaleur dans le chapitre ventilation donne une évaluation correcte du système combiné dans son ensemble lors de la détermination de la consommation d'énergie caractéristique.

de sortie du condenseur dans l'essai selon NBN EN 14511 en cas de transport de chaleur par l'eau, sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous,

- $f_{\Delta\theta}$ un facteur de correction pour l'écart dans la variation de température, d'une part, du système d'émission de chaleur dans des conditions de conception (ou le cas échéant le stockage de chaleur) et, d'autre part, de l'eau à travers le condenseur dans des conditions d'essai selon NBN EN 14511, en cas de transport de chaleur par l'eau, sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous,
- f_{pumps} un facteur de correction pour la consommation d'énergie d'une pompe sur le circuit vers l'évaporateur, sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous,
- f_{AHU} un facteur de correction pour la différence entre le débit d'air de conception et le débit d'air lors de l'essai selon NBN EN 14511, sans unité, déterminé comme indiqué ci-dessous. f_{AHU} intervient uniquement pour les pompes à chaleur couplées à l'air de ventilation;
- COP_{test} le coefficient de performance (coefficient of performance) de la pompe à chaleur, sans unité, selon NBN EN 14511 dans les conditions d'essai décrites ci-dessous.

Source de chaleur	Vecteur d'émission de chaleur	Conditions de test
sur base du tableau 3 de la NBN EN 14511-2		
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A2/A20
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	A2/A2
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	A2/A20
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A20/A20
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	A20/A2
uniquement de l'air rejeté, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A2/A20
uniquement de l'air rejeté, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	A2/A20
sur base du tableau 5 de la NBN EN 14511-2		
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	B0/A20
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	B0/A2
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	B0/A20
sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	W10/A20
sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	W10/A2

sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	W10/A20
sur base du tableau 7 de la NBN EN 14511-2		
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	eau	B0/W35
sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	eau	W10/W35
sur base du tableau 9 de la NBN EN 14511-2		
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	eau	A2/W35
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	eau	A20/W35
uniquement de l'air rejeté, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	eau	A2/W35
Remarques supplémentaires :		
où :		
A air comme vecteur (air). Le chiffre qui suit est la température d'entrée au bulbe sec, en °C.		
B fluide intermédiaire (brine). Le chiffre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur, en °C.		
W eau comme vecteur (water). Le chiffre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur ou la température de sortie au condenseur, en °C.		

Facteur de correction f_{θ}

- si le fluide caloporteur du système d'émission est l'air : $f_{\theta} = 1$,
- si le fluide caloporteur du système d'émission est l'eau : $f_{\theta} = 1 + 0.01(43 - \theta_{\text{supply,design}})$.

Avec :

$\theta_{\text{supply,design}}$ la température de départ vers le système d'émission de chaleur en °C dans les conditions de conception. Il faut tenir compte ici non seulement du système d'émission, mais aussi du dimensionnement d'un éventuel réservoir tampon (température maximum de stockage). On peut prendre comme valeur par défaut pour les systèmes de *chauffage de surface* (chauffage par le sol, le mur et le plafond) $\theta_{\text{supply,design}} = 55^{\circ}\text{C}$ et, pour tous les autres systèmes d'émission, $\theta_{\text{supply,design}} = 90^{\circ}\text{C}$.

Facteur de correction $f_{\Delta\theta}$

- si le fluide caloporteur du système d'émission est l'air : $f_{\Delta\theta} = 1$,
- si le fluide caloporteur du système d'émission est l'eau : $f_{\Delta\theta} = 1 + 0.01(\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}})$ avec $\Delta\theta_{\text{design}}$, l'écart de température en °C entre le départ et le retour du système d'émission (ou le cas échéant le stockage de chaleur) dans des conditions de conception, et $\Delta\theta_{\text{test}}$, l'augmentation de température de l'eau à travers le condenseur en °C, lors des essais selon NBN EN 14511. On peut prendre $f_{\Delta\theta} = 0.93$ comme valeur par défaut.

Facteur de correction f_{pumps}

- si aucune pompe de circulation n'est présente pour l'apport de chaleur vers l'évaporateur: $f_{\text{pumps}} = 1$ (c.-à-d. l'air comme source de chaleur ou évaporation directe dans le sol),
- si une pompe de circulation est présente et que sa puissance électrique est inconnue: $f_{\text{pumps}} = 5/6$,

- si une pompe de circulation est présente et que sa puissance électrique est connue (P_{pumps} , en kW):

$$f_{\text{pumps}} = \frac{1}{1 + P_{\text{pumps}}/P_{\text{HP}}} \text{ avec } P_{\text{HP}}, \text{ la puissance électrique (en kW) de la pompe à chaleur selon NBN}$$

EN 14511 dans les mêmes conditions d'essai que pour la détermination de COP_{test} .

Facteur de correction f_{AHU}

Ce facteur intervient uniquement quand on utilise l'alimentation de la ventilation et/ou l'évacuation de la ventilation.

- Air de ventilation repris comme seule source de chaleur (sans mélange préalable avec de l'air extérieur), air de ventilation fourni comme seul fluide caloporteur (sans recyclage de l'air du local).

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.51 + 0.7 \min(\dot{V}_{\text{supply}}, \dot{V}_{\text{extr}}) / \dot{V}_{\text{max}}}{0.51 + 0.7 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}}$$

On peut prendre comme valeur par défaut: $f_{\text{AHU}} = 0.51$

- Air de ventilation repris comme seule source de chaleur (sans mélange préalable avec l'air extérieur), l'émission de chaleur ne se faisant pas uniquement vers l'air de ventilation fourni:

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{extr}} / \dot{V}_{\text{max}}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}}$$

On peut prendre comme valeur par défaut: $f_{\text{AHU}} = 0.75$

- Air de ventilation fourni comme seul fluide caloporteur (sans recyclage de l'air du local), l'air de ventilation repris n'étant pas la seule source de chaleur:

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{supply}} / \dot{V}_{\text{max}}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}}$$

On peut prendre comme valeur par défaut: $f_{\text{AHU}} = 0.75$

- Dans tous les autres cas: $f_{\text{AHU}} = 1$

Avec :

\dot{V}_{max} le débit d'air maximal dans l'installation en m^3/h , tel qu'indiqué par le fabricant. Si le fabricant indique une plage de débits, on prend alors la valeur la plus grande,

\dot{V}_{test} le débit d'air dans l'installation en m^3/h lors de l'essai selon NBN EN 14511,

\dot{V}_{extr} le débit d'évacuation de conception dans l'installation en m^3/h ,

\dot{V}_{supply} le débit d'alimentation de conception dans l'installation en m^3/h .

8.4.3.8.2 Détermination du FPS sur la base de valeurs par défaut

Type de pompe à chaleur électrique	Système d'émission	
	Chauffage par le sol/plafond/murs	Autre cas
Air/air	2.5	2.5
Air/eau	3.0	2.4
Sol/eau	3.8	3.0
Eau souterraine/eau	4.3	3.5
Autres cas	2.0	2.0

Tableau 44 : Valeurs par défaut du facteur de performance saisonnière moyen d'une pompe à chaleur FPS

8.4.3.9 Autres pompes à chaleur

Le rendement de production des autres pompes à chaleur $\eta_{\text{gen,heat}}$ est donné par :

$$\text{Eq. 71} \quad \eta_{\text{gen,heat}} = f_{l/h} \cdot \text{FPS} \quad [-]$$

Avec :

$f_{l/h}$ le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, sans unité, spécifié par les autorités compétentes,

FPS le facteur de performance saisonnière moyen, sans unité. Ce rendement peut être fourni par le fabricant sur base de règles spécifiées au préalable par les autorités compétentes ; à défaut, les valeurs par défaut du Tableau 45 doivent être utilisées.

Type de pompe à chaleur à moteur gaz	Système d'émission	
	Chauffage par le sol/plafond/murs	Autre cas
Air/air	1.2	1.2
Air/eau	1.4	1.3
Sol/eau	1.5	1.4
Eau souterraine/eau	1.8	1.6
Autres cas	1.0	1.0

Tableau 45 : Valeurs par défaut du facteur de performance saisonnière moyen d'une pompe à chaleur FPS

8.4.3.10 Autres systèmes que ceux mentionnés ci-dessus

Si le système de chauffage n'est pas décrit ci-dessus, il faut déterminer le rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$ selon des règles spécifiées au préalable par les autorités compétentes.

8.5 Consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire du 'volume PER' pour le chauffage comme suit. Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER'.

$$\text{Eq. 72} \quad E_{p,\text{heat},m} = \sum_i (f_p \times Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} + f_p \times Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}}) \quad [\text{MJ}]$$

avec :

- f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie de l'appareil producteur considéré, sans unité, spécifié par les autorités compétentes,
- $Q_{\text{heat,final,sec i,m,pref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel destiné au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , à l'exception de l'énergie des auxiliaires, en MJ, déterminée selon § 8.4,
- $Q_{\text{heat,final,sec i,m,npref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel destiné au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , à l'exception de l'énergie auxiliaire, en MJ, déterminée selon § 8.4.

8.6 Emission mensuelle de CO₂ due au chauffage

On détermine l'émission mensuelle de CO₂ due au chauffage CO_{2,heat,m} comme suit. Il convient de sommer sur tous secteurs énergétiques.

$$\text{Eq. 73} \quad \text{CO}_{2,\text{heat},m} = \sum_i (Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{l/h} + Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{l/h}) \quad [\text{kg}]$$

avec :

- $Q_{\text{heat,final,sec i,m,pref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel destiné au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , à l'exception de l'énergie des auxiliaires, en MJ, déterminée selon 8.4,
- $Q_{\text{heat,final,sec i,m,npref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel destiné au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , à l'exception de l'énergie auxiliaire, en MJ, déterminée selon 8.4.
- f_{CO_2} le facteur d'émission de CO₂ de la source d'énergie de l'appareil producteur considéré, en kg/MJ, spécifié par les autorités compétentes,
- $f_{l/h}$ le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, sans unité, spécifié par les autorités compétentes ; pour l'électricité, cette valeur est vaut 1.

9 Surchauffe

En certification, l'indicateur du risque de surchauffe doit être calculé, selon le présent chapitre.

Dans le cadre de la présente procédure, le risque de surchauffe est associé à l'unité d'habitation dans son ensemble, et non à un secteur énergétique en particulier.

9.1 Détermination de l'indicateur du risque de surchauffe

L'indicateur du risque de surchauffe I_{overh} est égal aux gains de chaleur annuels normalisés excédentaires par rapport à la température de consigne du chauffage.

Cette valeur est égale à la somme des valeurs mensuelles :

$$\text{Eq. 74} \quad I_{\text{overh}} = Q_{\text{excessnorm,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{excessnorm,m}} \quad [\text{Kh}]$$

$$\text{Eq. 75} \quad Q_{\text{excessnorm,m}} = \frac{(1 - \eta_{\text{util,overh,m}}) \cdot Q_{\text{g,overh,m}}}{H_{\text{T,overh}} + H_{\text{V,overh}}} \cdot \frac{1000}{3.6} \quad [\text{Kh}]$$

Avec :

$\eta_{\text{util,overh,m}}$ le taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels pour l'évaluation du risque de surchauffe, sans unité,

$Q_{\text{g,overh,m}}$ les gains de chaleur totaux mensuels pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ,

$H_{\text{T,overh}}$ le coefficient de déperdition de chaleur par transmission pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K,

$H_{\text{V,overh}}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K.

9.2 Gains de chaleur totaux mensuels

On détermine les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production interne de chaleur comme suit :

$$\text{Eq. 76} \quad Q_{\text{g,overh,m}} = Q_{\text{i,m}} + Q_{\text{s,overh,m}} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{\text{i,m}}$ les gains internes mensuels, en MJ,

$Q_{\text{s,overh,m}}$ les gains solaires mensuels pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ,

9.2.1 Gains internes mensuels

On détermine les gains internes pendant un mois m donné de la même manière que pour le calcul du besoin en énergie de chauffage, à savoir selon 7.9.

9.2.2 Gains solaires mensuels

On détermine les gains solaires $Q_{\text{s,overh,m}}$ dans le 'volume PER' pendant un mois donné comme suit :

$$\text{Eq. 77} \quad Q_{\text{s,overh,m}} = \sum_{j=1} Q_{\text{s,overh,m,j}} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{\text{s,overh,m,j}}$ les gains solaires par une fenêtre j pendant le mois considéré, en MJ.

Cette somme est réalisée sur l'ensemble des fenêtres en contact avec l'extérieur. Les gains solaires via les fenêtres en contact avec d'autres types d'environnement sont supposés nuls.

Le calcul des gains solaires par la fenêtre j pour un mois considérée se fait selon l'Annexe G. Cette annexe spécifie une méthode de calcul simplifiée et une méthode de calcul.

En certification, pour la surchauffe :

- s'il n'y a pas de refroidissement actif, la méthode de calcul simplifiée est d'application,
- s'il y a un refroidissement actif, la méthode de calcul détaillée est d'application.

9.2.3 Taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels

Eq. 78 Si $Y_{\text{overh},m} = 1$: $\eta_{\text{util,overh},m} = a/(a+1)$ [-]

Eq. 79 Si $Y_{\text{overh},m} < 1$: $\eta_{\text{util,overh},m} = \frac{1 - (Y_{\text{overh},m})^a}{1 - (Y_{\text{overh},m})^{a+1}}$ (-)

Avec :

Eq. 80 $Y_{\text{overh},m} = Q_{g,\text{overh},m} / Q_{L,\text{overh},m}$ [-]

Eq. 81 $a = 1 + \frac{T_{\text{overh}}}{54000}$ [-]

Eq. 82 $T_{\text{overh}} = \frac{C}{H_{T,\text{overh}} + H_{V,\text{overh}}}$ [s]

Avec :

- a un paramètre numérique,
- $Y_{\text{overh},m}$ le rapport entre les gains de chaleur totaux mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles pour l'évaluation du risque de surchauffe (-),
- $Q_{g,\text{overh},m}$ les gains totaux mensuels pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ,
- $Q_{L,\text{overh},m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ,
- C la capacité thermique effective, en J/K, déterminée selon 7.5,
- T_{overh} la constante de temps pour l'évaluation du risque de surchauffe, en s,
- $H_{T,\text{overh}}$ le coefficient de déperdition de chaleur par transmission pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K,
- $H_{V,\text{overh}}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K,

9.2.4 Déperditions de chaleur mensuelles par transmission et ventilation

Eq. 83 $Q_{L,\text{overh},m} = Q_{T,\text{overh},m} + Q_{V,\text{overh},m}$ [MJ]

Avec :

- $Q_{L,\text{overh},m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en MJ,
- $Q_{T,\text{overh},m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ,

$Q_{V,overh,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ.

9.2.4.1 Déperditions de chaleur par transmission

$$\text{Eq. 84} \quad Q_{T,overh,m} = H_{T,overh} \cdot \max(0, \theta_{i,overh,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$H_{T,overh}$ le coefficient de déperdition de chaleur par transmission pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K,

$\theta_{i,overh,m}$ la température intérieure moyenne mensuelle pour le calcul de surchauffe, en °C, conventionnellement fixée à 23°C,

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau 3,

$\Delta\theta_{e,m}$ une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin net en énergie pour l'indicateur du risque de surchauffe, égale par hypothèse à 1°C,

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3.

Le coefficient de déperdition de chaleur moyen par transmission pour l'évaluation du risque de surchauffe $H_{T,overh}$ est identique à celui utilisé pour le calcul de la partie consommation de chauffage, H_T , calculé selon l'Eq. 17³.

9.2.4.2 Déperditions de chaleur par ventilation

$$\text{Eq. 85} \quad Q_{V,overh,m} = H_{V,overh} \cdot \max(0, \theta_{i,overh,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$H_{V,overh}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K,

$\theta_{i,overh,m}$, $\theta_{e,m}$, $\Delta\theta_{e,m}$, t_m voir Eq. 84.

$$\text{Eq. 86} \quad H_{V,overh} = 0.34 V_{PER} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m³.

³ Dans le cadre de la procédure actuelle, les ponts thermiques ne sont pas considérés. Si les ponts thermiques étaient inclus lors d'une révision de la procédure actuelle, il conviendrait d'ajouter la règle suivante : "Toutefois, si le calcul des ponts thermiques s'effectue de manière forfaitaire, ce supplément forfaitaire n'est pas pris en considération dans le calcul du risque de surchauffe."

10 Refroidissement

10.1 Principe

La consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement est déterminée en trois étapes :

1. on détermine tout d'abord les besoins mensuels de refroidissement, selon le § 10.2 ; ces besoins dépendent de la présence effective d'une installation de refroidissement, des pertes, des gains et du taux d'utilisation des gains de chaleur totaux,
2. on détermine ensuite la consommation d'énergie mensuelle équivalente pour le refroidissement, selon le § 10.3 ; cette consommation est fixée en prenant des valeurs conventionnelles pour la performance de l'installation de refroidissement,
3. on détermine enfin la consommation équivalente d'énergie primaire pour le refroidissement, selon le § 10.4.

L'approche diffère donc de l'approche suivie pour le calcul de chauffage, puisque les performances réelles de l'installation de refroidissement n'interviennent pas dans le calcul.

10.2 Besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement

Dans la présente procédure, une consommation d'énergie pour le refroidissement n'est calculée que si une installation de refroidissement fixe est effectivement installée au sein du logement analysé. Si aucune installation de ce type n'est installée, les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement $Q_{cool,net,m} = 0$ MJ.

Dans le cadre de la présente procédure, toutes les pertes et tous les gains sont calculés pour l'ensemble du 'volume PER'. Les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement sont calculés au prorata de la proportion en volume des locaux refroidis activement par rapport au volume total du 'volume PER'. Il n'est donc pas nécessaire d'identifier les surfaces de déperdition des locaux effectivement refroidis, ni de prêter attention aux installations de refroidissement actives éventuellement présentes pour délimiter les secteurs énergétiques pris en compte dans le calcul de chauffage.

Si une telle installation existe dans une partie ou dans la totalité de l'unité de logement, on détermine les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement $Q_{cool,net,m}$ comme suit⁴ :

$$\text{Eq. 87} \quad Q_{cool,net,m} = f_{cool} (1 - \eta_{util,cool,m}) Q_{g,cool,m} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

- f_{cool} la proportion en volume des locaux refroidis activement par rapport au volume total du 'volume PER',
- $\eta_{util,cool,m}$ le taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels, pour la détermination du besoin de refroidissement, sans unité, déterminé selon 10.2.2,
- $Q_{g,cool,m}$ les gains de chaleur totaux mensuels pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ, déterminés selon 10.2.1.

En certification, le paramètre f_{cool} peut prendre les valeurs suivantes : 0.1 ; 0.2 ; 0.3 ; 0.4 ; 0.5 ; 0.6 ; 0.7 ; 0.8 ; 0.9 ; 1.0.

⁴ En PEB neuf, cette équation est remplacée par une équation équivalente. Etant donné que, en certification et en PAE, une consommation pour le refroidissement n'est calculée que si un refroidissement actif n'est présent, cette modification n'a pas été introduite dans la présente procédure.

10.2.1 Gains de chaleur totaux mensuels

On détermine les gains de chaleur totaux mensuels $Q_{g,cool,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 88} \quad Q_{g,cool,m} = Q_{i,m} + Q_{s,cool,m} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{i,m}$ les gains internes mensuels, en MJ,

$Q_{s,cool,m}$ les gains solaires mensuels pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ,

10.2.1.1 Gains internes mensuels

On détermine les gains internes pendant un mois m donné de la même manière que pour le calcul du besoin en énergie de chauffage, à savoir selon 7.9.

10.2.1.2 Gains solaires mensuels

On détermine les gains solaires $Q_{s,cool,m}$ dans le 'volume PER' pendant un mois donné comme suit :

$$\text{Eq. 89} \quad Q_{s,cool,m} = \sum_{j=1} Q_{s,cool,m,j} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{s,cool,m,j}$ les gains solaires par une fenêtre j pendant le mois considéré, en MJ

Cette somme est réalisée sur l'ensemble des fenêtres en contact avec l'extérieur du 'volume PER'. Les gains solaires via les fenêtres en contact avec d'autres types d'environnement sont supposés nuls.

Le calcul des gains solaires par la fenêtre j pour un mois considérée se fait selon l'Annexe G. Cette annexe spécifie une méthode de calcul simplifiée et une méthode de calcul ; en certification, la méthode de calcul détaillée est toujours d'application pour le calcul de refroidissement.

10.2.2 Taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels

On détermine le taux d'utilisation des gains de chaleur totaux mensuels $\eta_{util,cool,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 90} \quad \text{Si } Y_{cool,m} = 1 : \eta_{util,cool,m} = a/(1+a) \quad [-]$$

$$\text{Eq. 91} \quad \text{Si } Y_{cool,m} < 1 : \eta_{util,cool,m} = \frac{1 - (Y_{cool,m})^a}{1 - (Y_{cool,m})^{a+1}} \quad [-]$$

Avec :

$$\text{Eq. 92} \quad Y_{cool,m} = Q_{g,cool,m} / Q_{L,cool,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 93} \quad a = 1 + \frac{T_{cool,m}}{54000} \quad [-]$$

$$\text{Eq. 94} \quad T_{cool,m} = \frac{C}{H_{T,cool,m} + H_{V,in/exfilt,cool} + H_{V,hyg,cool}} \quad [\text{s}]$$

Avec :

a	un paramètre numérique,
$Y_{cool,m}$	le rapport entre les gains de chaleur totaux mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles pour la détermination du besoin de refroidissement (-),
$Q_{g,cool,m}$	les gains de chaleur totaux mensuels pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ, , déterminés selon 10.2.1,
$Q_{L,cool,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ, déterminés selon 10.2.3.1,
$T_{cool,m}$	la constante de temps pour la détermination du besoin de refroidissement, en s,
C	la capacité thermique effective, en J/K, déterminée selon 7.5,
$H_{T,cool,m}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K. Cette valeur est par hypothèse égale à $H_{T,overh,sec i, m}$ tel que déterminé dans 9.1,
$H_{V,in/exfilt,cool}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par in/exfiltration pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K.
$H_{V,hyg,cool}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par ventilation hygiénique pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K.

10.2.3 Déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique

On détermine les déperditions de chaleur mensuelles par transmission, in/exfiltration et ventilation hygiénique $Q_{L,cool,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 95} \quad Q_{L,cool,m} = Q_{T,cool,m} + Q_{V,in/exfilt,cool,m} + Q_{V,hyg,cool,m} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{T,cool,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ,
$Q_{V,in/exfilt,cool,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par in/exfiltration pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ.
$Q_{V,hyg,cool,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation hygiénique pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ.

10.2.3.1 Déperditions de chaleur par transmission

On détermine les déperditions de chaleur mensuelles par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement $Q_{T,cool,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 96} \quad Q_{T,cool,m} = H_{T,cool,m} \cdot \max(0, \theta_{i,cool,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$H_{T,cool,m}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K. Cette valeur est identique à celle utilisée pour le calcul de la partie consommation de chauffage.
$\theta_{i,cool,m}$	la température intérieure moyenne mensuelle imposée pour la détermination du besoin de refroidissement, en °C, conventionnellement fixée à 23°C,
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau 3,
$\Delta\theta_{e,m}$	une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin net en énergie pour le refroidissement, égale par hypothèse à 1°C,
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3.

10.2.3.2 Déperditions de chaleur par in/exfiltration

On détermine les déperditions de chaleur mensuelles par in/exfiltration pour la détermination du besoin de refroidissement $Q_{V,in/exfilt,cool,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 97} \quad Q_{V,\text{in/exfilt,cool,m}} = H_{V,\text{in/exfilt,cool,m}} \cdot \max(0, \theta_{i,\text{cool,m}} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$H_{V,\text{in/exfilt,cool,m}}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par in/exfiltration pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K,

$\theta_{i,\text{cool,m}}$ $\theta_{e,m}$ $\Delta\theta_{e,m}$ t_m voir Eq. 96.

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 98} \quad H_{\text{in/exfiltcool}} = 0.34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfiltcool}} \quad [\text{W/K}]$$

Avec :

$\dot{V}_{\text{in/exfiltcool}}$ le débit d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment pour les calculs de refroidissement, en m³/h, déterminé comme mentionné ci-dessous.

- Si le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ a été déterminé sur base d'une valeur par défaut (voir § 7.7), alors le débit moyen d'in/exfiltration à appliquer pour les calculs de refroidissement est donné de manière conventionnelle par :

$$\text{Eq. 99} \quad \dot{V}_{\text{in/exfiltcool}} = 0 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- Si le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ a été déterminé sur base d'une mesure de débit d'air de l'ensemble du 'volume PER' mesuré conformément à la norme NBN EN 13829 et aux règles spécifiées par les autorités compétentes, alors le débit moyen d'infiltration et d'exfiltration à appliquer pour les calculs de refroidissement, en m³/h, est donné par :

$$\text{Eq. 100} \quad \dot{V}_{\text{in/exfiltcool}} = \dot{V}_{\text{in/exfiltheat}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

10.2.3.3 Déperditions de chaleur par ventilation hygiénique

On détermine les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation hygiénique pour la détermination du besoin de refroidissement $Q_{V,\text{hyg,cool,m}}$ comme suit :

$$\text{Eq. 101} \quad Q_{V,\text{hyg,cool,m}} = H_{V,\text{hyg,cool,m}} \cdot \max(0, \theta_{i,\text{cool,m}} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$H_{V,\text{hyg,cool,m}}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par ventilation hygiénique pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K,

$\theta_{i,\text{cool,m}}$ $\theta_{e,m}$ $\Delta\theta_{e,m}$ t_m voir Eq. 96.

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement comme suit :

$$\text{Eq. 102} \quad H_{V,\text{cool}} = 0.34 \cdot r_{\text{prehcool}} \cdot \dot{V}_{\text{dediccool}} \quad [\text{W/K}]$$

Avec :

$\dot{V}_{\text{dediccool}}$ le débit de ventilation hygiénique pour le refroidissement, en m³/h, comme mentionné ci-dessous,

$r_{\text{preh,cool}}$

la valeur du facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur les besoins nets en énergie pour le refroidissement (-), comme mentionné ci-dessous.

10.2.3.3.1 Débit de ventilation hygiénique pour le calcul de refroidissement

En certification, le débit de ventilation hygiénique pris en compte pour le calcul de refroidissement, en m³/h, est donné par :

$$\text{Eq. 103} \quad \dot{V}_{\text{dedic,cool}} = f_{\text{reduc,vent,cool}} \cdot m_{\text{cool}} \cdot [0.2 + 0.5 \exp(-V_{\text{PER}}/500)] \cdot V_{\text{PER}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Avec :

 V_{PER}

le volume total du 'volume PER', en m³,

 $f_{\text{reduc,vent,cool}}$

un facteur de réduction pour la ventilation à la demande, sans unité,

 m_{cool}

un multiplicateur qui est fonction du système de ventilation et de la qualité d'exécution de ce dernier, sans unité.

Le facteur de réduction $f_{\text{reduc,vent,cool}}$ peut être déterminé sur base d'une valeur par défaut ou sur base d'une valeur réelle :

- la valeur par défaut suivante est d'application : $f_{\text{reduc,vent,cool}} = 1.0$,
- il est possible d'utiliser une valeur plus favorable pour autant que ce soit également le cas pour la valeur $f_{\text{reduc,vent,heat}}$.

Le multiplicateur m_{cool} peut être déterminé sur base d'une valeur par défaut ou sur base d'une valeur réelle :

- si la valeur par défaut est utilisée pour m_{heat} , alors la valeur par défaut suivante est d'application : $m_{\text{cool}} = 1.0$,
- si une valeur de calcul est utilisée pour m_{heat} , alors la valeur par calcul suivante est d'application : $m_{\text{cool}} = m_{\text{heat}}$.

10.2.3.3.2 Facteur de réduction $r_{\text{preh,cool}}$

Dans le cadre de la procédure de certification, le facteur $r_{\text{preh,cool}}$ peut soit être introduit directement, soit calculé comme mentionné ci-dessous. Le protocole des données détermine dans quels cas $r_{\text{preh,heat}}$ peut être introduit ou calculé.

$$\text{Eq. 105} \quad r_{\text{preh,cool}} = 1 - 0.9 e_{\text{cool,hr}} \quad [-]$$

Dans le cas où il n'y a pas de récupération de chaleur, $e_{\text{cool,hr}} = 0$.

Dans le cas où il y a récupération de chaleur et que η_{test} est connu, on détermine $e_{\text{cool,hr}}$ comme suit :

- si l'appareil de récupération de chaleur est équipé d'un by-pass grâce auquel le passage à travers l'échangeur de chaleur est totalement interrompu, ou s'il peut être totalement inactivé d'une autre façon (par exemple arrêt d'une roue thermique rotative), on a : $e_{\text{cool,hr}} = 0$;
- si l'appareil de récupération de chaleur est équipé d'un by-pass mais que le passage à travers l'échangeur de chaleur n'est pas totalement interrompu pour autant ou s'il n'est pas totalement inactivé d'une autre façon, on a : $e_{\text{cool,hr,p}} = 0.5 \times e_{\text{heat,hr}}$;
- dans tous les autres cas, on a : $e_{\text{cool,hr}} = e_{\text{heat,hr}}$

Dans le cas où il y a récupération de chaleur mais que η_{test} n'est pas connu, on détermine $e_{\text{cool,hr}}$ comme suit :

- si l'appareil de récupération de chaleur est équipé d'un by-pass (total ou partiel), ou s'il peut être inactivé d'une autre façon (totalement ou partiellement), on suppose que le by-pass est partiel :
 $e_{cool,hr} = 0.5 \times e_{heat,hr}$;
- dans tous les autres cas, on a : $e_{cool,hr} = e_{heat,hr}$

10.3 Consommation mensuelle d'énergie équivalente pour le refroidissement

On détermine la consommation mensuelle d'énergie (électrique) équivalente pour le refroidissement $Q_{cool,final,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 106} \quad Q_{cool,final,m} = \frac{Q_{cool,net,m}}{8.1} \quad [\text{kWh}]$$

Avec :

$Q_{cool,net,m}$ les besoins mensuels en énergie pour le refroidissement, calculés selon 10.2,
 8.1 le produit du rendement forfaitaire du système (0.9), d'un COP forfaitaire du système de refroidissement (2.5) et du facteur de conversion de MJ en kWh (3.6).

10.4 Consommation mensuelle équivalente d'énergie primaire pour le refroidissement

On détermine la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement $E_{p,cool,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 107} \quad E_{p,cool,m} = f_p \times 3.6 \times Q_{cool,final,m} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

f_p le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité, sans unité, spécifié par les autorités compétentes,
 $Q_{cool,final,m}$ la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement, en kWh, déterminée selon 10.3.

10.5 Emission mensuelle de CO₂ due au refroidissement

On détermine l'émission mensuelle de CO₂ due au refroidissement $CO_{2,cool,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 108} \quad CO_{2,cool,m} = f_{CO_2} \times 3.6 \times Q_{cool,final,m} \quad [\text{kg}]$$

Avec :

f_{CO_2} le facteur d'émission de CO₂ pour l'électricité, en kg/MJ, spécifié par les autorités compétentes,
 $Q_{cool,final,m}$ la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement, en kWh, déterminée selon 10.3.

11 Eau chaude sanitaire

La consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire est déterminée en quatre étapes :

1. on détermine tout d'abord les besoins mensuels nets, selon le § 11.1,
2. on détermine ensuite les besoins mensuels bruts, selon le § 11.2,
3. on détermine ensuite la consommation mensuelle d'énergie finale, selon le § 11.3 ; cette consommation tient de la présence éventuelle d'un système d'énergie solaire thermique,
4. on détermine enfin la consommation mensuelle d'énergie primaire, selon le § 11.4.

11.1 Besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire

En certification, les besoins nets en ECS sont conventionnellement fixés en fonction du volume PER. Les lavabos ne sont pas considérés comme des points de puisage.

Dans la suite du chapitre, par facilité d'écriture, il peut être fait mention de lavabos dans des textes communs à la certification et à la PAE.

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont calculés de manière forfaitaire en fonction du 'volume PER'. Seuls les points de puisage suivants sont pris en considération :

- les « éviers » présents dans une cuisine,
- les points de puisage utilisés pour l'hygiène corporelle. Il peut s'agir de « baignoire » ou de « douche » présents dans une salle de bain ou de douche.

D'éventuels autres points de puisage d'eau chaude (par exemple pour le lave-vaisselle/lave-linge, le ou les lavabo(s) dans les salles de bain ou de douche) ne sont pas pris en considération. Le cas échéant, plusieurs points de puisage d'un même type présents dans un même espace sont considérés séparément.

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i sont donnés par :

$$\text{Eq. 109} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}} = f_{\text{bath } i} \times \max[64, 64 + 0.220(V_{\text{PER}} - 192)] \times t_m \quad [\text{MJ}]$$

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier i dans une cuisine sont donnés par :

$$\text{Eq. 110} \quad Q_{\text{water,sink } i,\text{net,m}} = f_{\text{sink } i} \times \max[16, 16 + 0.055(V_{\text{PER}} - 192)] \times t_m \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i , en MJ,

$Q_{\text{water,sink } i,\text{net,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i , en MJ,

$f_{\text{bath } i}$ la part de la douche ou de la baignoire i dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires du 'volume PER', tel que déterminé ci-dessous (-),

$f_{\text{sink } i}$ la part de l'évier de cuisine i dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la (de toutes les) cuisine(s) du 'volume PER', tel que déterminé ci-dessous (-),

V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m^3 , voir § 5,

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3.

Les parts des différents points de puisage sont déterminées comme suit :

Eq. 111 $f_{\text{sink } i} = 1/N_{\text{sink}}$
 $f_{\text{bath } i} = 1/N_{\text{bath}}$ [-]

Avec :

N_{bath} le nombre total de douches et de baignoires dans le 'volume PER', avec $N_{\text{bath}} \geq 1$,

N_{sink} le nombre total d'éviers de cuisine dans le 'volume PER', avec $N_{\text{sink}} \geq 1$.

11.2 Besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire

11.2.1 Situation particulière en l'absence d'un système de production et/ou de distribution d'eau chaude sanitaire

Dans le cadre de la présente procédure, il est conventionnellement supposé qu'il y a d'une part au minimum une baignoire ou une douche, ou un lavabo (uniquement PAE), et d'autre part au minimum un évier.

Si, dans un logement existant, il n'y a pas d'évier de cuisine, on suppose dans l'application de la procédure de calcul ci-dessous que $N_{\text{sink}} = 1$, que la longueur $l_{\text{tubing,sink}}$ de la conduite de puisage est inconnue et qu'il n'y a pas de boucle de circulation. Il en est de même pour les autres types de point de puisage.

Le cas où il n'y a pas de producteur d'eau chaude sanitaire dans un logement existant est repris au Tableau 55. Dans ce cas, il n'est évidemment pas possible de diminuer les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire grâce à un système d'énergie solaire thermique.

11.2.2 Principe

Les besoins bruts mensuels en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont obtenus en divisant les besoins nets en énergie par le rendement mensuel moyen correspondant du système :

Eq. 115 $Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m} = \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{sys,bath } i,m}}$ [MJ]

Avec :

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire du point de puisage i d'une douche ou d'une baignoire i , en MJ, déterminés selon 11.1,

$\eta_{\text{sys,water,bath } i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire du point de puisage i d'une douche ou d'une baignoire i , sans unité, déterminé selon 11.2.3.

Les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire des points de puisage de type 'évier de cuisine' sont déterminés par la même expression en changeant l'indice 'bath i ' par 'sink i '.

11.2.3 Rendement du système pour l'eau chaude sanitaire

11.2.3.1 Principe

En certification, les pertes de stockage sont considérées conjointement aux pertes à la production (§ 11.3.3.2). Le rendement de production inclut donc les pertes de stockage. Dès lors, ces dernières ne sont donc pas incluses dans le rendement de système η_{sys} .

En certification, le rendement mensuel moyen du système est égal au rendement mensuel moyen de distribution :

Eq. 116 $\eta_{\text{sys,water,bath } i,m} = \eta_{\text{distr,water,bath } i,m}$ [-]

avec :

$\eta_{\text{distr,water,bath } i,m}$ le rendement mensuel moyen de distribution du point de puisage i , sans unité, déterminé selon 11.2.3.2,

11.2.3.2 Rendement de distribution

Le rendement de distribution d'un point de puisage dépend du mode de distribution de l'eau chaude et du mode de puisage. A chaque prélèvement, de l'eau chaude chasse l'eau qui a refroidi entre-temps dans les conduites de puisage. De même, après cette évacuation initiale, l'eau chaude se refroidit lors de son passage dans les conduites de puisage. Les installations à boucle de circulation présentent une déperdition de chaleur proportionnelle à la longueur de la conduite. La boucle de circulation peut concerner aussi bien un 'volume PER' (p. ex. une habitation unifamiliale ou un home de personnes âgées) que plusieurs 'volumes PER' (par exemple les différentes unités d'habitation d'un immeuble à appartements à production centrale collective d'eau chaude sanitaire).

On détermine comme suit le rendement de distribution $\eta_{\text{distr,water,bath } i}$ pour une baignoire, une douche ou un lavabo i :

– sans boucle de circulation:

$$\text{Eq. 118} \quad \eta_{\text{distr, water, bath } i,m} = \eta_{\text{tubing, bath } i,m} \cdot \eta_{\text{water, circ } k,m} \quad [-]$$

Avec :

$\eta_{\text{tubing,bath } i,m}$ le rendement de distribution des conduites d'eau sanitaire vers le point de puisage i , sans unité, telle que déterminée ci-dessous,

$\eta_{\text{water,circ } k,m}$ le rendement de distribution de la boucle de circulation k fictive, sans unité, fixé par convention à 1 lorsqu'il n'y a pas de boucle de circulation.

– avec boucle de circulation:

$$\text{Eq. 119} \quad \eta_{\text{distr, water, bath } i,m} = \eta_{\text{tubing, bath } i,m} \cdot \eta_{\text{water, circ } k,m} \quad [-]$$

Avec :

$\eta_{\text{tubing,bath } i,m}$ le rendement de distribution des conduites d'eau sanitaire vers le point de puisage i , sans unité, telle que déterminée ci-dessous,

$\eta_{\text{water,circ } k,m}$ le rendement de distribution de la boucle de circulation k , sans unité, telle que déterminée ci-dessous.

Les rendements de distribution pour les points de puisage de type 'évier de cuisine' sont déterminés par les mêmes expressions en changeant l'indice 'bath i ' par 'sink i '.

11.2.3.2.1 Rendement de distribution des conduites de puisage

On détermine le rendement de distribution de la conduite d'eau chaude sanitaire d'un point de puisage selon le Tableau 47, chaque point de puisage étant considéré séparément :

Longueur de la conduite considérée (Longueur = $l_{\text{tubing,bath}}$ ou $l_{\text{tubing,sink}}$ selon le cas considéré)	$\eta_{\text{tubing,bath } i}$	$\eta_{\text{tubing,sink } i}$
Longueur inconnue	0.72	0.24
Longueur ≤ 1 m	0.98	0.95

1 m < longueur ≤ 5 m	0.83	0.66
5 m < longueur ≤ 15 m	0.72	0.39
Longueur > 15 m		0.24

Tableau 47 : Valeurs de calcul de la contribution des conduites d'eau sanitaire $\eta_{tubing,bath i} / \eta_{tubing,sink i}$

NOTE : les valeurs conventionnelles du Tableau 47 ont été obtenues sur base de la procédure applicable aux bâtiments neufs en considérant $l_{tubing} = 0.5 m$ pour les cas $l_{tubing} \leq 1 m$, $l_{tubing} = 5 m$ pour le cas $1m < l_{tubing} \leq 5 m$, $l_{tubing,sink i} = 15 m$ pour le cas $5 m < l_{tubing,sink i} \leq 15 m$ et en considérant et la valeur par défaut de $\eta_{tubing,sink i}$ pour le cas $l_{tubing,sink i} > 5 m$ et la valeur par défaut de $\eta_{tubing,bath i}$ pour le cas $l_{tubing,bath i} > 15 m$.

Pour une installation de production d'eau chaude sanitaire qui dessert une seule unité d'habitation (maison unifamiliale), par convention, on détermine la contribution de la boucle de circulation en fonction de la présence d'un circulateur sur la boucle, du type de fonctionnement de celui-ci, de la situation et de l'isolation de la boucle de circulation k, selon le Tableau 48.

Type de boucle de circulation	Avec circulateur en fonctionnement intermittent	Avec circulateur en fonctionnement continu	Sans circulateur (fonctionnement en thermosiphon)
Boucle de circulation non isolée située à l'extérieur	0.29	0.06	0.06
Boucle de circulation non isolée située à l'intérieur	0.53	0.16	0.16
Boucle de circulation isolée	0.77	0.36	0.36

Tableau 48 : Valeurs de calcul de la contribution de la boucle de circulation $\eta_{water,circ k,m}$ pour une installation individuelle desservant une unité d'habitation

Pour une installation de production d'eau chaude sanitaire qui dessert plusieurs unités d'habitation, par convention, on détermine la contribution de la boucle de circulation en fonction du nombre d'appartements (ou plus généralement, d'unités d'habitation) desservis par cette boucle, N_{flats} , et du type de boucle de circulation k, selon le Tableau 49.

Type de boucle de circulation	$1 < N_{flats} \leq 10$	$10 < N_{flats} \leq 40$	$N_{flats} > 40$
Boucle de circulation non isolée située à l'extérieur	0.13	0.39	0.50
Boucle de circulation non isolée située à l'intérieur	0.30	0.65	0.80
Boucle de circulation isolée	0.70	0.90	1.00

Tableau 49 : Valeurs de calcul de la contribution de la boucle de circulation $\eta_{water,circ k,m}$ pour une installation collective desservant plusieurs unité d'habitation

Pour une installation de production d'eau chaude sanitaire qui dessert un bâtiment d'hébergement collectif, la contribution d'une boucle de circulation est déterminée selon le Tableau 50 uniquement en fonction du type de boucle de circulation k.

Type de boucle de circulation	$\eta_{\text{water,circ k,m}}$
Boucle de circulation non isolée située à l'extérieur	0.34
Boucle de circulation non isolée située à l'intérieur	0.58
Boucle de circulation isolée	0.87

Tableau 50 : Valeurs de calcul de la contribution de la boucle de circulation $\eta_{\text{water,circ k,m}}$ pour une installation collective desservant un bâtiment d'hébergement collectif

Si l'installation de production d'eau chaude sanitaire comprend plusieurs boucles de circulation, on peut les considérer toutes ou seulement une boucle fictive, selon les règles spécifiées dans le protocole de collecte des données.

NOTE : les valeurs conventionnelles du Tableau 48 et du Tableau 49 ont été obtenues sur base de la procédure applicable aux bâtiments neufs en supposant que

- la résistance thermique linéaire de la conduite j , en m.K/W, est déterminée selon l'annexe E.3 de la procédure applicable aux bâtiments neufs, avec les paramètres suivants :

	$N_{\text{flats}} = 1$ (Tableau 48)	$N_{\text{flats}} > 1$ (Tableau 49)
$D_{e,\text{non isolée}}$ [m]	0.027	0.048
$D_{e,\text{isolée}}$ [m]	0.077	0.106
D_i [m]	0.0229	0.0325
$\lambda_{\text{non-isolée}}$ [W/m.K]	60	60
$\lambda_{\text{isolée}}$ [W/m.K]	0.035	0.035

- la longueur de la conduite est donnée par :

	$N_{\text{flats}} = 1$ (Tableau 48)	$N_{\text{flats}} > 1$ (Tableau 49)
l_{circ} [m]	0.027	2,2468 $(360 N_{\text{flats}})^{0,4752}$

Les valeurs conventionnelles du Tableau 50 pour les bâtiments d'hébergement collectif résultent d'une moyenne des valeurs du Tableau 49 pour les immeubles à appartements.

11.2.3.2.2 Rendement de distribution des conduites de puisage

En certification, le rendement de distribution des conduites de puisage est déterminé selon le § 11.2.3.2.1.

11.3 Consommation mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire

11.3.1 Principe

L'énergie nécessaire pour produire de l'eau chaude sanitaire peut être fournie par un seul appareil de production ou par une combinaison d'appareils desservant le même point de puisage. Afin de traiter ce dernier cas, on introduit le formalisme d'un appareil préférentiel et non préférentiel, de manière tout à fait analogue au cas du chauffage. Dans le cas (le plus courant) où il n'y a qu'un seul appareil, cela correspond à une part préférentiel de 100%. Les expressions ci-après donnent alors comme résultat une consommation nulle pour l'appareil non préférentiel.

A noter que l'on peut éventuellement utiliser différents appareils (ou une combinaison d'appareils) pour les différents points de puisage.

11.3.2 Règle de calcul

La consommation finale d'énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une baignoire, d'une douche ou d'un lavabo i est donnée par mois par :

$$\text{Eq. 130} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}}} \quad [\text{MJ}]$$

$$\text{Eq. 131} \quad Q_{\text{waterbath } i,\text{final},m,\text{npref}} = \frac{(1 - f_{\text{waterbath } i,m,\text{pref}}) \cdot (1 - f_{\text{as,waterbath } i,m}) \cdot Q_{\text{waterbath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,waterbath } i,m,\text{npref}}} \quad [\text{MJ}]$$

avec :

$f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}}$ la fraction moyenne mensuelle de la fourniture totale de chaleur assurée par le générateur préférentiel, sans unité. La valeur de cette fraction dépend du nombre de générateur desservant le point de puisage i :

- s'il y a seulement un générateur de chaleur, on a : $f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}} = 1$,
- s'il y a deux générateurs de chaleur différents, on pose que $f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}}$ vaut 0.5,
- s'il y a plus de deux générateurs de, on n'en considère que deux et on pose que $f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}}$ vaut 0.5,

$f_{\text{as,water,bath } i,m}$ la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, sans unité, déterminée selon 12.1 dans le cas où le système contribue aussi au chauffage et selon 12.2 dans le cas où le système participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire. Si le flux d'eau chaude sanitaire considéré n'est pas préchauffé à l'aide d'un système d'énergie solaire thermique, la valeur de $f_{\text{as},m}$ est égale à 0 (et n'est pas déterminée selon 12.1 ou 12.2),

$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une baignoire, d'une douche ou d'un lavabo i , déterminés selon

$\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}}$ le rendement de production mensuel moyen du générateur de chaleur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une baignoire, une douche ou un lavabo i , sans unité, déterminé selon 11.3.3,

$\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{npref}}$ le rendement de production mensuel moyen du générateur de chaleur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une baignoire, une douche ou un lavabo i , sans unité, déterminé selon 11.3.3.

La consommation mensuelle d'énergie finale pour l'eau chaude sanitaire des points de puisage de type 'évier de cuisine' est déterminée par la même expression en changeant l'indice 'bath i ' par 'sink i '.

11.3.3 Rendement de production pour l'eau chaude sanitaire

11.3.3.1 Principe

En certification, le rendement de production d'une installation de production de chaleur destinée à l'eau chaude sanitaire est défini comme le rapport entre la fourniture de chaleur utile à l'eau, mesurée au point de départ de la conduite d'eau chaude sanitaire (selon le cas à partir de l'appareil producteur ou du réservoir de stockage), et l'énergie nécessaire pour produire cette chaleur, y compris les déperditions de stockage et

l'éventuelle énergie électrique des auxiliaires. La consommation d'une veilleuse est, le cas échéant, calculée dans § 13.1.2.

11.3.3.2 Rendement de production ECS (certification uniquement)

On prend les valeurs du Tableau 55. Ce tableau est valable tant pour les appareils producteurs qui réchauffent uniquement l'eau sanitaire, que pour les appareils qui assurent aussi bien le chauffage des locaux que l'approvisionnement en eau chaude sanitaire.

Les installations de production qui réchauffent l'eau instantanément, génèrent de la chaleur uniquement aux moments où l'on prélève de l'eau chaude sanitaire, sans qu'il y ait stockage de chaleur quelque part dans l'installation, sous une forme ou une autre. Dès que le puisage d'eau chaude cessé, la production de chaleur s'arrête aussi complètement dans ces installations et l'ensemble du système refroidit jusqu'à température ambiante.

Les installations de production avec stockage de chaleur tiennent une quantité de chaleur à disposition dans un réservoir de stockage, y compris aux moments où l'on ne prélève pas d'eau chaude. Le stockage de chaleur peut se faire aussi bien sous la forme de l'eau chaude sanitaire proprement dite, que sous la forme d'eau de chaudière; dans ce dernier cas, l'eau sanitaire est réchauffée par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur au moment précis des prélèvements et doit être traitée comme une production avec stockage. Les mêmes rendements de production restent d'application même si l'installation ne maintient pas de la chaleur à disposition en permanence, mais peut refroidir librement pendant certaines périodes (la nuit, p. ex).

Type de production Appareils à combustion couplés avec l'installation de chauffage central	Production avec stockage séparé de la chaudière (4)	Production avec stockage intégré à la chaudière (3)	Production instantanée avec échangeur externe (2)	Production instantanée avec échangeur interne (1)
Chaudière à température constante (<1990)	0.40	0.45	0.45	0.50 (5)
Chaudière à température constante (≥1990)	0.55	0.60	0.60	0.65 (5)
Chaudière à température variable	0.65	0.70	0.70 (5)	0.75
Type de production Appareils à combustion non couplés avec l'installation de chauffage central (6)	Production avec stockage séparé de la chaudière (4)	Production avec stockage intégré à la chaudière (3)	Production instantanée avec échangeur externe (2)	Production instantanée avec échangeur interne (1)
Chaudière à température constante (<1990)	0.35	0.40	0.40	0.45 (5)
Chaudière à température constante (≥1990)	0.55	0.60	0.60	0.65 (5)
Chaudière à température variable	0.65	0.70	0.70 (5)	0.75
Type de production Appareils à combustion destinés uniquement à la production d'eau chaude sanitaire (7)	Production avec stockage interne		Production instantanée	

Appareil à température constante (<1990)	0.60	-
Appareil à température constante (≥1990)	0.75	-
Appareil à température variable	-	0.80
Type de production Autres appareils	Production avec stockage	Production instantanée
Chauffage électrique par résistance (8)	0.80	0.95
Pompe à chaleur électrique (9)	1.40	1.45
Pompe à chaleur à gaz	0.56	0.58
Cogénération sur site (9)	$\epsilon_{\text{cogen,th}} - 0.05$	$\epsilon_{\text{cogen,th}}$
Fourniture de chaleur externe (9)	$\eta_{\text{externe,water,dh}} - 0.05$	$\eta_{\text{externe,water,dh}}$
Autres situations		
Absence de producteur d'eau chaude sanitaire	L'eau chaude sanitaire sera supposée être produite par un appareil électrique par résistance à production instantanée.	
Autres cas	Le rendement doit être déterminé sur base de règles spécifiées par les autorités compétentes.	
<p>NOTE : Dans le cadre de la présente procédure, les valeurs de calcul du rendement de production pour la préparation d'eau chaude sanitaire différent des valeurs de la procédure applicable aux bâtiments neufs et se rapprochent des valeurs retenues pour la PAE et la certification des logements existants en Région flamande.</p> <p>(1) Ces valeurs sont basées sur un calcul théorique du rendement annuel d'une chaudière pour trois périodes : l'hiver, l'entre saison et l'été. Elles intègrent une correction pour le pouvoir calorifique supérieur.</p> <p>(2) Ces valeurs sont basées sur le rendement de production déterminée sous (1), diminuées d'une valeur conventionnellement fixée à 0.05 pour tenir compte des pertes à l'échangeur (les pertes de distribution étant normalement très faibles, la conduite étant très courte et sans boucle de circulation).</p> <p>(3) Ces valeurs sont basées sur le rendement de production déterminée sous (1), diminués d'une valeur conventionnellement fixée à 0.05 pour tenir compte des pertes par stockage. Cette valeur de 0.05 correspond à la différence entre les catégories stockage et instantanée dans la procédure applicable aux bâtiments neufs.</p> <p>(4) Ces valeurs sont basées sur le rendement de production déterminée sous (3), diminués d'une valeur conventionnellement fixée à 0.05 pour tenir compte des pertes dans le circuit vers le réservoir de stockage.</p> <p>(5) Il est peu probable de rencontrer ce cas dans la pratique.</p> <p>(6) Il s'agit de chaudières conçues pour servir également au chauffage des locaux, mais qui ne sont pas utilisées comme telles dans le 'volume PER' considéré.</p> <p>(7) Il s'agit d'appareils conçus uniquement pour la production d'eau chaude sanitaire ; ils sont communément nommés "chauffe-eaux" ou "chauffe-bains".</p> <p>(8) Pour la production instantanée, les pertes dues au refroidissement de l'appareil entre chaque puisage sont conventionnellement fixées à 0.05. Pour le stockage, les pertes de stockage sont conventionnellement fixées sur base d'un ballon de 200 l avec 5 cm d'isolation, une différence de température de 50°C et une consommation annuelle de 4000 kWh d'eau chaude sanitaire.</p> <p>(9) Pour ces cas, la procédure est semblable à la procédure applicable aux bâtiments neufs.</p>		

Tableau 55 : Valeurs de calcul pour le rendement de production $\eta_{\text{gen,water}}$ pour la préparation d'eau chaude sanitaire

Les symboles du tableau ont été définis comme suit :

- $\epsilon_{\text{cogen,th}}$ le rendement de conversion thermique par rapport au pouvoir calorifique supérieur pour une cogénération sur site, sans unité, déterminé selon le § 15.4,
- $\eta_{\text{externe,water,dh}}$ le rendement à considérer pour une fourniture de chaleur externe pour la préparation d'eau chaude sanitaire, déterminé sur base des règles spécifiées par les autorités compétentes.

11.4 Consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire du 'volume PER' pour la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit :

$$\text{Eq. 132} \quad E_{p,\text{water},m} = \sum_i (f_p \times Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} + f_p \times Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref}}) + \sum_i (f_p \times Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} + f_p \times Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{npref}}) \quad [\text{MJ}]$$

avec, par exemple, pour une baignoire, une douche ou un lavabo i :

- f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du générateur considéré pour le point de puisage i, sans unité, spécifié par les autorités compétentes,
- $Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du générateur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée au point de puisage i, en MJ, déterminée selon 11.3.2,
- $Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du générateur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée au point de puisage i, en MJ, déterminée selon 11.3.2,

Il faut faire une sommation sur tous les points de puisage i de chaque type du 'volume PER'.

Les définitions des autres termes de ces expressions s'obtiennent par analogie en remplaçant l'indice 'bath i' d'une baignoire, d'une douche ou d'un lavabo i par l'indice 'sink i', désignant un évier de cuisine i.

11.5 Emission mensuelle de CO₂ due à la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine l'émission mensuelle de CO₂ due à la préparation d'eau chaude sanitaire CO_{2,water,m} comme suit :

$$\text{Eq. 133} \quad \text{CO}_{2,\text{water},m} = \sum_i (Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{l/h} + Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{l/h}) + \sum_i (Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{l/h} + Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{npref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{l/h}) \quad [\text{kg}]$$

avec, par exemple, pour une baignoire, une douche ou un lavabo i :

- f_{CO_2} le facteur d'émission de CO₂ de la source d'énergie du générateur considéré pour le point de puisage i, en kg/MJ, spécifié par les autorités compétentes,
- $f_{l/h}$ le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé par le générateur considéré pour le point de puisage i, sans unité, spécifié par les autorités compétentes. Pour l'électricité, cette valeur est vaut 1,
- $Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du générateur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée au point de puisage i, en MJ, déterminée selon 11.3.2,
- $Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du générateur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée au point de puisage i, en MJ, déterminée selon 11.3.2,

Les définitions des autres termes de ces expressions s'obtiennent par analogie en remplaçant l'indice 'bath i' d'une baignoire, d'une douche ou d'un lavabo i par l'indice 'sink i', désignant un évier de cuisine i.

12 Contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique

Dans le cadre de la présente procédure, la contribution énergétique d'un système solaire thermique doit être calculée selon la méthode simplifiée décrite ci-dessous.

12.1 Chauffage des locaux et eau chaude sanitaire

On détermine la contribution énergétique utile mensuelle (comme part de la demande totale de chaleur) d'un système d'énergie solaire thermique destiné au chauffage et à la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit :

$$\text{Eq. 134} \quad \begin{aligned} f_{\text{as,heat,sec } i,m} &= f_{\text{as,water,bath } i,m} = f_{\text{as,water,sink } i,m} \\ &= \min\left(1, \eta_{\text{as,sh+wh,m}} \cdot f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as,m}} / Q_{\text{demand,as,sh+wh,m}}\right) \end{aligned} \quad [-]$$

Avec :

$$\text{Eq. 135} \quad Q_{\text{as,m}} = \sum_j (A_{\text{as,j}} \cdot I_{\text{as,m,shad,j}}) \quad [\text{MJ}]$$

$$\text{Eq. 136} \quad Q_{\text{demand, as, sh+wh, m}} = Q_{\text{demand, as, water, m}} + \sum_i Q_{\text{heat, gross, sec } i,m} \quad [\text{MJ}]$$

$$\text{Eq. 137} \quad Q_{\text{demand, as, water, m}} = \sum_i Q_{\text{water, bath } i, \text{gross, m}} + \sum_i Q_{\text{water, sink } i, \text{gross, m}} \quad [\text{MJ}]$$

Et où :

- $\eta_{\text{as,sh+wh,m}}$ le rendement mensuel moyen du système d'énergie solaire thermique,
- $Q_{\text{as,m}}$ l'ensoleillement mensuel du système d'énergie solaire thermique, compte tenu de l'ombrage, en MJ,
- $Q_{\text{demand,as,sh+wh,m}}$ la demande de chaleur totale à laquelle le système d'énergie solaire contribue, en MJ,
- $A_{\text{as,j}}$ la superficie d'entrée des capteurs à orientation j du système d'énergie solaire thermique, en m²,
- $I_{\text{as,m,shad,j}}$ l'ensoleillement de la surface des capteurs à orientation j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage selon 12.3, en MJ/m², déterminé selon l'annexe C,
- $Q_{\text{demand,as,water,m}}$ la demande mensuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, à laquelle le système d'énergie solaire contribue, en MJ,
- $Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon 8.3.1, en MJ,
- $Q_{\text{water,bath } i, \text{gross, m}}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une baignoire, une douche ou un lavabo i, déterminés selon 11.2, en MJ,
- $Q_{\text{water,sink } i, \text{gross, m}}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminés selon 11.2, en MJ,
- $f_{\text{d,as}}$ un facteur de répartition de l'énergie thermique produite par le système d'énergie solaire thermique, déterminé comme indiqué ci-dessous.

Si le système d'énergie solaire thermique ne dessert qu'une seule unité d'habitation, le facteur de répartition de l'énergie thermique produite, $f_{\text{d,as}}$, est égal à 1, et les sommations sont effectuées sur tous les secteurs énergétiques i de cette unité d'habitation auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour le chauffage, et sur l'ensemble des douches, baignoires, lavabos et éviers de cuisine i de cette unité d'habitation auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

Si le système d'énergie solaire thermique dessert plusieurs unités d'habitation, le facteur de répartition de l'énergie thermique produite, $f_{\text{d,as}}$, est égal à l'inverse du nombre d'unités d'habitation desservies par le système d'énergie solaire thermique, et les sommations sont effectuées sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité d'habitation certifiée auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour le chauffage,

et sur l'ensemble des douches, baignoires, lavabos et éviers de cuisine i de cette unité d'habitation certifiée auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

Le rendement mensuel moyen constant du système d'énergie solaire thermique est calculé comme suit :

Eq. 138 Si $\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} > 0$:

$$\eta_{\text{as,sh+wh,m}} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \cdot \frac{Q_{\text{demand,as,water,a}}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as,a}}} + 0.015 \frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as,m}}} \right), 0.8 \right\} \quad [-]$$

Eq. 139 Si $\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} = 0$:

$$\eta_{\text{as,sh+wh,m}} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \cdot \frac{Q_{\text{demand,as,water,a}}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as,a}}} \right), 0.8 \right\} \quad [-]$$

Avec :

- $Q_{\text{demand,as,water,a}}$ la demande annuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire de l'installation, en MJ (égale à la somme des 12 besoins énergétiques mensuels bruts pour la préparation d'eau chaude sanitaire, $Q_{\text{demand,as,water,m}}$, en MJ, calculés selon l'Eq. 137),
- $Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , déterminés selon 8.3.1, en MJ,
- $Q_{\text{as,a}}$ l'ensoleillement annuel du système d'énergie solaire thermique, en MJ (égal à la somme des 12 valeurs d'ensoleillement mensuel $Q_{\text{as,m}}$, en MJ, calculées selon l'Eq. 135).

La sommation sur les secteurs énergétiques i s'effectue comme mentionné ci-dessus.

12.2 Eau chaude sanitaire

On détermine la contribution mensuelle utile (égale à la part de la demande totale de chaleur de l'installation) d'un système d'énergie solaire thermique qui participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire comme suit :

Eq. 140 $f_{\text{as,water,bath } i,m} = f_{\text{as,water,sink } i,m} = \min \left(1, \eta_{\text{as,water,m}} \cdot f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as,m}} / Q_{\text{demand,as,water,m}} \right) \quad [-]$

Avec :

- $\eta_{\text{as,water,m}}$ le rendement mensuel moyen du système d'énergie solaire thermique,
- $Q_{\text{as,m}}$ l'ensoleillement mensuel du système d'énergie solaire thermique, compte tenu de l'ombrage, en MJ, déterminé selon le § 12.1,
- $Q_{\text{demand,as,water,m}}$ la demande de chaleur mensuelle totale de l'installation, en MJ, déterminée selon le § 12.1,
- $f_{\text{d,as}}$ le facteur de répartition de l'énergie thermique produite par le système d'énergie solaire thermique, déterminé comme indiqué au §12.1.

Le rendement mensuel moyen du système d'énergie solaire thermique est calculé comme suit :

Eq. 141 $\eta_{\text{as,water,m}} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.20 \frac{Q_{\text{demand,as,water,a}}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as,a}}} \right), 0.8 \right\} \quad [-]$

Avec :

- $Q_{\text{demand,as,water,a}}$ la demande annuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire à laquelle le système d'énergie solaire contribue, en MJ (égale à la somme des 12 besoins énergétiques

mensuels bruts pour la préparation d'eau chaude sanitaire, $Q_{\text{demand,as,water,m}}$, en MJ, calculés selon l'Eq. 137),

$Q_{\text{as,a}}$ l'ensoleillement annuel du système d'énergie solaire thermique, en MJ (égal à la somme des 12 valeurs d'ensoleillement mensuel $Q_{\text{as,m}}$, en MJ, calculées selon l'Eq. 135).

12.3 Ensoleillement d'un capteur pour un mois considéré, compte tenu de l'ombrage

Le calcul de l'ensoleillement d'un capteur pour un mois considéré, compte tenu de l'ombrage, se fait selon l'Annexe G (dans laquelle il convient de remplacer le mot fenêtre par le mot capteur). Cette annexe spécifie une méthode de calcul simplifiée et une méthode de calcul.

En certification, la méthode simplifiée est toujours d'application pour le calcul de l'ensoleillement d'un système solaire thermique.

DOCUMENT OFFICIEUX

13 Fonctions auxiliaires

13.1 Consommation mensuelle d'énergie pour les fonctions auxiliaires

13.1.1 Consommation d'énergie électrique des auxiliaires pour le chauffage des locaux

Remarque préliminaire : la consommation éventuelle d'énergie des auxiliaires des appareils de chauffage locaux a déjà été prise en compte dans leur rendement de production et n'est donc plus considérée à nouveau dans les calculs.

On détermine la consommation d'électricité mensuelle pour les fonctions auxiliaires $W_{aux,heat,m}$ comme suit :

$$\text{Eq. 142} \quad W_{aux,heat,m} = \sum_j \left(\frac{\sum_i Q_{heat,gross,seci,m}}{\sum_i Q_{heat,gross,seci,a}} \right) \cdot W_{aux,heat,j} \quad [\text{kWh}]$$

$$\text{Eq. 143} \quad Q_{heat,gross,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,seci,m} \quad [\text{MJ}]$$

avec :

$Q_{heat,gross,seci,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ, calculés selon le § 8.3,

$W_{aux,heat,j}$ la consommation d'électricité de la fonction auxiliaire j faisant partie de l'installation, en kWh, déterminée comme indiqué ci-dessous selon le type de fonction auxiliaire.

Il faut faire une sommation sur toutes les fonctions auxiliaires j de toutes les installations de chauffage central desservant le 'volume PER'. Pour chaque fonction auxiliaire j mentionnée dans les sections suivantes, une sommation sur tous les secteurs énergétiques i desservis par l'installation de chauffage central à laquelle appartient l'auxiliaires j est réalisée afin de répartir mensuellement la consommation annuelle forfaitaire attribuée à cet auxiliaire.

13.1.1.1 Ventilateur(s) intégré(s) et électronique associés au générateur

Pour chaque générateur qui dessert le secteur i, on relèvera la présence d'électronique et/ou d'un ventilateur intégré. Si au moins un des générateurs est équipé d'un ventilateur intégré, on comptera la consommation forfaitaire mentionnée au Tableau 57, quel que soit le nombre exact générateur équipé d'un tel ventilateur. De même, si au moins un des générateurs est équipé d'électronique, on comptera la consommation forfaitaire mentionnée au Tableau 57, quel que soit le nombre exact de générateur équipé(e) d'électronique.

Fonction auxiliaire	Consommation d'énergie auxiliaire $W_{aux,heat,j}$ (kWh)
Ventilateur(s) intégré(s) au générateur	$0.30 \sum V_{sec i}$
Electronique associée au générateur	$0.20 \sum V_{sec i}$

Il faut effectuer une sommation sur le volume de tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' considéré desservis par le générateur. $V_{sec i}$: volume du secteur énergétique i.

Tableau 57 : Valeurs de calcul $W_{aux,heat,j}$ pour la consommation d'électricité des ventilateurs et de l'électronique intégrés au générateur d'une installation de chauffage central

13.1.1.2 Circulateurs (certification uniquement)

Ensuite, en certification, on vérifiera le type de circulateur les fonctions du ou des circulateur(s) de chauffage présents et on comptera la ou les consommation(s) forfaitaire(s) mentionnée(s) au Tableau 58 pour chaque fonction, quel que soit le nombre exact de circulateur(s) de chauffage assurant cette fonction. Enfin, on comptera la consommation forfaitaire mentionnée au Tableau 58 par fonction supplémentaire rencontrée parmi les fonctions suivantes :

- circulation vers un ou des réservoir(s) de stockage pour le chauffage,
- circulateur(s) supplémentaire(s) entre la chaudière et les collecteurs/conduites de distribution,
- circulation vers un échangeur de chaleur dans un caisson de traitement d'air.

Appareil/composant	Variantes	Consommation d'énergie auxiliaire $W_{aux,heat,j}$ (kWh)
Circulateur par unité d'habitation	Régulation du circulateur inconnue	$0.70 \sum V_{sec\ i}$
	Sans régulation du circulateur	$0.70 \sum V_{sec\ i}$
	Avec régulation du circulateur	$0.35 \sum V_{sec\ i}$
Circulateur pour plusieurs unités d'habitation ou pour un bâtiment d'hébergement collectif	Le circulateur sert uniquement au chauffage des locaux (approvisionnement séparé en eau chaude sanitaire) et fonctionne uniquement pendant la saison de chauffe.	$0.35 \sum V_{sec\ i}$
	Autres cas	$0.70 \sum V_{sec\ i}$
Autres circulateurs	Circulateur(s) supplémentaire(s) en cas d'utilisation de réservoir(s) de stockage pour le chauffage	$0.10 \sum V_{sec\ i}$
	Circulateur(s) supplémentaire(s) entre la chaudière et les collecteurs/conduites de distribution	$0.10 \sum V_{sec\ i}$
	Circulateur(s) supplémentaire(s) pour un échangeur de chaleur dans un caisson de traitement d'air	$0.10 \sum V_{sec\ i}$
<p>Il faut effectuer une sommation sur le volume de tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' considéré desservi par l'appareil. Dans le cas d'un caisson de traitement d'air, il s'agit de tous les secteurs énergétiques dans lesquels de l'air réchauffé est amené.</p> <p>$V_{sec\ i}$: volume du secteur énergétique i</p>		

Tableau 58 : Valeurs de calcul pour la consommation d'électricité des fonctions auxiliaires des installations de chauffage des locaux $W_{aux,heat,j}$ (certification uniquement)

13.1.1.3 Circulateurs (PAE uniquement)

13.1.1.4 Valeurs par défaut pour la présence ou l'absence des fonctions auxiliaires (certification uniquement)

⁵ La consommation supplémentaire éventuelle qui résulterait du fonctionnement toute l'année du circulateur primaire à cause d'un couplage ECS n'est plus prise en compte à ce niveau.

La présence ou l'absence des fonctions auxiliaires mentionnées aux § 13.1.1.1 et 13.1.1.2 peut être constatée dans le bâtiment. Toutefois, s'il n'est pas possible d'identifier l'absence ou la présence d'une fonction auxiliaire, les valeurs par défaut mentionnées ci-dessous peuvent être utilisées.

Installation	Régulation du circulateur	Ventilateur intégré	Electronique
Chaudière mazout, < 1990	pas présent	présent	présent
Chaudière mazout, ≥ 1990	présent	présent	présent
Chaudière gaz atmosphérique, sans ventilateur	pas présent	pas présent	présent
Chaudière à condensation	présent	présent	présent
Autre chaudière	présent	présent	présent

Tableau 60 : Valeurs par défaut pour la présence ou l'absence des fonctions auxiliaires d'un système de chauffage individuel (certification uniquement)

Appareil/composant	Variantes	Situation par défaut
Circulateur pour plusieurs unités d'habitation	Le circulateur sert aussi pour l'approvisionnement en eau chaude sanitaire par l'intermédiaire d'un circuit de fourniture : en fonctionnement toute l'année	Présent
Autres circulateurs	Circulateur(s) supplémentaire(s) entre la chaudière et les collecteurs/conduites de distribution	Présent
Chaudière/générateur	Ventilateur intégré	Présent
Chaudière/générateur	Electronique	Présent

Tableau 61 : Valeurs par défaut pour la présence ou l'absence des fonctions auxiliaires d'un système de chauffage collectif (certification uniquement)

13.1.2 Consommation d'énergie des veilleuses

Par convention, la consommation annuelle d'énergie auxiliaire des veilleuses est répartie uniformément sur les 12 mois de l'année. La consommation mensuelle d'une veilleuse j est ainsi obtenue par :

$$\text{Eq. 146} \quad Q_{\text{pilot},m} = t_m \cdot \sum_j f_{\text{dt,pilot},j} \cdot P_{\text{pilot},j} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

- t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3,
- $f_{\text{dt,pilot},j}$ un facteur correctif pour tenir compte de la période de fonctionnement réelle de la veilleuse j , sans unité, déterminé comme mentionné ci-dessous,
- $P_{\text{pilot},j}$ la valeur de calcul pour la puissance d'une veilleuse j , conventionnellement fixée à 80 W.

Pour une installation d'eau chaude sanitaire, $f_{\text{dt,pilot},j}$ est toujours égal à 1.

En certification, pour une installation de chauffage, $f_{\text{dt,pilot},j}$ est toujours égal à 1.

Il faut faire une sommation sur tous les appareils producteurs de chaleur j équipés d'une veilleuse, qu'ils servent au chauffage des locaux et/ou à la préparation d'eau chaude sanitaire à la seule exception des appareils de chauffage locaux. Pour ces derniers, la consommation de la veilleuse a déjà été prise en compte dans le rendement de production.

En certification, si un appareil avec veilleuse dessert plusieurs 'volumes PER', la consommation de cette veilleuse est répartie sur les différents 'volumes PER' desservis proportionnellement à leur nombre.

13.2 Consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs

13.2.1 Principe

La consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs présents dans les systèmes de ventilation mécanique et/ou dans les systèmes de chauffage par air est calculée sur la base d'une valeur de calcul pour la puissance électrique des ventilateurs, suivant :

- 13.2.2 pour le(s) ventilateur(s) qui ser(ven)t pour la ventilation hygiénique (en combinaison ou non avec le chauffage par air),
- 13.2.3 pour le(s) ventilateur(s) qui ser(ven)t au chauffage par air (en combinaison ou non avec la ventilation hygiénique).

La consommation totale mensuelle d'électricité est la somme des deux :

$$\text{Eq. 147} \quad W_{\text{aux,fans,m}} = W_{\text{aux,fans,vent,m}} + W_{\text{aux,fans,heat,m}} \quad [\text{kWh}]$$

13.2.2 Ventilateurs qui servent pour une ventilation hygiénique (en combinaison ou non avec le chauffage par air)

On détermine la consommation mensuelle d'électricité du ou des ventilateur(s) comme suit :

$$\text{Eq. 148} \quad W_{\text{aux,fans,vent,m}} = t_m \cdot \Phi_{\text{fans,vent}} / 3.6 \quad [\text{kWh}]$$

Avec :

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3,

$\Phi_{\text{fans,vent}}$ la valeur de calcul de la puissance électrique des ventilateurs, en W.

On prend, comme valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui desservent un 'volume PER' ventilé mécaniquement, les valeurs du Tableau 62.

Situation	Type de ventilateur	Puissance $\Phi_{\text{fans,vent}}$ [W]
room∈ meca supply = 0 ; room∈ meca exh = 0	(-)	0
room∈ meca supply ≥ 1 ; room∈ meca exh = 0 ou	Type de ventilateur inconnu	0.125 $f_{\phi,\text{fans,vent}} V_{\text{PER}}$
	Ventilateur à courant alternatif	0.125 $f_{\phi,\text{fans,vent}} V_{\text{PER}}$

room ∈ meca supply = 0 ; room ∈ meca exh ≥ 1	Ventilateur à courant continu	0.085 f _{φ,fans,vent} V _{PER}
room ∈ meca supply ≥ 1 ; room ∈ meca exh ≥ 1	Type de ventilateur inconnu	0.235 f _{φ,fans,vent} V _{PER}
	Ventilateur à courant alternatif	0.235 f _{φ,fans,vent} V _{PER}
	Ventilateur à courant continu	0.150 f _{φ,fans,vent} V _{PER}

Tableau 62 : Valeurs de calcul pour la puissance électrique des ventilateurs pour la ventilation hygiénique $\Phi_{\text{fans,vent}}$

Avec :

room ∈ meca supply l'ensemble des espaces de l'unité d'habitation considérée où une alimentation mécanique est présente ;

room ∈ meca exh l'ensemble des espaces de l'unité d'habitation considérée où une évacuation mécanique est présente ;

f_{φ,fans,vent} la fraction conventionnelle de la puissance électrique des ventilateurs pour la ventilation hygiénique f_{φ,fans,vent}, sans unité, déterminée comme mentionné ci-dessous.

En certification, on détermine tout d'abord le débit d'alimentation total conventionnel Q_{conv,supply,tot} et le débit d'évacuation total conventionnel Q_{conv,exh,tot}, en m³/h, comme suit :

Eq. 149

$$Q_{\text{conv,supply,tot}} = \sum_{\text{room} \in \text{supply}} Q_{\text{conv,supply type}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$Q_{\text{conv,exh,tot}} = \sum_{\text{room} \in \text{exh}} Q_{\text{conv,exh type}}$$

Avec :

room ∈ supply l'ensemble des espaces de l'unité d'habitation considérée où une alimentation doit être prévue ;

room ∈ exh l'ensemble des espaces de l'unité d'habitation considérée où une évacuation doit être prévue ;

Q_{conv,supply type} le débit d'alimentation conventionnel pris en compte pour chaque type d'espace où une alimentation doit être prévue (séjour, salle de jeu, bureau, chambre), en m³/h, déterminé selon le tableau ci-dessous ;

Q_{conv,exh type} le débit d'évacuation conventionnel pris en compte pour chaque type d'espace où une évacuation doit être prévue (salle de bain, buanderie, cuisine, cuisine ouverte, toilette), en m³/h, déterminé selon le tableau ci-dessous.

Il faut faire une sommation pour tous les espaces de l'unité d'habitation considérée où, respectivement, une alimentation ou une évacuation doit être prévue. Il s'agit d'un débit conventionnel car, la surface de ces locaux étant inconnue, le débit précis à réaliser dans chaque local est inconnu.

On détermine ensuite le débit d'alimentation mécanique conventionnel Q_{conv,supply,meca} et le débit d'évacuation mécanique conventionnel Q_{conv,exh,meca}, en m³/h, comme suit :

Eq. 150

$$Q_{\text{conv,supply,meca}} = \sum_{\text{room} \in \text{meca supply}} Q_{\text{conv,supply type}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$Q_{\text{conv,exh,meca}} = \sum_{\text{room} \in \text{meca exh}} Q_{\text{conv,exh type}}$$

Avec :

room ∈ meca supply l'ensemble des espaces de l'unité d'habitation considérée où une alimentation mécanique est présente ;

room ∈ meca exh l'ensemble des espaces de l'unité d'habitation considérée où une évacuation mécanique est présente.

Il faut faire une sommation pour tous les espaces de l'unité d'habitation considérée où, respectivement, une alimentation ou une évacuation mécanique est présente. Il s'agit d'un débit conventionnel car, la surface de ces locaux étant inconnue, le débit précis à réaliser dans chaque local est inconnu.

Type d'espace où une alimentation doit être prévue	$Q_{conv, supply\ type}$ [m ³ /h]	Type d'espace où une évacuation doit être prévue	$Q_{conv, exh\ type}$ [m ³ /h]
Séjour	100	Salle de bain	50
Salle de jeu	55	Buanderie	50
Bureau	55	Cuisine	50
Chambre	55	Cuisine ouverte	75
		Toilette	25

Tableau 63 : Débits d'alimentation et d'évacuation conventionnels.

On détermine ensuite la fraction conventionnelle de la puissance électrique des ventilateurs pour la ventilation hygiénique $f_{\Phi, fans, vent}$, sans unité, comme suit :

Eq. 153 Si $room \in meca\ supply \geq 1$ et $room \in meca\ exh = 0$:

$$f_{\Phi, fans, vent} = \frac{Q_{conv, supply, meca}}{Q_{conv, supply, tot}} \quad [-]$$

Si $room \in meca\ supply = 0$ et $room \in meca\ exh \geq 1$:

$$f_{\Phi, fans, vent} = \frac{Q_{conv, exh, meca}}{Q_{conv, exh, tot}} \quad [-]$$

Si $room \in meca\ supply \geq 1$ et $room \in meca\ exh \geq 1$:

$$f_{\Phi, fans, vent} = \frac{(Q_{conv, supply, meca} + Q_{conv, exh, meca})}{(Q_{conv, supply, tot} + Q_{conv, exh, tot})} \quad [-]$$

13.2.3 Ventilateurs qui servent au chauffage par air (en combinaison ou non avec une ventilation hygiénique)

On détermine la consommation mensuelle d'électricité du ou des ventilateur(s) comme suit :

Eq. 154
$$W_{aux, fans, heat, m} = t_m \cdot f_{heat, m} \sum_i \left(\Phi_{fans, heat, i} - \Phi_{fans, vent} \cdot \frac{V_{sec i}}{V_{PER}} \right) / 3.6 \quad [kWh]$$

Avec :

- t_m la longueur du mois considéré, en Ms, donnée au Tableau 3,
- $f_{heat, m}$ la fraction mensuelle du temps où le(s) ventilateur(s) doi(ven)t être en service pour le chauffage des locaux, sans unité, telle que déterminée ci-dessous,
- $\Phi_{fans, heat, i}$ la valeur de calcul de la puissance électrique du ou des ventilateur(s) en mode chauffage desservant le secteur énergétique i, en W, telle que déterminée ci-dessous,
- $\Phi_{fans, vent}$ la valeur de calcul de la puissance électrique du ou des ventilateur(s) en mode ventilation desservant le volume PER, en W, déterminée selon 13.2.2.

Il faut faire une sommation sur tous secteurs énergétiques i desservis par chauffage par air (par un ou plusieurs ventilateurs).

Dans le cadre de la présente procédure, la fraction mensuelle du temps où le(s) ventilateur(s) tourne(nt) en mode chauffage est conventionnellement fixée par :

Eq. 155 $f_{\text{heat,m}} = 0.33$ [-]

On prend, comme valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui servent au chauffage de l'air d'un secteur énergétique i, les valeurs du Tableau 64.

Installation	Type de régulation du ventilateur	Puissance $\Phi_{\text{fans,heat,i}}$ [W]
Chauffage à air pulsé	Régulation inconnue	$0.780 V_{\text{sec i}}$
	Pas de régulation automatique	$0.780 V_{\text{sec i}}$
	Régulation automatique	$0.525 V_{\text{sec i}}$

Tableau 64 : Valeurs de calcul pour la puissance électrique des ventilateurs qui assurent le chauffage des locaux $\Phi_{\text{fans,heat,i}}$ avec $V_{\text{sec i}}$: volume du secteur énergétique i chauffé par air

13.3 Consommation d'énergie primaire des auxiliaires

On calcule la consommation d'énergie primaire auxiliaire comme suit :

Eq. 156 $E_{\text{p,aux,m}} = f_p \times 3.6 \times (W_{\text{aux,fans,m}} + W_{\text{aux,heat,m}}) + f_p \times Q_{\text{pilot,m}}$ [MJ]

Avec :

- f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie considérée, sans unité, spécifié par les autorités compétentes,
- $W_{\text{aux,fans,m}}$ la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs, en kWh, déterminée selon 13.2.1,
- $W_{\text{aux,heat,m}}$ la consommation mensuelle d'électricité pour les fonctions auxiliaires destinées au chauffage, en kWh, déterminée selon 13.1.1,
- $Q_{\text{pilot,m}}$ la consommation mensuelle d'énergie des veilleuses des appareils producteurs qui contribuent au chauffage du 'volume PER' et/ou à la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon 13.1.2.

13.4 Emission mensuelle de CO₂ due aux auxiliaires

On détermine l'émission mensuelle de CO₂ due aux auxiliaires $CO_{2,\text{aux,m}}$ comme suit :

Eq. 157 $CO_{2,\text{aux,m}} = 3.6 \times f_{\text{CO}_2} \times (W_{\text{aux,fans,m}} + W_{\text{aux,heat,m}}) + f_{\text{CO}_2} \times f_{\text{l/h}} \times Q_{\text{pilot,m}}$ [kg]

Avec :

- $W_{\text{aux,fans,m}}$ la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs, en kWh, déterminée selon 13.2.1,
- $W_{\text{aux,heat,m}}$ la consommation mensuelle d'électricité pour les fonctions auxiliaires destinées au chauffage, en kWh, déterminée selon 13.1.1,
- $Q_{\text{pilot,m}}$ la consommation mensuelle d'énergie des veilleuses des appareils producteurs qui contribuent au chauffage du 'volume PER' et/ou à la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon 13.1.2.
- f_{CO_2} le facteur d'émission de CO₂ de la source d'énergie considérée, en kg/MJ, spécifié par les autorités compétentes,

f_{lh}

le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, sans unité, spécifié par les autorités compétentes ; pour l'électricité, cette valeur est vaut 1.

DOCUMENT OFFICIEUX

14 Systèmes d'énergie solaire photovoltaïque

14.1 Principe

La production mensuelle d'électricité d'un système d'énergie solaire photovoltaïque (PV) sur site est déterminée en multipliant l'ensoleillement mensuel incident par le rendement de conversion. A part la détermination de la production, la méthode de calcul est comparable à celle utilisée pour les systèmes d'énergie solaire thermique mais l'incidence de l'ombrage est plus importante. Dès que différentes parties du système PV ont des orientations, des angles d'inclinaison ou un ombrage différent, il faut les calculer comme des systèmes différents.

Seuls les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque installés sur la parcelle du bâtiment comprenant l'unité PER considérée sont pris en compte. Ce qui revient à dire que les panneaux sont placés sur le toit ou sur la façade du bâtiment principal ou d'un bâtiment secondaire ou directement installés au sol (ex : panneaux suiveurs).

14.2 Production mensuelle d'électricité

La production mensuelle d'électricité d'un système d'énergie solaire photovoltaïque i , en kWh, est calculée selon l'Eq. 158, sauf si une valeur plus favorable peut être déterminée sur base de règles spécifiées par les autorités compétentes. [En date du 01/01/2014, ces règles n'existent pas, de telle sorte que l'Eq. 158 doit être appliquée.]

$$\text{Eq. 158} \quad W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \times RF_{pv,i} \times I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad [\text{kWh}]$$

Avec :

$P_{pv,i}$ la puissance de crête du système photovoltaïque i pour un flux d'ensoleillement de 1000 W/m², en W, déterminée selon NBN EN 60904-1,

$RF_{pv,i}$ le facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque, sans unité, conventionnellement fixé à 0.75,

$I_{s,m,i,shad}$ l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m², déterminé comme mentionné ci-dessous.

Le calcul de l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour un mois considéré, compte tenu de l'ombrage des obstacles fixes, se fait selon l'Annexe G (dans laquelle il convient de remplacer le mot "fenêtre" par le mot "système d'énergie solaire photovoltaïque"). Cette annexe spécifie une méthode de calcul simplifiée et une méthode de calcul.

En certification, la méthode simplifiée est toujours d'application pour le calcul de l'ensoleillement d'un système solaire photovoltaïque.

14.3 Economie d'énergie primaire des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site

On détermine l'économie mensuelle équivalente d'énergie primaire des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site comme suit. Il faut faire une sommation sur tous les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque i desservant le volume PER concerné.

$$\text{Eq. 159} \quad E_{p,pv,m} = \sum_i (f_p \cdot 3.6 \cdot f_{pv,i} \cdot W_{pv,m,i}) \quad [\text{MJ}]$$

Avec ;

f_p le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité, sans unité, spécifié par les autorités compétentes

$W_{pv,m,i}$ la production mensuelle d'électricité du système d'énergie solaire photovoltaïque sur site i , en kWh, déterminée selon le § 14.2.

$f_{pv,i}$ un facteur de répartition de la production d'électricité du système d'énergie solaire photovoltaïque i déterminé comme indiqué ci-dessous.

Si le système d'énergie solaire photovoltaïque ne dessert qu'une seule unité d'habitation, le facteur de répartition de la production d'électricité, $f_{pv,i}$, est égal à 1.

En certification, si le système d'énergie solaire photovoltaïque dessert plusieurs unités d'habitation, le facteur de répartition de l'énergie thermique produite, $f_{d,as}$, est, par défaut, égal à l'inverse du nombre d'unités d'habitation desservies par le système d'énergie solaire photovoltaïque, mais peut être modifié par le certificateur selon des règles spécifiées dans le protocole de collecte des données.

14.4 Emission mensuelle de CO₂ évitée grâce aux systèmes d'énergie solaire photovoltaïque

On détermine l'émission mensuelle de CO₂ évitée grâce à aux systèmes d'énergie solaire photovoltaïque CO_{2,pv,m} comme suit. Il faut faire une sommation sur tous les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque i desservant le volume PER concerné.

$$\text{Eq. 160} \quad \text{CO}_{2,pv,m} = \sum_i f_{\text{CO}_2} \cdot 3.6 \cdot f_{pv,i} \cdot W_{pv,m,i} \quad [\text{kg}]$$

Avec :

f_{CO_2} le facteur d'émission de CO₂ pour l'électricité, en kg/MJ, spécifié par les autorités compétentes,

$W_{pv,m,i}$ la production mensuelle d'électricité du système d'énergie solaire photovoltaïque sur site i , en kWh, déterminée selon le § 14.2,

$f_{pv,i}$ un facteur de répartition de la production d'électricité du système d'énergie solaire photovoltaïque i déterminé comme indiqué au § 14.3.

15 Cogénération sur site

15.1 Principe

Comme une partie de la production d'énergie d'une installation de cogénération est convertie en électricité, la consommation finale d'énergie locale est généralement plus élevée pour un besoin de chaleur brut donné qu'avec les producteurs de chaleur habituels : voir chapitre 8.4. La quantité d'électricité produite par l'installation de cogénération ne doit toutefois plus être produite dans des centrales électriques classiques (production distincte), on évite ainsi une consommation de combustible. La consommation d'énergie épargnée dans les centrales électriques est donc calculée comme un bonus dans la performance énergétique du bâtiment, si bien que l'on évalue correctement la consommation d'énergie primaire globale du pays. Au § 15.2, on détermine la production d'électricité par cogénération. Cette électricité est convertie en quantité d'énergie primaire épargnée au §15.6.

15.2 Production mensuelle d'électricité

Dans le cas d'une installation de cogénération non liée au bâtiment, la quantité d'électricité produite mensuellement est égale à 0 par convention. Dans ce cas, l'économie d'énergie primaire est déjà calculée dans le facteur énergétique primaire pour la fourniture de chaleur externe. On a alors :

$$\text{Eq. 161} \quad W_{cogen,i,m} = 0 \quad [\text{kWh}]$$

Dans le cas d'une installation de cogénération *i* liée au bâtiment, la quantité mensuelle d'électricité produite par cette installation est donnée par :

$$\text{Eq. 162} \quad W_{cogen,i,m} = \frac{\epsilon_{cogen,elec}}{3.6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad [\text{kWh}]$$

avec :

$W_{cogen,i,m}$ la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération *i*, en kWh,

$\epsilon_{cogen,elec}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, sans unité, déterminé selon le § 15.4,

$Q_{cogen,final,i,m}$ la consommation mensuelle d'énergie finale de l'installation de cogénération *i*, en MJ, déterminée selon le § 15.3.

15.3 Consommation mensuelle d'énergie finale

La consommation mensuelle d'énergie finale d'une installation de cogénération *i* pour le chauffage des locaux est donnée par :

$$\begin{aligned} \text{Eq. 163} \quad Q_{cogen,final,i,m} = & \sum_i f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,heat,sec i,m}) \times Q_{heat,gross,sec i,m} / \eta_{gen,heat,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,bath i,m,pref} \times (1 - f_{as,water,bath i,m}) \times Q_{water,bath i,gross,m} / \eta_{gen,water,bath i,m,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,sink i,m,pref} \times (1 - f_{as,water,sink i,m}) \times Q_{water,sink i,gross,m} / \eta_{gen,water,sink i,m,cogen} \quad [\text{MJ}] \end{aligned}$$

avec :

$Q_{cogen,final,i,m}$ la consommation mensuelle d'énergie finale de l'installation de cogénération *i*, en MJ,

$f_{heat,m,sec i,pref}$ la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur d'un secteur énergétique *i*, sans unité, déterminée selon 8.4.2,

$f_{as,heat,sec i,m}$ la part des besoins de chaleur totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique *i*, couverte par le système d'énergie solaire thermique, sans unité, déterminée selon le § 12.112.1, s'il n'y a pas de système d'énergie solaire thermique qui contribue au

	chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , la valeur de $f_{as,heat,sec\ i,m}$ est égale à 0,
$Q_{heat,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 8.3.1,
$\eta_{gen,heat,cogen}$	le rendement de production mensuel de l'installation de cogénération pour le chauffage des locaux, sans unité, déterminé selon le § 8.4.3.7,
$f_{water,bath\ i,m,pref}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire, une douche, ou un lavabo (uniquement PAE), i , sans unité, déterminée selon 11.3.2,
$f_{as,water,bath\ i,m}$	la part du besoin de chaleur total couvert par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon 12.1 dans le cas où le système contribue aussi au chauffage des locaux et selon 12.2 dans le cas où le système participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire (-). Si le flux d'eau chaude sanitaire considéré n'est pas préchauffé à l'aide d'un système d'énergie solaire thermique, la valeur de $f_{as,m}$ est égale à 0 (et n'est pas déterminée selon 12.1 ou 12.2),
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou une baignoire d'une baignoire, une douche, ou un lavabo (uniquement PAE) , i , déterminés selon 11.1, en MJ,
$\eta_{gen,water,bath\ i,m,cogen}$	le rendement de production mensuel de l'installation de cogénération pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, pour la baignoire, la douche, ou le lavabo (uniquement PAE), i , sans unité, déterminé selon le § 11.3.3.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' chauffés au moyen de l'installation de cogénération i et sur l'ensemble des points de puisage i du 'volume PER' auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

Les définitions des autres termes de cette expression s'obtiennent par analogie en remplaçant l'indice 'bath i ' d'une baignoire, d'une douche, ou d'un lavabo (uniquement PAE), i , par l'indice 'sink i ', désignant un évier de cuisine i .

15.4 Rendements de conversion thermique et électrique

Le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération est le rapport entre l'énergie électrique produite et la teneur énergétique (sur base du pouvoir calorifique supérieur) du combustible consommé. Le rendement de conversion thermique est le rapport entre la chaleur produite et la teneur énergétique (sur base du pouvoir calorifique supérieur) du combustible consommé.

Pour les moteurs à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout et à l'huile végétale, les rendements de conversion sont déterminés selon le § 15.4.1. Les rendements de conversion pour les autres technologies sont déterminés selon le § 15.4.2.

15.4.1 Détermination du rendement de conversion électrique et thermique d'un moteur à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout ou à l'huile végétale

La méthode de détermination des rendements de conversion dépend de la puissance électrique de l'installation de cogénération.

Si la puissance électrique de l'installation de cogénération n'est pas connue, elle peut être déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 164} \quad P_{\text{cogen,elec}} = a \times (P_{\text{cogen,th}})^b \quad [\text{kW}]$$

avec:

$P_{\text{cogen,elec}}$ le rendement électrique de l'installation de cogénération, en kW,
 a, b des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer la puissance électrique en fonction de la puissance thermique, sans unité, donnés au Tableau 65,
 $P_{\text{cogen,th}}$ la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est fixée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz.

Combustible	a	b
gaz naturel	0.3323	1.123
gaz provenant de la biomasse	0.3305	1.147
mazout	0.3947	1.131
huile végétale	0.3306	1.152

Tableau 65 : Paramètres pour déterminer la puissance électrique en fonction de la puissance thermique (moteur à combustion interne)

15.4.1.1 Cas 1 : $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont donnés au Tableau 66 :

Combustible	$\epsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\epsilon_{\text{cogen,th}}$
gaz naturel	0.251	0.573
gaz provenant de la biomasse	0.248	0.542
mazout	0.279	0.536
huile végétale	0.268	0.573

Tableau 66 : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$)

15.4.1.2 Cas 2 : $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont déterminés comme suit:

$$\text{Eq. 165} \quad \epsilon_{\text{cogenelec}} = a_{\text{elec}} \times (P_{\text{cogenelec}})^{b_{\text{elec}}} \quad [-]$$

$$\text{Eq. 166} \quad \epsilon_{\text{cogenth}} = a_{\text{th}} \times (P_{\text{cogenelec}})^{b_{\text{th}}} \quad [-]$$

avec :

$\epsilon_{\text{cogen,elec}}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, sans unité,
 $a_{\text{elec}}, b_{\text{elec}}$ des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer le rendement de conversion électrique, sans unité, donnés au Tableau 67,
 $P_{\text{cogen,elec}}$ la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW. Si cette puissance n'est pas connue, elle est déterminée comme décrit ci-dessus,
 $\epsilon_{\text{cogen,th}}$ le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, sans unité,

a_{th}, b_{th}

des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer le rendement de conversion thermique, sans unité, donnés au Tableau 67.

Combustible	a_{elec}	b_{elec}	a_{th}	b_{th}
gaz naturel	0.228	0.061	0.623	-0.053
gaz provenant de la biomasse	0.222	0.069	0.601	-0.065
mazout	0.253	0.063	0.587	-0.057
huile végétale	0.240	0.070	0.637	-0.066

Tableau 67 : Paramètres pour déterminer le rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $5 \text{ kW} \leq P_{cogen,elec} \leq 5000 \text{ kW}$)

15.4.1.3 Cas 3 : $P_{cogen,elec} > 5000 \text{ kW}$

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont donnés au Tableau 68.

Combustible	$\epsilon_{cogen,elec}$	$\epsilon_{cogen,th}$
gaz naturel	0.384	0.396
gaz provenant de la biomasse	0.400	0.345
mazout	0.433	0.361
huile végétale	0.436	0.363

Tableau 68 : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $P_{cogen,elec} > 5000 \text{ kW}$)

15.4.2 Détermination des rendements de conversion électrique et thermique de technologies autres que les moteurs à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout et à l'huile végétale

Les rendements de conversion électrique et thermique des installations de cogénération qui ne relèvent pas du § 15.4.1 (comme les moteurs stirling, les turbines à gaz, les systèmes ORC, les cellules à combustible, etc.) sont déterminés comme suit :

$$\text{Eq. 167} \quad \epsilon_{cogen,elec} = 0.77 \times \frac{P_{cogen,elec}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}} \quad [-]$$

$$\text{Eq. 168} \quad \epsilon_{cogen,th} = 0.77 \times \frac{P_{cogen,th}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}} \quad [-]$$

avec :

- $\epsilon_{cogen,elec}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, sans unité,
- $P_{cogen,th}$ la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz,
- $P_{cogen,elec}$ la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW,
- $\epsilon_{cogen,th}$ le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, sans unité.

15.5 Fraction mensuelle des besoins de chaleur couverts par une installation de cogénération sur site

15.5.1 Principe

La fraction mensuelle moyenne $f_{\text{heat,m,pref}}$ de la quantité totale de chaleur fournie par une installation de cogénération i est donnée au Tableau 69 ci-dessous.

	Fraction mensuelle $f_{\text{heat,m,pref}}$
Cas: $V_{\text{stor,cogen}} < V_{\text{stor,30 min}}$ - $0 \leq x_m < 0.3$ - $0.3 \leq x_m < 0.9$ - $0.9 \leq x_m < 1.3$ - $1.3 \leq x_m < 8.9$ - $8.9 \leq x_m$	0 $\frac{2}{3} \cdot x_m - 0.2$ $0.43 \cdot x_m + 0.013$ $\frac{1.05 \cdot x_m - 0.245}{(x_m + 0.1)^2}$ $\frac{1}{x_m}$
Cas: $V_{\text{stor,cogen}} \geq V_{\text{stor,30 min}}$ - $0 \leq x_m < 0.05$ - $0.05 \leq x_m < 0.35$ - $0.35 \leq x_m < 0.9$ - $0.9 \leq x_m < 8.9$ - $8.9 \leq x_m$	0 $1.66 \cdot x_m - 0.083$ $0.36 \cdot x_m + 0.376$ $\frac{1.05 \cdot x_m - 0.245}{(x_m + 0.1)^2}$ $\frac{1}{x_m}$

Tableau 69 : Valeurs de la fraction mensuelle pour un générateur préférentiel de type cogénération

Les symboles présents dans le Tableau 69 sont définis comme suit :

- x_m une variable auxiliaire pour l'installation de cogénération i , sans unité, déterminée selon le § 15.5.2,
- $V_{\text{stor,cogen}}$ le volume d'eau du ballon, servant au stockage de chaleur fournie par l'installation de cogénération, en m^3 ,
- $V_{\text{stor,30 min}}$ le volume d'eau minimal du ballon afin de couvrir pendant 30 minutes la production de l'installation de cogénération sur site à pleine puissance, en m^3 , déterminé selon le § 15.5.3.

15.5.2 Variable auxiliaire X_m

La variable auxiliaire X_m d'une installation de cogénération est donné par :

$$\text{Eq. 169} \quad X_m = \left[\sum_i (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_i (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m} + \sum_i (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m} \right] / (1000 \cdot P_{cogen,th} \cdot t_m) \quad [-]$$

avec :

X_m	variable auxiliaire pour l'installation de cogénération, représentant les besoins en chaleur divisés par la production « virtuelle » d'une cogénération à pleine puissance sans interruption durant le mois considéré, sans unité,
$f_{as,heat,sec\ i,m}$	la part des besoins de chaleur totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique i , couverte par le système d'énergie solaire thermique, sans unité, déterminée selon le § 12.112.1, s'il n'y a pas de système d'énergie solaire thermique qui contribue au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , la valeur de $f_{as,heat,sec\ i,m}$ est égale à 0,
$f_{as,water,bath\ i,m}$	la part du besoin de chaleur total couvert par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon 12.1 dans le cas où le système contribue aussi au chauffage des locaux et selon 12.2 dans le cas où le système participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire (-). Si le flux d'eau chaude sanitaire considéré n'est pas préchauffé à l'aide d'un système d'énergie solaire thermique, la valeur de $f_{as,m}$ est égale à 0 (et n'est pas déterminée selon 12.1 ou 12.2),
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 8.3.1,
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une baignoire, d'une douche ou d'un lavabo i , déterminés selon 11.1, en MJ,
$P_{cogen,th}$	la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 3.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' chauffés au moyen de l'installation de cogénération i et sur l'ensemble des points de puisage i du 'volume PER' auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

Les définitions des autres termes de cette expression s'obtiennent par analogie en remplaçant l'indice 'bath i ' d'une baignoire, d'une douche ou d'un lavabo i par l'indice 'sink i ', désignant un évier de cuisine i .

15.5.3 Volume d'eau minimal d'un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production d'une installation de cogénération à pleine puissance

La contenance minimale en eau d'un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production de chaleur de l'installation de cogénération i liée au bâtiment, à pleine puissance, est donnée par :

$$\text{Eq. 170} \quad V_{stor,30\ min,i} = \frac{0.44 \cdot P_{cogen,th,i}}{(\theta_{cogen,i} - \theta_{return,design,i})} \quad [m^3]$$

avec :

$V_{stor,30\ min,i}$	la contenance en eau nécessaire à un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production de chaleur d'une installation de cogénération, en m^3 ,
$P_{cogen,th,i}$	la puissance thermique de l'installation de cogénération i , en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz,
$\theta_{cogen,i}$	la température à laquelle l'installation de cogénération i fournit de la chaleur, en °C. Si cette valeur n'est pas connue, $\theta_{cogen,i} = 75$ °C,
$\theta_{return,design,i}$	la température de retour de conception du système d'émission de chaleur auquel l'installation de cogénération i fournit de la chaleur, en °C. Si ce paramètre n'est pas

connu, il peut être déterminé sur la base des valeurs par défaut mentionnées au Tableau 33.

15.6 Economie d'énergie primaire résultant des installations de cogénération sur site

On détermine l'économie mensuelle équivalente d'énergie primaire des installations de cogénération sur site comme suit.

$$\text{Eq. 171} \quad E_{p,\text{cogen},m} = \sum_i f_p \times 3.6 \times W_{\text{cogen},m,i} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

f_p le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité autoproduite par cogénération, sans unité, spécifié par les autorités compétentes

$W_{\text{cogen},m,i}$ la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site i , en kWh, déterminée selon 15.2.

Il faut faire une sommation sur tous les systèmes de cogénération sur site i .

15.7 Emission mensuelle de CO₂ évitée grâce des installations de cogénération sur site

On détermine l'émission mensuelle de CO₂ évitée grâce aux installations de cogénération sur site $\text{CO}_{2,\text{cogen},m}$ comme suit.

$$\text{Eq. 172} \quad \text{CO}_{2,\text{cogen},m} = \sum_i f_{\text{CO}_2} \times 3.6 \times W_{\text{cogen},m,i} \quad [\text{kg}]$$

Avec :

f_{CO_2} le facteur d'émission de CO₂ pour l'électricité, en kg/MJ, spécifié par les autorités compétentes,

$W_{\text{cogen},m,i}$ la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site i , en kWh, déterminée selon 15.2.

Il faut faire une sommation sur tous les systèmes de cogénération sur site i .

Annexe C Ensoleillement mensuel

C.1 Introduction

La présente annexe spécifie l'ensoleillement mensuel d'une surface quelconque j , ombragée ou non. L'ensoleillement est calculé pour les fenêtres, les systèmes d'énergie solaire passive, les capteurs solaires thermiques et les installations photovoltaïques.

C.2 Schématisation de l'ombrage

C.2.1 Généralités

Une surface ensoleillée j peut être ombragée par des éléments environnants étrangers au bâtiment, appelés obstacles, et par des éléments liés au bâtiment, appelés saillies horizontales et verticales.

Les obstacles font écran au rayonnement solaire direct si le soleil descend en dessous d'une hauteur déterminée. Les obstacles comprennent les bâtiments, arbres et collines environnants.

Les saillies horizontales font écran au rayonnement solaire direct si le soleil se trouve au-dessus d'une hauteur déterminée et les saillies latérales font écran au rayonnement solaire direct si l'angle horaire est inférieur ou supérieur à une valeur déterminée. Les saillies comprennent les débords de toiture, balcons, auvents horizontaux et prolongements de murs latéraux.

C.2.2 Géométrie d'un obstacle

Les obstacles sont schématisés par un seul plan appelé plan d'obstacle vertical. L'angle d'obstruction α_h est l'angle entre l'horizontal et la ligne reliant le point central de la surface ensoleillée au bord supérieur du plan d'obstacle vertical.

C.2.3 Géométrie des saillies

Les saillies sont schématisées par une saillie horizontale et deux saillies verticales définies à l'aide d'un angle de surplomb α_v (0° en l'absence de saillie horizontale), à l'aide d'un angle de saillie à gauche α_{sL} (0° en l'absence de saillie à gauche) et à l'aide d'un angle de saillie à droite α_{sR} (0° en l'absence de saillie à droite) tel qu'indiqué à la figure ci-dessous.

Explication : les limites des saillies horizontales et verticales forment un rectangle sur une photo prise au grand angle (fish-eye) depuis le centre du plan considéré dans la direction normale à celui-ci. Ce rectangle, appelé plan de ciel, correspond à la partie du ciel visible à partir du plan.

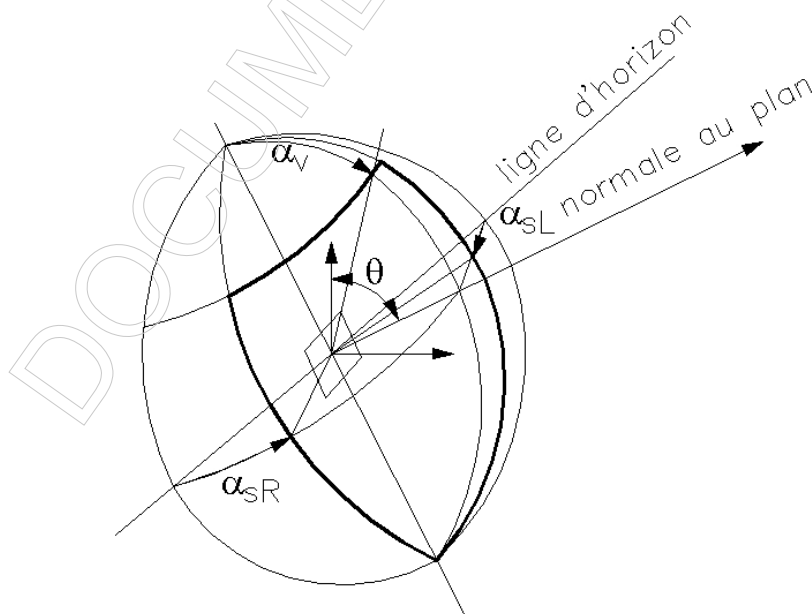


Figure 1 : Angles de surplomb α_v , de saillie gauche α_{sL} , de saillie droite α_{sR}

C.3 Ensoleillement mensuel d'un plan non ombragé $I_{s,m,j,unshad}$

La valeur de l'ensoleillement d'un plan non ombragé $I_{s,m,j,unshad}$ est la valeur de l'ensoleillement $I_{s,m,j,shad}$ d'un plan ombragé correspondant aux angles $\alpha_h = \alpha_v = \alpha_{SL} = \alpha_{SR} = 0$.

C.4 Ensoleillement mensuel d'un plan ombragé $I_{s,m,j,shad}$

Les algorithmes de calcul de l'ensoleillement mensuel d'un plan ombragé quelconque j sont donnés dans l'annexe C de la procédure applicable aux bâtiments neufs.

Toutefois, dans le cadre de la présente procédure, les six paramètres intervenant dans le calcul de l'ensoleillement mensuel d'un plan ombragé $I_{s,m,j,shad}$ ne peuvent prendre que certaines valeurs, définies au Tableau 75. En conséquence, 28.880 combinaisons de ces six paramètres sont possibles.

Paramètre	Valeurs possibles	Nombre
Orientations	de -180° (N) à $+157.5^\circ$ (NNO), par pas de 22.5°	16
Pente	Parois : $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ Fenêtres : $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$	10
Angle d'obstruction ou hauteur de l'horizon α_h	$0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$	5
Angle de surplomb α_v	$0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$	4
Angle de saillie gauche α_{SL}	$0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$	3
Angle de saillie droit α_{SR}	$0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$	3

Tableau 75 : Valeurs prises en considération pour chaque paramètre

Annexe G Gains solaires par les fenêtres et ensoleillement des systèmes d'énergie solaire thermiques et photovoltaïques

G.1 Introduction

Le présent chapitre s'applique aux calculs des besoins nets en énergie de chauffage, du risque de surchauffe et des besoins nets en énergie de refroidissement. Dans les équations, l'indice 'calc' doit être remplacé respectivement par l'indice 'heat', 'overh' et 'cool'.

Certains paragraphes s'appliquent également aux calculs de la contribution des systèmes d'énergie solaire thermique et d'énergie solaire photovoltaïque. Dans les équations, l'indice 'calc' doit être remplacé respectivement par l'indice 'as' et 'pv', et dans la suite du texte le mot fenêtre doit être remplacé par le mot "système d'énergie solaire thermique" ou "photovoltaïque".

Le calcul des gains solaires mensuels par la fenêtre j s'effectue en deux étapes :

1. on évalue l'ensoleillement de la fenêtre en tenant compte de la présence d'éventuels ombrages, $I_{s,m,j,shad}$,
2. on évalue les gains solaires en tenant compte des caractéristiques de la fenêtre, ainsi que de la présence d'éventuelles protections solaires, $Q_{s,calc,m,j}$.

Ce calcul peut s'effectuer selon une méthode simplifiée ou selon une méthode détaillée.

- le calcul simplifié tient compte d'un ombrage forfaitaire de la fenêtre, et, dans le cadre de la présente procédure, limite les possibilités pour tenir compte des éventuelles protections solaires,
- le calcul détaillé tient compte de l'ombrage réel de la fenêtre et, dans le cadre de la présente procédure, offre plus de possibilités pour tenir compte des éventuelles protections solaires.

Pour rappel, en certification :

- le calcul simplifié est obligatoire appliqué :
 - pour le calcul des besoins nets en énergie pour le chauffage (§ 7.10),
 - pour le calcul de l'indicateur du risque de surchauffe (§ 9.2.2) lorsqu'il n'y a pas de refroidissement,
 - pour le calcul de l'ensoleillement d'un système d'énergie solaire thermique (§ 12.3),
 - pour le calcul de l'ensoleillement d'un système d'énergie solaire photovoltaïque (§14.2),
- le calcul détaillé est obligatoire appliqué :
 - pour le calcul de l'indicateur du risque de surchauffe (§ 9.2.2) lorsqu'un système de refroidissement est présent,
 - pour le calcul des besoins nets en énergie pour le refroidissement (§ 10.2.1.2).

G.2 Ensoleillement de la fenêtre ombragée par des obstacles fixes

L'ensoleillement de la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, $I_{s,m,j,shad}$ en MJ/m², est déterminé selon l'0.

Outre l'orientation et la pente, il y a lieu pour chaque fenêtre en contact avec l'extérieur de connaître les angles suivants :

- l'angle d'obstruction ou hauteur de l'horizon - α_h
- l'angle de surplomb - α_v
- l'angle de saillie du côté gauche - α_{sL}
- l'angle de saillie du côté droit - α_{sR}

Les valeurs que peuvent prendre ces différents paramètres sont données dans l'0.

G.2.1 Ombrage - calcul détaillé

Lorsque le calcul détaillé est d'application, les angles mentionnés ci-dessus doivent être spécifiés par le certificateur.

G.2.2 Ombrage - calcul simplifié

Lorsque le calcul simplifié est d'application, les angles mentionnés ci-dessus prennent les valeurs par défaut suivantes :

- l'angle d'obstruction ou hauteur de l'horizon α_h : 15° pour tous les calculs,
- les autres angles (α_v , α_{SL} et α_{SR}) : 0° pour tous les calculs.

G.3 Gains solaires mensuels par la fenêtre j

On détermine les gains solaires mensuels par la fenêtre j comme suit :

$$\text{Eq. 181} \quad Q_{s,calc,m,j} = 0.95 \cdot g_{j,calc} \cdot f_{gp,j} \cdot f_{g-gp,j} \cdot A_{w,j} \cdot I_{s,m,j,shad} \quad [\text{MJ}]$$

Avec :

0.95	un facteur de réduction lié à la salissure, sans unité,
$g_{j,calc}$	le facteur solaire moyen de la fenêtre j pour le calcul considéré, sans unité, selon l'Eq. 182,
$f_{gp,j}$	la proportion de remplissage (vitrage + panneau) par rapport à la surface totale de la fenêtre j, en %,
$f_{g-gp,j}$	la proportion du vitrage dans le total du remplissage dans la fenêtre j, en %,
$A_{w,j}$	la surface de la fenêtre, en m ² ,
$I_{s,m,j,shad}$	l'ensoleillement de la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, en MJ/m ² .

G.3.1 Facteur solaire moyen g d'une fenêtre j

On détermine le facteur solaire moyen d'une fenêtre $g_{calc,j}$ comme suit :

$$\text{Eq. 182} \quad g_{j,calc} = 0.9 \cdot (a_{c,calc} \cdot F_c + (1 - a_{c,calc})) \cdot g_{g,\perp} \cdot f_{film-as} \quad [-]$$

Avec :

0.9	une valeur fixe pour la correction de l'angle d'incidence, sans unité,
$a_{c,calc}$	le facteur d'utilisation moyen de la protection solaire, sans unité, dépendant du type de commande de la protection solaire et du calcul considéré, déterminé selon G.3.1.1,
F_c	le facteur de réduction pour protection solaire, sans unité, déterminé selon G.3.1.2,
$g_{g,\perp}$	le facteur solaire du vitrage pour une incidence normale, sans unité.
$f_{film-as}$	un facteur de réduction égal à 0.9 en présence d'un film antisolaire apposé sur le vitrage et 1.0 l'absence d'un tel film.

En certification, le certificateur ne doit pas relever la présence de tels films, de telle sorte que $f_{film-as}$ vaut toujours 1.0.

Pour le facteur solaire du vitrage pour une incidence normale $g_{g,\perp}$, deux situations sont possibles⁶ :

1. si d'une part la valeur $U_{w,wos}$ de la porte ou de la fenêtre ou la valeur U_g du vitrage et d'autre part la valeur $g_{g,\perp}$ du vitrage sont connues sur base des preuves admises par les autorités compétentes, la valeur $g_{g,\perp}$ peut directement être utilisée dans l'équation Eq. 182,
2. dans les autres cas, la valeur $g_{g,\perp}$ est donnée par l'annexe U.6.

G.3.1.1 Facteur d'utilisation moyen de la protection solaire $a_{c,calc}$ - calculs détaillé et simplifié

⁶ Il s'agit des situations 1 et 3 décrites au § U.5.1.

Le facteur d'utilisation moyen de la protection solaire, $a_{c,calc}$ est donné au Tableau 76 en fonction du type de calcul. Le calcul simplifié revient à considérer que la protection solaire (s'il y en a une du type "volet" ou "autre protection solaire extérieure parallèle") est du type "mobile avec commande manuelle".

Type de calcul de l'ombrage	Type de protection solaire et de commande	$a_{c,heat}$	$a_{c,overh}$	$a_{c,cool}$
Calcul simplifié	Volets extérieurs opaques commandés de l'intérieur	0.0	0.5	-
	Autre protection solaire extérieure parallèle	0.0	0.5	-
	Tous les autres cas	0.0	0.0	-
Calcul détaillé	Protection solaire mobile avec commande manuelle	0.0	0.5 ⁽⁷⁾	0.2
	Protection solaire mobile avec commande automatique	0.0	0.6 ⁽⁷⁾	0.5 ⁽⁷⁾
	Protection solaire fixe	1.0	1.0	1.0

Tableau 76 : Valeurs de calcul du facteur d'utilisation moyen de la protection solaire pour les différents calculs (chauffage, surchauffe, refroidissement)

G.3.1.2 Facteur de réduction pour protection solaire F_c - calculs détaillé et simplifié

Les valeurs du facteur de réduction F_c pour une protection solaire sont données au Tableau 77. Seule la protection solaire située du côté le plus extérieur est prise en compte. Lorsque le calcul simplifié est d'application, les protections solaires pour lesquelles un "-" est mentionné ne doivent pas être spécifiées par le certificateur ou l'auditeur.

⁷ Dans la procédure de calcul applicable aux bâtiments neufs, ce facteur dépend de l'orientation et de la pente, et varie mois par mois.

Système de protection solaire	F _c	
	Calcul détaillé	Calcul simplifié
Volets extérieurs opaques commandés de l'intérieur ⁸	0.05	0.05
Volets extérieurs opaques non commandés de l'intérieur ⁸	0.05	-
Autre protection solaire extérieure parallèle en combinaison avec un vitrage présentant une valeur U _g > 3.3 W/(m ² .K) ^{9, 10}	0.35	0.35
Autre protection solaire extérieure parallèle en combinaison avec un vitrage présentant une valeur U _g ≤ 3.3 W/(m ² .K) ^{9,11}	0.25	0.25
Protection solaire extérieure inclinée	Voir ci-dessous	-
Protection solaire intégrée non ventilée	0.60	-
Protection solaire intérieure	0.90	-
Tous les autres cas	1.00	1.00

Tableau 77 : Valeurs de calcul pour le facteur de réduction F_c pour protection solaire calculs détaillé et simplifié

Contrairement aux autres types de protections solaires, le facteur de réduction moyen F_c pour une protection solaire non située dans le plan de la fenêtre est un facteur de réduction moyen mensuel. En conséquence, le facteur solaire moyen de la fenêtre j déterminé selon l'équation Eq. 182 est également un facteur moyen mensuel.

Le facteur de réduction moyen mensuel F_c pour une protection solaire non située dans le plan de la fenêtre est donné par le rapport entre l'ensoleillement mensuel sur la fenêtre ombragée par la protection solaire et les obstacles fixes d'une part et l'ensoleillement mensuel de la fenêtre ombragée uniquement par les obstacles fixes d'autre part.

Dans le cadre de la présente procédure, il est supposé que la protection solaire inclinée ne crée pas d'ombrage sur les côtés. Les calculs seront donc réalisés avec les angles de saillies à gauche et à droite inchangés par rapport à la situation sans protection solaire mobile. Dès lors, par rapport à la situation sans protection solaire mobile inclinée, il est uniquement nécessaire de relever l'angle de surplomb α_v constaté lorsque la protection solaire est en place.

Eq. 183
$$F_c = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad [-]$$

Avec :

I_{s,m,j,shad,wC} l'ensoleillement sur la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage assuré tant par les obstacles fixes que par la protection solaire, en MJ/m², déterminé selon l'0. Il y a lieu de relever l'angle de surplomb α_v engendré par la protection solaire. Celle-ci est traitée ici comme si elle était opaque,

I_{s,m,j,shad,woC} l'ensoleillement sur la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu uniquement de l'ombrage des obstacles fixes, en MJ/m², déterminé selon l'0.

⁸ Les volets constituent un type particulier de protection solaire qui augmente la résistance thermique des fenêtres devant lesquels ils sont placés. Cet effet n'est pris en compte que pour les volets commandés de l'intérieur. Le terme 'volet' implique qu'il s'agit d'une protection solaire extérieure parallèle au vitrage.

⁹ Valeur déterminée sur base du percentile 75 testé sur plus de 400 tissus de protections solaires

¹⁰ Pour les doubles fenêtres et lorsque, pour une fenêtre, on utilise une valeur U_{w,wos} connue par ailleurs ou si f_{g-gp} = 0%, la valeur U_g est inconnue : par simplification, on considérera dès lors le cas U_{w,wos} > 3.3 W/m².K.

¹¹ Pour les doubles fenêtres et lorsque, pour une fenêtre, on utilise une valeur U_{w,wos} connue par ailleurs ou si f_{g-gp} = 0%, la valeur U_g est inconnue : par simplification, on considérera dès lors le cas U_{w,wos} ≤ 3.3 W/m².K.

Annexe U Détermination de la valeur U des éléments de construction

U.1 Introduction

La valeur U d'un élément de construction peut soit être le résultat d'un calcul, soit être une donnée produite, fournie par exemple par le fabricant ou le fournisseur. Toutefois, des règles spécifiques existent pour la certification et la PAE.

En certification, s'il est possible de les démontrer sur base des preuves admises par les autorités compétentes, il est possible d'utiliser les valeurs suivantes connues par ailleurs :

- la résistance thermique R d'un élément de construction (plancher ou mur) en contact avec le sol,
- pour les portes et fenêtres
 - soit la valeur $U_{w, \text{wos}}$ de la porte ou de la fenêtre,
 - soit la valeur U_g du vitrage,
- la valeur U d'un autre type d'élément de construction.

Dans ce cas, la valeur U (ou U_w) est arrondie à 2 décimales.

Lorsqu'il n'est pas fait usage de valeurs connues par ailleurs, les valeurs U (ou U_w) sont déterminées en fonction des types d'éléments de construction suivants :

- éléments de construction opaques à l'exception des parois en contact direct avec le sol,
- toitures en contact direct avec le sol,
- murs en contact direct avec le sol,
- planchers en contact direct avec le sol,
- portes et fenêtres.

En certification, la valeur U est arrondie à 1 décimale si la valeur U est supérieure à 1 W/(m².K) et à 2 décimales dans les autres cas, excepté pour les portes et fenêtres pour lesquels les valeurs U_w sont toujours arrondies à 2 décimales.

En PAE, la valeur U est arrondie à 2 décimales, dans tous les cas.

U.2 Valeurs U des éléments de construction opaques

U.2.1 Valeurs U des éléments de construction opaques à l'exception des éléments de construction en contact direct avec le sol

Les valeurs U des éléments de construction opaques à l'exception des éléments de construction en contact direct avec le sol sont calculées de la façon suivante :

$$\text{Eq. 238} \quad U = \frac{1}{R_{\text{tot}}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})]$$

$$\text{Eq. 239} \quad R_{\text{tot}} = R_{\text{si}} + R + R_{\text{se}} \quad [\text{m}^2.\text{K}/\text{W}]$$

Avec :

- R_{si} la résistance thermique d'échange superficiel du côté intérieur, en m².K/W,
R la résistance thermique de la construction, en m².K/W,
 R_{se} la résistance thermique d'échange superficiel du côté extérieur, en m².K/W.

En certification, la résistance thermique de la construction R est déterminée selon le § U.3.

Les valeurs des résistances thermiques d'échange superficiel R_{si} et R_{se} sont données au Tableau 88. Dans le cas de parois intérieures, R_{se} est remplacé par R_{si} . Voir également § U.3.2 pour la certification et § U.4.2.3 pour la PAE.

	Direction du flux de chaleur ¹²		
	Ascendant	Horizontal	Descendant
R_{si} m ² .K/W	0.10	0.13	0.17
R_{se} m ² .K/W	0.04	0.04	0.04

Tableau 88 : Valeurs de calcul des résistances thermiques d'échange superficiel R_{si} et R_{se}

U.2.2 Valeurs U des planchers en contact direct avec le sol

Deux méthodes de calcul sont définies ci-dessous.

La méthode de calcul détaillé est uniquement et obligatoirement appliquée dans le cas d'un plancher uniforme unique sur terre-plein ou d'un sous-sol chauffé (ou dans les cas assimilés) ; la méthode de calcul simplifiée est obligatoirement appliquée dans tous les autres cas.

En certification, seule la méthode simplifiée est d'application.

U.2.2.1 Méthode détaillée

Ce paragraphe n'est pas applicable en certification.

U.2.2.2 Méthode simplifiée

Dans ce cas, la valeur U est calculée de la manière suivante, avec $R_{si} = 0.17$ m².K/W :

$$\text{Eq. 242} \quad U = \frac{\left(\frac{1}{R_{si} + R} \right)}{\left(\frac{1}{R_{si} + R} \right) + 1} \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})]$$

Avec :

R_{si} la résistance thermique d'échange superficiel du côté intérieur, en m².K/W, donnée au Tableau 88,

R la résistance thermique de la construction, en m².K/W.

En certification, la résistance thermique de la construction R est déterminée selon le § U.3.

NOTE : L'Eq. 242 intègre les équations 43 et 44 de l'annexe VII de la réglementation PEB applicable aux bâtiments neufs.

¹² Dans le cadre de cette procédure, on applique les valeurs "ascendant", "horizontal" et "descendant" respectivement aux toitures, murs et planchers, et ce quelle que soit leur pente effective.

U.2.3 Valeurs U des murs en contact direct avec le sol

Pour les murs en contact avec le sol, la valeur U est déterminée de la façon suivante :

$$\text{Eq. 243} \quad d_w = 2.(R_{si} + R + R_{se}) \quad [\text{m}]$$

$$\text{Eq. 244} \quad \begin{aligned} \text{Quand } d_w \geq d_t : U &= \frac{4}{\pi.z} \left(1 + \frac{0.5.d_t}{d_t + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \\ \text{Quand } d_w < d_t : U &= \frac{4}{\pi.z} \left(1 + \frac{0,5 d_w}{d_w + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \end{aligned} \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})]$$

Avec :

- d_t l'épaisseur totale équivalente d_t du mur, en m,
- R_{si} la résistance thermique d'échange superficiel du côté intérieur, en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$, donnée au Tableau 88,
- R la résistance thermique de l'élément de construction, en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$,
- R_{se} la résistance thermique d'échange superficiel du côté extérieur, en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$, donnée au Tableau 88,
- z est la profondeur moyenne sous le niveau du sol du mur en contact avec le sol, en m, arrondie à un multiple de 0.5 m, (avec un maximum de 10 m). Si $z = 0$ m, alors le calcul se fait avec $z = 0.01$ m.

En certification, l'épaisseur totale équivalente d_t du mur est fixée conventionnellement à 1.16.

NOTE : La valeur $d_t = 1.16$ est basée sur le document de référence pour les pertes par transmission, avec les hypothèses suivantes : $\lambda_{sol} = 2 \text{ W/mK}$, épaisseur des murs enterrés = 30 cm, résistance thermique de la dalle de sol = $0.26 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$.

En certification, la résistance thermique de la construction R est déterminée selon le § U.3.

U.3 Détermination de la valeur R des éléments de construction opaques (certification uniquement)

Pour les éléments de construction opaques, la résistance thermique R de l'élément de construction est définie comme :

Eq. 245 $R = R_{\text{isolant 1}} + R_{\text{isolant 2}} + R_{\text{vide}} + R_{\text{base}} + R_{\text{parement}} + R_{\text{sol}}$ [m².K/W]

Avec :

- R la résistance thermique de l'élément de construction, en m².K/W,
- $R_{\text{isolant 1}}$ la résistance thermique d'une première couche d'isolation thermique, en m².K/W,
- $R_{\text{isolant 2}}$ la résistance thermique d'une seconde couche d'isolation thermique, en m².K/W,
- R_{vide} la résistance thermique des lames d'air, en m².K/W,
- R_{base} la résistance thermique du reste de l'élément de construction opaque, en m².K/W,
- R_{parement} la valeur de calcul de la résistance thermique du parement dans le cas d'un mur creux, en m².K/W, fixée conventionnellement à $0.09/1.49 = 0.06$,
- R_{sol} la résistance thermique de l'épaisseur de sol dans le cas d'une toiture en contact avec le sol, en m².K/W, déterminée selon le § U.3.3.3.

Les valeurs à attribuer à chacun de ces composants résultent du suivi de l'arbre de décision repris ci-dessous. Une distinction est réalisée entre le cas des murs et le cas des autres éléments de construction.

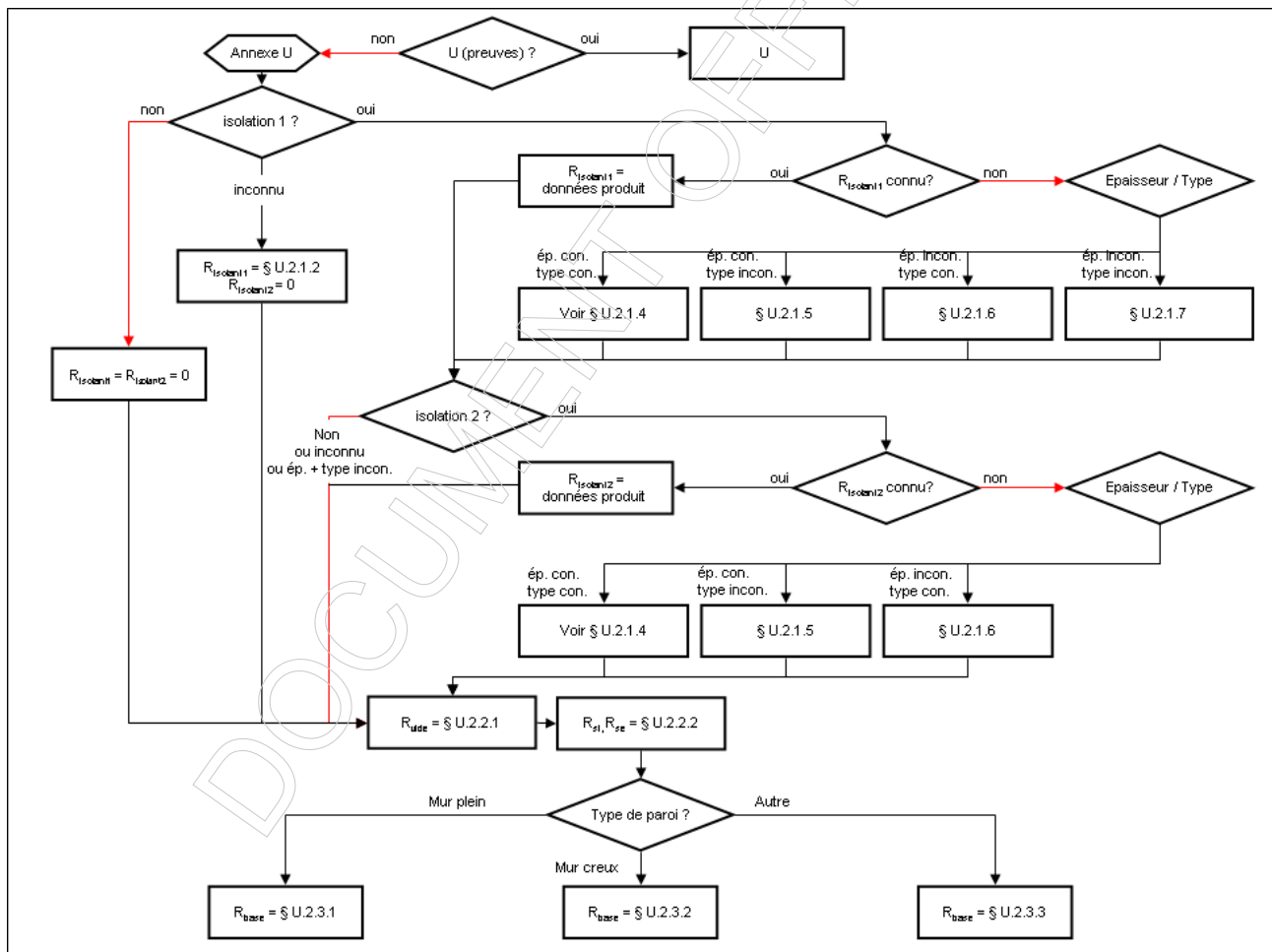


Figure 3 : Arbre de décision pour la détermination de la valeur R des éléments de construction opaques (version de la procédure de calcul)

U.3.1 Résistance thermique de l'isolant R_{isolant}

Pour la première couche d'isolation thermique, on distingue les cas suivants :

1. Absence d'isolant
2. Présence inconnue d'un isolant
3. Présence d'un isolant dont la résistance thermique est connue
4. Présence d'un isolant dont l'épaisseur et le type sont connus
5. Présence d'un isolant dont l'épaisseur est connue, mais dont le type est inconnu
6. Présence d'un isolant dont le type est connu, mais dont l'épaisseur est inconnue
7. Présence d'un isolant dont l'épaisseur et le type sont inconnus

Pour la seconde couche d'isolation thermique, les mêmes cas sont d'application, à l'exception des cas n°2 et 7.

Dans la suite du texte, R_{isolant} sans mention du numéro de la couche d'isolant fait référence à $R_{\text{isolant } 1}$ ou à $R_{\text{isolant } 2}$ selon le cas applicable, en vertu de l'arbre de décision repris à la Figure 3.

U.3.1.1 Absence d'isolant

Dans ce cas, $R_{\text{isolant}} = 0 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

U.3.1.2 Présence inconnue d'un isolant

Dans le cas où il n'est pas possible de déterminer s'il y a ou non un isolant, les résistances $R_{\text{isolant } 1}$ et $R_{\text{isolant } 2}$ sont fixées comme suit :

- $R_{\text{isolant } 1}$ est fixée conventionnellement en fonction du type de paroi opaque selon les règles spécifiées au § U.3.1.7 dans les cas suivants :
 - si le bâtiment est ou a été chauffé électriquement,
 - s'il s'agit d'un immeuble construit en ou après 1985 et ayant une affectation d'appartement depuis sa construction,
 - s'il s'agit d'une toiture plate construite ou rénovée en ou après 1985,
 - si l'élément de construction opaque a été construit ou rénové en ou après 1971.
- Dans les autres cas, si l'élément de construction opaque a été construit ou rénové avant 1971, $R_{\text{isolant } 1} = 0 \text{ m}^2.\text{K/W}$,
- Dans tous les cas, $R_{\text{isolant } 2} = 0 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

U.3.1.3 Présence d'un isolant dont la résistance thermique est connue

Dans ce cas, la valeur R_{isolant} est la valeur connue par ailleurs.

U.3.1.4 Présence d'un isolant dont l'épaisseur et le type sont connus

Dans ce cas, R_{isolant} est calculé comme suit :

$$\text{Eq. 246} \quad R_{\text{isolant}} = \frac{d}{\lambda_{\text{isolant}}} + \Delta R \quad [\text{m}^2.\text{K/W}]$$

Avec :

d l'épaisseur de l'isolant, exprimée en m,

λ_{isolant} la conductivité thermique conventionnelle de l'isolant, en W/m.K , déterminée en fonction du type d'isolant, selon le tableau ci-dessous,

ΔR la résistance thermique complémentaire prenant en compte l'effet réfléchissant des produits réfléchissant, en $\text{W/m}^2.\text{K}$.

Type d'isolant	λ_{isolant} [W/m.K]	ΔR [W/m ² K]
Granulés d'argile expansée	0.150	0
Vermiculite expansée	0.090	0
Isolation à base de fibres végétales : chaume dans une toiture	0.200	0
Isolation à base de fibres végétales et/ou animales : autres cas (chanvre, lin, paille, plumes, laine, duvet...)	0.060	0
Perlite expansée (EPB)	0.055	0
Cellulose	0.055	0
Polystyrène extrudé (XPS) dans une toiture inversée	0.054	0
Verre cellulaire (CG)	0.050	0
Liège (ICB)	0.050	0
Polystyrène expansé (EPS) - intérieur	0.045	0
Polystyrène expansé (EPS) - autre position	0.045	0
Polyéthylène extrudé (PEF)	0.045	0
Laine minérale (MW)	0.044	0
Polystyrène extrudé (XPS)	0.038	0
Polyuréthane (PUR/PIR)	0.029	0
Mousse phénolique (PF)	0.038	0
Produit réfléchissant à bulle	0.090	0.03
Produit réfléchissant multicouches	0.050	0.03
Béton cellulaire	0.200	0
Autre	0.100	0

Tableau 89 : Valeur de calculs de la conductivité thermique λ_{isolant} et de la résistance thermique complémentaire ΔR des isolants de type connu

NOTE : Ces valeurs, à l'exception des valeurs "produit réfléchissant à bulle", "produit réfléchissant multicouches" et "autre", sont issues des tableaux A.14a et A.14b de la norme NBN B 62-002:2008. Elles correspondent aux valeurs les plus hautes des matériaux fabriqués en usine dont on peut démontrer la spécification de produit ou, à défaut, aux valeurs des matériaux dont on ne peut pas démontrer la spécification de produit. Les valeurs relatives aux produits réfléchissants sont basées sur la réglementation thermique française RT2005.

NOTE : Le béton cellulaire est considéré à la fois comme un type de base et à la fois comme un isolant. La manière dont le certificateur doit considérer le béton cellulaire est définie dans le protocole de collecte des données.

U.3.1.5 Présence d'un isolant dont l'épaisseur est connue, mais dont le type est inconnu

Dans ce cas, R_{isolant} est calculé selon l'équation Eq. 246 avec λ_{isolant} coventionnellement fixé à 0.100 W/m.K.

Type d'isolation et d'élément de construction opaque	λ_{isolant} [W/m.K]
Isolation dans la coulisse ou à l'extérieur d'un mur extérieur ou en contact avec le sol	0.100
Isolation par l'intérieur d'un mur extérieur ou en contact avec le sol	0.100
Isolation d'un mur en contact avec un espace adjacent non chauffé	0.100
Isolation dans une toiture inclinée	0.100
Isolation dans une toiture plate	0.100
Isolation dans un plancher des combles	0.100
Isolation dans un plancher non en contact avec le sol	0.100
Isolation dans un plancher en contact avec le sol	0.100

Tableau 90 : Valeur de calculs de la conductivité thermique λ_{isolant} des isolants de type inconnu en fonction du type de construction opaque

U.3.1.6 Un isolant est présent, son épaisseur est inconnue, son type est connu

Dans ce cas, R_{isolant} est calculé selon l'équation Eq. 246. La valeur λ_{isolant} est déterminée en fonction du type d'isolant, selon le Tableau 89. L'épaisseur d , exprimée en m, est toutefois déterminée conventionnellement en fonction du type d'isolant, selon le tableau ci-dessous.

Type d'isolant	d [m]
Granulés d'argile expansée	0.03
Isolation à base de fibres végétales : chaume dans une toiture	0.25
Isolation à base de fibres végétales et/ou animales : autres cas (chanvre, lin, paille, plumes, laine, duvet...)	0.03
Vermiculite expansée	0.02
Perlite expansée (EPB)	0.02
Cellulose	0.05
Polystyrène extrudé (XPS) dans une toiture inversée	0.03
Verre cellulaire (CG)	0.04
Liège (ICB)	0.005
Polystyrène expansé (EPS) - intérieur	0.01
Polystyrène expansé (EPS) - autre position	0.02
Polyéthylène extrudé (PEF)	0.03
Laine minérale (MW)	0.04
Polystyrène extrudé (XPS)	0.03
Polyuréthane (PUR/PIR)	0.03
Mousse phénolique (PF)	0.03
Produit réfléchissant à bulle	0.005
Produit réfléchissant multicouches	0.005
Béton cellulaire	0.05
Autre	0.03

Tableau 91 : Valeurs de calcul de l'épaisseur des isolants lorsque seul leur type est connu

U.3.1.7 Présence d'un isolant dont l'épaisseur et le type sont inconnus

Ce cas ne peut être appliqué à une éventuelle 2^e couche d'isolant ; on a donc toujours $R_{\text{isolant } 2} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
La valeur de $R_{\text{isolant } 1}$ est déterminée selon le tableau ci-dessous dans les cas suivants :

- si le bâtiment est ou a été chauffé électriquement,
- s'il s'agit d'un immeuble construit en ou après 1985 et ayant une affectation d'appartement depuis sa construction.

Type d'isolation et d'élément de construction opaque	R_{isolant} [m ² .K/W]
Isolation dans la coulisse ou à l'extérieur d'un mur extérieur ou en contact avec le sol	1.00
Isolation par l'intérieur d'un mur extérieur ou en contact avec le sol	1.00
Isolation d'un mur en contact avec un espace adjacent non chauffé	1.00
Isolation dans une toiture inclinée	1.33
Isolation dans une toiture plate	1.33
Isolation dans un plancher des combles	0.43
Isolation dans un plancher non en contact avec le sol	0.43
Isolation dans un plancher en contact avec le sol	0.43

Tableau 92 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des isolants lorsque ni leur type ni leur épaisseur ne sont connues – en cas de chauffage électrique ou d'appartements ≥ 1985

Dans le cas des toitures plates construites ou rénovées en ou après 1985, la valeur suivante est d'application, quel que soit le type de bâtiment :

Type d'isolation et d'élément de construction opaque	R_{isolant} [m ² .K/W]
Isolation dans une toiture plate	1.33

Tableau 93 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des isolants lorsque ni leur type ni leur épaisseur ne sont connues – cas des toitures plates ≥ 1985

NOTE : ces valeurs ont été établies sur base d'une analyse statistique de l'isolation des logements existants.

Dans les autres cas, R_{isolant} est déterminée selon le tableau ci-dessous.

Type d'isolation et d'élément de construction opaque	R_{isolant} [m ² .K/W]
Isolation dans la coulisse ou à l'extérieur d'un mur extérieur ou en contact avec le sol	0.333
Isolation par l'intérieur d'un mur extérieur ou en contact avec le sol	0.167
Présence inconnue et position inconnue d'une isolation d'un mur extérieur ou en contact avec le sol (cas uniquement d'application dans le cas du § U.3.1.2).	0.167
Isolation d'un mur en contact avec un espace adjacent non chauffé	0.167
Isolation dans une toiture inclinée	0.167
Isolation dans une toiture plate	0.222
Isolation dans un plancher des combles	0.167
Isolation dans un plancher non en contact avec le sol	0.167
Isolation dans un plancher en contact avec le sol	0.167

Tableau 94 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des isolants lorsque ni leur type ni leur épaisseur ne sont connues – autres cas

NOTE : ces valeurs ont été établies sur base des valeurs λ_{isolant} données au Tableau 89 et des épaisseurs de 2 cm dans les cas d'isolants placés dans la coulisse ou à l'extérieur d'un mur et dans la toiture plate, et de 1 cm dans les autres cas.

U.3.2 Prise en compte des lames d'air

U.3.2.1 Résistance thermique des lames d'air R_{vide}

La résistance thermique R_{vide} est donnée dans le tableau ci-dessous :

Type de lame d'air	R_{vide} [m ² .K/W]
Lame d'air peu ou pas ventilée dans une toiture	0.16
Lame d'air peu ou pas ventilée dans un mur	0.18
Lame d'air peu ou pas ventilée dans un plancher	0.22
Autre cas	0

Tableau 95 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des lames d'air R_{vide}

NOTE : les valeurs sont issues de la norme NBN B 62-002:2008.

U.3.2.2 Résistance thermique d'échange superficiel du côté extérieur R_{se}

Dans le cas de lames d'air fortement ventilées, les couches situées entre la lame d'air et l'extérieur (ou, le cas échéant, l'environnement intérieur) sont ignorées et, dans le cas d'éléments de construction en contact avec l'extérieur, R_{se} est remplacée par R_{si} dans l'Eq. 246.

U.3.3 Résistance thermique de base R_{base}

Pour la valeur de la résistance thermique R_{base} du reste de l'élément de construction opaque, on distingue les éléments de construction opaques suivants :

2. Murs pleins
3. Murs creux
4. Toitures inclinées
5. Toitures plates
6. Planchers des combles ou espaces similaires
7. Planchers non en contact avec le sol
8. Planchers en contact avec le sol
9. Toitures en contact avec le sol

Dans le cas des murs pourvus d'une lame d'air fortement ventilée, la partie du mur située entre cette lame d'air et l'extérieur n'est pas prise en compte. La distinction entre les deux classes 'mur plein' et 'mur creux' est évaluée sur base de la construction située entre la lame d'air fortement ventilée et l'intérieur.

Lorsqu'on ne sait pas si une lame d'air est présente dans le mur considéré, la résistance de base de cette paroi est tirée du Tableau 96 relatif aux murs pleins.

U.3.3.1 Murs pleins et murs creux

La résistance thermique R_{base} d'un mur est déterminée en fonction de son épaisseur, selon :

Eq. 247
$$R_{base} = \frac{d}{\lambda_{base}} \quad [m^2.K/W]$$

Avec :

d l'épaisseur du mur, exprimée en m,

λ_{base} la conductivité thermique conventionnelle du mur, en W/m.K, déterminée en fonction du type de mur, selon le tableau ci-dessous.

Toutefois, pour les murs composés d'un squelette bois et les cloisons légères intérieures, la résistance thermique R_{base} est donnée directement dans le tableau ci-dessous.

Composition	λ_{base}	R_{base}	NOTE : source : annexe VII
Inconnue	2.68	-	-
Inconnue, mais pas pierre naturelle	2.20	-	A.9 - Béton armé - λ_{ue}
Pierre naturelle dans un mur ayant une épaisseur totale < 40 cm	2.68	-	A.1 - Pierre dure - λ_{ue}
Pierre naturelle dans un mur ayant une épaisseur totale \geq 40 cm	1.69	-	A.1 - Pierre demi-ferme - λ_{ue}
Béton coulé normal ou de type inconnu	1.70	-	A.9 - Béton armé - λ_{ui}
Blocs ou briques de béton/briques inconnu(e)s/ lourd(e)s apparent(e)s	1.49	-	A.3 - $\rho \leq 2000$ - λ_{ue}
Blocs ou briques de béton/briques inconnu(e)s/ lourd(e)s non apparent(e)s	0.76	-	A.3 - $\rho \leq 2000$ - λ_{ui}
Blocs ou briques de béton légers	0.49	-	A.6 - $\rho \leq 1200$ - λ_{ui}
Briques treillis, blocs en terre cuite treillis	0.28	-	A.3 - $\rho \leq 900$ - λ_{ui}
Blocs de béton cellulaire	0.20	-	A.8 - $\rho \leq 600$ - λ_{ui}
Bois massif	0.18	-	A.13 - $\rho > 600$ - λ_{ui}
Squelette bois	-	0.20	-
Cloison légère intérieure (= vers espace adjacent non chauffé ou cave)	-	0.045	-
Autre	2.20	-	-

**Tableau 96 : Valeurs de calcul de la conductivité thermique λ_{base} ou
résistance thermique R_{base} des murs pleins**

U.3.3.2 Toitures inclinées, toitures plates, planchers des combles et espaces similaires, planchers non en contact avec le sol, planchers en contact avec le sol

Pour ces types d'éléments de construction, la résistance R_{base} est fixée conventionnellement en fonction du type de paroi, selon le tableau ci-dessous. Il n'est pas fait de distinction en fonction de la composition réelle de l'élément de construction, à l'exception des éléments de construction en béton cellulaire.

Type de paroi	R_{base} (m ² .K/W)
Toiture inclinée standard	0.05
Toiture inclinée en béton cellulaire	0.50
Toiture plate standard	0.20
Toiture plate en béton cellulaire	0.50
Planchers des combles et espaces similaires standard	0.12
Planchers des combles et espaces similaires en béton cellulaire	0.50
Planchers non en contact avec le sol standard	0.26
Planchers non en contact avec le sol en béton cellulaire	0.50
Planchers en contact avec le sol standard	0.26
Planchers en contact avec le sol en béton cellulaire	0.50

Tableau 97 : Valeurs de calcul de la résistance thermique R_{base} des toitures et planchers

Pour les parois en béton cellulaire, le certificateur peut introduire directement R_{base} pour autant qu'il dispose de l'information selon le protocole de collecte des données.

NOTE: Les valeurs conventionnelles mentionnées au Tableau 97 proviennent d'une analyse statistique des éléments de construction opaques des logements existants.

U.3.3.3 Toitures en contact avec le sol

Les toitures en contact avec le sol sont des toitures plates. La résistance thermique de la couche de sol R_{sol} est donnée par :

Eq. 248
$$R_{sol} = \frac{z}{\lambda_{sol}} \quad [m^2.K/W]$$

Avec :

z la profondeur moyenne sous le niveau du sol du mur en contact avec le sol, en m, arrondie à un multiple de 0.5 m,

λ_{sol} la conductivité thermique conventionnelle du sol, en W/m.K, fixée conventionnellement à 2 W/m².K.

Pour rappel, en certification, la résistance thermique de la construction R est déterminée selon le § U.3. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

U.5 Valeurs U des portes (U_D) et fenêtres (U_w)

Les valeurs U_D , U_w , U_g et U_f des portes, fenêtres, vitrages et châssis sont toujours données pour des portes et fenêtres sans volet placées verticalement et en contact avec l'extérieur.

Le § U.5.1 explique la manière de déterminer les valeurs U_D et U_w dans ce cas général.

Le § U.5.2 donne la correction à apporter aux valeurs U_D et U_w pour les portes et fenêtres en contact avec un autre environnement que l'extérieur.

Pour les portes et fenêtres non verticale, les valeurs U_D et U_w devraient être corrigées ; dans le cadre de la présente procédure de calcul, cette correction est négligée.

Le § U.5.3 donne la correction à apporter aux valeurs U_D et U_w pour les portes et fenêtres munies de volets.

Remarque : par facilité, seule la notation U_w sera utilisée dans la suite du texte.

U.5.1 Portes et fenêtres sans volet placées verticalement en contact avec l'extérieur

U.5.1.1 Portes et fenêtres simples

Cinq situations sont possibles :

1. les valeurs U_w de la fenêtre et la valeur $g_{g,\perp}$ du vitrage peuvent être démontrées sur base des preuves admises par les autorités compétentes ; dans ce cas, U_w doit directement être utilisée à la place de l'**Eq. 252** et $g_{g,\perp}$ doit directement être utilisée dans les calculs de gains solaires (que ce soit pour le calcul du chauffage, de la surchauffe ou du refroidissement),
2. la valeur U_w de la fenêtre peut être démontrée sur base des preuves admises par les autorités compétentes, mais pas la valeur $g_{g,\perp}$; dans ce cas, U_w doit directement être utilisée à la place de l'**Eq. 252** et $g_{g,\perp}$ est donnée dans l'annexe U.6,
3. les valeurs U_g et $g_{g,\perp}$ du vitrage peuvent être démontrées sur base des preuves admises par les autorités compétentes ; dans ce cas, U_g doit directement être utilisée dans l'équation **Eq. 252** et $g_{g,\perp}$ doit directement être utilisée dans les calculs de gains solaires (que ce soit pour le calcul du chauffage, de la surchauffe ou du refroidissement) ; les autres termes de l'**Eq. 252** sont donnés ci-dessous et dans l'annexe U.6,
4. la valeur U_g du vitrage peut être démontrée sur base des preuves admises par les autorités compétentes, mais pas la valeur $g_{g,\perp}$; dans ce cas, U_g doit directement être utilisée dans l'équation **Eq. 252** ; les autres termes de l'**Eq. 252** sont donnés ci-dessous et dans l'annexe U.6 et $g_{g,\perp}$ est donnée dans l'annexe U.6,
5. dans les autres cas, tous les termes de l'**Eq. 252** sont donnés ci-dessous et dans l'annexe U.6 et $g_{g,\perp}$ est donnée dans l'annexe U.6.

La valeur U_w d'une fenêtre sans volet en contact avec l'extérieur, en $W/(m^2.K)$, est calculé selon :

$$\text{Eq. 252} \quad U_w = f_{gp} (f_{g-gp} U_g + (1-f_{g-gp}) U_p) + (1-f_{gp}) U_f + 3\psi_g \quad [W/(m^2.K)]$$

Avec :

U_g	le coefficient de transmission thermique du vitrage, en $W/(m^2.K)$,
U_p	le coefficient de transmission thermique du panneau, en $W/(m^2.K)$,
U_f	le coefficient de transmission thermique du profilé, en $W/(m^2.K)$,
ψ_g	le coefficient de transmission thermique linéique, en $W/(m.K)$,
f_{gp}	la proportion de remplissage (vitrage + panneau) par rapport à la surface totale,
f_{g-gp}	la proportion du vitrage dans le total du remplissage.

Les valeurs que peut prendre le paramètre ψ_g sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Profilé	Absence de vitrage, simple vitrage ou $U_g > 3.3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Vitrage multiple	
		$U_g > 2.0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_g \leq 2.0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
En l'absence de châssis	0	0.02	0.05
$U_f \geq 5.9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	0	0.02	0.05
$U_f < 5.9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	0	0.06	0.11

Tableau 99 : Valeurs de calcul du coefficient de transmission thermique linéique ψ_g

NOTE : Ces valeurs sont (en partie) extraites du Tableau E.2 du document de référence pour les pertes par transmission.

Les valeurs que peut prendre le paramètre f_{gp} sont reprises dans le tableau ci-dessous, en fonction de la valeur ($f_{g-gp} U_g + (1-f_{g-gp}) U_p$) de l'ensemble constitué du panneau et du vitrage, supposé en contact avec l'extérieur.

	f_{gp}	$1-f_{gp}$
En l'absence de châssis	1.0	0.0
$(f_{g-gp} U_g + (1-f_{g-gp}) U_p) \leq U_f$	0.7	0.3
$(f_{g-gp} U_g + (1-f_{g-gp}) U_p) > U_f$	0.8	0.2

Tableau 100 : Valeur de calcul de la proportion de remplissage (vitrage + panneau) par rapport à la surface totale f_{gp}

En certification, les valeurs que peut prendre le facteur f_{g-gp} (représentant la proportion de vitrage) sont reprises ci-dessous. Le complément ($1-f_{g-gp}$) représente la proportion du panneau.

f_{g-gp}	$1-f_{g-gp}$
1.00	0.00
0.75	0.25
0.50	0.50
0.25	0.75
0.00	1.00

Tableau 101 : Valeurs admissibles conventionnellement pour la proportion du vitrage dans le total du remplissage f_{g-gp}

U.5.1.2 Double fenêtres et fenêtres à vantaux dédoublés

En certification, ces cas ne sont pas inclus dans la procédure de calcul. Le protocole de collecte des données indique comment les traiter.

U.5.2 Correction pour tenir compte d'un autre environnement que l'extérieur

La valeur U_w d'une fenêtre en contact avec un autre environnement que l'extérieur est modifiée comme suit¹³ :

$$\text{Eq. 255} \quad U_w = \left(\frac{1}{\frac{1}{U_w} - 0.04 + 0.13} \right) \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})]$$

Avec :

U_w la valeur U_w de la fenêtre placée verticalement, déterminée par l'**Eq. 252** , en $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$.

U.5.3 Correction pour tenir compte de la présence de volets extérieurs commandés de l'intérieur

Un volet extérieur crée une résistance thermique supplémentaire (ΔR) devant la fenêtre devant laquelle il est placé. Seuls les volets commandés de l'intérieur sont ici pris en compte¹⁴. Pour le calcul des pertes par transmission¹⁵, on suppose par convention que les volets sont fermés 8 heures par jour. Dès lors, la valeur U_w prise en compte dans les calculs des pertes par transmission à travers la fenêtre est remplacée par la valeur U_{ws} calculée comme suit :

$$\text{Eq. 256} \quad U_{ws} = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} \right) + \frac{2}{3} U_w \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})]$$

Avec :

U_w la valeur U_w de la fenêtre sans volet, déterminée par l'**Eq. 252** , éventuellement corrigé selon l'**Eq. 243**, en $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$;

ΔR la résistance thermique supplémentaire, fixée conventionnellement à 0.08, en $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$.

¹³ Cette correction suppose que la fenêtre est placée verticalement.

¹⁴ Les volets sont par ailleurs considérés comme des protections solaires extérieures lors du calcul des gains solaires. Tous les types de commande (y compris les volets manipulés uniquement de l'extérieur) sont dans ce cas pris en compte

¹⁵ Par contre, pour ce qui concerne l'évaluation du niveau d'isolation du type de fen

U.6 Valeurs U des composants des portes et fenêtres

Les valeurs U_g par défaut suivantes des vitrages sont utilisées.

Code	Type de vitrage	U_g [W/(m ² .K)]	Valeur $g_{g, \perp}$ [-]
SV	Simple vitrage	5.7	0.85
DV	Double vitrage normal - sans autre information	3.1	0.75
DVHR-2000	Double vitrage haut rendement - installation avant 2000 ou date inconnue	1.7	0.69
DHHR+2000	Double vitrage haut rendement - installation en ou après 2000	1.4	0.64
TVSC	Triple vitrage sans coating	2.3	0.70
TVAC	Triple vitrage avec coating	1.0	0.54
BV	Bloc de verre	3.5	0.75
CS	Coupole synthétique simple paroi	5.6	0.85
CD	Coupole synthétique double paroi	3.0	0.75

Tableau 103 : Valeurs par défaut des valeurs U_g des vitrages en certification

NOTE: La plupart de ces valeurs sont tirées de la norme NBN B 62-002:2008 (Annexe E)

Les valeurs U_f suivantes des profilés sont utilisées :

Code	Type de vitrage	U_f [W/(m ² .K)]
MSANS	Métallique sans coupure thermique	5.90
MAVEC	Métallique avec coupure thermique	4.19
BOIS	Bois	2.20
AUCUN	Aucun	0.00

Tableau 106 : Valeurs de calcul des valeurs U_f des profilés en certification

NOTE : les valeurs du Tableau 106 sont issues de la norme NBN B 62-002:2008 (Annexe F).

Les valeurs U_p suivantes des panneaux sont utilisées :

Code	Type de panneau	U_p [W/(m ² .K)]
	Non isolé métallique	6.00
	Non isolé non métallique	4.00
	Isolé métallique	5.00
	Isolé non métallique	3.00

Tableau 108 : Valeurs de calcul des valeurs U_p des panneaux

NOTE : les valeurs du Tableau 108 sont issues de la norme NBN B 62-002:2008 (§9.6.5).

DOCUMENT OFFICIEUX

Annexe X Facteurs de conversion

Cette annexe reprend à titre informatif les facteurs de conversion suivants :

- f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie considérée, sans unité,
- $f_{l/h}$ le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible considéré, sans unité,
- f_{CO_2} le facteur d'émission de CO₂ de la source d'énergie considérée, en kg/MJ.

Source d'énergie / combustible	Source	f_p	$f_{l/h}$	f_{CO_2} [kg/MJ]
Gaz naturel	(1)	1.0	0.90	0.056
Mazout = gazole	(1)	1.0	0.94	0.073
Propane/butane/GPL	(1)	1.0	0.92	0.062
Charbon	(1)	1.0	0.96	0.093
Bois	(1)	1.0	0.93	0
Granulés (pellets)	(2)	1.0	0.93	0
Autre biomasse	(2)	1.0	0.93	0
Electricité	(1)	2.5	1.00 (3)	0.198
Electricité auto-produite par photovoltaïque	(1)	2.5	1.00 (3)	0.198
Electricité auto-produite par cogénération	(1)	2.5	1.00 (3)	0.198
Autres combustibles		A déterminer selon des règles spécifiées par les autorités compétentes.		

Tableau 109 : Valeurs de calcul des facteurs de conversion f_p , $f_{l/h}$ et f_{CO_2} (à titre informatif)

(1) Pour ces sources d'énergie, les facteurs f_p d'application sont donnés dans l'article 542 du CWATUPE tel qu'inséré par l'article 2 de l'arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008, les facteurs $f_{l/h}$ d'application sont donnés dans l'annexe F de l'annexe PER de l'arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008 et les facteurs f_{CO_2} d'application résultent d'un accord inter-régional.

(2) Pour ces sources d'énergie, les valeurs pour le bois définies par ailleurs sont d'application.

(3) Pour l'électricité, le facteur $f_{l/h}$ n'a pas de sens physique.

Annexe Y Pouvoir calorifique inférieur

Cette annexe reprend à titre informatif le pouvoir calorifique inférieur des différents vecteurs énergétiques envisagés dans le cadre de la procédure d'audit énergétique. Pour le vecteur énergétique « Autre biomasse », la valeur doit être définie par l'auditeur en MJ/kg.

Vecteur énergétique	Pouvoir calorifique inférieur
Gaz naturel H (gaz algérien) [MJ/m ³]	39
Gaz naturel L (enrichi Slochteren) [MJ/m ³]	33.5
Propane/Butane/GPL [MJ/kg]	46
Mazout [MJ/l]	36
Charbon [MJ/kg]	30.9
Pellets de bois [MJ/kg]	17.5
Copeaux de bois [MJ/kg]	10.7
Bûches sèches [MJ/kg]	15
Bûches humides [MJ/kg]	9
Electricité [MJ/kWh]	3.6 ⁽¹⁾

Tableau 110 : Valeurs du pouvoir calorifique inférieur C_{pci} des vecteurs énergétiques

⁽¹⁾ Pour l'électricité, la valeur mentionnée n'a pas de sens physique.

Annexe AA Liste des équations

Eq. 1	$E_{\text{char ann prim en cons}} = \sum_{m=1}^{12} (E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{cool},m} + E_{p,\text{water},m} + E_{p,\text{aux},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m})$	[MJ]... 20
Eq. 2	$CO_{2,\text{tot}} = \sum_{m=1}^{12} (CO_{2,\text{heat},m} + CO_{2,\text{cool},m} + CO_{2,\text{water},m} + CO_{2,\text{aux},m} - CO_{2,\text{pv},m} - CO_{2,\text{cogen},m})$	[kg]..... 20
Eq. 3	Si $Y_{\text{heat},m} \geq 2.5$: $Q_{\text{heat,net},m} = 0$ Si $Y_{\text{heat},m} < 2.5$: $Q_{\text{heat,net},m} = Q_{L,\text{heat},m} - \eta_{\text{util,heat},m} \cdot Q_{g,\text{heat},m}$	[MJ] 21
Eq. 4	$Q_{L,\text{heat},m} = Q_{T,\text{heat},m} + Q_{\text{in/exfilt,heat},m} + Q_{V,\text{heat},m}$	[MJ]..... 21
Eq. 5	$Q_{T,\text{heat},m} = H_T \cdot \max(0, \theta_{i,\text{heat},m} - \theta_{e,m}) \cdot t_m$	[MJ] 21
Eq. 6	$Q_{V,\text{in/exfilt,heat},m} = H_{V,\text{in/exfilt,heat}} \cdot \max(0, \theta_{i,\text{heat},m} - \theta_{e,m}) \cdot t_m$	[MJ]..... 21
Eq. 7	$Q_{V,\text{hyg,heat},m} = H_{V,\text{hyg,heat}} \cdot \max(0, \theta_{i,\text{heat},m} - \theta_{e,m}) \cdot t_m$	[MJ] 21
Eq. 10	$Q_{g,\text{heat},m} = Q_{i,m} + Q_{s,\text{heat},m}$	[MJ]..... 23
Eq. 11	Si $Y_{\text{heat},m} \geq 2.5$: $\eta_{\text{util,heat},m} = 1/Y_{\text{heat},m}$	[-]..... 23
Eq. 12	Si $Y_{\text{heat},m} = 1$: $\eta_{\text{util,heat},m} = a/(a+1)$	(-) 23
Eq. 13	Sinon : $\eta_{\text{util,heat},m} = \frac{1 - (Y_{\text{heat},m})^a}{1 - (Y_{\text{heat},m})^{a+1}}$	[-]..... 23
Eq. 14	$Y_{\text{heat},m} = Q_{g,\text{heat},m} / Q_{L,\text{heat},m}$	[-]..... 23
Eq. 15	$a = 1 + \frac{T_{\text{heat}}}{54000}$	[-]..... 23
Eq. 16	$T_{\text{heat}} = \frac{C}{H_T + H_{V,\text{in/exfilt,heat}} + H_{V,\text{hyg,heat}}}$	[s]..... 23
Eq. 17	$H_T = \sum_j b_j A_j U_j$	[W/K]..... 25
Eq. 18	$H_{\text{in/exfilt,heat}} = 0.34 \dot{V}_{\text{in/exfilt,heat}}$	[W/K]..... 25
Eq. 19	$\dot{V}_{\text{in/exfilt,heat}} = 0.04 \times \dot{v}_{50\text{heat}} \times A_{T,E}$	[m ³ /h]..... 26
Eq. 20	$\dot{v}_{50,\text{heat}} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{\text{test}}}$	[m ³ /(h.m ²)]..... 26
Eq. 21	$H_{V,\text{heat}} = 0.34 [\dot{V}_{\text{in/exfilt,heat}} + r_{\text{preh,heat}} \dot{V}_{\text{dedic}}]$	[W/K]..... 26
Eq. 22	$\dot{V}_{\text{dedic,heat}} = f_{\text{reducvent,heat}} m_{\text{heat}} [0.2 + 0.5 \exp(-V_{\text{PER}}/500)] V_{\text{PER}}$	[m ³ /h]..... 27
Eq. 24	$r_{\text{preh,heat}} = 1 - 0.9 e^{-\text{heat,hr}}$	[-]..... 27
Eq. 25	Si $V_{\text{PER}} \leq 192 \text{ m}^3$: $Q_{i,m} = (78 + 1.41 V_{\text{PER}}) \cdot t_m$ Si $V_{\text{PER}} > 192 \text{ m}^3$:	
	$Q_{i,m} = (220 + 0.67 V_{\text{PER}}) \cdot t_m$	[MJ]..... 28
Eq. 26	$Q_{s,\text{heat},m} = \sum_j Q_{s,\text{heat},m,j}$	[MJ]..... 28
Eq. 27	$Q_{\text{heat,net,sec i},m} = Q_{\text{heat,net},m} * f_{\text{sec i}}$	[MJ] 31

Eq. 28	$V_{sec\ i} = V_{PER} * f_{sec\ i}$ [m ³]	31
Eq. 30	$Q_{heatnet,sec\ i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heatnet,sec\ i,m}$ [MJ]	31
Eq. 31	$Q_{heat,gross,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{sys,heat,sec\ i,m}}$ [MJ]	32
Eq. 32	$Q_{heat,gross,sec\ i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ [MJ]	32
Eq. 33	$\eta_{sys,heat,sec\ i,m} = \eta_{em,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{distr,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{stor,heat,sec\ i,m}$ [-]	33
Eq. 34	$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \frac{\eta_{em,base,heat,sec\ i,m}}{f_{heat,foil,sec\ i,m}}$ [-]	33
Eq. 35	$\eta_{em,base,heat,sec\ i,m} = (\eta_{em,reg,sec\ i,m} - \min(0.08 ; \sum \Delta\eta_{em,corr,add,sec\ i,m})) \cdot f_{em,corr,mult,sec\ i,m}$ [-]	34
Eq. 37	$\eta_{distr,heat,sec\ i,m} = 1.0$ [-]	36
Eq. 51	$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,pref}}$ [MJ]	40
Eq. 52	$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref} = \frac{(1 - f_{heat,m,pref}) \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,npref}}$ [MJ]	40
Eq. 53	$Q_{heat,final,sec\ i,a,pref} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ [MJ]	41
Eq. 54	$Q_{heat,final,sec\ i,a,npref} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,final,sec\ i,m,npref}$ [MJ]	41
Eq. 55	$\beta_{gen,heat} = \frac{P_{gen,heat,pref}}{P_{gen,heat,pref} + P_{gen,heat,npref}}$ [-]	41
Eq. 56	$\eta_{gen,heat} = f_{l/h} \cdot \eta_{gen,heat,pci} - \sum_i \Delta\eta_{gen,heat,i}$ [-]	43
Eq. 57	$\eta_{gen,heat,pci} = \eta_{30\%} + 0.003 (\theta_{30\%} - \theta_{ave,boiler})$ [-]	45
Eq. 58	$\theta_{ave,boiler} = 6.4 + 0.63 \theta_{return,design}$ [°C]	45
Eq. 59	$\eta_{gen,heat,pci} = \eta_{30\%}$ [-]	46
Eq. 60	$\eta_{gen,heat,pci} = \eta_{ut} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_{nom}}\right) \cdot \left(\frac{1000 - \Theta}{1000 - \Theta_{nom}}\right) \cdot \left(\frac{b_{gen,heat,a}}{b_{gen,heat,a} + \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_{nom}}}\right)$ [-]	46
Eq. 61	$\Theta = \theta_w - \theta_o$ [K]	46
Eq. 62	$\Theta_{nom} = \theta_{w,nom} - \theta_{o,nom}$ [K]	46
Eq. 65	$\eta_{ut} = \eta_{co} - \left(\frac{\alpha}{100}\right)$ [-]	47
Eq. 67	$\eta_{gen,heat} = \eta_{gen,heat,dh}$ [-]	52

Eq. 68	$\eta_{gen,heat} = \varepsilon_{cogen,th} \quad [-]$	52
Eq. 69	$\eta_{gen,heat} = FPS \quad [-]$	53
Eq. 70	$FPS = f_{\theta} f_{\Delta\theta} f_{pumps} f_{AHU} COP_{test} \quad [-]$	53
Eq. 71	$\eta_{gen,heat} = f_{l/h} \cdot FPS \quad [-]$	57
Eq. 72	$E_{p,heat,m} = \sum_i (f_p \times Q_{heat,final,seci,m,pref} + f_p \times Q_{heat,final,seci,m,npref}) \quad [MJ]$	58
Eq. 73	$CO_{2,heat,m} = \sum_i (Q_{heat,final,seci,m,pref} \times f_{CO_2} \times f_{l/h} + Q_{heat,final,seci,m,npref} \times f_{CO_2} \times f_{l/h}) \quad [kg]$	58
Eq. 74	$I_{overh} = Q_{excessnorm,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excessnorm,m} \quad [Kh]$	59
Eq. 75	$Q_{excessnorm,m} = \frac{(1 - \eta_{util,overh,m}) \cdot Q_{g,overh,m}}{H_{T,overh} + H_{V,overh}} \cdot \frac{1000}{3.6} \quad [Kh]$	59
Eq. 76	$Q_{g,overh,m} = Q_{i,m} + Q_{s,overh,m} \quad [MJ]$	59
Eq. 77	$Q_{s,overh,m} = \sum_{j=1} Q_{s,overh,m,j} \quad [MJ]$	59
Eq. 78	Si $Y_{overh,m} = 1 : \eta_{util,overh,m} = a/(a+1) \quad [-]$	60
Eq. 79	Si $Y_{overh,m} <> 1 : \eta_{util,overh,m} = \frac{1 - (Y_{overh,m})^a}{1 - (Y_{overh,m})^{a+1}} \quad (-)$	60
Eq. 80	$Y_{overh,m} = Q_{g,overh,m}/Q_{L,overh,m} \quad [-]$	60
Eq. 81	$a = 1 + \frac{T_{overh}}{54000} \quad [-]$	60
Eq. 82	$T_{overh} = \frac{C}{H_{T,overh} + H_{V,overh}} \quad [s]$	60
Eq. 83	$Q_{L,overh,m} = Q_{T,overh,m} + Q_{V,overh,m} \quad [MJ]$	60
Eq. 84	$Q_{T,overh,m} = H_{T,overh} \cdot \max(0, \theta_{i,overh,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [MJ]$	61
Eq. 85	$Q_{V,overh,m} = H_{V,overh} \cdot \max(0, \theta_{i,overh,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [MJ]$	61
Eq. 86	$H_{V,overh} = 0.34 V_{PER} \quad [MJ]$	61
Eq. 87	$Q_{cool,net,m} = f_{cool} (1 - \eta_{util,cool,m}) Q_{g,cool,m} \quad [MJ]$	62
Eq. 88	$Q_{g,cool,m} = Q_{i,m} + Q_{s,cool,m} \quad [MJ]$	63
Eq. 89	$Q_{s,cool,m} = \sum_{j=1} Q_{s,cool,m,j} \quad [MJ]$	63
Eq. 90	Si $Y_{cool,m} = 1 : \eta_{util,cool,m} = a/(1+a) \quad [-]$	63
Eq. 91	Si $Y_{cool,m} <> 1 : \eta_{util,cool,m} = \frac{1 - (Y_{cool,m})^a}{1 - (Y_{cool,m})^{a+1}} \quad [-]$	63
Eq. 92	$Y_{cool,m} = Q_{g,cool,m}/Q_{L,cool,m} \quad (-)$	63

Eq. 93	$a = 1 + \frac{T_{cool,m}}{54000}$ [-]	63
Eq. 94	$T_{cool,m} = \frac{C}{H_{T,cool,m} + H_{V,in/exfilt,cool} + H_{V,hyg,cool}}$ [s]	63
Eq. 95	$Q_{L,cool,m} = Q_{T,cool,m} + Q_{V,in/exfilt,cool,m} + Q_{V,hyg,cool,m}$ [MJ]	64
Eq. 96	$Q_{T,cool,m} = H_{T,cool,m} \cdot \max(0, \theta_{i,cool,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m$ [MJ]	64
Eq. 97	$Q_{V,in/exfilt,cool,m} = H_{V,in/exfilt,cool,m} \cdot \max(0, \theta_{i,cool,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m$ [MJ]	65
Eq. 98	$H_{in/exfilt,cool} = 0.34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool}$ [W/K]	65
Eq. 99	$\dot{V}_{in/exfilt,cool} = 0$ [m ³ /h]	65
Eq. 100	$\dot{V}_{in/exfilt,cool} = \dot{V}_{in/exfilt,heat}$ [m ³ /h]	65
Eq. 101	$Q_{V,hyg,cool,m} = H_{V,hyg,cool,m} \cdot \max(0, \theta_{i,cool,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m$ [MJ]	65
Eq. 102	$H_{V,cool} = 0.34 \cdot r_{preh,cool} \cdot \dot{V}_{dedic,cool}$ [W/K]	65
Eq. 103	$\dot{V}_{dedic,cool} = f_{reduc,vent,cool} \cdot m_{cool} \cdot [0.2 + 0.5 \exp(-V_{PER}/500)] \cdot V_{PER}$ [m ³ /h]	66
Eq. 105	$r_{preh,cool} = 1 - 0.9 e_{cool,hr}$ [-]	66
Eq. 106	$Q_{cool,final,m} = \frac{Q_{cool,net,m}}{8.1}$ [kWh]	67
Eq. 107	$E_{p,cool,m} = f_p \times 3.6 \times Q_{cool,final,m}$ [MJ]	67
Eq. 108	$CO_{2,cool,m} = f_{CO_2} \times 3.6 \times Q_{cool,final,m}$ [kg]	67
Eq. 109	$Q_{water,bath i,net,m} = f_{bath i} \times \max[64, 64 + 0.220(V_{PER} - 192)] \times t_m$ [MJ]	68
Eq. 110	$Q_{water, sink i,net,m} = f_{sink i} \times \max[16, 16 + 0.055(V_{PER} - 192)] \times t_m$ [MJ]	68
Eq. 111	$f_{sink i} = 1/N_{sink}$ $f_{bath i} = 1/N_{bath}$ [-]	69
Eq. 115	$Q_{water,bath i,gross,m} = \frac{Q_{water,bath i,net,m}}{\eta_{sys,bath i,m}}$ [MJ]	69
Eq. 116	$\eta_{sys,water,bath i,m} = \eta_{distr,water,bath i,m}$ [-]	69
Eq. 118	$\eta_{distr,water,bath i,m} = \eta_{tubing,bath i,m} \cdot \eta_{water,circ k,m}$ [-]	70
Eq. 119	$\eta_{distr,water,bath i,m} = \eta_{tubing,bath i,m} \cdot \eta_{water,circ k,m}$ [-]	70
Eq. 130	$Q_{water,bath i,final,m,pref} = \frac{f_{water,bath i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bath i,m}) \cdot Q_{water,bath i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath i,m,pref}}$ [MJ]	73
Eq. 131	$Q_{water,bath i,final,m,npref} = \frac{(1 - f_{water,bath i,m,pref}) \cdot (1 - f_{as,water,bath i,m}) \cdot Q_{water,bath i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath i,m,npref}}$ [MJ]	73
Eq. 132	$E_{p,water,m} = \sum_i (f_p \times Q_{water,bath i,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,bath i,final,m,npref}) + \sum_i (f_p \times Q_{water,sink i,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,sink i,final,m,npref})$ [MJ]	76

$$\text{Eq. 133} \quad \text{CO}_{2,\text{water},m} = \sum_i (Q_{\text{water,bath},i,\text{final},m,\text{pref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{\text{lh}} + Q_{\text{water,bath},i,\text{final},m,\text{npref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{\text{lh}}) + \sum_i (Q_{\text{water,sink},i,\text{final},m,\text{pref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{\text{lh}} + Q_{\text{water,sink},i,\text{final},m,\text{npref}} \times f_{\text{CO}_2} \times f_{\text{lh}}) \quad \text{[kg]} \quad 76$$

$$\text{Eq. 134} \quad f_{\text{as,heat,sec},i,m} = f_{\text{as,water,bath},i,m} = f_{\text{as,water,sink},i,m} = \min(1, \eta_{\text{as,sh+wh},m} \cdot f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as},m} / Q_{\text{demand,as,sh+wh},m}) \quad [-] \quad 77$$

$$\text{Eq. 135} \quad Q_{\text{as},m} = \sum_j (A_{\text{as},j} \cdot I_{\text{as},m,\text{shad},j}) \quad \text{[MJ]} \quad 77$$

$$\text{Eq. 136} \quad Q_{\text{demand,as,sh+wh},m} = Q_{\text{demand,as,water},m} + \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec},i,m} \quad \text{[MJ]} \quad 77$$

$$\text{Eq. 137} \quad Q_{\text{demand,as,water},m} = \sum_i Q_{\text{water,bath},i,\text{gross},m} + \sum_i Q_{\text{water,sink},i,\text{gross},m} \quad \text{[MJ]} \quad 77$$

$$\text{Eq. 138} \quad \text{Si} \quad \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec},i,m} > 0 : \eta_{\text{as,sh+wh},m} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \cdot \frac{Q_{\text{demand,as,water},a}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as},a}} + 0.015 \cdot \frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec},i,m}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as},m}} \right), 0.8 \right\} \quad [-] \quad 78$$

$$\text{Eq. 139} \quad \text{Si} \quad \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec},i,m} = 0 : \eta_{\text{as,sh+wh},m} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \cdot \frac{Q_{\text{demand,as,water},a}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as},a}} \right), 0.8 \right\} \quad [-] \quad 78$$

$$\text{Eq. 140} \quad f_{\text{as,water,bath},i,m} = f_{\text{as,water,sink},i,m} = \min(1, \eta_{\text{as,water},m} \cdot f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as},m} / Q_{\text{demand,as,water},m}) \quad [-] \quad 78$$

$$\text{Eq. 141} \quad \eta_{\text{as,water},m} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.20 \cdot \frac{Q_{\text{demand,as,water},a}}{f_{\text{d,as}} \cdot Q_{\text{as},a}} \right), 0.8 \right\} \quad [-] \quad 78$$

$$\text{Eq. 142} \quad W_{\text{aux,heat},m} = \sum_j \left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec},i,m}}{\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec},i,a}} \right) \cdot W_{\text{aux,heat},j} \quad \text{[kWh]} \quad 80$$

$$\text{Eq. 143} \quad Q_{\text{heat,gross,sec},i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,gross,sec},i,m} \quad \text{[MJ]} \quad 80$$

$$\text{Eq. 146} \quad Q_{\text{pilot},m} = t_m \cdot \sum_j f_{\text{dt,pilot},j} \cdot P_{\text{pilot},j} \quad \text{[MJ]} \quad 82$$

$$\text{Eq. 147} \quad W_{\text{aux,fans},m} = W_{\text{aux,fans,vent},m} + W_{\text{aux,fans,heat},m} \quad \text{[kWh]} \quad 83$$

$$\text{Eq. 148} \quad W_{\text{aux,fans,vent},m} = t_m \cdot \Phi_{\text{fans,vent}} / 3.6 \quad \text{[kWh]} \quad 83$$

$$\text{Eq. 149} \quad Q_{\text{conv,supply,tot}} = \sum_{\text{room} \in \text{supply}} Q_{\text{conv,supply type}} \quad \text{[m}^3/\text{h]} \quad 84$$

$$Q_{\text{conv,exh,tot}} = \sum_{\text{room} \in \text{exh}} Q_{\text{conv,exh type}}$$

$$\text{Eq. 150} \quad Q_{\text{conv,supply,meca}} = \sum_{\text{room} \in \text{meca supply}} Q_{\text{conv,supply type}} \quad \text{[m}^3/\text{h]} \quad 84$$

$$Q_{\text{conv,exh,meca}} = \sum_{\text{room} \in \text{meca exh}} Q_{\text{conv,exh type}}$$

Eq. 153 Si $\text{room} \in \text{meca supply} \geq 1$ et $\text{room} \in \text{meca exh} = 0$: $f_{\Phi, \text{fans, vent}} = \frac{Q_{\text{conv, supply, meca}}}{Q_{\text{conv, supply, tot}}}$ [-] 85

Si $\text{room} \in \text{meca supply} = 0$ et $\text{room} \in \text{meca exh} \geq 1$: $f_{\Phi, \text{fans, vent}} = \frac{Q_{\text{conv, exh, meca}}}{Q_{\text{conv, exh, tot}}}$ [-]..... 85

Si $\text{room} \in \text{meca supply} \geq 1$ et $\text{room} \in \text{meca exh} \geq 1$: $f_{\Phi, \text{fans, vent}} = \frac{(Q_{\text{conv, supply, meca}} + Q_{\text{conv, exh, meca}})}{(Q_{\text{conv, supply, tot}} + Q_{\text{conv, exh, tot}})}$ [-] 85

Eq. 154 $W_{\text{aux, fans, heat, m}} = t_m \cdot f_{\text{heat, m}} \sum_i \left(\Phi_{\text{fans, heat, i}} - \Phi_{\text{fans, vent}} \cdot \frac{V_{\text{seci}}}{V_{\text{PER}}} \right) / 3.6$ [kWh]..... 85

Eq. 155 $f_{\text{heat, m}} = 0.33$ [-]..... 86

Eq. 156 $E_{\text{p, aux, m}} = f_p \times 3.6 \times (W_{\text{aux, fans, m}} + W_{\text{aux, heat, m}}) + f_p \times Q_{\text{pilot, m}}$ [MJ] 86

Eq. 157 $\text{CO}_{2, \text{aux, m}} = 3.6 \times f_{\text{CO}_2} \times (W_{\text{aux, fans, m}} + W_{\text{aux, heat, m}}) + f_{\text{CO}_2} \times f_{\text{l/h}} \times Q_{\text{pilot, m}}$ [kg]..... 86

Eq. 158 $W_{\text{pv, m, i}} = \frac{P_{\text{pv, i}} \times \text{RF}_{\text{pv, i}} \times I_{\text{s, m, i, shad}}}{3600}$ [kWh]..... 88

Eq. 159 $E_{\text{p, pv, m}} = \sum_i (f_p \cdot 3.6 \cdot f_{\text{pv, i}} \cdot W_{\text{pv, m, i}})$ [MJ]..... 88

Eq. 160 $\text{CO}_{2, \text{pv, m}} = \sum_i f_{\text{CO}_2} \cdot 3.6 \cdot f_{\text{pv, i}} \cdot W_{\text{pv, m, i}}$ [kg]..... 89

Eq. 161 $W_{\text{cogen, i, m}} = 0$ [kWh]..... 90

Eq. 162 $W_{\text{cogen, i, m}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{cogen, elec}}}{3.6} \cdot Q_{\text{cogen, final, i, m}}$ [kWh] 90

Eq. 163 $Q_{\text{cogen, final, i, m}} = \sum_i f_{\text{heat, m, pref}} \times (1 - f_{\text{as, heat, sec i, m}}) \times Q_{\text{heat, gross, sec i, m}} / \eta_{\text{gen, heat, cogen}}$
 $+ \sum_i f_{\text{water, bath i, m, pref}} \times (1 - f_{\text{as, water, bath i, m}}) \times Q_{\text{water, bath i, gross, m}} / \eta_{\text{gen, water, bath i, m, cogen}}$
 $+ \sum_i f_{\text{water, sink i, m, pref}} \times (1 - f_{\text{as, water, sink i, m}}) \times Q_{\text{water, sink i, gross, m}} / \eta_{\text{gen, water, sink i, m, cogen}}$ [MJ] 90

Eq. 164 $P_{\text{cogen, elec}} = a \times (P_{\text{cogen, th}})^b$ [kW]..... 92

Eq. 165 $\mathcal{E}_{\text{cogenelec}} = a_{\text{elec}} \times (P_{\text{cogenelec}})^{b_{\text{elec}}}$ [-] 92

Eq. 166 $\mathcal{E}_{\text{cogen th}} = a_{\text{th}} \times (P_{\text{cogenelec}})^{b_{\text{th}}}$ [-]..... 92

Eq. 167 $\mathcal{E}_{\text{cogen, elec}} = 0.77 \times \frac{P_{\text{cogen, elec}}}{P_{\text{cogen, elec}} + P_{\text{cogen, th}}}$ [-]..... 93

Eq. 168 $\mathcal{E}_{\text{cogen, th}} = 0.77 \times \frac{P_{\text{cogen, th}}}{P_{\text{cogen, elec}} + P_{\text{cogen, th}}}$ [-] 93

Eq. 169 $x_m = \left[\sum_i (1 - f_{\text{as, heat, sec i, m}}) \cdot Q_{\text{heat, gross, sec i, m}} + \sum_i (1 - f_{\text{as, water, bath i, m}}) \cdot Q_{\text{water, bath i, gross, m}} + \sum_i (1 - f_{\text{as, water, sink i, m}}) \cdot Q_{\text{water, sink i, gross, m}} \right] / (1000 \cdot P_{\text{cogen, th}} \cdot t_m)$ [-] 95

Eq. 170	$V_{stor,30min,i} = \frac{0.44 \cdot P_{cogen,th,i}}{(\theta_{cogen,i} - \theta_{return,design,i})}$	[m ³].....	95
Eq. 171	$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \times 3.6 \times W_{cogen,m,i}$	[MJ].....	96
Eq. 172	$CO_{2,cogen,m} = \sum_i f_{CO_2} \times 3.6 \times W_{cogen,m,i}$	[kg].....	96
Eq. 181	$Q_{s,calc,m,j} = 0.95 g_{j,calc} f_{gp,j} f_{g-gp,j} A_{w,j} I_{s,m,j,shad}$	[MJ].....	100
Eq. 182	$g_{j,calc} = 0.9 (a_{c,calc} F_c + (1 - a_{c,calc}) g_{g,\perp} \cdot f_{film-as})$	[-].....	100
Eq. 183	$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}}$	[-].....	102
Eq. 238	$U = \frac{1}{R_{tot}}$	[W/(m ² .K)].....	103
Eq. 239	$R_{tot} = R_{si} + R + R_{se}$	[m ² .KW].....	103
Eq. 242	$U = \frac{\left(\frac{1}{R_{si} + R}\right)}{\left(\frac{1}{R_{si} + R}\right) + 1}$	[W/(m ² .K)].....	104
Eq. 243	$d_w = 2 \cdot (R_{si} + R + R_{se})$	[m].....	105
Eq. 244	Quand $d_w \geq d_t$: $U = \frac{4}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0.5 \cdot d_t}{d_t + z}\right) \ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$		Quand $d_w < d_t$:
	$U = \frac{4}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0.5 d_w}{d_w + z}\right) \ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$	[W/(m ² .K)].....	105
Eq. 245	$R = R_{isolant 1} + R_{isolant 2} + R_{vide} + R_{base} + R_{parement} + R_{sol}$	[m ² .K/W].....	106
Eq. 246	$R_{isolant} = \frac{d}{\lambda_{isolant}} + \Delta R$	[m ² .K/W].....	107
Eq. 247	$R_{base} = \frac{d}{\lambda_{base}}$	[m ² .K/W].....	112
Eq. 248	$R_{sol} = \frac{z}{\lambda_{sol}}$	[m ² .K/W].....	114
Eq. 252	$U_w = f_{gp} (f_{g-gp} U_g + (1 - f_{g-gp}) U_p) + (1 - f_{gp}) U_f + 3\psi_g$	[W/(m ² .K)].....	115
Eq. 255	$U_w = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_w} - 0.04 + 0.13\right)}$	[W/(m ² .K)].....	117
Eq. 256	$U_{ws} = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R}\right) + \frac{2}{3} U_w$	[W/(m ² .K)].....	117

Annexe BB Liste des tableaux et figures

Tableau 1 : Symboles et abréviations utilisés dans la présente procédure	13
Tableau 2 : Indices utilisés dans la présente procédure	15
Tableau 3 : Longueur du mois et température extérieure moyenne du mois.....	22
Tableau 5 : Valeurs de calcul de la capacité thermique effective C en certification	24
Tableau 7 : Facteurs de pondération b en fonction du type d'environnement en certification	25
Tableau 11 : Valeurs par défaut du rendement thermique η_{test}	28
Tableau 12 : Situations particulières en l'absence d'un système complet de chauffage	29
Tableau 13 : Valeurs de calcul du rendement mensuel moyen de régulation d'un secteur énergétique i, $\eta_{\text{em,reg,seci,m}}$, dans le cas d'un système de chauffage local	34
Tableau 14 : Valeurs de calcul du rendement mensuel moyen de régulation d'un secteur énergétique i, $\eta_{\text{em,reg,seci,m}}$, dans le cas d'un système de chauffage central (individuel ou collectif)	35
Tableau 15 : Facteur correctif multiplicatif $f_{\text{em,corr,mult,seci,m}}$ tenant compte de l'existence d'un décompte individualisé des consommations de chauffage dans le cas d'un système de chauffage central collectif.....	36
Tableau 16 : Valeurs de calcul du rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique i $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ dans le cas d'un système de chauffage central individuel.....	37
Tableau 17 : Valeurs de calcul du rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique i $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ dans le cas d'un système de chauffage desservant plusieurs unités d'habitation ou un bâtiment d'hébergement collectif.....	38
Tableau 24 : Valeurs de calcul du rendement mensuel moyen de stockage d'un secteur énergétique i $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$	39
Tableau 27 : Conventions relatives à la répartition en systèmes préférentiel et non-préférentiel	40
Tableau 28 : Valeur de calcul de $f_{\text{heat,m,pref}}$ en fonction de la part du générateur de chaleur préférentiel dans la puissance nominale totale installée.....	42
Tableau 29 : Valeur de calcul de $f_{\text{heat,m,pref}}$ en fonction du type de générateur préférentiel.....	42
Tableau 30 : Valeurs de calcul de la fraction moyenne annuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) de chaleur associé(s)préférentiel(s) $f_{\text{heat,pref}}$ en fonction du rapport des puissances $\beta_{\text{gen,heat}}$	43
Tableau 31 : Valeurs de calcul de la fraction moyenne annuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) $f_{\text{heat,pref}}$ en fonction du nombre de types différents de générateurs de chaleur connectés.....	43
Tableau 32 : Valeurs par défaut du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ des poêles	44
Tableau 33 : Valeurs par défaut pour la température de retour de conception du système d'émission de chaleur $\theta_{\text{return,design}}$	45
Tableau 34 : Valeurs par défaut du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ des chaudières à condensation.....	45
Tableau 35 : Valeurs par défaut du rendement de combustion instantané η_{co}	47
Tableau 36 : Valeurs de calcul du coefficient de pertes à l'arrêt α	48
Tableau 37 : Valeurs par défaut du coefficient de charge annuel $b_{\text{gen,heat,a}}$	48
Tableau 38 : Valeurs de calcul de la température moyenne de l'eau de la chaudière θ_w	48
Tableau 39 : Valeurs de calcul de la température moyenne de la chaufferie θ_o	49
Tableau 40 : Valeurs par défaut du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ des chaudières bois ou autre biomasse non à condensation	49
Tableau 41 : Valeurs de calcul du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ d'une installation de chauffage desservant plusieurs unités d'habitation ou un bâtiment d'hébergement collectif, avec une chaudière non à condensation	51
Tableau 42 : Valeurs de calcul du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ d'une installation de chauffage desservant plusieurs unités d'habitation ou un bâtiment d'hébergement collectif, avec plusieurs chaudière non à condensation – installation avec arrêt de l'irrigation des chaudières à l'arrêt.....	51
Tableau 43 : Valeurs de calcul de la réduction du rendement $\eta_{\text{gen,heat,pci}}$ d'une installation de chauffage collectif, avec plusieurs chaudière non à condensation – installations avec maintien de l'irrigation des chaudières à l'arrêt	52
Tableau 44 : Valeurs par défaut du facteur de performance saisonnière moyen d'une pompe à chaleur FPS	57
Tableau 45 : Valeurs par défaut du facteur de performance saisonnière moyen d'une pompe à chaleur FPS	57

Tableau 47 : Valeurs de calcul de la contribution des conduites d'eau sanitaire $\eta_{\text{tubing,bath } i} / \eta_{\text{tubing,sink } i}$	71
Tableau 48 : Valeurs de calcul de la contribution de la boucle de circulation $\eta_{\text{water,circ } k,m}$ pour une installation individuelle desservant une unité d'habitation	71
Tableau 49 : Valeurs de calcul de la contribution de la boucle de circulation $\eta_{\text{water,circ } k,m}$ pour une installation collective desservant plusieurs unité d'habitation	71
Tableau 50 : Valeurs de calcul de la contribution de la boucle de circulation $\eta_{\text{water,circ } k,m}$ pour une installation collective desservant un bâtiment d'hébergement collectif	72
Tableau 55 : Valeurs de calcul pour le rendement de production $\eta_{\text{gen,water}}$ pour la préparation d'eau chaude sanitaire	75
Tableau 57 : Valeurs de calcul $W_{\text{aux,heat},j}$ pour la consommation d'électricité des ventilateurs et de l'électronique intégrés au générateur d'une installation de chauffage central	80
Tableau 58 : Valeurs de calcul pour la consommation d'électricité des fonctions auxiliaires des installations de chauffage des locaux $W_{\text{aux,heat},j}$ (certification uniquement)	81
Tableau 60 : Valeurs par défaut pour la présence ou l'absence des fonctions auxiliaires d'un système de chauffage individuel (certification uniquement)	82
Tableau 61 : Valeurs par défaut pour la présence ou l'absence des fonctions auxiliaires d'un système de chauffage collectif (certification uniquement)	82
Tableau 62 : Valeurs de calcul pour la puissance électrique des ventilateurs pour la ventilation hygiénique $\Phi_{\text{fans,vent}}$	84
Tableau 63 : Débits d'alimentation et d'évacuation conventionnels	85
Tableau 64 : Valeurs de calcul pour la puissance électrique des ventilateurs qui assurent le chauffage des locaux $\Phi_{\text{fans,heat},i}$ avec $V_{\text{sec } i}$: volume du secteur énergétique i chauffé par air	86
Tableau 65 : Paramètres pour déterminer la puissance électrique en fonction de la puissance thermique (moteur à combustion interne)	92
Tableau 66 : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$)	92
Tableau 67 : Paramètres pour déterminer le rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$)	93
Tableau 68 : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $P_{\text{cogen,elec}} > 5000 \text{ kW}$)	93
Tableau 69 : Valeurs de la fraction mensuelle pour un générateur préférentiel de type cogénération	94
Figure 1 : Angles de surplomb α_v , de saillie gauche α_{SL} , de saillie droite α_{SR}	97
Tableau 75 : Valeurs prises en considération pour chaque paramètre	98
Tableau 76 : Valeurs de calcul du facteur d'utilisation moyen de la protection solaire pour les différents calculs (chauffage, surchauffe, refroidissement)	101
Tableau 77 : Valeurs de calcul pour le facteur de réduction F_c pour protection solaire calculs détaillé et simplifié	102
Tableau 88 : Valeurs de calcul des résistances thermiques d'échange superficiel R_{si} et R_{se}	104
Figure 3 : Arbre de décision pour la détermination de la valeur R des éléments de construction opaques (version de la procédure de calcul)	106
Tableau 89 : Valeur de calculs de la conductivité thermique λ_{isolant} et de la résistance thermique complémentaire ΔR des isolants de type connu	108
Tableau 90 : Valeur de calculs de la conductivité thermique λ_{isolant} des isolants de type inconnu en fonction du type de construction opaque	109
Tableau 91 : Valeurs de calcul de l'épaisseur des isolants lorsque seul leur type est connu	110
Tableau 92 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des isolants lorsque ni leur type ni leur épaisseur ne sont connues – en cas de chauffage électrique ou d'appartements ≥ 1985	110
Tableau 93 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des isolants lorsque ni leur type ni leur épaisseur ne sont connues – cas des toitures plates ≥ 1985	110
Tableau 94 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des isolants lorsque ni leur type ni leur épaisseur ne sont connues – autres cas	111
Tableau 95 : Valeurs de calcul de la résistance thermique des lames d'air R_{vide}	111
Tableau 96 : Valeurs de calcul de la conductivité thermique λ_{base} ou résistance thermique R_{base} des murs pleins	113

Tableau 97 : Valeurs de calcul de la résistance thermique R_{base} des toitures et planchers.....	114
Tableau 99 : Valeurs de calcul du coefficient de transmission thermique linéique ψ_g	116
Tableau 100 : Valeur de calcul de la proportion de remplissage (vitrage + panneau) par rapport à la surface totale f_{gp}	116
Tableau 101 : Valeurs admissibles conventionnellement pour la proportion du vitrage dans le total du remplissage f_{g-gp}	116
Tableau 103 : Valeurs par défaut des valeurs U_g des vitrages en certification	118
Tableau 106 : Valeurs de calcul des valeurs U_f des profilés en certification.....	118
Tableau 108 : Valeurs de calcul des valeurs U_p des panneaux	119
Tableau 109 : Valeurs de calcul des facteurs de conversion f_p , f_{lh} et f_{CO2} (à titre informatif).....	120
Tableau 110 : Valeurs du pouvoir calorifique inférieur C_{pci} des vecteurs énergétiques	121

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du xxx portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

Namur le xxx

DOCUMENT OFFICIEUX