

Annexe 1 à l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Annexe 1. Méthode de calcul pour la certification des habitations individuelles

**Méthode de
certification PEB des
habitations
individuelles en
Région de Bruxelles-
Capitale**

Méthode de calcul

Version 01/2017

Table des matières

1. Hypothèses	6
1.1 Données climatiques	6
1.2 Habitation individuelle	8
1.3 Comportement de l'occupant	8
1.4 Pas temporel utilisé pour le calcul	9
2. Calcul énergétique	10
2.1 Performance énergétique	10
2.2 Consommation totale d'énergie primaire	10
2.2.1 Consommation d'énergie primaire pour le chauffage	11
2.2.2 Consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire	12
2.2.3 Consommation d'énergie primaire des auxiliaires	12
2.2.4 Consommation d'énergie pour le refroidissement	13
2.2.5 Production d'énergie primaire par les panneaux solaire photovoltaïques	13
2.2.6 Production d'énergie primaire par la cogénération	13
2.3 Chauffage	14
2.3.1 Installations préférentielles et non-préférentielles	16
2.3.1.1 Règles générales	16
2.3.1.2 Règles face à plusieurs producteurs ou groupes de producteurs de chaleur	16
2.3.1.2.1 En présence d'une cogénération, d'une fourniture de chaleur externe ou d'une pompe à chaleur	16
2.3.1.2.2 Autres cas	17
2.3.1.2.2.1 Si toutes les puissances nominales sont connues	17
2.3.1.2.2.2 Si certaines puissances nominales ne sont pas connues.	17
2.3.2 Transmission	18
2.3.3 Ventilation	20
2.3.4 Gains internes	22
2.3.5 Ensoleillement	22
2.3.6 Taux d'utilisation des gains internes	23
2.3.7 Rendement de production	24
2.3.7.1 Absence d'un producteur : chauffage central	24
2.3.7.2 Absence d'un producteur : chauffage local	24
2.3.7.3 Présence d'un système de chauffage : procédure normale	25
2.3.8 Rendement de distribution	35
2.3.9 Rendement d'émission	36
2.3.10 Rendement de régulation	37
2.3.11 Rendement de stockage	38
2.4 Eau chaude sanitaire	38
2.4.1 Besoins	40
2.4.2 Rendement de distribution	40
2.4.3 Rendement de production	41
2.4.4 Pertes de stockage	44
2.4.5 Contribution du chauffe-eau solaire	45

2.4.5.1	Dans le cas d'un seul système d'ECS pour les SDB et cuisines	46
2.4.5.2	Dans le cas de 2 systèmes séparés d'ECS pour les SDB et cuisines	46
2.5	Consommation énergétique des auxiliaires	47
2.5.1	Consommation énergétique des pompes de circulation	47
2.5.2	Consommation énergétique des ventilateurs	48
2.5.3	Consommation énergétique des veilleuses	49
2.6	Refroidissement	49
2.6.1	Ensoleillement	50
2.6.2	Transmission	50
2.6.3	Ventilation	51
2.6.4	Taux d'utilisation	51
2.7	Panneaux solaires photovoltaïques	52
2.8	Cogénération	53
	Dans le cas d'un seul système d'ECS pour les SDB et cuisines	54
	Dans le cas de 2 systèmes séparés d'ECS pour les SDB et cuisines	54
2.9	Autres calculs	54
2.9.1	Emissions de CO ₂	54
2.9.2	Rendement moyende l'installation de chauffage	56
2.9.3	Rendement moyen pour la préparation d'eau chaude sanitaire	57
2.9.4	Indicateur de surchauffe	57
3.	Sources	58
•	Détermination de la résistance thermique des éléments de construction	59

Introduction

Dans le cadre de la Directive européenne ‘performance énergétique des bâtiments’, la Région de Bruxelles-Capitale a instauré l’obligation de disposer d’un certificat PEB lors d’une vente ou d’une location d’une habitation individuelle. Le certificat PEB informe de la qualité énergétique de l’habitation. Par ailleurs, des recommandations sont présentées pour améliorer cette performance énergétique.

En Région de Bruxelles-Capitale la performance énergétique est exprimée par une consommation énergétique exprimée par m² de surface plancher du logement. Les formules décrivant le calcul menant au résultat de consommation sont décrites dans ce document.

On fait ici usage autant que faire ce peut des formules issues d’autres méthodes telles que la méthode déterminant les exigences PEB pour les habitations individuelles soumis à travaux et la PAE (procédure d’avis énergétique pour les logements unifamiliaux).

1. Hypothèses

Ce paragraphe présente les hypothèses de calcul générales.

1.1 Données climatiques

Il est fait usage pour le calcul de données climatiques standardisées obtenues à partir de données de la station d'Uccle. En particulier, les valeurs moyennes d'ensoleillement sur différentes orientations et angles d'inclinaison sont calculées par modélisation et données dans les tableaux suivants. Ces tableaux reprennent également les valeurs moyennes mensuelles de température extérieure.

	I_s (MJ/m²) 15° d'inclinaison							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Jan	51.1	57.6	70.7	84.3	90.2	84.3	70.7	57.6
Fév	96	105.9	125.4	144.3	152.6	144.3	125.4	105.9
Mar	203.7	216.3	241.9	266	276.5	266	241.9	216.3
Avr	327.9	340	365.2	388.9	398.4	388.9	365.2	340
Mai	469.3	479.8	500.7	520.3	527.7	520.3	500.7	479.8
Jui	498.6	506.8	522.4	537	542.2	537	522.4	506.8
Juil	482.4	491.3	508.2	524.1	529.9	524.1	508.2	491.3
Aou	411.3	423.4	448.6	471.6	481.2	471.6	448.6	423.4
Sep	274	289.2	321.2	351	363.5	351	321.2	289.2
Oct	149.9	164	191.9	218.8	230.2	218.8	191.9	164
Nov	63.6	72	88.8	105.8	113.3	105.8	88.8	72
Déc	38.9	43.6	54.2	65.4	70.3	65.4	54.2	43.6

Tableau 1: Données climatiques (ensoleillement sur les plans d'une inclinaison de 15°)

	I_s (MJ/m²) 30° d'inclinaison							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Jan	46.3	49	68.9	93.5	104.8	93.5	68.9	49
Fév	74.8	88.6	121.5	155.1	171.1	155.1	121.5	88.6
Mar	155.2	185.2	232.7	276.1	295.1	276.1	232.7	185.2
Avr	272.1	298.1	349.7	391.2	407.3	391.2	349.7	298.1
Mai	410.3	430.2	477.3	511.6	523.4	511.6	477.3	430.2
Jui	444.8	459.1	496.2	522.3	529.8	522.3	496.2	459.1
Juil	428.3	444.1	483.5	511.7	520.6	511.7	483.5	444.1
Aou	350.6	375.3	427.7	469	484.4	469	427.7	375.3
Sep	211.7	246.9	308.7	361.7	383.8	361.7	308.7	246.9
Oct	107.1	136.5	186.1	233.6	255.5	233.6	186.1	136.5
Nov	54.6	60.2	86.7	117.4	131.7	117.4	86.7	60.2
Déc	36.2	37.6	52.9	73.2	82.6	73.2	52.9	37.6

Tableau 2: Données climatiques (ensoleillement sur les plans d'une inclinaison de 30°)

	I_s (MJ/m²) 35° d'inclinaison							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Jan	45.05	47.2	68.13	95.59	108.58	95.59	68.13	47.2
Fév	72.84	83.98	119.47	157.37	175.49	157.37	119.47	83.98
Mar	138.98	175.94	229.04	276.6	298.19	276.6	229.04	175.94
Avr	251.43	283.25	342.71	388.72	406.06	388.72	342.71	283.25
Mai	387.3	410.89	466.63	504.77	516.64	504.77	466.63	410.89
Jui	423.04	439.21	484.63	512.93	520.5	512.93	484.63	439.21
Juil	406.8	424.95	472.2	503.38	512.38	503.38	472.2	424.95
Aou	327.68	357.57	419.33	464.57	480.53	464.57	419.33	357.57
Sep	189.48	233.5	302.77	361.66	386.42	361.66	302.77	233.5
Oct	104.42	129.26	183.21	236.11	261.16	236.11	183.21	129.26
Nov	53.23	57.43	85.87	120.09	136.36	120.09	85.87	57.43
Déc	35.28	36.3	52.24	75.08	85.88	75.08	52.24	36.3

Tableau 3: Données climatiques (ensoleillement sur les plans d'une inclinaison de 35°)

	I_s horizontal =0° (MJ/m²)	I_s (MJ/m²) 45° d'inclinaison							
		N	N	NE	E	SE	S	SO	O
Jan	71.4	42.4	43.9	65.8	98.4	114.4	98.4	65.8	43.9
Fév	127.0	68.7	76.7	115.4	159.5	181.4	159.5	115.4	76.7
Mar	245.5	129.0	159.3	219.0	274.2	299.9	274.2	219.0	159.3
Avr	371.5	208.1	256.5	326.8	378.2	397.6	378.2	326.8	256.5
Mai	510.0	337.3	372.5	442.5	485.0	495.8	485.0	442.5	372.5
Jui	532.4	374.9	398.3	458.9	489.9	494.8	489.9	458.9	398.3
Juil	517.8	359.5	386.1	447.6	481.8	489.0	481.8	447.6	386.1
Aou	456.4	278.7	323.5	398.7	449.2	465.9	449.2	398.7	323.5
Sep	326.2	154.5	210.5	290.1	356.4	385.7	356.4	290.1	210.5
Oct	194.2	98.6	117.2	176.5	238.3	268.3	238.3	176.5	117.2
Nov	89.6	50.1	53.1	83.2	123.6	143.5	123.6	83.2	53.1
Déc	54.7	33.2	34.0	50.3	77.7	91.0	77.7	50.3	34.0

Tableau 4: Données climatiques (ensoleillement sur le plan horizontal et sur les plans à 45°)

	I_s (MJ/m²) 60° d'inclinaison							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Jan	36.7	38.1	60.2	98.6	118.1	98.6	60.2	38.1
Fév	59.7	65.7	104.8	156.2	182.5	156.2	104.8	65.7
Mar	112.3	135.7	198.4	261.1	290.4	261.1	198.4	135.7
Avr	164.9	217	293.3	351.1	370.1	351.1	293.3	217
Mai	251.1	314.9	394.9	441.1	447.9	441.1	394.9	314.9
Jui	286.6	335.7	407.2	440.9	440.5	440.9	407.2	335.7
Juil	273.2	325.9	397.5	435.5	438.2	435.5	397.5	325.9
Aou	210.4	335.7	407.2	440.9	440.5	440.9	407.2	335.7
Sep	135	178.2	262.6	337.3	368.8	337.3	262.6	178.2
Oct	86	100.2	160.7	232	267.4	232	160.7	100.2
Nov	43.5	46.2	76.4	123.6	147.9	123.6	76.4	46.2
Déc	28.7	29.5	46.3	78.4	94.6	78.4	46.3	29.5

Tableau 5: Données climatiques (ensoleillement sur les plan d'une inclinaison de 60°)

	I_s (MJ/m²) 75° d'inclinaison							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Jan	30.8	32.2	53.4	94	115.9	94	53.4	32.2
Fév	50.5	55.9	92.9	145.5	174.7	145.5	92.9	55.9
Mar	95.3	114.1	173.9	236.3	267.7	236.3	173.9	114.1
Avr	139.1	182.6	255	310.1	327.3	310.1	255	182.6
Mai	204.3	263.8	341.2	382.5	383.6	382.5	341.2	263.8
Jui	223.4	281.1	350.5	378.5	371	378.5	350.5	281.1
Juil	217.1	273	342.4	375.5	372.2	375.5	342.4	273
Aou	175.3	229.4	309	361.4	372.1	361.4	309	229.4
Sep	115.7	150.5	230.2	302.7	335	302.7	230.2	150.5
Oct	73.2	85.2	142.7	214.5	253.5	214.5	142.7	85.2
Nov	36.7	39.1	68.1	117.6	144.8	117.6	68.1	39.1
Déc	24	25	41	75.2	93.5	75.2	41	25

Tableau 6: Données climatiques (ensoleillement sur les plan d'une inclinaison de 75°)

	Te (°C)	I_s vertical = 90° (MJ/m²)							
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Jan	3.2	25.4	26.9	45.3	85.1	108.0	85.1	45.3	26.9
Fév	3.9	42.1	46.4	78.7	128.5	158.7	128.5	78.7	46.4
Mar	5.9	79.6	95.6	146.6	204.0	233.7	204.0	146.6	95.6
Avr	9.2	117.0	151.7	214.0	260.6	272.2	260.6	214.0	151.7
Mai	13.3	169.0	218.6	285.0	315.0	306.9	315.0	285.0	218.6
Jui	16.2	183.5	232.6	291.9	308.8	292.9	308.8	291.9	232.6
Juil	17.6	178.5	225.5	285.2	307.9	296.6	307.9	285.2	225.5
Aou	17.6	146.2	190.2	258.7	300.4	303.5	300.4	258.7	190.2
Sep	15.2	98.0	126.2	194.3	259.0	286.7	259.0	194.3	126.2
Oct	11.2	61.4	71.4	121.1	188.4	227.6	188.4	121.1	71.4
Nov	6.3	30.4	32.8	58.1	106.1	134.5	106.1	58.1	32.8
Déc	3.5	19.7	20.7	34.8	68.7	87.7	68.7	34.8	20.7

Tableau 7: Données climatiques (température extérieure et ensoleillement sur les plans verticaux)

Pour les fenêtres présentes dans les toits plats, l'inclinaison vaut toujours 0° .

Pour les fenêtres dans les murs, l'inclinaison vaut 90° .

Pour les fenêtres présentes dans les toitures inclinées, leur inclinaison est celle du pan de toiture dans lequel elles sont placées. Ces inclinaisons vont de 15° à 75°, par pas de 15°.

1.2 Habitation individuelle

L'habitation est considérée comme une seule zone chauffée, appelée le volume protégé. Le volume protégé d'un bâtiment est le volume des espaces dans lesquels de l'énergie est utilisée, en continu ou par intermittence, pour réguler le climat intérieur afin d'assurer le confort des personnes.

Le volume protégé d'un bâtiment est calculé sur base des dimensions extérieures. Le volume protégé ne contient donc pas uniquement le volume d'air des locaux, mais aussi le volume des parois internes et externes.

1.3 Comportement de l'occupant

La performance énergétique d'une habitation individuelle est indépendante de l'occupation. Pour les calculs, il est dès lors pris comme hypothèse un comportement type de l'utilisateur. De nombreux aspects qui sont liés au nombre d'utilisateurs sont pris en considération proportionnellement à la taille

du volume protégé, comme par exemple les gains internes, le débit de ventilation, les besoins en eau chaude sanitaire, etc. Pour les aspects suivants ayant trait à l'utilisateur, la méthode recourt aux hypothèses standardisées suivantes :

- La température intérieure moyenne est supposée être de 18°C pour toutes les habitations.
- Les chiffres de rendements des installations sont basés sur l'hypothèse d'installations bien entretenues.

1.4 Pas temporel utilisé pour le calcul

Le calcul est réalisé sur base mensuelle. La durée de chaque mois est précisée dans le tableau suivant :

Mois	t_i (Ms)
Janvier	2,678
Février	2,419
Mars	2,678
Avril	2,592
Mai	2,678
Juin	2,592
Juillet	2,678
Août	2,678
Septembre	2,592
Octobre	2,678
Novembre	2,592
Décembre	2,678

Tableau 8: Durée des mois t_i

2. Calcul énergétique

Ce chapitre contient les formules nécessaires au calcul

2.1 Performance énergétique

La performance énergétique est définie comme la consommation totale annuelle d'énergie primaire par m² de surface plancher, exprimée en kWh/[m².an].

$$EP = \frac{Q_{prim;tot}}{A_{bruto} \times 3,6} \quad \text{V. 1}$$

Avec :

EP	performance énergétique de l'habitation	[kWh/m ² .an]
Q _{prim;tot}	Consommation totale d'énergie primaire	[MJ]
A _{bruto}	Surface plancher de l'unité PEB	[m ²]

3,6 est le facteur de conversion des MJ en kWh.

2.2 Consommation totale d'énergie primaire

La consommation totale annuelle d'énergie primaire est égale à :

$$Q_{prim;tot} = Q_{prim,rv,a} + Q_{prim,sww,a} + Q_{prim,hulp,a} + Q_{prim,koel,a} - Q_{prim,pv,a} - Q_{prim,wkk,a} \quad \text{V. 2}$$

Avec :

Q _{prim;tot}	Consommation totale annuelle d'énergie primaire	[MJ]
Q _{prim,rv,a}	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour le chauffage	[MJ]
Q _{prim,sww,a}	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire	[MJ]
Q _{prim,hulp,a}	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour les auxiliaires	[MJ]
Q _{prim,koel,a}	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour le refroidissement	[MJ]
Q _{prim,pv,a}	Production totale annuelle d'énergie primaire par les panneaux photovoltaïques	[MJ]
Q _{prim,wkk,a}	Production totale annuelle d'énergie primaire par la cogénération	[MJ]

Les consommations annuelles d'énergie primaire sont calculées dans les paragraphes suivants, à l'aide des facteurs de conversion en énergie primaire présentés par combustible au Tableau 9:

Combustible / Vecteur énergétique	F _{prim} (-)
Electricité	0,4
Electricité produite par panneaux photovoltaïques	0,4
Bois	1
Biomasse (<> bois)	1
Gaz	1
Mazout	1
Charbon	1
Fourniture de chaleur externe	À encoder
Electricité produite par cogénération	0,4

Tableau 9: Facteurs de conversion en énergie primaire

Remarque: il est possible que la contribution des panneaux photovoltaïques ou de la cogénération soit si grande que la consommation d'électricité résultante soit négative. Ceci peut mener à une valeur négative des besoins énergétiques de l'habitation et par conséquent procurer une classe énergétique A++.

2.2.1 Consommation d'énergie primaire pour le chauffage

En présence de deux secteurs énergétiques dans l'habitation, la consommation d'énergie primaire pour le chauffage est égale à :

$$Q_{prim;rv;a} = Q_{prim,rv,sec1,a} + Q_{prim,rv,sec2,a} \quad \text{V. 3}$$

$$Q_{prim;rv,sec1,a} = \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{rv,sec1,pref,i}}{F_{prim}} + \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{rv,sec1,npref,i}}{F_{prim}} \quad \text{V. 4}$$

$$Q_{prim;rv,sec2,a} = \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{rv,sec2,pref,i}}{F_{prim}} + \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{rv,sec2,npref,i}}{F_{prim}} \quad \text{V. 5}$$

En présence d'un seul secteur énergétique dans l'habitation, les termes relatifs au secteur énergétique n°2 seront nuls.

Avec :

Q _{prim,rv,a}	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour le chauffage	[MJ]
Q _{prim,rv,sec j,a}	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour le chauffage dans le secteur énergétique j	[MJ]
Q _{rv,sec j, pref, i}	Consommation d'énergie du producteur préférentiel pour le chauffage du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
Q _{rv,sec j, npref, i}	Consommation d'énergie du producteur non préférentiel pour le chauffage du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
F _{prim}	Facteur de conversion en énergie primaire du combustible	[-]

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

En présence d'un seul système dans l'habitation, pour la consommation d'eau chaude sanitaire on a :

$$Q_{prim;sww,a} = \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{sww;i}}{F_{prim}} \quad \text{V. 6}$$

En présence de systèmes séparés pour la cuisine d'une part et pour la salle de bains d'autre part, pour la consommation d'eau chaude sanitaire on a :

$$Q_{prim;sww;a} = \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{sww1;i}}{F_{prim}} + \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{sww2;i}}{F_{prim}} \quad \text{V. 7}$$

Avec :

$Q_{prim,sww,a}$	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire	[MJ]
$Q_{sww,i}$	Consommation énergétique totale pour la préparation d'eau chaude sanitaire au mois i	[MJ]
$Q_{sww1;i}$	Consommation énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire due aux évier de cuisine au mois i	[MJ]
$Q_{sww2;i}$	Consommation énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire due aux douches et aux baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
F_{prim}	Facteur de conversion en énergie primaire du combustible	[-]

2.2.3 Consommation d'énergie primaire des auxiliaires

Entrent en ligne de compte dans la consommation énergétique des auxiliaires, la consommation énergétique des pompes de circulation, des ventilateurs et celle des veilleuses. Les deux premières sont toujours électriques (Q_{hulp1}). La consommation énergétique des veilleuses est toujours une consommation de gaz (Q_{hulp2}).

$$Q_{prim,hulp,a} = \frac{Q_{hulp1}}{F_{prim}} + \frac{Q_{hulp2}}{F_{prim}} \quad \text{V. 8}$$

$$Q_{hulp1} = Q_{pomp;cv} + Q_{ventilator} \quad \text{V. 9}$$

$$Q_{hulp2} = Q_{waakvlam} \quad \text{V. 10}$$

Avec :

$Q_{prim,hulp,a}$	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour les auxiliaires	[MJ]
Q_{hulp1}	Consommation électrique annuelle des auxiliaires	[MJ]
Q_{hulp2}	Consommation en gaz annuelle des auxiliaires	[MJ]
$Q_{pomp;cv}$	Consommation annuelle des pompes de circulation	[MJ]
$Q_{ventilator}$	Consommation annuelle des ventilateurs	[MJ]
$Q_{waakvlam}$	Consommation annuelle des veilleuses	[MJ]
F_{prim}	Facteur de conversion en énergie primaire du combustible	[-]

2.2.4 Consommation d'énergie pour le refroidissement

$$Q_{prim,koel,a} = \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{koel;i}}{F_{prim}} \quad \text{V. 11}$$

Avec :

$Q_{prim,koel,a}$	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour le refroidissement	[MJ]
$Q_{koel;i}$	Consommation énergétique totale pour le refroidissement au mois i	[MJ]
F_{prim}	Facteur de conversion en énergie primaire du combustible	[-]

2.2.5 Production d'énergie primaire par les panneaux solaire photovoltaïques

$$Q_{prim,pv,a} = \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{pv;i}}{F_{prim}} \quad \text{V. 12}$$

Avec :

$Q_{prim,pv,a}$	Production totale annuelle d'énergie primaire par les panneaux photovoltaïques	[MJ]
$Q_{pv;i}$	Contribution énergétique des panneaux photovoltaïques au mois i	[MJ]
F_{prim}	Facteur de conversion en énergie primaire de l'électricité produite par panneaux photovoltaïques	[-]

2.2.6 Production d'énergie primaire par la cogénération

$$Q_{prim,wkk,a} = \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{wkk,i}}{F_{prim}} \quad \text{V. 13}$$

Avec :

$Q_{prim,wkk,a}$	Production totale annuelle d'énergie primaire par la cogénération	[MJ]
$Q_{wkk,i}$	Contribution énergétique de la cogénération au mois i	[MJ]
F_{prim}	Facteur de conversion en énergie primaire de l'électricité produite par cogénération	[-]

2.3 Chauffage

$$Q_{rv,sec1,pref,i} = \frac{f_{rv,sec1,pref,i} \times f_{sector1} \times Q_{rv,behoefte,i}}{\eta_{installatie;sec1,pref}} \quad \text{V. 14}$$

$$Q_{rv,sec1,npref,i} = \frac{(1 - f_{rv,sec1,pref,i}) \times f_{sector1} \times Q_{rv,behoefte,i}}{\eta_{installatie;sec1,npref}} \quad \text{V. 15}$$

$$Q_{rv,sec2,pref,i} = \frac{f_{rv,sec2,pref,i} \times (1 - f_{sector1}) \times Q_{rv,behoefte,i}}{\eta_{installatie;sec2,pref}} \quad \text{V. 16}$$

$$Q_{rv,sec2,npref,i} = \frac{(1 - f_{rv,sec2,pref,i}) \times (1 - f_{sector1}) \times Q_{rv,behoefte,i}}{\eta_{installatie;sec2,npref}} \quad \text{V. 17}$$

Avec :

$Q_{rv,behoefte,i}$	Besoin mensuel total en chaleur pour le chauffage au mois i	[MJ]
$\eta_{installatie}$	Rendement total de l'installation de chauffage	[-]
$Q_{rv,secj,pref,i}$	Consommation d'énergie du producteur préférentiel pour le chauffage du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
$Q_{rv,secj,npref,i}$	Consommation d'énergie du producteur non préférentiel pour le chauffage du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
$f_{rv, sec j, pref, i}$	Fraction des besoins totaux en chaleur qui est fournie par le producteur préférentiel dans le secteur énergétique j au mois i	[-]
$f_{rv, sec j, npref, i}$	Fraction des besoins totaux en chaleur qui est fournie par le producteur non préférentiel au mois i dans le secteur énergétique j	[-]
$\eta_{installatie; sec j,pref}$	Rendement du producteur préférentiel de chauffage du secteur énergétique j.	[-]
$\eta_{installatie; sec j, npref}$	Rendement du producteur non préférentiel de chauffage du secteur énergétique j.	[-]
$Q_{rv,secj,i}$	Consommation mensuelle d'énergie pour le chauffage pour le secteur énergétique j ou au mois i	[MJ]
$Q_{rv,secj,pref,i}$	Consommation mensuelle d'énergie pour le chauffage de l'installation préférentielle du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
$Q_{rv,secj,npref,i}$	Consommation mensuelle d'énergie pour le chauffage de l'installation non-préférentielle du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
$f_{sector1}$	Fraction du volume protégé total desservie par l'installation (voir tableau 10)	[-]

Le besoin annuel en chaleur est égal à la somme des besoins mensuels de l'habitation :

$$Q_{rv,behoefte} = \sum_i Q_{rv,behoefte,i} \quad \text{V. 18}$$

$$Q_{rv,behoefte,i} = Q_{transmissie,i} + Q_{ventilatie,i} - \eta_{b,i} \times (Q_{intern,i} + Q_{zon,i}) \quad \text{V. 19}$$

Avec :

$Q_{rv,behoefte}$	Besoin total annuel en chaleur pour le chauffage	[MJ]
$Q_{rv,behoefte,i}$	Besoin total en chaleur pour le chauffage au mois i	[MJ]
$Q_{transmissie,i}$	Pertes de chaleur par transmission au mois i	[MJ]
$Q_{ventilatie,i}$	Pertes de chaleur par ventilation au mois i	[MJ]
$\eta_{b,i}$	Taux d'utilisation des gains de chaleur au mois i	[-]
$Q_{intern,i}$	Gains de chaleur internes au mois i	[MJ]
$Q_{zon,i}$	Gains de chaleur dûs à l'ensoleillement au mois i	[MJ]

$f_{sector1}$	$1-f_{sector1}$
1	0
0,5	0,5
0,67	0,33
0,33	0,67

Tableau 10: Valeurs possibles pour $f_{sector1}$

Les parois ne sont pas encodées secteur énergétique par secteur énergétique. La distribution des Besoins Nets en Energie de l'habitation entre les secteurs énergétiques de celle-ci est alors réalisée sur base de leur volumes respectifs. On suppose donc implicitement que chaque secteur énergétique a des caractéristiques d'isolation similaires. L'impact de la mise en œuvre d'une recommandation touchant à l'enveloppe est également réparti sur les différents secteurs énergétiques.

Le rendement total de l'installation de chauffage est calculé comme suit:

$$\eta_{installatie} = \eta_{productie} \times \eta_{distributie} \times \eta_{afgifte} \times \eta_{regeling} \times \eta_{opslag} \quad \text{V. 20}$$

Avec :

$\eta_{installatie}$	Rendement total de l'installation de chauffage	[-]
$\eta_{productie}$	Rendement de production pour le chauffage	[-]
$\eta_{distributie}$	Rendement de distribution pour le chauffage	[-]
$\eta_{afgifte}$	Rendement d'émission pour le chauffage	[-]
$\eta_{regeling}$	Rendement de régulation pour le chauffage	[-]
η_{opslag}	Rendement de stockage pour le chauffage	[-]

Cette formule doit également être utilisée pour les rendements spécifiques des installations des secteurs énergétiques 1 ou 2 et éventuellement pour leurs sous-parties préférentielles et non préférentielles.

Dans le cas où un producteur préférentiel et un producteur non préférentiel coexistent dans un secteur énergétique, il y a deux rendements de production mais bien 1 seul rendement de distribution, d'émission, de régulation et de stockage pour le secteur énergétique.

2.3.1 Installations préférentielles et non-préférentielles

L'énergie nécessaire pour chauffer un secteur énergétique peut être fournie par un seul producteur de chaleur ou par une combinaison de producteurs connectés en parallèle. Du fait de ce dernier cas, le formalisme d'un producteur appelé préférentiel et d'un producteur déclenché de manière non préférentielle est instauré.

2.3.1.1 Règles générales

1. La méthode de certification ne prend en compte l'existence que d'un seul producteur préférentiel et d'un seul producteur non préférentiel. Certains producteurs de chaleur peuvent donc être ignorés dans le calcul.
2. Le producteur préférentiel est un producteur unique ou un groupe de producteurs utilisant le même vecteur énergétique et de même rendement défini suivant les règles énoncées ci-après.
3. Le producteur non préférentiel est un producteur unique ou un groupe de producteurs tel que composé suivant les mêmes critères que le producteur préférentiel.
4. Un producteur absent n'est jamais non préférentiel.
5. Si un seul producteur ou groupe de producteurs de chaleur (cas le plus fréquent) fournit la chaleur au secteur énergétique considéré, il est le producteur préférentiel et il n'y a pas de producteur non préférentiel. La valeur de la part du producteur préférentiel dans la puissance installée totale $f_{rv, pref, i}$ est de 100%

2.3.1.2 Règles face à plusieurs producteurs ou groupes de producteurs de chaleur

2.3.1.2.1 En présence d'une cogénération, d'une fourniture de chaleur externe ou d'une pompe à chaleur

Pour ce qui concerne la distinction entre producteur préférentiel et non préférentiel, ainsi que la puissance totale installée et la part du producteur préférentiel dans la puissance totale installée, les règles suivantes sont d'application :

- En présence d'une cogénération, combinée à un ou plusieurs autres producteurs, la cogénération est le producteur préférentiel ;
- En présence d'une pompe à chaleur, combinée à un ou plusieurs autres producteurs à l'exception d'une cogénération, la pompe à chaleur est le producteur préférentiel ;
- En présence d'une fourniture de chaleur externe, celle-ci est préférentielle et il n'y a pas de générateur non-préférentiel

Dans ces cas, la fraction des besoins en chaleur du secteur énergétique qui est fournie par l'installation préférentielle au mois i ($f_{rv, pref, i}$) est donnée dans le tableau ci-dessous :

Producteur préférentiel	J	F	M	A	M-S	O	N	D
Fourniture de chaleur externe	1	1	1	1	1	1	1	1
Cogénération in situ	0,81	0,86	1	1	1	1	1	0,78
Pompe à chaleur in situ	0,86	0,91	1	1	1	1	1	0,82

Tableau 11: Valeur de la part du producteur préférentiel dans la puissance installée totale $f_{rv, pref, i}$, calculée sur base du type des producteurs

En présence d'un producteur préférentiel combiné à un producteur non préférentiel, il y a un certain nombre d'options qui ne sont pas sélectionnables comme producteurs non préférentiels:

Pour le chauffage central individuel:

- pompe à chaleur gaz ou électrique
- producteur absent

Pour le chauffage collectif:

- cogénération gaz et cogénération à combustible liquide
- fourniture de chaleur externe
- producteur absent

2.3.1.2.2 Autres cas

Dans tous les autres cas, le producteur préférentiel est le producteur ou groupe de producteurs de chaleur dont le produit du rendement de production $\eta_{\text{productie}}$ et du facteur de conversion en énergie primaire F_{prim} du vecteur énergétique qu'il utilise a la valeur la plus élevée.

Dans ces cas, la fraction des besoins en chaleur du secteur énergétique qui est fournie par le producteur préférentiel est déterminée selon une des deux méthodes ci-après.

2.3.1.2.2.1 Si toutes les puissances nominales sont connues

Si toutes les puissances nominales sont disponibles, la part préférentielle $f_{rv,pref,i}$ est donnée au tableau 12 sur base du rapport $\beta_{opw,rv}$.

$$\beta_{opw,rv} = \frac{P_{opw,rv,pref}}{P_{opw,rv,pref} + P_{opw,rv,npref}} \quad [-] \quad V. 21$$

Avec :

$\beta_{opw,rv}$ le rapport entre la puissance nominale totale du producteur préférentiel et la puissance nominale de tous les producteurs de chaleur qui alimentent le secteur énergétique [-]

$P_{opw,rv,pref}$ la puissance nominale totale du producteur préférentiel, [kW]

$P_{opw,rv,npref}$ la puissance nominale totale du producteur non préférentiel, [kW]

$\beta_{opw,rv}$	J	F	M	A	M-S	O	N	D
$\leq 0,2$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$>0,2$ en $\leq 0,3$	0,44	0,46	0,55	0,72	1	0,89	0,54	0,42
$>0,3$ en $\leq 0,4$	0,68	0,74	0,88	1	1	1	0,87	0,67
$> 0,4$	1	1	1	1	1	1	1	1

Tableau 12: Fraction mensuelle totale de chaleur fournie par le producteur préférentiel $f_{rv,pref,i}$ en fonction du rapport des puissances $\beta_{opw,rv}$

2.3.1.2.2.2 Si certaines puissances nominales ne sont pas connues.

Si toutes les puissances nominales ne sont pas disponibles, la part préférentielle $f_{rv,pref,i}$ est déterminée de manière conventionnelle sur base du nombre de groupes de producteurs, comme cela figure au tableau suivant :

Nombre de groupes de producteurs	$f_{rv, pref, i}$
2	1,00
3	0,80
>3	0,50

Tableau 13: La fraction moyenne annuelle (constante mensuelle) totale de chaleur, fournie par les producteurs préférentiels ($f_{rv, pref, i}$), en fonction du nombre de groupes de producteurs

2.3.2 Transmission

Les déperditions thermiques mensuelles par transmission proviennent de :

$$Q_{transmissie; i} = H_{transmissie} \times (T_{binnen} - T_{e; i}) \times t_i \quad \text{V. 22}$$

$$H_{transmissie} = \sum_j b_j \times A_j \times U_{c; j} \quad \text{V. 23}$$

La sommation porte sur toutes les constructions.

$Q_{transmissie; i}$	Déperditions par transmission le mois i	[MJ]
$H_{transmissie}$	Déperditions thermiques spécifiques par transmission	[W/K]
T_{binnen}	Température intérieure	[°C]
$T_{e; i}$	Température extérieure moyenne pour le mois i	[°C]
t_i	Durée du mois i	[Ms]
b_j	Facteur de pondération des déperditions par transmission de la construction j	[-]
A_j	Superficie de la construction j	[m ²]
$U_{c; j}$	Coefficient de transmission thermique de la construction j, y compris le supplément pour les nœuds constructifs	[W/m ² K]

La valeur U_c , y compris le supplément pour nœuds constructifs, est calculée comme suit:

$$U_c = U + \Delta U_{kb} \quad \text{V. 24}$$

Avec :

U_c	Coefficient de transmission thermique corrigé de la construction	[W/m ² K]
U	Coefficient de transmission thermique de la construction	[W/m ² K]
ΔU_{kb}	Supplément pour les noeuds constructifs	[W/m ² K]

Valeur U

Les valeurs U sont calculées conformément à l'annexe U.

Supplément pour nœuds constructifs

Le supplément pour les ponts thermiques dépend de la compacité du logement et du taux d'isolation (valeur U moyenne) du logement.

La compacité du logement est définie comme suit :

$$C = \frac{V}{A_{schil}} \quad \text{V. 25}$$

$$A_{schil} = \sum_j A_j \quad \text{V. 26}$$

Met

C	Compacité du logement	[m]
V	Volume protégé	[m ³]
A _{schil}	Superficie totale de l'enveloppe du logement	[m ²]
A _j	Superficie de la partie de l'enveloppe j	[m ²]

La sommation porte sur toutes les parties de l'enveloppe du logement.

La valeur U moyenne du logement est égale à

$$U_{gem} = \frac{\sum_j (A_j \times U_j)}{A_{schil}} \quad \text{V. 27}$$

Avec

U _{gem}	Valeur U moyenne du logement	[W/m ² K]
A _j	Superficie de la partie de l'enveloppe j	[m ²]
U _j	Valeur U de la partie de l'enveloppe j (sans supplément pour les nœuds constructifs)	[W/m ² K]
A _{schil}	Superficie totale de l'enveloppe du logement	[m ²]

Si une fenêtre ou une porte est munie de volets, U_{w,ml} (donc y compris ΔR, voir § U.1.3.3 – Portes et fenêtres avec volets) est comptabilisé dans U_j.

La valeur du supplément pour nœuds constructifs dépend de la valeur U moyenne et d'une valeur limite, tel que cela est indiqué dans le tableau suivant.

Situation	ΔU _{kb} (W/m ² K)		
	C < 1	1 ≤ C ≤ 4	C > 4
U _{gem} ≥ U _{grens}	0,02	0,02+(C-1) x 0,02	0,08
U _{gem} < U _{grens}	0,005	0,005+(C-1) x 0,012	0,04

Tableau 14: Supplément pour noeuds constructifs

Compacité [m]	U _{grens} [W/m ² K]
C < 1	0,3
1 ≤ C ≤ 4	(C+2)/10
C > 4	0,6

Tableau 15: Valeur limite pour le supplément pour noeuds constructifs

Si une valeur U provenant d'une déclaration PEB est introduite, la correction pour les nœuds constructifs est également d'application.

Facteur de pondération b

Le facteur de pondération sert à prendre en compte l'influence de l'environnement. Sa valeur provient du tableau suivant :

Type d'environnement	b_j
Extérieur	1
Espace adjacent non chauffé à l'exception d'une cave	1
Cave	2/3
Plancher en contact avec le sol	1 / (1+U)
Mur en contact avec le sol	1

Tableau 16: Facteur de pondération b, dépendant du type d'environnement

Si une valeur U provenant d'une déclaration PEB est introduite, le facteur de pondération b vaut 1 puisqu'il est déjà pris en compte dans la valeur U de la déclaration PEB

2.3.3 Ventilation

Les déperditions thermiques mensuelles par ventilation résultent de:

$$Q_{\text{ventilatie};i} = H_{\text{ventilatie}} \times (T_{\text{binnen}} - T_{e;i}) \times t_i \quad \text{V. 28}$$

$$H_{\text{ventilatie}} = \rho \times c_p \times (q_{v;\text{inf}} + (1 - \eta_{\text{wtw}}) \times q_{v;\text{vent}}) \quad \text{V. 29}$$

Avec :

$Q_{\text{ventilatie};i}$	Déperditions par ventilation pour le mois i	[MJ]
$H_{\text{ventilatie}}$	Déperditions thermiques spécifiques par ventilation	[W/K]
T_{binnen}	Température intérieure	[°C]
$T_{e;i}$	Température extérieure moyenne pour le mois i	[°C]
t_i	Durée du mois i	[Ms]
$\rho \times c_p$	Capacité thermique de l'air (=1,2)	[kJ/m ³ K]
$q_{v;\text{inf}}$	Débit de ventilation par infiltration et exfiltration	[l/s]
$q_{v;\text{vent}}$	Débit de ventilation (débit de ventilation volontaire)	[l/s]
η_{wtw}	Efficacité énergétique de l'unité de récupération de chaleur	[-]

Type d'unité de récupération de chaleur	η_{wtw}
Ventilation double flux avec unité de récupération de chaleur	0.5
Autres cas	0

Tableau 17: Efficacité énergétique de l'unité de récupération de chaleur

Les débits d'infiltration et autre ventilation sont calculés comme suit:

$$q_{v;\text{inf}} = 0,04 \times \dot{v}_{50} \times A_{\text{schil}} / 3,6 \quad \text{V. 30}$$

$$q_{v;\text{vent}} = (0,2 + 0,5 \times \exp(-V / 500)) \times f_{\text{reduc,vent}} \times m \times V / 3,6 \quad \text{V. 31}$$

Avec :

$q_{v;inf}$	Débit de ventilation par infiltration et exfiltration	[l/s]
\dot{v}_{50}	Le débit de fuite pour 50 Pa de différence de pression par unité de surface, provenant du test d'étanchéité à l'air, mesuré conformément à la norme NBN EN 13829. (=12 par défaut)	[m ³ /h.m ²]
A_{schil}	Superficie totale de l'enveloppe du logement	[m ²]
$q_{v;vent}$	Débit de ventilation (débit de ventilation volontaire)	[l/s]
V	Volume protégé du logement	[m ³]
m	Constante (=1,5)	[-]
$f_{,reduc,vent}$	Un facteur de réduction pour la ventilation	[-]

Le facteur 3,6 est le facteur de conversion de m³/h en l/s.

La valeur par défaut du facteur $f_{reduc,vent}$ est de 1.

Des valeurs plus favorables peuvent être déterminées conformément aux règles prédéterminées par le ministre ou, le cas échéant, sur base d'une demande d'équivalence.

2.3.4 Gains internes

La production interne de chaleur est dépendante du volume protégé:

$$Q_{int\ em;i} = (220 + 0,67 \times V) \times t_i \quad \text{si } V > 192 \text{ m}^3 \quad \text{V. 32}$$

$$Q_{int\ em;i} = (78 + 1,41 \times V) \times t_i \quad \text{si } V \leq 192 \text{ m}^3 \quad \text{V. 32bis}$$

Avec :

$Q_{intern;i}$	Gains de chaleur internes au mois i	[MJ]
V	Volume protégé	[m ³]
t_i	Durée du mois i	[Ms]

2.3.5 Ensoleillement

La contribution mensuelle due à l'ensoleillement est calculée comme suit:

$$Q_{zon;i} = f_{vervuiling} \times f_{beschaduwing} \times \sum_j A_j \times f_{kozijn;j} \times f_{g-gp;j} \times g_j \times I_{s;j;i} \quad \text{V. 33}$$

$$g_j = 0,9 \times g_{\perp} \quad \text{V. 34}$$

Avec :

$Q_{zon;i}$	Apport mensuel par ensoleillement au mois i	[MJ]
$f_{vervuiling}$	Facteur de réduction pour salissure (=0,95)	[-]
$f_{beschaduwing}$	Facteur d'ombrage pour le chauffage (voir Tableau 18:)	[-]
A_j	Superficie de l'ouverture.	[m ²]
$f_{kozijn;j}$	Facteur châssis: rapport entre le remplissage (vitrage et/ou panneau) et la superficie totale de la fenêtre j	[-]
$f_{g-gp;j}$	proportion du vitrage dans le total du remplissage de la fenêtre j	[-]
g_j	Facteur solaire de la fenêtre j	[-]
$I_{s;j;i}$	l'ensoleillement pour le mois considéré i, selon l'orientation et l'inclinaison de la fenêtre j	[MJ/m ²]
g_{\perp}	Facteur solaire pour une incidence normale	[-]

Le facteur châssis est fonction de la valeur U_g du vitrage, éventuellement de la valeur U_p du panneau et de la valeur U_f du châssis (cf tableau 64)

Les protections solaires ne sont pas prises en considération dans les calcul de chauffage.

Le facteur d'ombrage n'est pas le même pour les calculs de chauffage que pour les calculs de refroidissement. Cf. tableau suivant :

Calcul	$f_{beschaduwing}$ (-)
Chauffage	0,6
Refroidissement	0,8

Tableau 18: Facteur pour l'ensoleillement $f_{beschaduwing}$

Cette sommation est effectuée sur toutes les fenêtres en contact avec l'extérieur. Les gains solaires via les fenêtres en contact avec d'autres types d'environnement ou avec des fenêtres incorporées dans des planchers sont supposés être nuls.

2.3.6 Taux d'utilisation des gains internes

Le taux d'utilisation des gains de chaleur par ensoleillement et production interne de chaleur sont dépendant du rapport γ entre les gains de chaleur et les déperditions de chaleur.

$$\gamma_i = \frac{Q_{intern;i} + Q_{zon;i}}{Q_{transmissie;i} + Q_{ventilatie;i}} \quad \text{V. 35}$$

Où :

γ_i	Le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles au mois i	[-]
$Q_{intern;i}$	Les gains de chaleur internes au mois i	[MJ]
$Q_{zon;i}$	Les gains de chaleur mensuels par ensoleillement au mois i	[MJ]
$Q_{transmissie;i}$	Les déperditions de chaleur mensuelles par transmission au mois i	[MJ]
$Q_{ventilatie;i}$	Les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation au mois i	[MJ]

Si $\gamma=1$ alors

$$\eta_{b;i} = \frac{a}{a+1} \quad \text{V. 36}$$

Sinon

$$\eta_{b;i} = \frac{1 - \gamma_i^a}{1 - \gamma_i^{a+1}} \quad \text{V. 37}$$

Avec :

$\eta_{b;i}$	Taux d'utilisation des gains de chaleur au mois i	[-]
a	Paramètre numérique pour le calcul du taux d'utilisation	[-]
γ_i	Le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles au mois i	[-]

Pour le calcul du facteur a, on a:

$$a = 1 + \frac{\tau_{woning}}{54000} \quad \text{V. 38}$$

$$\tau_{woning} = \frac{C_{woning} \times V}{H_{transmissie} + H_{ventilatie}} \quad \text{V. 39}$$

Où :

a	Paramètre numérique pour le calcul du taux d'utilisation	[-]
τ_{woning}	Constante de temps de l'habitation	[s]
C_{woning}	La capacité thermique de l'habitation par unité de volume	[J/K.m ³]
V	Le volume protégé	[m ³]
$H_{transmissie}$	Déperditions thermiques spécifiques par transmission	[W/K]
$H_{ventilatie}$	Déperditions thermiques spécifiques par ventilation	[W/K]

La capacité thermique par unité de volume est donnée au tableau suivant :

Masse thermique de l'habitation	C_{woning} (J/Km ³)
Léger	27.000
Mi-lourde/peu lourde	67.000
Lourd	217.000

Tableau 19: Capacité thermique de l'habitation

2.3.7 Rendement de production

Le rendement de production est tout d'abord déterminé sur base du PCI. Pour le calcul de la consommation d'énergie primaire, le rendement sur PCS est nécessaire. C'est pourquoi le rendement est multiplié par un facteur qui est égal au rapport entre PCI et PCS.

$$\eta_{productie} = \eta_{prod;ow} \times f_{owbw} - \Delta\eta_{productie} \quad V. 40$$

Où :

$\eta_{productie}$	Rendement de production (Pouvoir Calorifique Supérieur)	[-]
$\eta_{prod;ow}$	Rendement de production (Pouvoir Calorifique Inférieur)	[-]
f_{owbw}	Facteur de conversion PCI-PCS	[-]
$\Delta\eta_{productie}$	Total des corrections apportées au rendement de production en fonction de la situation	[-]

Combustible	f_{owbw}
Gaz	0,90
Mazout	0,94
Bois	0,93
Biomasse <> bois	0,94
Charbon	0,96
Fourniture de chaleur externe	1
Electricité, électricité produite par panneaux photovoltaïques, électricité produite par cogénération	1

Tableau 20: Rapport entre le PCI et le PCS des combustibles et vecteurs énergétiques

2.3.7.1 Absence d'un producteur : chauffage central

Dans ce cas, le rendement de production est fixé de manière conventionnelle : $\eta_{prod;ow} = 0.77$, $\Delta\eta_{productie} = 0$ et le gaz est supposé être le vecteur énergétique.

2.3.7.2 Absence d'un producteur : chauffage local

Dans ce cas, le rendement de production est fixé de manière conventionnelle : $\eta_{prod;ow} = 1$, $\Delta\eta_{productie} = 0$ et l'électricité est supposée être le vecteur énergétique.

2.3.7.3 Présence d'un système de chauffage : procédure normale

Le rendement de production de l'installation dépend du type d'appareil producteur et du combustible. Au tableau suivant, on retrouve la méthode de calcul à appliquer pour chaque combinaison de ces éléments.

Combustible \ Type de producteur	Gaz	Mazout	Bois	Biomasse <> bois	Electricité	Charbon	N.A.
Chauffage central individuel							
Chaudière	a)	b)	c)				
Pompe à chaleur	d)				d)		
Générateur à air chaud	m)	m)	m)	m)	m)		
Chauffage local							
Chauffage électrique					e)		
Poêle	f)	g)	h)			i)	
Chauffage central collectif							
Chaudière	j)	j)	j)				
cogénération	k)	k)		k)			
Pompe à chaleur	d)				d)		
Fourniture de chaleur externe							l)

Tableau 21: Méthodes de calcul pour le rendement de production

a) Chaudières au gaz

Chaudières à condensation

En présence d'une chaudière gaz à condensation, le rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ est déterminé sur base du rendement à 30% de charge partielle. Cependant, dans le cas où ce rendement à 30% de charge n'est pas disponible, le rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ est déterminé sur base des valeurs par défaut du Tableau 23:.

- Détermination du rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ sur base du rendement à 30% de charge

$$\eta_{\text{prod;ow}} = \eta_{30\%} + 0,003 (\theta_{30\%} - \theta_{\text{ave,boiler}}) \quad [-] \quad \text{V. 41}$$

$$\theta_{\text{ave,boiler}} = 6,4 + 0,63 \theta_{\text{return,design}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{V. 42}$$

Où :

$\eta_{30\%}$	le rendement à charge partielle pour une charge de 30%	[-]
$\theta_{\text{ave,boiler}}$	la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière	[$^{\circ}\text{C}$]
$\theta_{30\%}$	la température de retour de la chaudière à laquelle le rendement à charge partielle de 30% a été déterminé	[$^{\circ}\text{C}$]
$\theta_{\text{return,design}}$	la température de retour de conception du système d'émission de chaleur, déterminée par convention suivant le tableau suivant	[$^{\circ}\text{C}$]

Système d'émission	$\theta_{\text{return,design}}$ [°C]
Exclusivement par parois (sol/mur/plafond)	45
Autres cas	70

Tableau 22: Température de retour de conception du système d'émission de chaleur $\theta_{\text{return,design}}$

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{\text{productie}}$ suivantes doivent être appliquées ;

- Si l'appareil producteur est installé hors du volume protégé, le rendement obtenu doit être diminué de 0,02.
- Si la chaudière est équipée d'une régulation qui maintient la chaudière chaude en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans demande de chaleur, il faut diminuer le rendement obtenu de 0,05. Cette régulation équivaut à cocher 'aquastat' ou 'inconnu' dans le logiciel au niveau de la production !

- Détermination du rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ sur base des valeurs par défaut

Le rendement est déterminé comme suit:

Type d'émetteur	$\eta_{\text{prod;ow}}$
Radiateurs/convecteurs	1,02
Parois (sol/mur/plafond)	1,05
Pas d'émetteurs	1,02

Tableau 23: Rendement de production sur PCI pour les chaudière gaz à condensation

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{\text{productie}}$ suivantes doivent être appliquées ;

- Si l'appareil producteur est installé hors du volume protégé, le rendement obtenu doit être diminué de 0,02.
- Si la chaudière est équipée d'une régulation qui maintient la chaudière chaude en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans demande de chaleur, il faut diminuer le rendement obtenu de 0,05. Cette régulation équivaut à cocher 'aquastat' ou 'inconnu' dans le logiciel au niveau de la production!

Chaudières non à condensation

En présence d'une chaudière non à condensation, le rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ est déterminé sur base du rendement à 30% de charge partielle. Cependant, dans le cas où ce rendement à 30% de charge n'est pas disponible, le rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ est déterminé sur base de la formule de Renaud.

- Détermination du rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ sur base du rendement à 30% de charge:

$$\eta_{\text{prod;ow}} = \eta_{30\%} \quad [-] \quad V.43$$

Où:

$$\eta_{30\%} \quad \text{Le rendement à charge partielle pour une charge de 30\%.} \quad [-]$$

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{\text{productie}}$ suivantes doivent être appliquées ;

- Si l'appareil producteur est installé hors du volume protégé, le rendement obtenu doit être diminué de 0,02.
- Si la chaudière est équipée d'une régulation qui maintient la chaudière chaude en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans demande de chaleur, il faut dans ce cas diminuer le rendement obtenu de 0,05. Cette régulation équivaut à cocher 'aquastat' ou 'inconnu' dans le logiciel au niveau de la production!

- Détermination du rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ d'une chaudière gaz conformément à la formule de Renaud :

$$\eta_{\text{prod;ow}} = \left(\eta_{\text{ro}} - \frac{\alpha}{100} \right) \times \left(1 + \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_{\text{nom}}} \right) \times \left(\frac{1000 - \Theta}{1000 - \Theta_{\text{nom}}} \right) \times \left(\frac{b}{b + \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_{\text{nom}}}} \right) \quad V.44$$

$$\Theta = T_{\text{ketel}} - T_{\text{stooklokaal}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad V.45$$

Avec :

$\eta_{\text{prod;ow}}$	Rendement de production sur PCI	[-]
η_{ro}	Rendement de combustion	[-]
α	Facteur pour les pertes à l'arrêt	[%]
Θ	Différence de température entre l'eau de la chaudière et l'environnement	[$^{\circ}\text{C}$]
Θ_{nom}	Différence de température nominale entre l'eau de la chaudière et l'environnement (=70-18=52)	[$^{\circ}\text{C}$]
b	Facteur de charge de la chaudière	[-]
T_{ketel}	Température de l'eau de la chaudière	[$^{\circ}\text{C}$]
$T_{\text{stooklokaal}}$	Température du local de chauffe	[$^{\circ}\text{C}$]

Pour toutes les chaudières non à condensation, de systèmes de chauffage individuels ou collectifs, au gaz ou au mazout, le rendement de combustion η_{ro} doit être repris directement, pour autant qu'il soit disponible, d'un rapport de diagnostic, d'une attestation de réception ou d'une attestation de contrôle périodique. Par défaut, les valeurs de η_{ro} sont données au Tableau 24:.

Année de fabrication chaudière	η_{ro}	
	Mazout	Gaz
avant 1975	0,83	0,85
1975-1985	0,86	0,87
après 1985	0,90	0,90

Tableau 24: Rendement de combustion η_{ro} pour les chaudières gaz et mazout

Les pertes à l'arrêt α sont calculées comme suit :

Année fabrication chaudière	Chaudière mazout	Chaudières gaz atmosphérique sans ventilateur	Autres chaudières gaz
avant 1970	3,2	3,8	3
1970-1979	2,2	2,8	2
1980-1989	1,4	2,2	1,4
après 1989	1,0	1,5	0,7

Tableau 25: Pertes à l'arrêt pour les chaudières gaz et mazout

Pour le facteur de charge b , pour toutes les chaudières, on tient compte de ce qui suit :

Année de fabrication chaudière	b
< 1990	0,125
\geq 1990	0,150

Tableau 26: Valeurs de calcul du facteur de charge b

La température d'eau T_{ketel} dépend du type de régulation. La température à prendre en compte est déterminée comme suit:

Régulation	T_{ketel} (°C)
Type de régulation inconnu	70
Aquastat	70
Thermostat d'ambiance	45
Sonde extérieure	35

Tableau 27: Température d'eau de la chaudière

La température du local de chauffe $T_{stooklokaal}$ est déterminée comme suit:

Emplacement chaudière	$T_{stooklokaal}$ (°C)
A l'intérieur du volume protégé	18
A l'extérieur du volume protégé	12

Tableau 28: Température du local de chauffe

b) Chaudières mazout

Chaudières à condensation

Voir chaudières gaz, avec le Tableau 23: remplacé par le Tableau 29: :

Type d'émetteur	$\eta_{\text{prod;ow}}$ (*)
Radiateurs/convecteurs	0,98
Parois (sol/mur/plafond)	1,01
Pas d'émetteurs	0,98

Tableau 29: Rendement de production sur PCI pour les chaudières mazout à condensation

(*) Les chiffres sont tels que le rendement résultant sur PCS est équivalent à celui d'une chaudière à condensation.

Chaudières non à condensation

Voir chaudières au gaz

c) Chaudières à bois

Chaudières à condensation

Voir chaudières au gaz avec le Tableau 23: remplacé par le Tableau 30:

Type d'émetteur	$\eta_{\text{prod;ow}}$ (*)
Radiateurs/convecteurs	1,00
Parois (sol/mur/plafond)	1,03
Pas d'émetteurs	1,00

Tableau 30: Rendement de production sur PCI pour les chaudières bois à condensation

Chaudières non à condensation

Le rendement est égal à :

Type de chaudière au bois	$\eta_{\text{prod;ow}}$
A bûches ou plaquettes de bois	0,79
A pellets	0,83

Tableau 31: Rendement de production sur PCI pour les chaudières bois

d) Pompes à chaleur

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. Il 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.

Les pompes à chaleur peuvent être électriques (vecteur énergétique = électricité) ou à moteur gaz (vecteur énergétique = gaz).

Le rendement de production des PAC $\eta_{\text{prod;ow}}$ est calculé comme suit:

$$\eta_{\text{prod;ow}} = \text{SPF} \quad [-] \quad \text{V. 46}$$

où:

SPF le facteur moyen de performance saisonnier, déduit des tableaux suivants en fonction du vecteur énergétique :

Type de pompe à chaleur	Mode d'émission			
	Radiateurs/convecteurs	Chauffage par paroi (sol/plafond/mur)	Chauffage par air	Pas de système d'émission
Air/air	-	-	2,5	-
Air extérieur/eau	2,9	3,7	-	2,9
Sol/eau	3,1	3,8	-	3,1
Eau souterraine/eau	3,6	4,5	-	3,6
Autres cas	2,2	2,2	-	2,2

Tableau 32: Valeurs de calcul pour le facteur moyen de performance saisonnier d'une PAC électrique, en fonction des sources et du système d'émission

Type de pompe à chaleur	Mode d'émission			
	Radiateurs/convecteurs	Chauffage par paroi sol/plafond/mur	Chauffage par air	Pas de système d'émission
Air/air	-	-	1,2	-
Air extérieur/eau	1,3	1,4	-	1,3
Sol/eau	1,4	1,5	-	1,4
Eau souterraine/eau	1,6	1,8	-	1,6
Autres cas	1,0	1,0	-	1,0

Tableau 33: Valeurs de calcul pour le facteur moyen de performance saisonnier d'une PAC à moteur gaz, en fonction des sources et du système d'émission

Les valeurs de calcul des pompes à chaleur électrique sont meilleures que celles des PAC gaz car il intègre de facto le facteur d'énergie primaire, qui est défavorable pour l'électricité.

e) Chauffage local électrique

En cas de chauffage local électrique par accumulation ou direct (convecteur ou chauffage par parois (mur/sol/plafond), le rendement de production est donné par:

Type de chauffage	$\eta_{\text{prod;ow}}$
Radiateur ou convecteur électrique sans régulation électronique	1
Radiateur ou convecteur électrique avec régulation électronique	1
Chauffage électrique à accumulation, sans capteur externe	1
Chauffage électrique à accumulation, avec capteur externe	1
Chauffage électrique à résistance incorporé dans le plancher, le mur ou le plafond	1

Tableau 34: Rendement de production sur PCI ($\eta_{\text{prod;ow}}$) pour le chauffage électrique

f, g, h, i) Poêles

Le rendement de production est donné par :

Producteur	Vecteur énergétique	Année de fabrication			
		<1985	> 1985 <2006	> 2006 < 2013	> 2013
Poêle	bois	0,72	0,72	0,75	0,80
	charbon	0,62	0,70	0,75	0,75
	mazout	0,70	0,75	0,80	0,80
	gaz	0,80	0,83	0,85	0,85
Insert / cassette	bois	0,50	0,50	0,60	0,65

Tableau 35: Rendement de production sur PCI ($\eta_{prod;ow}$) pour les poêles et insert

j) Installation collective - chaudières

Chaudières à condensation

Le rendement de production $\eta_{prod;ow}$ d'une chaudière à condensation d'un système collectif à une ou plusieurs chaudières est calculé suivant la procédure pour les systèmes de chauffage centraux individuels a), b), ou c) moyennant les adaptations suivantes :

1. la correction pour l'emplacement de la chaudière hors du volume protégé $\Delta\eta_{productie} = 0,02$ est toujours appliquée.
2. la correction de 0,05 liée au mode de régulation de la chaudière qui maintient la chaudière chaude en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans demande de chaleur ne s'applique qu'en l'absence d'une sonde extérieure.
3. pour les systèmes à plusieurs chaudières dont l'irrigation est maintenue à l'arrêt, une correction $\Delta\eta_{productie} = 0,02$ est appliquée au rendement de production de chaque chaudière à condensation.

Chaudières non à condensation

Le rendement de production $\eta_{prod;ow}$ d'une chaudière non à condensation d'un système collectif à une chaudière est déterminé sur base du rendement à 30% de charge partielle.

Dans le cas où ce rendement à 30% de charge n'est pas disponible, le rendement de production $\eta_{prod;ow}$ est déterminé de manière conventionnelle sur base du Tableau 36:.

Le rendement de production de la ou des chaudières non à condensation $\eta_{prod;ow}$ d'un système collectif composé de plusieurs chaudières, est déterminé de manière conventionnelle sur base du Tableau 37:.

- Détermination du rendement de production $\eta_{prod;ow}$ sur base du rendement à 30% de charge de la chaudière unique:

$$\eta_{prod;ow} = \eta_{30\%}$$

[-]

V. 47

Où:

$\eta_{30\%}$

Le rendement à charge partielle pour une charge de 30%.

[-]

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{\text{productie}}$ suivantes doivent être appliquées ;

- la correction pour l'emplacement de la chaudière hors du volume protégé $\Delta\eta_{\text{productie}} = 0,02$ est toujours appliquée.
- la correction de 0,05 liée au mode de régulation de la chaudière qui maintient la chaudière chaude en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans demande de chaleur ne s'applique qu'en l'absence d'une sonde extérieure.

- Détermination du rendement de production $\eta_{\text{prod,ow}}$ de manière conventionnelle

Pour un système collectif à une chaudière, le rendement de production de la chaudière dépend de la technologie de la chaudière, de l'année de fabrication, de sa puissance nominale et du mode de régulation de la température de départ.

Technologie de la chaudière	Année de fabrication			
	<=1985		> 1985	
	T°Const (1)	T°Gliss. (2)	T°Const (1)	T°Gliss. (2)
Puissance nominale < 250 kW				
Gaz – non à condensation – atmosphérique sans ventilateur	0,7	0,76	0,8	0,84
Gaz – non à condensation - autre	0,76	0,8	0,82	0,86
Mazout – non à condensation	0,77	0,81	0,83	0,87
Bois – non à condensation	0,77	0,81	0,83	0,87
Puissance nominale de 250 à 500 kW				
Gaz – non à condensation – atmosphérique sans ventilateur	0,74	0,79	0,82	0,86
Gaz – non à condensation - autre	0,78	0,82	0,84	0,88
Mazout – non à condensation	0,79	0,83	0,85	0,89
Bois – non à condensation	0,79	0,83	0,85	0,89
Puissance nominale > 500 kW				
Gaz – non à condensation – atmosphérique sans ventilateur	0,76	0,79	0,83	0,87
Gaz – non à condensation - autre	0,8	0,83	0,85	0,89
Mazout – non à condensation	0,81	0,84	0,86	0,9
Bois – non à condensation	0,81	0,84	0,86	0,9

(1) sans sonde extérieure / (2) avec sonde extérieure

Tableau 36: Rendement de production sur PCI $\eta_{\text{prod,ow}}$ de la chaudière unique (non à condensation) d'un système de chauffage central collectif

Pour un système collectif à plusieurs chaudières, le rendement de production de chaque chaudière non à condensation dépend de la technologie de la chaudière, de l'année de fabrication, et de sa puissance nominale. A noter que le mode de régulation de la température de départ est toujours considérée glissante dans les systèmes à plusieurs chaudières et n'est donc pas demandé.

Technologie de la chaudière	Année de fabrication	
	< =1985	> 1985
Puissance nominale < 250 kW		
Gaz non à condensation – atmosphérique sans ventilateur	0,83	0,88
Gaz non à condensation - autre	0,84	0,9
Mazout non à condensation	0,85	0,9
Bois non à condensation	0,85	0,9
Puissance nominale de 250 à 500 kW		
Gaz non à condensation – atmosphérique sans ventilateur	0,83	0,88
Gaz non à condensation - autre	0,85	0,9
Mazout non à condensation	0,86	0,91
Bois non à condensation	0,86	0,91
Puissance nominale > 500 kW		
Gaz non à condensation – atmosphérique sans ventilateur	0,83	0,88
Gaz non à condensation - autre	0,85	0,9
Mazout non à condensation	0,86	0,91
Bois non à condensation	0,86	0,91

Tableau 37: Rendement de production sur PCI $\eta_{prod;ow}$ d'une chaudière non à condensation combinée à d'autres chaudières dans un système de chauffage central collectif composée de plusieurs chaudières

Pour les systèmes à plusieurs chaudières dont l'irrigation est maintenue à l'arrêt, une correction $\Delta\eta_{productie}$ est appliquée au rendement de production de chaque chaudière non à condensation, dont la valeur est donnée dans le tableau suivant:

Année de fabrication	$\Delta\eta_{productie}$
< =1985	0,03
> 1985	0,02

Tableau 38: Diminution du rendement de production $\eta_{productie}$ des chaudières non à condensation d'un système de chauffage collectif composé de plusieurs chaudières, avec maintien de l'irrigation des chaudières à l'arrêt

k) Installation collective - cogénération

Une cogénération peut être au gaz ou à combustible liquide (=Biomasse \diamond bois).

En présence d'une cogénération, il y a toujours une deuxième installation, non préférentielle.

La part de la cogénération dans la couvertures des besoins en chaleur est déterminée au Tableau 11:.

Le rendement est calculé comme suit:

$$\eta_{prod;ow} = \eta_{prod;ow;wkk} = \frac{\varepsilon_{wkk,th}}{f_{owbw}} \quad \text{V. 48}$$

Avec :

$\eta_{prod;ow;wkk}$	Rendement de production sur PCI de la cogénération	[-]
$\varepsilon_{wkk,th}$	Rendements de conversion thermique de la cogénération	[-]
f_{owbw}	Facteur de conversion PCI-PCS	[-]

Puissance électrique de l'installation de cogénération P_{cogen} , en kW	$\varepsilon_{wkk,elec}$	$\varepsilon_{wkk,th}$
$P_{cogen} < 5 \text{ kW}$	0,20	0,64
$5 \text{ kW} \leq P_{cogen} < 20 \text{ kW}$	0,26	0,57
$20 \text{ kW} \leq P_{cogen} < 200 \text{ kW}$	0,27	0,54
$200 \text{ kW} \leq P_{cogen} < 500 \text{ kW}$	0,32	0,50
$500 \text{ kW} \leq P_{cogen} < 1000 \text{ kW}$	0,35	0,44
$1000 \text{ kW} \leq P_{cogen}$	0,36	0,40

Tableau 39: Rendements de conversion thermique $\varepsilon_{wkk,th}$ (rendement de production) et électrique $\varepsilon_{wkk,elec}$ sur PCS pour une cogénération in situ

l) Fourniture de chaleur externe

En présence d'une fourniture de chaleur externe, la valeur du rendement de production $\eta_{prod;ow}$ est obtenue ainsi :

$$\eta_{prod;ow} = \eta_{equiv,vw,buiten} \quad \text{V. 49}$$

Où:

$\eta_{equiv,vw,buiten}$ Rendement de production pour la fourniture de chaleur externe [-]

À déterminer selon les règles spécifiées par les instances compétentes et égal à 0,7 par défaut

m) générateur à air chaud

- Détermination du rendement de production $\eta_{prod;ow}$ sur base du rendement à 30% de charge:

$$\eta_{prod;ow} = \eta_{30\%} \quad \text{V. 50}$$

Où:

$\eta_{30\%}$ Le rendement à charge partielle pour une charge de 30% [-]

Dans le cas de producteurs d'air chaud pour lesquels le rendement à 30% de charge n'est pas connu, on peut appliquer la valeur à 100% de charge.

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{productie}$ suivantes doivent être appliquées ;

- Si l'appareil producteur est installé hors du volume protégé, le rendement obtenu doit être diminué de 0,02.

- Détermination du rendement de production $\eta_{\text{prod;ow}}$ de manière conventionnelle

Vecteur énergétique	type	Rendement [-] PCI
mazout	à air pulsé à efficacité normale (< 1970)	0.85
	à air pulsé à haut rendement	0.90
	à air pulsé à condensation	0.96
gaz	à air pulsé, appareil à efficacité normale (< 1990)	0.67
	à air pulsé à haut rendement	0.90
	à air pulsé à condensation	1.03
électricité		1
bois		0.70
biomasse <> bois		0.70

Tableau 40: Rendement de production sur PCI $\eta_{\text{prod;ow}}$ d'un système de chauffage central composé d'un générateur à air chaud

En fonction de la situation, les corrections $\Delta\eta_{\text{productie}}$ suivantes doivent être appliquées ;

- Si l'appareil producteur est installé hors du volume protégé, le rendement obtenu doit être diminué de 0,02.

2.3.8 Rendement de distribution

Pour les systèmes de chauffage locaux:

$$\eta_{\text{distributie}} = 1$$

V. 51

Pour les systèmes de chauffage centraux individuels :

Situation	$\eta_{\text{distributie}}$
Système de distribution absent ou incomplet	0,9
Longueurs de conduites ou gaines de distribution non isolées dans espaces non chauffés ou à l'extérieur :	
> 20 m	0,9
> 10 m et \leq 20 m	0,95
> 2 m et \leq 10 m	0,97
\leq 2 m	0,99
Chauffage central sans conduite ni gaine (non isolées) dans espaces non chauffés	1,0

Tableau 41: Rendement de distribution $\eta_{\text{distributie}}$ pour les systèmes de chauffage centraux individuels

Pour les systèmes de chauffage collectifs, le rendement de distribution est lié au nombre d'habitations desservies par l'installation et à la longueur des conduites de distribution non isolées :

Système de distribution	Nombre d'habitations N_{flats}		
	$N_{\text{flats}} \leq 10$	$10 < N_{\text{flats}} \leq 40$	$N_{\text{flats}} > 40$
Système de distribution absent ou incomplet	0,8		
Longueurs de conduites de distribution non isolées dans espaces non chauffés ou à l'extérieur :			
> 50m	0,86	0,9	0,95
> 10 m et ≤ 50 m	0,93	0,95	0,97
> 2 m et ≤ 10 m	0,98	0,98	0,98
≤ 2 m	1	1	1
Fourniture de chaleur externe	0,9		

Tableau 42: Rendement de distribution $\eta_{\text{distribuée}}$ pour les systèmes de chauffage collectifs

2.3.9 Rendement d'émission

Le rendement mensuel d'émission correspond au rapport entre la chaleur utile que les corps de chauffe fournissent chaque mois au secteur énergétique d'une part et la quantité de chaleur totale qu'ils fournissent chaque mois.

Le rendement η_{afgifte} est dépendant du système d'émission.

Situation	η_{afgifte}
Radiateurs/convecteurs	0,925
Chauffage par le sol/plafond/murs	0,975
Chauffage par air	0,9
Insert/cassette	0,87
Poêles	0,87
Radiateur ou convecteur électrique sans régulation électronique	0,9
Radiateur ou convecteur électrique avec régulation électronique	0,96
Chauffage électrique à accumulation, sans capteur externe	0,85
Chauffage électrique à accumulation, avec capteur externe	0,92
Chauffage électrique à résistance incorporé dans le plancher, le mur ou le plafond	0,87
Autre ou chauffage central sans corps de chauffe	0,9

Tableau 43: Rendement d'émission η_{afgifte} pour les systèmes de chauffage

2.3.10 Rendement de régulation

Le rendement η_{regel} pour les **radiateurs/convecteurs** dépend du mode de régulation de la température intérieure et de la régulation de la température d'eau de l'installation. A ce titre, on effectue une distinction entre les systèmes de chauffage individuels et collectifs. Pour les autres systèmes (autres que radiateurs/convecteurs) des rendements spécifiques existent. Cf tableaux ci-dessous.

Pour le chauffage central individuel avec radiateurs:

Régulation de la température intérieure	Régulation de la température d'eau de la chaudière	
	Avec sonde extérieure	Sans sonde extérieure
Vannes manuelles ou absence de vannes	0,89	0,86
Thermostat d'ambiance	0,93	0,90
Vannes thermostatiques	0,97	0,92
Thermostat d'ambiance + Vannes thermostatiques	0,98	0,94

Tableau 44: Rendement de régulation η_{regel} pour radiateurs et convecteurs d'installations individuelles

Pour les systèmes de chauffage collectif avec radiateurs:

Si différentes habitations disposent d'une installation commune de chauffage, les valeurs du tableau 44 doivent être réduites comme suit:
<ul style="list-style-type: none"> • 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: on multiplie la valeur d'application ci-dessus par le facteur 0.95 • si l'on n'effectue pas ce genre de décompte individualisé réel des coûts de chauffage: on multiplie la valeur d'application ci-dessus par le facteur 0.85

Tableau 45: Facteur de rendement de régulation pour les systèmes de chauffage collectifs

Si cette information n'est pas connue, il est considéré qu'il n'y a pas de décompte individualisé.

Pour les autres systèmes, les valeurs suivantes sont d'application :

Système	$\eta_{\text{regel}} (-)$
Émission autre que radiateurs	
Pas de corps de chauffe ou autres	0,7
Chauffage par le sol/mur/plafond	0,9
Chauffage par air	0,9
Systèmes locaux	
Insert / cassette	0,7
Poêle au bois	0,7
Poêle au charbon	0,7
Poêle au mazout	0,75
Poêle au gaz	0,9
Chauffage électrique	0,95

Tableau 46: Rendement de régulation pour les autres systèmes (autres que les radiateurs/convecteurs)

2.3.11 Rendement de stockage

Le rendement de stockage, η_{opslag} , est donné au tableau suivant:

Stockage de chaleur pour le chauffage dans un ou plusieurs ballons de stockage	η_{opslag}
Présent, au moins un ballon de stockage hors du volume protégé de l'habitation	0,97
Présent, tous les ballons de stockage dans le volume protégé de l'habitation	1,00
Absent	1,00

Tableau 47: Valeurs de calcul pour le rendement de stockage

2.4 Eau chaude sanitaire

En présence d'un seul système dans l'habitation, pour la consommation d'eau chaude sanitaire on a :

$$Q_{\text{sww};i} = \max \left[0; \frac{\frac{Q_{\text{sww};\text{behoefte};i} + Q_{\text{sww};\text{opslag};i} - Q_{\text{zb};i}}{\eta_{\text{sww};\text{distributie}}}}{\eta_{\text{sww};\text{productie}}} \right] \quad \text{V. 52}$$

En présence de systèmes séparés pour la cuisine d'une part et pour la salle de bains d'autre part, on a :

$$Q_{\text{sww};i} = \max \left[0; \frac{\frac{Q_{\text{sww};\text{behoefte};\text{keuken};i} + Q_{\text{sww};\text{opslag};\text{keuken};i}}{\eta_{\text{sww};\text{distributie};\text{keuken}}}}{\eta_{\text{sww};\text{productie};\text{keuken}}} \right] \quad \text{V. 53}$$

$$Q_{sww2;i} = \max \left[0; \frac{\frac{Q_{sww;behoefte;badkamer;i}}{\eta_{sww;distributie;badkamer}} + Q_{sww,opslag;badkamer;i} - Q_{zb;i}}{\eta_{sww;productie;badkamer}} \right] \quad \text{V. 54}$$

Avec :

$Q_{sww,i}$	Consommation énergétique totale pour la préparation d'eau chaude sanitaire au mois i	[MJ]
$Q_{sww1;i}$	Consommation énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire due au éviers de cuisine au mois i	[MJ]
$Q_{sww2;i}$	Consommation énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire due aux douches et aux baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{sww;behoefte;i}$	Besoin énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine et des douches et des baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{sww;behoefte;keuken;i}$	Besoin énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine au mois i	[MJ]
$Q_{sww;behoefte;badkamer;i}$	Besoin énergétique pour l'eau chaude sanitaire des douches et des baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
$\eta_{sww;productie}$	Rendement de production pour l'installation de préparation d'ECS	[-]
$\eta_{sww;productie, keuken}$	Rendement de production pour l'installation de préparation d'ECS de la cuisine	[-]
$\eta_{sww;productie, badkamer}$	Rendement de production pour l'installation de préparation d'ECS des salles de bains	[-]
$\eta_{sww;distributie}$	Rendement de distribution pour la préparation d'ECS de la cuisine et des salles de bains	[-]
$\eta_{sww;distributie;keuken}$	Rendement de distribution pour la préparation d'ECS de la cuisine	[-]
$Q_{sww, opslag,i}$	Pertes de stockage dues au ballon de stockage de l'installation de préparation d'ECS au mois i	[MJ]
$Q_{sww, opslag;keuken;i}$	Pertes de stockage dues au ballon de stockage de l'installation de préparation d'ECS de la cuisine au mois i	[MJ]
$\eta_{sww;distributie;badkamer}$	Rendement de distribution pour l'ECS des salles de bains	[-]
$Q_{sww, opslag;badkamer;i}$	Pertes de stockage dues au ballon de stockage de l'installation de préparation d'ECS des salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{zb;i}$	Contribution du chauffe-eau solaire à l'eau chaude sanitaire au mois i	[MJ]

En présence de systèmes séparés pour la cuisine d'une part et pour la salle de bains d'autre part, il y a alors 2 rendements de production différents pour l'ECS.

Remarque: la consommation énergétique mensuelle pour l'eau chaude sanitaire ne peut être négative. Si sur un mois la contribution du chauffe-eau solaire est supérieure aux besoins divisés par le rendement de distribution, alors la consommation d'énergie pour l'ECS est nulle pour ce mois.

Dans le cas d'une production collective d'ECS, il n'est possible d'encoder qu'un seul et même système pour cuisine et salles de bains.

2.4.1 Besoins

Les besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont déterminés sur base du volume protégé. S'il y a des systèmes différents pour les cuisines et les salles de bains, les besoins sont calculés séparément puis sommés comme suit :

$$Q_{sww;behoefte;i} = Q_{sww;behoefte;keuken;i} + Q_{sww;behoefte;badkamer;i} \quad \text{V. 55}$$

$$Q_{sww;behoefte;keuken;i} = (16 + 0,055 \times (\min(V;192) - 192)) \times t_i \quad \text{V. 56}$$

$$Q_{sww;behoefte;badkamer;i} = (64 + 0,22 \times (\min(V;192) - 192)) \times t_i \quad \text{V. 57}$$

Avec :

$Q_{sww;behoefte;i}$	Besoin énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine et des douches et des baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{sww;behoefte;keuken;i}$	Besoin énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine au mois i	[MJ]
$Q_{sww;behoefte;badkamer;i}$	Besoin énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire des douches et des baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
V	Volume protégé de l'habitation	[m ³]
t _i	Durée du mois i	[Ms]

2.4.2 Rendement de distribution

Le rendement de distribution dépend de la longueur des conduites. Il peut également y avoir la présence d'une conduite de circulation qui peut ou non être isolée.

$$\eta_{sww;distributie;badkamer} = \eta_{leidingen;badkamer} \cdot \eta_{water,circ} \quad [-] \quad \text{V. 58}$$

$$\eta_{sww;distributie;keuken} = \eta_{leidingen;keuken} \cdot \eta_{water,circ} \quad [-] \quad \text{V. 59}$$

Avec :

$\eta_{leidingen ;badkamer}$	la part dans le rendement du système, des conduites pour l'ECS vers les salles de bains, comme déterminé au Tableau 48:	[-]
$\eta_{leidingen ;keuken}$	la part dans le rendement du système, des conduites pour l'ECS vers les cuisines, comme déterminé au Tableau 48:	[-]
$\eta_{water,circ}$	la part dans le rendement du système, des pertes mensuelles des conduites de circulation, comme déterminé au Tableau 49:	[-]

Dans le cadre de cette procédure, le rendement des conduites d'ECS est déterminé sur base de la longueur des conduites, conformément au Tableau 48:, et ceci, séparément pour les cuisines et salles de bains.

Si dans l'habitation il n'y a qu'un système pour la préparation de l'ECS, alors on a pour $\eta_{sww;distributie}$ l'équation V. 58.

Longueur des conduites ($l_{leidingen} = l_{leidingen ;badkamer}$ ou $l_{leidingen ;keuken}$ en fonction du cas)	$\eta_{leidingen ;badkamer}$	$\eta_{leidingen ;keuken}$
$l_{leidingen} \leq 1 \text{ m}$	0,98	0,95
$1 \text{ m} < l_{leidingen} \leq 5 \text{ m}$	0,89	0,76
$5 \text{ m} < l_{leidingen} \leq 15 \text{ m}$	0,72	0,48
$l_{leidingen} > 15 \text{ m}$	0,72	0,24
Conduites absentes ou longueur inconnue	0,72	0,24

Tableau 48: Valeurs conventionnelles pour les rendements des conduites d'ECS

Dans le cadre de cette procédure, le rendement des conduites de circulation est déterminé par convention sur base du type de conduite de circulation, conformément au tableau suivant.

Type de boucle de circulation	$\eta_{water,circ}$
Non isolée hors VP	0,39
Non isolée dans VP	0,65
Isolée	0,90
Inconnue	0,65
Aucune	1,00

Tableau 49: Valeurs conventionnelles pour les rendements des conduites de circulation $\eta_{water,circ}$

2.4.3 Rendement de production

Le rendement de production (pour toute l'installation, pour les éviers de cuisine ou pour les salles de bains) est tout d'abord déterminé sur base du PCI. Pour la conversion vers le PCS le rendement est multiplié par un facteur qui est égal au rapport entre PCI et PCS, dépendant du combustible.

$$\eta_{sww;productie} = \eta_{sww;prod;ow} \times f_{owbw} \quad [-] \quad \text{V. 60}$$

Avec:

$\eta_{sww;productie}$	Rendement de production pour l'installation de préparation d'eau chaude sanitaire(PCS)	[-]
$\eta_{sww;prod;ow}$	Rendement de production pour l'installation de préparation d'eau chaude sanitaire(PCI)	[-]
f_{owbw}	Facteur de conversion PCI-PCS	[-]

En fonction du nombre d'installations présentes pour la préparation d'ECS, on utilise cette équation pour déterminer $\eta_{sww;productie}$ ou $\eta_{sww;productie;keuken}$ et $\eta_{sww;productie;badkamer}$.

Pour le rendement de production, on distingue les installations individuelles et collectives.

I. Installations individuelles

On distingue d'une part les appareils producteurs d'ECS qui sont reliés au système de chauffage et d'autre part les appareils producteurs d'ECS qui sont indépendants du système de chauffage.

Les appareils producteurs d'ECS qui sont reliés au système de chauffage sont subdivisés en appareils monoblocs (dans lesquels la préparation d'ECS et d'eau chaude pour le chauffage sont toutes deux réalisées), appareils à réservoirs séparés et pompes à chaleur.

Pour la production d'ECS reliée au système de chauffage, de manière générale,

- En présence d'un producteur préférentiel et d'un producteur non préférentiel dans un système de chauffage relié à l'ECS, c'est la combinaison du producteur préférentiel et du producteur non-préférentiel qui est prise en compte pour déterminer le rendement d'ECS.
- L'ECS ne peut être reliée à un système de chauffage qui dessert 0% du Volume protégé.
- Le générateur à air chaud pour le chauffage ne peut pas être utilisé comme producteur d'ECS.

Si le type de producteur de chaleur est une chaudière fonctionnant au gaz, au mazout ou au bois, le rendement de production pour l'ECS est donné dans le tableau ci-dessous :

Chaudière		Monobloc / à réservoir séparé
Année de fabrication	Mode de régulation	$\eta_{\text{sww;prod;ow}}$
Chaudière <1990	à t° constante	0,60
	à t° glissante	0,82
Chaudière >=1990	à t° constante	0,75
	à t° glissante	0,85

Tableau 50: Rendement de production sur PCI pour l'ECS $\eta_{\text{sww;prod;ow}}$ pour les appareils producteurs qui sont reliés au système de chauffage

Une régulation avec seulement un aquastat ou inconnue indique une 'température constante', une régulation avec un thermostat d'ambiance **qui a une influence sur la production** ou une sonde extérieure est considérée comme à température glissante.

Dans le cas où la production d'eau chaude est assurée par un groupe de plusieurs chaudières c'est l'année de fabrication de la chaudière la plus ancienne du groupe qui est prise en compte.

Pour les pompes à chaleur, le rendement de production est donné dans le tableau ci-dessous:

Appareil producteur	$\eta_{\text{sww;prod;ow}}$	Vecteur énergétique
PAC électrique	1,45	Electricité
PAC à moteur gaz	0,6	Gaz

Tableau 51: Rendement de production sur PCI pour l'ECS $\eta_{\text{sww;prod;ow}}$ pour les pompes à chaleur

Pour la production d'ECS par un appareil indépendant d'une installation de chauffage, le rendement de production est donné dans le tableau ci-dessous :

Appareil producteur	$\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$	Vecteur énergétique
Instantané	0,85	Gaz
	1	Electricité
A accumulation	0,85	Gaz
	1	Electricité
Boiler thermodynamique	1,45	Electricité
Producteur absent	1	Electricité
Chaudière pour ECS uniquement	0,83	Gaz
	0,80	Mazout

Tableau 52: Rendement de production sur PCI pour l'ECS $\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$ pour les appareils indépendants du système de chauffage

II. Installations collectives

Pour les installations collectives, la distinction est également faite entre d'une part les appareils producteurs de chaleur liés au chauffage central et d'autre part les appareils de production de chaleur indépendants du chauffage.

Pour les appareils producteurs d'ECS reliés à un système de chauffage, de manière générale,

- En présence d'un producteur préférentiel et d'un producteur non préférentiel dans un système de chauffage relié à l'ECS, c'est le producteur préférentiel qui est pris en compte pour déterminer le rendement d'ECS.
- L'ECS ne peut être reliée à un système de chauffage qui dessert 0% du Volume protégé.
- Le générateur à air chaud pour le chauffage ne peut pas être utilisé comme producteur d'ECS.

Si les producteurs sont des chaudières fonctionnant au gaz, au bois ou au mazout, le rendement de production pour l'ECS est donné dans le tableau ci-dessous :

Chaudière		à réservoir séparé ou échangeur à plaques
Année de fabrication	Mode de régulation	$\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$
Chaudière < 1990	à t° constante	0,75
	à t° glissante	0,82
Chaudière ≥ 1990	à t° constante	0,83
	à t° glissante	0,87

Tableau 53: Rendement de production sur PCI pour l'ECS $\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$ pour les installations collectives reliées à une installation de chauffage avec chaudières

Une installation collective composée d'une chaudière est considérée comme étant régulée en température glissante en présence d'une sonde extérieure seulement.

Une installation collective composée de plusieurs chaudières est toujours considérée comme étant régulée en température glissante.

Dans le cas où la production d'eau chaude est assurée par un groupe de plusieurs chaudières c'est l'année de fabrication de la chaudière la plus ancienne du groupe qui est prise en compte.

Pour les installations avec réservoir d'ECS séparé ou à échangeur à plaques, les pertes en fonction du volume de stockage sont calculées au 2.4.4.

Si le producteur d'ECS est une pompe à chaleur, il faut indiquer si elle est reliée à une pompe à chaleur utilisée pour le chauffage ou si elle est indépendante.

Pour les pompes à chaleur, les cogénérations et la fourniture de chaleur externe, le rendement de production pour l'ECS est :

Appareil producteur	$\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$
Pompe à chaleur électrique collective	1,45
Pompe à chaleur collective à moteur gaz	0,6
Cogénération	$\varepsilon_{\text{wkk},\text{th}}$
Fourniture de chaleur externe	$\eta_{\text{equiv},\text{water},\text{buiten}}$

Tableau 54: Rendement de production pour l'ECS $\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$ pour les pompes à chaleur collectives, cogénération et fourniture de chaleur externe

Avec :

$\varepsilon_{\text{wkk},\text{th}}$ Rendements de conversion thermique de la cogénération, donné au Tableau 39:
 $\eta_{\text{equiv},\text{water},\text{buiten}}$ le rendement à prendre en compte pour la fourniture de chaleur externe, pour ce qui concerne la préparation d'ECS, déterminé sur base de règles spécifiées par les instances compétentes.

Le rendement de production pour les appareils indépendants du chauffage est calculé comme suit :

Appareil producteur	$\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$	Vecteur énergétique
A accumulation	0,85	Gaz
	1	Electricité
Pompe à chaleur	1,45	Electricité
Chaudière à condensation propre à la production d'ECS,	$\eta_{30\%} + 0,003 (\theta_{30\%} - 30)$ ou 0,94	Gaz
	$\eta_{30\%} + 0,003 (\theta_{30\%} - 30)$ ou 0,90	Mazout
Chaudière non à condensation propre à la production d'ECS,	$\eta_{30\%}$ ou 0,83	Gaz
	$\eta_{30\%}$ ou 0,80	Mazout

Tableau 55: Rendement de production sur PCI pour l'ECS $\eta_{\text{sww};\text{prod};\text{ow}}$ pour les appareils indépendants du chauffage

Dans le cas des installations collectives, il n'est pas possible de sélectionner des appareils de type 'instantané'.

2.4.4 Pertes de stockage

Les pertes de stockage dépendent du volume du ballon de stockage et de son degré d'isolation. Pour les appareils équipés d'un ballon de stockage, aussi bien relié au chauffage central qu'indépendant du chauffage, les pertes de stockage sont données au tableau suivant :

Volume du ballon de stockage	Q _{sww;opslag;a} (MJ)			
	Appareil à réservoir séparé relié au chauffage		Appareil indépendant du chauffage	
	Non isolé	Isolé	Non isolé	Isolé
Echangeur à plaques 0 l	515	230	333	149
Boiler de cuisine <15 l	N.a.	N.a.	226	114
<100 l	1170	595	755	380
100-200 l	3510	1785	2265	1140
> 200 l	5148	2618	3322	1672

Tableau 56: Pertes de stockage annuelles pour les réservoirs de stockage

Remarque : un boiler de cuisine ne peut être présent que dans le cadre d'un système individuel pour la cuisine. Il est toujours considéré comme un appareil électrique, indépendant du chauffage.

Pour les appareils instantanés et les appareils monoblocs (reliés au chauffage individuel), on a $Q_{sww;opslag} = 0$.

Cela est également le cas pour les pompes à chaleur, aussi bien individuelles que collectives et pour la fourniture de chaleur externe. Ce n'est par contre pas le cas pour les boilers thermodynamiques.

L'échangeur à plaques ne peut être sélectionné qu'en combinaison avec une chaudière collective (reliée au chauffage ou indépendante).

La perte de stockage mensuelle est égale à :

$$Q_{sww;opslag;i} = \frac{Q_{sww;opslag;a}}{12} \quad \text{V. 61}$$

Avec :

Q_{sww;opslag;i} Pertes de stockage mensuelles pour l'ECS, au mois i [MJ]
 Q_{sww;opslag;a} Pertes de stockage annuelles pour l'ECS [MJ]

Pour les installations collectives, le volume pris en compte est déterminé par la somme de tous les volumes des ballons de stockage présents, divisée par le nombre d'appartements reliés à l'installation.

$$V_{voorraad} = \frac{V_{totaal}}{n_{woning}} \quad \text{V. 62}$$

Avec :

V_{voorraad} Volume équivalent de stockage pour les installations collectives [m³]
 V_{totaal} Somme des volumes de tous les réservoirs [m³]
 n_{woning} Nombre d'habitations connectées à l'installation de préparation d'ECS [-]

Sur base de ce volume, les pertes de stockage peuvent être déterminées à l'aide du Tableau 56:.

2.4.5 Contribution du chauffe-eau solaire

Le chauffe-eau solaire est exclusivement pris en compte pour le chauffage de l'ECS et pas pour le préchauffage de l'eau de l'installation de chauffage.

La contribution mensuelle du chauffe-eau solaire est calculée comme suit :

$$Q_{zb;i} = A_{col} \times I_{s;i} \times \eta_{collector,i}$$

V. 63

Avec :

$Q_{zb;i}$	Contribution mensuelle du chauffe-eau solaire au mois i	[MJ]
A_{col}	Superficie du collecteur	[m ²]
$I_{s;i}$	Ensoleillement au mois i, sur l'orientation et l'angle d'inclinaison du collecteur	[MJ/m ²]
$\eta_{collector,i}$	Rendement du collecteur au mois i	[-]

S'il y a deux systèmes distincts de préparation d'eau chaude pour la cuisine et la salle de bains, alors la contribution du chauffe-eau solaire est entièrement rapportée à l'installation qui fournit l'ECS pour la salle de bains.

La contribution mensuelle du chauffe-eau solaire ne peut pas, pour chaque mois, être supérieure aux besoins mensuels en eau chaude sanitaire divisés par le rendement de distribution et augmentés des pertes de stockage.

2.4.5.1 Dans le cas d'un seul système d'ECS pour les SDB et cuisines

Le rendement du collecteur $\eta_{collector,i}$ est égal à :

$$\eta_{collector,i} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.20 \frac{Q_{sww;bruto}}{Q_{collector,a}} \right), 0.8 \right\} \quad \text{V. 64}$$

2.4.5.2 Dans le cas de 2 systèmes séparés d'ECS pour les SDB et cuisines

Hypothèse : la contribution du chauffe-eau solaire est attribuée au système de production d'ECS pour la salle de bain .

Le rendement du collecteur $\eta_{collector,i}$ est égal à :

$$\eta_{collector,i} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.20 \frac{Q_{sww;bruto;2}}{Q_{collector,a}} \right), 0.8 \right\} \quad \text{V. 65}$$

Avec :

$$Q_{collector,a} = \sum_i \left[A_{col} \times I_{s;i} \right] \quad \text{V. 66}$$

$$Q_{sww;bruto} = \sum_i Q_{sww;bruto;i} = \sum_i \left[\frac{Q_{sww;behoefte;i}}{\eta_{sww;distributie}} + Q_{sww;opslag;i} \right] \quad \text{V. 67}$$

$$Q_{sww;bruto;2} = \sum_i Q_{sww;bruto;2;i} = \sum_i \left[\frac{Q_{sww;behoefte;badkamer;i}}{\eta_{sww;distributie;badkamer}} + Q_{sww;opslag;badkamer;i} \right] \quad \text{V. 68}$$

Avec :

$Q_{collector,a}$	L'ensoleillement annuel du système d'énergie solaire thermique, (égal à la somme des ensoleillements de chacun des 12 mois)	[MJ]
$Q_{sww;bruto}$	La demande annuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, à laquelle le système d'énergie solaire contribue, (égale à la somme des 12 besoins mensuels bruts en énergie pour la préparation d'ECS)	[MJ]
$Q_{sww;bruto;2}$	La demande annuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire pour les salles de bains, à laquelle le système d'énergie solaire contribue, (égale à la somme des 12 besoins mensuels bruts en énergie pour la préparation d'ECS pour les salles de bains)	[MJ]
$Q_{sww;opslag;i}$	Pertes de stockage mensuelles pour l'ECS, au mois i	[MJ]
$Q_{sww, opslag;badkamer;i}$	Pertes de stockage dues au ballon de stockage de l'installation de préparation d'ECS des salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{sww;behoefte;i}$	Besoin énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine et des douches et des baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{sww;behoefte;badkamer;i}$	Besoin énergétique pour l'eau chaude sanitaire des douches et des baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
$\eta_{sww;distributie;badkamer}$	Rendement de distribution pour l'ECS des salles de bains	[-]
$\eta_{sww;distributie}$	Rendement de distribution pour l'ECS de la cuisine et des salles de bains	[-]

2.5 Consommation énergétique des auxiliaires

2.5.1 Consommation énergétique des pompes de circulation

La consommation énergétique des pompes de circulation est calculée comme suit :

En présence d'un seul système de chauffage pour toute l'habitation:

$$Q_{pomp;cv} = f_{pomp} \times V \times h_{el} \quad \text{V. 69}$$

En présence de plusieurs systèmes de chauffage, la part du système dans ceux qui équipent l'habitation est prise en compte:

$$Q_{pomp;cv} = f_{sector1} \times f_{pomp;1} + (1 - f_{sector1}) \times f_{pomp;2} \times V \times h_{el} \quad \text{V. 70}$$

Avec :

$Q_{pomp;cv}$	Consommation énergétique annuelle des pompes de circulation	[MJ]
f_{pomp}	Facteur de consommation énergétique pour les circulateurs	[kWh/m ³]
V	Volume protégé	[m ³]
h_{el}	Facteur de conversion des kWh en MJ (=3,6)	[MJ/kWh]
$f_{sector1}$	Fraction du volume protégé total qui est desservie par l'installation du secteur énergétique 1	[-]
$f_{pomp;i}$	Facteur de consommation énergétique pour les circulateurs de l'installation du secteur énergétique i	[kWh/m ³]

Situation	Consommation d'énergie pour les auxiliaires f_{pomp} (kWh/m ³)
Pas de régulation	0,7
Pompe régulée	0,35
Inconnue	0,7
Pas de pompe	0

Tableau 57: Facteur f_{pomp}

La consommation énergétique des pompes de circulation n'est prise en compte que dans le cas d'une installation de chauffage central (individuel ou collectif) avec l'eau comme moyen de distribution. En présence d'un chauffage local, de fourniture de chaleur externe ou de chauffage par air, la consommation des pompes est supposée nulle. L'option 'pas de pompe' ne peut être sélectionnée dans les cas où la pompe est momentanément absente.

2.5.2 Consommation énergétique des ventilateurs

La consommation énergétique des ventilateurs est calculée comme suit :

$$Q_{ventilator} = P_{ventilator} \times \sum_i t_i \quad \text{V. 71}$$

$$P_{ventilator} = p_{vent} \times V \quad \text{V. 72}$$

Avec :

$Q_{ventilator}$	Consommation annuelle d'énergie pour les ventilateurs	[MJ]
$P_{ventilator}$	Puissance des ventilateurs présents	[W]
t_i	Durée du mois i	[Ms]
p_{vent}	Puissance des ventilateurs par unité de volume	[W/m ³]
V	Volume protégé de l'habitation	[m ³]

Système de ventilation	p_{vent} (W/m ³)
Ventilation naturelle	0
Mécanique simple flux par insufflation	0,125
Mécanique simple flux par extraction	0,125
Ventilation double flux	0,235
Chauffage par air	0,78
Système de ventilation incomplet	0,235
Système de ventilation hybride	0,235
Pas de système de ventilation	0,235

Tableau 58: Puissance des ventilateurs par unité de volume

En présence de chauffage par air dans seulement une partie de l'habitation (parce qu'il y a deux installations différentes), le volume total de l'habitation est néanmoins pris en compte dans les calculs pour la détermination de la consommation de ventilateurs.

2.5.3 Consommation énergétique des veilleuses

Seule est prise en compte la consommation énergétique des veilleuses situées au sein de l'unité d'habitation.

On admet par convention que la veilleuse reste allumée dans tous les cas pendant les 12 mois de l'année.

Les valeurs doivent être additionnées pour les producteurs de chaleur j qui sont pourvus d'une veilleuse, peu importe qu'ils soient destinés au chauffage des locaux, à la production d'ECS ou aux deux fonctions à la fois. Seule exception : les appareils de chauffage locaux pour lesquels la consommation des veilleuses est déjà prise en compte dans le rendement de production. Il n'y a pas de veilleuse dans une chaudière qui fonctionne au mazout ou au bois.

$$Q_{\text{waakvlam}} = \sum_j P_{\text{waakvlam},j} \times \sum_i t_i \quad \text{V. 73}$$

Avec :

Q_{waakvlam}	Consommation annuelle d'énergie pour les veilleuses	[MJ]
$P_{\text{waakvlam},j}$	Puissance de la veilleuse j présente (80 W)	[W]
t_i	Durée du mois i	[Ms]

2.6 Refroidissement

La consommation énergétique pour le refroidissement n'est seulement prise en compte qu'en présence d'une installation de climatisation. Dans le cas contraire, la consommation énergétique est nulle.

$$Q_{\text{koel};i} = \frac{Q_{\text{koel;behoefte},i}}{\eta_{\text{koel;productie}} \times \eta_{\text{koel;systeem}}} \quad \text{V. 74}$$

$$Q_{\text{koel;behoefte};i} = Q_{\text{zon;koel};i} + Q_{\text{intern};i} - \eta_{\text{b;koel};i} \times (Q_{\text{tr;koel};i} + Q_{\text{vent;koel};i}) \quad \text{V. 75}$$

Avec :

$Q_{\text{koel};i}$	Consommation énergétique totale pour le refroidissement, au mois i	[MJ]
$Q_{\text{koel;behoefte},i}$	Besoins en énergie pour le refroidissement, au mois i	[MJ]
$\eta_{\text{koel;productie}}$	Rendement de production pour le refroidissement (=2,5)	[-]
$\eta_{\text{koel;systeem}}$	Rendement de l'installation de refroidissement (=0,9)	[-]
$Q_{\text{intern};i}$	Gains internes au mois i	[MJ]
$Q_{\text{zon;koel};i}$	Gains solaires (pour les calculs de refroidissement), au mois i	[MJ]
$\eta_{\text{b;koel};i}$	Taux d'utilisation des gains de chaleur, au mois i	[-]
$Q_{\text{tr;koel};i}$	perte de chaleur par transmission pour les calculs de refroidissement, au mois i	[MJ]
$Q_{\text{vent;koel};i}$	perte de chaleur par ventilation pour les calculs de refroidissement, au mois i	[MJ]

S'il n'y a pas d'installation de climatisation, la valeur des besoins de froid qui aura été calculée est alors déterminante pour l'ajout d'une recommandation sur le certificat PEB (cf Indicateur de surchauffe).

2.6.1 Ensoleillement

Cette sommation est effectuée sur toutes les fenêtres j de l'enveloppe du volume protégé qui sont en contact avec l'environnement extérieur. Les gains solaires via des fenêtres en contact avec d'autres environnement sont nuls par hypothèse.

Les gains solaires sont, à un facteur pour l'ombrage et un facteur pour les protections solaires (fictives) près, égaux aux gains solaires calculés pour le chauffage.

$$Q_{zon;koel;i} = f_{vervuiling} \times f_{beschaduwing} \times \sum_j A_j \times f_{kozijn;j} \times g_j \times I_{s;j;i} \times f_{zonwering;j} \times f_{g-gp;j} \quad V. 76$$

$$g_j = 0,9 \times g_{\perp} \quad V. 77$$

Avec :

$Q_{zon;koel;i}$	Gains solaires (pour les calculs de refroidissement) au mois i	[MJ]
$f_{vervuiling}$	Facteur de réduction pour l'encrassement (=0,95)	[-]
$f_{beschaduwing}$	Facteur d'ombrage pour le refroidissement (cf. Tableau 18:)	[-]
$f_{zonwering;j}$	Facteur de la protection solaire de la fenêtre j	[-]
$f_{g-gp;j}$	Proportion du vitrage dans le total du remplissage de la fenêtre j	[-]
A_j	Superficie de la fenêtre j	[m ²]
$f_{kozijn;j}$	Rapport entre la superficie du remplissage (vitrage et/ou panneau) et la superficie totale de la fenêtre j	[-]
g_j	Facteur solaire de la fenêtre j	[-]
g_{\perp}	Le facteur solaire du vitrage pour une incidence normale	[-]
$I_{s;j;i}$	l'ensoleillement pour le mois considéré i, selon l'orientation et l'inclinaison de la fenêtre j	[MJ/m ²]

Situation	$f_{zonwering} (-)$
Protection solaire extérieure fixe parallèle au vitrage	0,5
Autres protections solaires extérieures ou protection solaire intégrée non ventilée présente	0,84
Pas de protection solaire	1

Tableau 59: Facteur de la protection solaire

Le facteur f_{kozijn} est déterminé de la même manière que pour les calculs de chauffage.

Les volets sont un type de protection solaire spécifique qui augmente la résistance thermique des fenêtres devant lesquelles ils sont placés. Le terme 'volet' désigne une protection solaire extérieure parallèle au vitrage.

2.6.2 Transmission

La perte de chaleur spécifique par transmission pour les calculs de refroidissement est égale à:

$$Q_{tr;koel;i} = H_{tr;koel} \times (T_{binnen;koel} - T_{e;i}) \times t_i \quad \text{V. 78}$$

Avec :

$Q_{tr;koel;i}$	perte de chaleur par transmission pour les calculs de refroidissement, au mois i	[MJ]
$H_{tr;koel}$	perte de chaleur spécifique par transmission pour les calculs de refroidissement	[W/K]
$T_{binnen;koel}$	Température intérieure pour le refroidissement (=21)	[°C]
$T_{e;i}$	Température extérieure moyenne pour le mois i	[°C]
t_i	Durée du mois i	[Ms]

La perte de chaleur spécifique par transmission pour les calculs de refroidissement est la même que celle pour les calculs de chauffage.

$$H_{tr;koel} = H_{transmissie} \quad \text{V. 79}$$

2.6.3 Ventilation

Les pertes par ventilation pour les calculs de refroidissement sont égales à :

$$Q_{vent;koel;i} = H_{vent;koel} \times (T_{binnen;koel} - T_{e;i}) \times t_i \quad \text{V. 80}$$

Avec :

$Q_{vent;koel;i}$	Pertes de chaleur par ventilation pour les calculs de refroidissement au mois i	[MJ]
$H_{vent;koel}$	Perte de chaleur spécifique par ventilation pour le refroidissement	[W/K]
$T_{binnen;koel}$	Température intérieure pour le refroidissement (=21)	[°C]
$T_{e;i}$	Température extérieure moyenne pour le mois i	[°C]
t_i	Durée du mois i	[Ms]

La perte de chaleur spécifique par ventilation est égale à la perte de chaleur spécifique par ventilation pour les calculs de chauffage :

$$H_{vent;koel} = H_{ventilatie} \quad \text{V. 81}$$

2.6.4 Taux d'utilisation

Le taux d'utilisation des gains de chaleur dépend du rapport entre les gains de chaleur et les déperditions de chaleur :

$$\lambda_i = \frac{Q_{tr;koel;i} + Q_{vent;koel;i}}{Q_{intem;i} + Q_{zon;koel;i}} \quad \text{V. 82}$$

Avec :

λ_{i}	le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles au mois i	[-]
$Q_{tr;koel;i}$	Pertes de chaleurs par transmission au mois i	[MJ]

$Q_{\text{vent};\text{koel};i}$	Pertes de chaleurs par ventilation au mois i	[MJ]
$Q_{\text{intern};i}$	Gains de chaleur internes au mois i	[MJ]
$Q_{\text{zon};\text{koel};i}$	Gains solaires (pour les calculs de refroidissement) au mois i	[MJ]

Si $\lambda=1$ alors

$$\eta_{b;\text{koel};i} = \frac{a}{a+1} \quad \text{V. 83}$$

Sinon

$$\eta_{b;\text{koel};i} = \frac{1-\lambda_i^a}{1-\lambda_i^{a+1}} \quad \text{V. 84}$$

Avec :

$\eta_{b;\text{koel};i}$	Taux d'utilisation des gains de chaleur au mois i	[-]
a	Paramètre numérique pour le calcul du taux d'utilisation	[-]
λ_i	le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles au mois i	[-]

Le facteur est le même que pour le chauffage.

2.7 Panneaux solaires photovoltaïques

La contribution annuelle d'un système photovoltaïque est égale à :

$$Q_{\text{pv};i} = \frac{A_{\text{pv}} \times P_{\text{pv}} \times RF_{\text{pv}} \times c_{\text{pv}} \times I_{s;i,35;\text{Zuid}} \times c_{\text{or;hel}}}{1000} \quad \text{V. 85}$$

Avec :

$Q_{\text{pv};i}$	Contribution énergétique des panneaux photovoltaïques au mois i	[MJ]
A_{pv}	Superficie du collecteur	[m ²]
P_{pv}	Rendement des panneaux photovoltaïques	[W/m ²]
RF_{pv}	Facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque (=0,75)	[-]
c_{pv}	Facteur de correction pour l'ombrage (=0,9)	[-]
$I_{s;i,35;\text{Zuid}}$	Ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque pour le mois i, pour une orientation Sud et un angle d'inclinaison de 35° (cf. Tableau 3:)	[MJ/m ²]
$C_{\text{or;hel}}$	Facteur de réduction de l'ensoleillement pour une orientation et une inclinaison déviant respectivement de Sud et 35°	[-]

Type Panneau	p _{pv} (W/m ²)
Amorphe	69
Polycristallin	128
Monocristallin	153
Inconnu	69

Tableau 60: Rendement des panneaux photovoltaïques

C _{or,hel}	horizontal	15°	25°	35°	40°	45°	50°	70°	90°	Système rotatif traceur
Est	0,88	0,87	0,85	0,83	0,8	0,79	0,77	0,65	0,50	1,25
Sud-Est	0,88	0,93	0,95	0,95	0,94	0,93	0,92	0,81	0,64	1,25
Sud	0,88	0,96	0,99	1	0,99	0,985	0,98	0,87	0,68	1,25
Sud-Ouest	0,88	0,93	0,95	0,95	0,94	0,93	0,92	0,81	0,64	1,25
Ouest	0,88	0,87	0,85	0,82	0,8	0,79	0,76	0,65	0,50	1,25
Système rotatif traceur	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25

Tableau 61: Coefficient C_{or,hel} pour tenir compte de l'orientation et de l'angle d'inclinaison

Si l'angle d'inclinaison réel ou l'orientation réelle ne correspondent pas exactement aux valeurs reprises dans le tableau, il y a lieu de sélectionner la valeur la plus proche.

Si des pièces justificatives acceptables sont à sa disposition, le certificateur peut encoder directement la puissance crête $P_{pv} = p_{pv} * A_{pv}$

2.8 Cogénération

La contribution électrique d'une cogénération est calculée à l'aide des formules suivantes :

$$Q_{wkk,i} = \frac{\varepsilon_{wkk,elec}}{\varepsilon_{wkk,th}} \times Q_{wkk;vraag,i} \quad \text{V. 86}$$

Si la cogénération n'est utilisée que pour le chauffage :

$$Q_{wkk;vraag,i} = f_{rv,pref;i} \times f_{sector1} \times \frac{Q_{rv;behoefte,i}}{\eta_{installatie,pref}} \times \varepsilon_{wkk;th} \quad \text{V. 87}$$

Hypothèses: Si une cogénération est présente, elle se trouve toujours dans le secteur énergétique n°1
S'il n'y a qu'un secteur énergétique, le facteur $f_{sector1}$ est égal à 1.

Si la cogénération est utilisée pour le chauffage et la production d'ECS :

Dans le cas d'un seul système d'ECS pour les SDB et cuisines

$$Q_{wkk;vraag,i} = f_{rv,pref,i} \times f_{sector1} \times \frac{Q_{rv;behoefte,i}}{\eta_{installatie,pref}} \times \varepsilon_{wkk;th} + \max[0; Q_{sww;bruto;i} - Q_{zb;i}] \quad \text{V. 88}$$

Dans le cas de 2 systèmes séparés d'ECS pour les SDB et cuisines

$$Q_{wkk;vraag,i} = f_{rv,pref,i} \times f_{sector1} \times \frac{Q_{rv;behoefte,i}}{\eta_{installatie,pref}} \times \varepsilon_{wkk;th} + \max[0; Q_{sww;bruto;2;i} - Q_{zb;i}] \quad \text{V. 89}$$

Avec :

$Q_{wkk,i}$	Contribution énergétique de la cogénération au mois i	[MJ]
$\varepsilon_{wkk,elec}$	Rendements de conversion électrique de la cogénération	[-]
$\varepsilon_{wkk,th}$	Rendements de conversion thermique de la cogénération	[-]
$Q_{wkk;vraag,i}$	Demande de chaleur de la cogénération	[MJ]
$f_{rv,pref,i}$	Part du producteur préférentiel (cogénération) dans la fourniture de chaleur pour le chauffage (cf Tableau 11:) au mois i	[-]
$f_{sector1}$	Fraction totale du volume protégé desservie par le système de chauffage n°1 (cf Tableau 10:)	[-]
$Q_{rv,behoefte,i}$	Besoin mensuel total en chaleur pour le chauffage au mois i	[MJ]
$\eta_{installatie,pref}$	Rendement de l'installation préférentielle de chauffage.	[-]
$Q_{sww;bruto,i}$	Demande de chaleur totale mensuelle pour la préparation de l'ECS au mois i	[MJ]
$Q_{sww;bruto,2,i}$	Demande de chaleur totale mensuelle pour la préparation de l'ECS pour les salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{zb;i}$	Contribution du chauffe-eau solaire au mois i	[MJ]

Pour les rendements de conversion thermique et électrique de la cogénération, les valeurs du Tableau 39: sont utilisées.

2.9 Autres calculs

D'autres calculs complémentaires sont nécessaires à l'établissement du certofocac PEB. Il s'agit du calcul des émissions de CO₂, du pourcentage d'énergie renouvelable, du rendement moyen de l'installation et du facteur de surchauffe. Ces calculs sont décrits dans le présent chapitre.

2.9.1 Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées sur base d'un indicateur par vecteur énergétique.

$$CO2 = CO2_{rv,secl,pref,a} + CO2_{rv,secl,npref,a} + CO2_{rv,sec2,pref,a} + CO2_{rv,sec2,npref,a} + CO2_{sww,a} + CO2_{hulp1,a} + CO2_{hulp2,a} + CO2_{koel,a} - CO2_{pv,a} - CO2_{cogen,a} \quad \text{V. 90}$$

Avec :

$$CO2_{rv,secj,pref,a} = \frac{F_{CO2;fuel}}{F_{conv;fuel}} \cdot \sum_{i=1}^{12} Q_{rv,secj,pref,i} \quad \text{V. 91}$$

$$CO2_{rv,secj,npref,a} = \frac{F_{CO2;fuel}}{F_{conv;fuel}} \cdot \sum_{i=1}^{12} Q_{rv,secj,npref,i} \quad \text{V. 92}$$

En présence d'un seul système dans l'habitation, pour la consommation d'eau chaude sanitaire on a :

$$CO2_{sww,a} = F_{CO2;fuel} \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{sww;i}}{F_{conv;fuel}} \quad \text{V. 93}$$

En présence de systèmes séparés pour la cuisine d'une part et pour la salle de bains d'autre part, pour la consommation d'eau chaude sanitaire on a :

$$CO2_{sww;a} = F_{CO2;fuel} \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{sww1;i}}{F_{conv;fuel}} + F_{CO2;fuel} \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{sww2;i}}{F_{conv;fuel}} \quad \text{V. 94}$$

$$CO2_{hulp1,a} = F_{CO2;fuel} \cdot \frac{Q_{hulp1}}{F_{conv;fuel}} \quad \text{V. 95}$$

$$CO2_{hulp2,a} = F_{CO2;fuel} \cdot \frac{Q_{hulp2}}{F_{conv;fuel}} \quad \text{V. 96}$$

$$CO2_{koel,a} = F_{CO2;fuel} \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{koel;i}}{F_{conv;fuel}} \quad \text{V. 97}$$

$$CO2_{pv,a} = F_{CO2;fuel} \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{pv;i}}{F_{conv;fuel}} \quad \text{V. 98}$$

$$CO2_{cogen,a} = F_{CO2;fuel} \sum_{i=1}^{12} \frac{Q_{wkk;i}}{F_{conv;fuel}} \quad \text{V. 99}$$

Avec :

CO2	Emissions annuelles de CO ₂	[kg]
F _{conv;fuel}	Facteur de conversion du combustible	[MJ/unité]
F _{CO2;fuel}	Indicateur d'émission de CO ₂ du combustible	[kg/unité]
Q _{rv,secj,pref, i}	Consommation d'énergie du producteur préférentiel pour le chauffage du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
Q _{rv,secj,npref, i}	Consommation d'énergie du producteur non préférentiel pour le chauffage du secteur énergétique j au mois i	[MJ]
Q _{sww,i}	Consommation énergétique totale pour la préparation d'eau chaude sanitaire au mois i	[MJ]
Q _{sww1;i}	Consommation énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire due aux éviers de cuisine au mois i	[MJ]
Q _{sww2;i}	Consommation énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire due aux douches et aux baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]

Q_{hulp1}	Consommation électrique annuelle des auxiliaires	[MJ]
Q_{hulp2}	Consommation en gaz annuelle des auxiliaires	[MJ]
$Q_{koel,i}$	Consommation énergétique totale pour le refroidissement au mois i	[MJ]
$Q_{pv,i}$	Contribution énergétique des panneaux photovoltaïques au mois i	[MJ]
$Q_{wkk,i}$	Contribution énergétique de la cogénération au mois i	[MJ]
$CO2_{rv,secj,pref,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ dues au producteur préférentiel de chauffage dans le secteur énergétique j	[kg]
$CO2_{rv,secj,npref,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ dues au producteur non préférentiel de chauffage dans le secteur énergétique j	[kg]
$CO2_{sww,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ dues à la préparation d'eau chaude sanitaire	[kg]
$CO2_{hulp1,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ dues aux auxiliaires électriques	[kg]
$CO2_{hulp2,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ dues aux veilleuses au gaz	[kg]
$CO2_{koel,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ dues au refroidissement	[kg]
$CO2_{pv,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ épargnées grâce à la production d'électricité par les panneaux photovoltaïques	[kg]
$CO2_{cogen,a}$	Emissions annuelles de CO ₂ épargnées grâce à la production d'électricité par la cogénération	[kg]

Les facteurs de conversion F_{CO2} sont repris au tableau Tableau 62:

Combustible	Unité	$F_{conv;fuel}$ (MJ/unité)	$F_{CO2;fuel}$ (kg/unité)
Electricité	kWh	3,6	0,395
Gaz	m ³ gaz	39,2	2,2
Mazout	kg	44,8	3,323
Biomasse <> Bois	kg	17,1	1,71
Bois	kg	17,1	1,91
Charbon	kg	34,25	3,244
Fourniture de chaleur externe	kWh	3,6	(valeur introduite dans le logiciel) * 3,6

Tableau 62: Facteurs de conversion des combustibles

2.9.2 Rendement moyenne l'installation de chauffage

Le rendement total moyen de l'installation de chauffage est calculé comme suit:

$$\eta_{rv;tot} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{rv;behoefte,i}}{Q_{prim,rv,a}} \quad \text{V. 100}$$

Avec :

$\eta_{rv;tot}$	Rendement total de l'installation de chauffage	[-]
$Q_{rv;behoefte,i}$	Besoin total en chaleur pour le chauffage au mois i	[MJ]
$Q_{prim,rv,a}$	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour le chauffage	[MJ]

2.9.3 Rendement moyen pour la préparation d'eau chaude sanitaire

Le rendement total moyen pour la préparation d'ECS est calculé comme suit:

$$\eta_{sww;tot} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{sww;behoefte;i}}{Q_{prim,sww,a}} \quad \text{V. 101}$$

Avec :

$\eta_{sww;tot}$	Rendement total de l'installation d'ECS	[-]
$Q_{sww;behoefte;i}$	Besoin énergétique pour la préparation d'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine et des douches et des baignoires des salles de bains au mois i	[MJ]
$Q_{prim,sww,a}$	Consommation totale annuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire	[MJ]

2.9.4 Indicateur de surchauffe

Pour les habitations dans lesquelles aucune installation de froid n'est présente, un indicateur de surchauffe est calculé. La valeur de celui-ci détermine si une recommandation relative à la prévention du risque de surchauffe apparaîtra sur le certificat.

$$I_{overv} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{koel;behoefte,i}}{H_{vent;koel} + H_{trans;koel}} \times \frac{1000}{3,6} \quad \text{V. 102}$$

Avec :

I_{overv}	Indicateur de surchauffe	[K.h]
$Q_{koel;behoefte;i}$	Besoins en énergie pour le refroidissement, au mois i	[MJ]
$H_{vent;koel}$	Perte de chaleur spécifique par ventilation pour le refroidissement	[W/K]
$H_{trans;koel}$	Perte de chaleur spécifique par transmission pour le refroidissement	[W/K]

La recommandation 'protection solaire' est reprise sur le certificats i la valeur de l'indicateur est supérieure à 17500 Kh [Kelvin*heure].

En présence d'une installation de climatisation dans l'habitation, ce facteur de surchauffe est nul.

3. Sources

Les sources suivantes ont été utilisées :

Formules methode PAE Doc I01 – I07, VITO, 2003

Méthode PER pour les unités PEB habitations individuelles

Arrêté ministériel du 24/07/2008 déterminant les règles de calcul pour les pertes par transmission, version 12/2012

Annexe U

Détermination de la résistance thermique des éléments de construction

U.1 Valeurs U des éléments de construction

Pour autant qu'elles puissent être démontrées au moyen des éléments de preuve qui sont acceptés par les instances compétentes, les valeurs connues suivantes peuvent être utilisées:

- la résistance thermique R d'un élément constructif (plancher ou mur) qui est en contact avec le sol, EAnC et Cave
- pour les portes et fenêtres
 - la valeur $U_{d,zl}$ de la porte ou $U_{w,zl}$ de la fenêtre,
 - la valeur U_g - du vitrage
 - la valeur g du facteur solaire du vitrage
- la valeur U d'un autre type d'élément constructif

Dans ce cas, la valeur U (ou U_w) est arrondie à 2 chiffres après la virgule.

Si l'on n'utilise pas de valeurs connues, les valeurs U (ou U_w ou U_d) sont déterminées sur la base des types d'éléments de construction suivants:

- éléments de construction opaques, à l'exception des éléments de construction qui sont directement en contact avec le sol,
- plancher directement en contact avec le sol,
- murs directement en contact avec le sol,
- portes et fenêtres.

Dans ce cas, la valeur U est arrondie à un chiffre après la virgule si la valeur U est supérieure à 1 W/(m².K) et à deux chiffres après la virgule dans les autres cas, sauf pour les portes et fenêtres, pour lesquelles les valeurs U_w ou U_d sont toujours arrondies à 2 chiffres après la virgule.

U.1.1 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 qui sont en contact direct avec le sol, sont calculées comme suit:

$$U = \frac{1}{R_{tot}} \quad [W/(m^2.K)] \quad V. 103$$

$$R_{tot} = R_{si} + R_c + R_{se} \quad [m^2.K/W] \quad V. 104$$

Où:

- R_{si} La résistance thermique d'échange superficiel du côté intérieur, [m².K/W]
 R_c La résistance thermique de l'élément constructif, déterminé selon cette annexe, [m².K/W]
 R_{se} La résistance thermique d'échange superficiel du côté extérieur, [m².K/W]

Les valeurs des résistances thermiques d'échange superficiel R_{si} et R_{se} sont indiquées dans le Tableau 63:.

Remarque: pour les toits en pente, on se base d'office sur un flux thermique ascendant, quel que soit l'angle d'inclinaison du toit.

La résistance à la transmission du côté extérieur dépend de l'environnement.

Une serre est considérée comme un espace adjacent non chauffé (EANC). Le plancher d'un grenier est toujours adjacent, du côté extérieur, à un espace non chauffé (EANC).

Dans le cas des parois intérieures, R_{se} est remplacé par R_{si} .

Résistance superficielle (m ² .K/W)		Façade	Plancher	Toit	Plafond (du grenier)
	Direction du flux de chaleur	←	↓	↑	↑
R_{se}	extérieur	0,04	0,04	0,04	N.A.
	sol	0	0 (calcul spécifique)	N.A.	N.A.
	EANC	0,13	0,17	N.A.	0,1
	cave	0,13	0,17	N.A.	N.A.
R_{si}	-	0,13	0,17	0,1	0,1

Tableau 63: Valeurs des résistances thermiques d'échange superficiel R_{si} et R_{se}

U.1.2 Valeurs U des planchers en contact direct avec le sol

Pour les planchers qui sont en contact direct avec le sol, la valeur U est calculée comme suit :

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_c} \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})] \quad \text{V. 105}$$

Avec :

R_{si} La résistance thermique d'échange superficiel du côté intérieur, = 0.17 [m².K/W]
 R_c Résistance thermique de l'élément constructif, déterminée selon cette annexe, [m².K/W]

Un plancher n'a pas de coulisse.

U.1.3 Valeurs U des murs en contact direct avec le sol

Pour les murs qui sont en contact direct avec le sol, la valeur U est déterminée comme suit:

$$d_w = 2.(R_{si} + R_c + R_{se}) \quad [\text{m}] \quad \text{V. 106}$$

$$\text{Si } d_w \geq 1.16^1 : U = \frac{4}{\pi.z} \left(1 + \frac{0.58}{1.16 + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})] \quad \text{V. 107}$$

¹ Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour déterminer la valeur: facteur dt =1,16 ($\lambda_{sol} = 2 \text{ W/mK}$. Epaisseur des murs enterrés = 30cm. Résistance thermique de la dalle de fondation = 0,26 m².K/W.)

$$\text{Si } d_w < 1.16 : U = \frac{4}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0,5 d_w}{d_w + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad \text{V.108}$$

Avec:

R_{si}	La résistance thermique d'échange superficiel du côté intérieur, donnée au Tableau 63:.,
R_c	Résistance thermique de l'élément de construction, déterminée selon cette annexe, [m ² .K/W]
R_{se}	La résistance thermique d'échange superficiel du côté extérieur, donnée au Tableau 63: [m ² .K/W]
z	est égal à la profondeur moyenne sous le niveau du sol du mur qui est en contact avec le sol, en m. Toujours égal à 3 m pour les calculs.

U.1.3.1 Valeurs U_w des portes et fenêtres

Il faut faire une distinction entre les portes et fenêtres sans volet, et les portes et fenêtres avec volets.

REM.: L'effet des volets peut jouer un rôle dans la procédure à deux niveaux.

- d'une part, en augmentant la résistance thermique de la fenêtre devant laquelle ils sont placés. Seuls les volets commandés de l'intérieur sont pris en considération;
- d'autre part, en tant que protection solaire extérieure dans le calcul des gains solaires. Tous les types de commande (y compris les volets qui ne peuvent être fermés que de l'extérieur) sont pris en compte.

U.1.3.2 Portes et fenêtres sans volet

Pour les parties de l'enveloppe qui comprennent des profilés, la valeur U résultante dépend de la valeur U du profilé et du remplissage.

Pour les vitres, la valeur U résultante dépend du type de profilé, du type de vitrage, avec un supplément pour l'intercalaire. Pour les panneaux, la valeur U résultante dépend du type de profilé et du type de panneau. Tout vitrage ou panneau est lié à un profilé. La valeur U des portes dépend uniquement du type de porte et est indépendante du profilé.

Tout comme pour les parties d'enveloppe opaques, un supplément pour les nœuds constructifs doit être ajouté à la valeur U.

Fenêtres:

S'il n'y a pas de volet, on obtient

$$U_w = U_{w,zl} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad \text{V. 109}$$

$$U_{w,zl} = f_{kozijn} \times (f_{g-gp} \times U_g + (1 - f_{g-gp}) \times U_p) + (1 - f_{kozijn}) \times U_f + 3 \times \Psi \quad \text{V. 110}$$

Avec :

U_w	Coefficient de transmission thermique de la fenêtre	[W/m ² K]
U_g	Coefficient de transmission thermique du vitrage	[W/m ² K]
U_f	Coefficient de transmission thermique du profilé de châssis	[W/m ² K]
f_{kozijn}	Rapport entre la superficie du remplissage (vitrage et/ou panneau) et la superficie totale de la fenêtre	[-]
Ψ	Coefficient de transmission thermique linéique de la jonction	[W/mK]

	vitrage-châssis	
f_{g-gp}	La proportion du vitrage dans le total du remplissage	[-]
U_p	Coefficient de transmission thermique du panneau	[W/m ² K]

La valeur de f_{kozijn} dépend de la valeur U du vitrage ou du panneau et de la valeur U du profilé, comme cela figure au tableau 64. En revanche, le facteur f_{kozijn} n'a aucun impact au niveau des portes.

Type de partie de l'enveloppe dans le profilé	f_{kozijn} (-)
vitrage ou vitrage (et panneau): $U_g > U_f$	0,8
vitrage ou vitrage et panneau : $U_g \leq U_f$	0,7
Uniquement panneau	0,8

Tableau 64: Valeur de f_{kozijn}

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 65: Valeurs permises pour la proportion du vitrage dans le total du remplissage f_{g-gp}

Remarque: même s'il n'y a pas de profilé (type profilé="pas de profilé"), le facteur du châssis est calculé comme indiqué ci-dessus. Dans ce cas de figure, il existe une valeur U_f fictive pour le profilé.

La valeur Ψ de l'intercalaire du multiple vitrage provient du tableau suivant :

Profilé de châssis	Simple vitrage/pas de vitrage/panneau	Vitrage multiple	
		$U_g \geq 2,0$ W/m ² K	$U_g < 2,0$ W/m ² K
$U_f \geq 5,9$ W/m ² K	0	0,02	0,05
$U_f < 5,9$ W/m ² K	0	0,06	0,11

Tableau 66: Ψ -waarde van glassluiting

Tout vitrage autre que du simple vitrage fait partie du multiple vitrage

La valeur U d'une partie de l'enveloppe (opaque ou en profilés) peut également être introduite directement si elle peut être relevée dans une preuve acceptable

Si la valeur U_w de la fenêtre est donnée, la part de vitrage et de panneau dans le remplissage doit être donnée pour que le facteur f_{g-gp} puisse être déterminé. Le type de vitrage et de profilés doivent également être donnés, sur cette base seront calculés le facteur f_{kozijn} et éventuellement le facteur g .

U.1.3.3 Portes et fenêtres avec volets

Les volets qui se ferment à l'extérieur d'une fenêtre (donc châssis avec vitrage) apportent une résistance thermique supplémentaire (ΔR). Par conséquent, la résistance thermique totale $U_{w,ml}$ est obtenue en appliquant la formule:

$$U_{w,ml} = \frac{1}{\frac{1}{U_{w,zl}} + \Delta R} \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})] \quad \text{V. 111}$$

Où:

- $U_{w, ml}$ la valeur U de la combinaison fenêtre et volet fermé,, [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$]
- $U_{w,zl}$ la valeur U de la fenêtre sans tenir compte de l'effet du volet, [$\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$]
- ΔR la résistance thermique supplémentaire, fixée par convention à 0,08 [$\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$].

Pour le calcul des pertes par transmission, on considère par convention que les volets restent fermés 8 heures par jour. La valeur U_w qui est prise en compte pour les calculs de transmission, est donc calculée comme suit::

$$U_w = 1/3 U_{w,ml} + 2/3 U_{w,zl} \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})] \quad \text{V. 112}$$

Les volets situés devant des portes ne sont pas pris en considération dans le calcul.

U.2 Détermination de la valeur R des éléments de construction opaques. Pour les éléments de construction opaques, la résistance thermique R de l'élément de construction est définie comme suit:

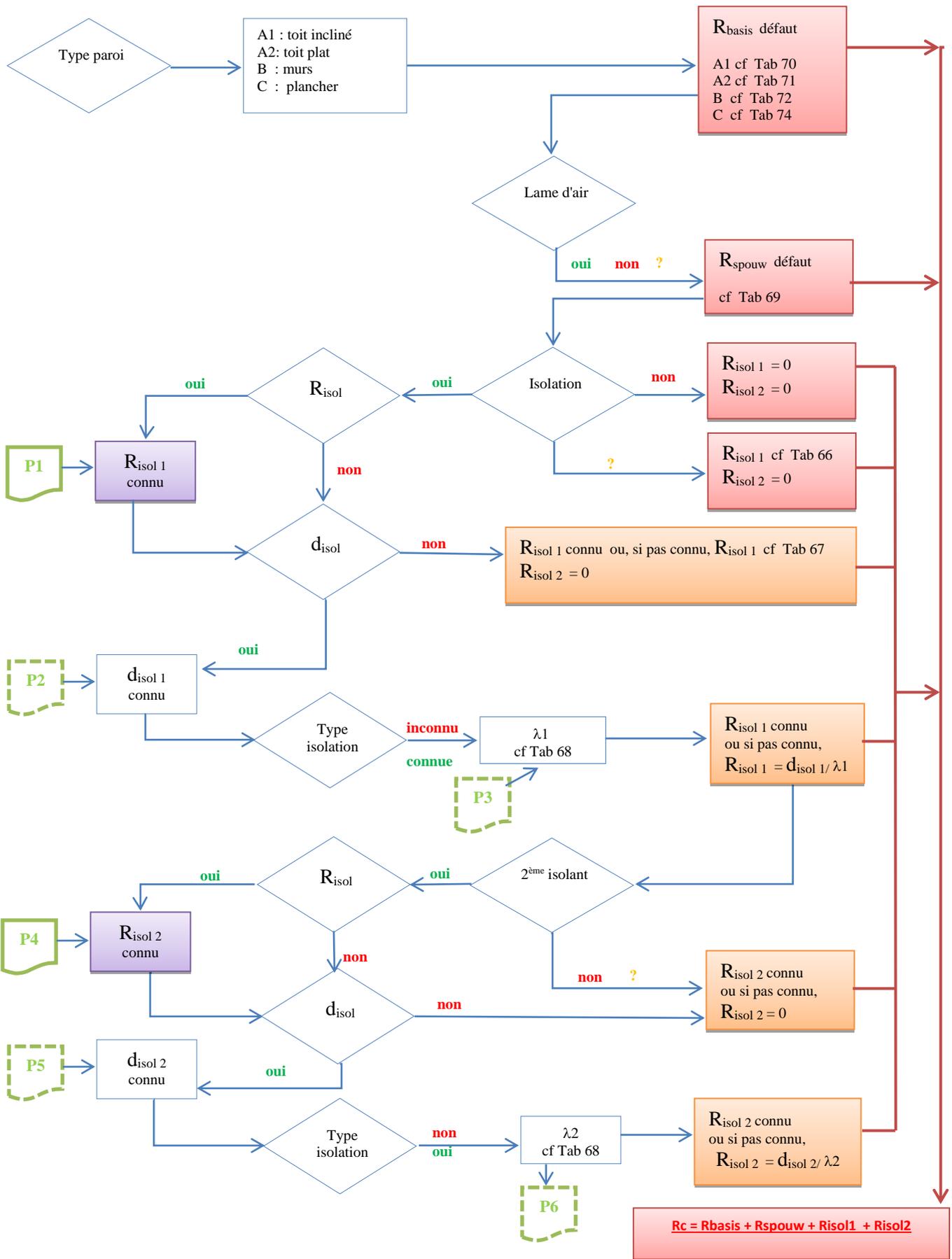
$$R_c = R_{\text{isolatie1}} + R_{\text{isolatie2}} + R_{\text{spouw}} + R_{\text{basis}} \quad [\text{m}^2.\text{K}/\text{W}] \quad \text{V. 113}$$

Où :

- R_c Résistance thermique de l'élément de construction, [$\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$]
- $R_{\text{isolatie1}}$ la résistance thermique de la couche d'isolation thermique n°1 , [$\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$]
- $R_{\text{isolatie2}}$ la résistance thermique de la couche d'isolation thermique n°2 , [$\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$]
- R_{spouw} la résistance thermique des lames d'air, [$\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$]
- R_{basis} la résistance thermique du reste de l'élément de construction opaque, [$\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$]

Les valeurs à attribuer à chacun de ces composants, sont le résultat de l'arbre de décision ci-dessous.

La question relative aux lames d'air n'est pas posée dans le cas des planchers. Dans les calculs, on part toujours du principe que pour « pas de lame d'air », $R_{\text{spouw}} = 0$.



Présence inconnue d'isolation

Si l'on ne peut pas établir la présence l'absence d'isolation, la résistance $R_{\text{isolatie1}}$ est déterminée comme suit:

- Dans le cas où « l'habitation est ou a été chauffée à l'électricité » et a été construite avant 1985, $R_{\text{isolatie1}}$ est fixé par convention sur base de la tranche '1986-1995 ' dans le tableau suivant :
- Dans les autres cas, voir tableau suivant selon l'année de construction ou le cas échéant, de rénovation de la paroi.

Année de construction ou de rénovation	R_{isol1} (m ² K/W)				
	Planchers	Façades	Toiture inclinée	Toit plat	Plancher du grenier
- 1970	0	0	0	0	0
1971-1985	0,22	0,22	0,67	0,67	0,44
1986-1995	0,22	0,67	1,11	1,33	0,89
1996-	0,22	0,89	1,78	1,56	0,89

Tableau 67: $R_{\text{isolatie1}}$ si présence d'isolation inconnue

Isolation présente mais d'épaisseur inconnue

S'il y a une isolation mais que son épaisseur n'est pas connue, la résistance $R_{\text{isolatie1}}$ est déterminée comme suit:

- Dans le cas où « l'habitation est ou a été chauffée à l'électricité » et a été construite avant 1985, $R_{\text{isolatie1}}$ est fixé par convention sur base de la tranche '1986-1995 ' dans le tableau suivant :
- Dans les autres cas, voir tableau suivant selon l'année de construction ou le cas échéant, de rénovation de la paroi.

Année de construction ou de rénovation	R_{isol1} (m ² K/W)				
	Planchers	Façades	Toiture inclinée	Toit plat	Plancher du grenier
- 1970	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
1971-1985	0,44	0,44	1,11	1,11	0,89
1986-1995	0,44	0,89	1,33	1,56	1,33
1996-	0,44	1,11	2,00	1,56	1,33

Tableau 68: $R_{\text{isolatie1}}$ si une isolation est présente, dont l'épaisseur est inconnue

Les chiffres des tableaux 67 et 68 sont déterminés sur base d'une valeur λ de 0,045 W/mK.

Isolation présente et d'épaisseur connue

Si l'épaisseur de l'isolation est connue, la valeur de la résistance thermique de l'isolation est déterminée sur base de l'épaisseur et de la nature de l'isolant en appliquant la formule suivante :

$$R_{\text{isolatie } i} = d \text{ (cm)} / 100 \lambda \text{ (W/mK)} \quad [\text{m}^2.\text{K/W}] \quad \text{V. 114}$$

Où la conductivité thermique de l'isolant (λ) est reprise du tableau ci-dessous :

Nature de l'isolant	Conductivité thermique (W/mK)
Inconnu	0,09
Cellulose	0,06
Fibres végétales ou animales	0,06
Laine minérale (MW)	0,045
Liège (ICB)	0,05
Mortiers isolants	0,09
Mousse phénolique (PF)	0,035
Perlite	0,06
Polyéthylène extrudé (PEF)	0,045
Polystyrène expansé (EPS)	0,045
Polystyrène extrudé (XPS)	0,04
Polyuréthane (PUR/PIR)	0,035
Vermiculite expansée	0,065
Vermiculite en panneaux	0,09
Verre cellulaire (CG)	0,055

Tableau 69: Conductivité thermique des isolants

Situation	R_{spouw} (m ² K/W)
Lame d'air présente	0,17
Lame d'air absente	0
Inconnue	0

Tableau 70: R_{spouw}

Type principal	R_{basis} (m ² K/W)
1. Toiture inclinée standard	0,06
2. Toit de chaume	1,5

Tableau 71: R_{basis} pour toitures inclinées

Type principal	R_{basis} (m ² K/W)
1. Toiture plate standard	0,11
2. Toiture plate avec une structure en béton cellulaire	0,59

Tableau 72: R_{basis} pour toits plats

Type principal	R_{basis} (m ² K/W)
1. Plafond standard	0,15
2. Plafond avec une structure en béton cellulaire	0,62

Tableau 73: R_{basis} pour les plafonds

Type principal	R _{basis} (m ² K/W)
1. Mur standard	0,20
2. Mur standard (e _{mur} > 30 cm), avec finition extérieure	0,42
3. Mur en blocs de terre cuite isolants	0,46
4. Mur à ossature en bois	0,93
5. Mur en blocs de béton cellulaire (e ≤ 24cm)	0,93
6. Mur en blocs de béton cellulaire (e > 24 cm)	1,39

Tableau 74: R_{basis} pour les façades

Type principal	R _{basis} (m ² K/W)
1. Plancher de construction standard	0,15
2. Plancher en béton cellulaire	0,62

Tableau 75: R_{basis} pour les planchers

Parties de l'enveloppe formées de profilés

La résistance thermique des parties de l'enveloppe formées de profilés est liée au type de profilé, de vitrage, de panneau et de porte. Pour le vitrage, la valeur g y est également liée. Les formules pour obtenir la valeur U résultante sont mentionnées dans ce document.

Type principal	U _f (W/m ² K)	U _f (W/m ² K) lorsque couplé à un triple vitrage avec coating*
1. métalliques – sans coupure thermique	5,9	5,9
2. métalliques – à coupure thermique		
a. fabrication ou pose < 1996	4,2	0,9
b. fabrication ou pose entre 1996 et 2008	2,9	0,8
c. fabrication ou pose > 2008	2,2	0,8
3. en matière synthétique, nombre de chambres = 1 ou inconnu	2,9	2,9
4. en matière synthétique, nombre de chambres = 2 ou plus	2,2	0,8
5. en bois	2,2	0,2
6. pas de profilé	3,5**	3,5

Tableau 76: U_f profilés

* Le but de cette valeur est d'arriver artificiellement à la valeur correcte de U_w, à l'aide de la méthode de calcul actuelle. Cela ne représente donc pas des valeurs U de profilés réels.

** Il s'agit également d'une valeur artificielle afin de tenir compte du fait que pour les fenêtre sans profilés de châssis, le vitrage représente 95% de la superficie de la fenêtre et non 70 à 80% comme cela a été fixé par défaut pour les cas standards

Type principal	U_g (W/m ² K)	g (-)
1. Simple vitrage	5,8	0,85
2. Briques de verre	3,5	0,75
3. Double vitrage classique	2,9	0,76
4. Double vitrage à haut rendement année de fabrication < 2000	1,7	0,69
5. Double vitrage à haut rendement année de fabrication ≥ 2000	1,4	0,64
6. Triple vitrage sans coating	2,2	0,72
7. Triple vitrage avec coating	0,6	0,50

Tableau 77: U_g vitrage

Type principal	U_p (W/m ² K)
1. Non isolé	2,7
2. Isolé	1,1

Tableau 78: U_p panneau

Type principal	U_D (W/m ² K)
1. Métallique sans isolation	6,0
2. Métallique avec isolation	5,0
3. Non métallique sans isolation	4,0
4. Non métallique avec isolation	3,0

Tableau 79: U_D porte

Vu pour être annexé l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale **du XXX** portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Le Ministre-Président du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale

Rudi VERVOORT

La Ministre du Logement, de la Qualité de Vie, de l'Environnement et de l'Energie

Céline FREMAULT