

### 11.6.2 Pertes des ballons électriques

Les pertes de stockage des ballons électriques (Wh) sont données par la relation suivante :

$$Q_{g,w} = 8592 * \frac{45}{24} * V_s * Cr$$

Avec :

- $V_s$  : volume du ballon de stockage (litres)
- $Cr$  : coefficient de perte du ballon de stockage (Wh/l.°C.jour) :

Coefficient de perte (Cr)		Volume du ballon (litre)			
		≤ 100	100 < ≤ 200	200 < ≤ 300	> 300
Chauffe-eau horizontal		0,39	0,33	0,3	0,3
Chauffe-eau vertical	Autres ou inconnue	0,32	0,23	0,22	0,22
	Catégorie B ou 2 étoiles	0,27	0,22	0,2	0,18
	Catégorie C ou 3 étoiles	0,25	0,2	0,18	0,16

### 11.6.3 Rendement de stockage

- Pour les ballons électriques verticaux de catégorie C ou 3\* ,

$$Rs = \frac{1,08}{1 + \frac{Q_{g,w} * Rd}{BeCs}}$$

- Pour les autres ballons électriques :

$$Rs = \frac{1}{1 + \frac{Q_{g,w} * Rd}{BeCs}}$$

Avec :

- $Q_{g,w}$  : pertes de stockage (Wh)
- $Rd$  : rendement de distribution
- $BeCs$  : besoin annuel d'ECS (Wh)

## 12 Rendements des installations

Les rendements des installations sont calculés annuellement.

### 12.1 Rendement d'émission

Type d'émetteurs	Re
Convecteur électrique NFC, NF** et NF***	0,95
Panneau rayonnant ou radiateur électrique NFC, NF** et NF***	0,97
Autres émetteurs à effet joule	0,95
Soufflage d'air chaud	0,95

Plancher chauffant	1
Plafond chauffant	0,98
Autres équipements	0,95

## 12.2 Rendement de distribution

Type de distribution	Rd	
	Non isolé	Isolé
Pas de réseau de distribution	1	1
Réseau aéraulique	0,8	0,85
Réseau collectif eau chaude haute température ( $\geq 65^{\circ}\text{C}$ )	0,85	0,87
Réseau collectif eau chaude moyenne ou basse température ( $< 65^{\circ}\text{C}$ )	0,87	0,9
Réseau individuel eau chaude moyenne ou basse température ( $< 65^{\circ}\text{C}$ )	0,91	0,95
Réseau individuel eau chaude haute température ( $\geq 65^{\circ}\text{C}$ )	0,88	0,92

Les réseaux de distribution par fluide frigorigène sont considérés sans pertes ( $R_d=1$ ).

## 12.3 Rendement de régulation

Type d'équipements	Rr
Convecteur électrique NFC, NF** et NF***	0,99
Panneau rayonnant ou radiateur électrique NFC, NF** et NF***	0,99
Autres émetteurs à effet joule	0,96
Plancher ou plafond rayonnant électrique avec régulation terminale	0,98
Plancher ou plafond rayonnant électrique sans régulation	0,96
Radiateur électrique à accumulation	0,95
Plancher ou plafond chauffant à eau en individuel	0,95
Plancher ou plafond chauffant à eau en collectif	0,9
Radiateur gaz à ventouse ou sur conduit de fumée	0,96
Poêle charbon / bois / fioul / GPL ou insert	0,8
Radiateur eau chaude sans robinet thermostatique	0,9
Radiateur eau chaude avec robinet thermostatique	0,95
Convecteur bi-jonction	0,9
Air soufflé	0,96

Pour tous les cas non listés :  $R_r = 0.9$

## 12.4 Rendement de génération des générateurs autres qu'à combustion

### 12.4.1 Générateurs à effet joule et réseaux de chaleur

Type de générateur	Rg
Générateur à effet joule direct	1
Chaudières électriques	0,97
Réseau de chaleur	0,97

Un chauffe-eau électrique instantané est assimilé à un ballon électrique au niveau du modèle mais sans les pertes de stockage.

La modélisation pour les chaudières électriques mixtes (chauffage et ECS) est identique à celle d'une chaudière électrique et d'un ballon électrique selon qu'il y ait stockage ou pas.

#### 12.4.2 Pompe à Chaleur

Les performances des PAC sont définies par leur SCOP qui dépend de leur type et de la zone climatique.

Le SCOP réel de la PAC peut être saisi directement quand il est connu et justifié. A défaut de disposer des performances réelles des PAC, les valeurs par défaut tabulées ci-dessous sont utilisables.

Type de PAC	Zone H1 et H2				
	Type d'émetteur	Avant 2008*	2008-2014	2015-2016	A partir de 2017
PAC Air/Eau	Autres	2,2	2,4	2,6	2,8
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	2,9	3,2
PAC Eau/Eau	Autres	2,2	2,4	2,7	3
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	3	3,3
PAC Eau glycolée/Eau	Autres	2,2	2,4	2,7	3
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	3	3,3
PAC Géothermie	Autres	2,2	2,4	2,7	3
	Planchers / Plafonds	2,4	2,6	3	3,3

Type de PAC	Zone H3				
	Type d'émetteur	Avant 2008*	2008-2014	2015-2016	A partir de 2017
PAC Air/Eau	Autres	2,5	2,8	3	3,2
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,5	3,8
PAC Eau/Eau	Autres	2,5	2,8	3,1	3,5
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,6	4
PAC Eau glycolée/Eau	Autres	2,5	2,8	3,1	3,5
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,6	4
PAC Géothermie	Autres	2,5	2,8	3,1	3,5
	Planchers / Plafonds	2,9	3,1	3,6	4

Zone H1 et H2			
Type de PAC	Avant 2008*	2008-2014	A partir de 2015
PAC Air/Air	2,2	2,3	3

Zone H3			
Type de PAC	Avant 2008*	2008-2014	A partir de 2015
PAC Air/Air	2,4	2,6	3,3

\*COP

L'inverse du rendement de l'installation s'exprimera alors comme :

$$I_{ch} = \left( \frac{1}{SCOP * Re * Rd * Rr} \right)$$

Dans le cas où plusieurs émetteurs sont reliés à la PAC, le COP le plus défavorable sera pris pour le calcul d'I<sub>ch</sub>.

## 13 Rendement de génération des générateurs à combustion

### 13.1 Inserts et poêles

Données d'entrée :

Type de générateur

Type de cascade

Présence d'une régulation

Type d'émetteur

Type de combustible bois

Type de générateur	Rg
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé avant 1990	0,5
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé entre 1990 et 2004	0,60
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé à partir de 2005 sans label flamme verte	0,65
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé de 2005 à 2006 avec label flamme verte	0,65
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé de 2007 à 2017 avec label flamme verte	0,70
Cuisinière, Foyer fermé, Poêle bûche, insert installé à partir de 2018 avec label flamme verte	0,75
Poêle à granulés installée avant 2012 ou sans label flamme verte	0,8
Poêle à granulés flamme verte installé entre 2012 et 2019	0,85
Poêle à granulés flamme verte installé à partir de 2020	0,87
Poêle fioul GPL ou charbon	0,72

Les poêles à bois bouilleur installées à partir de 2012 sont traitées comme des chaudières bois installées entre 2004 et 2012.

Les poêles à bois bouilleur installées avant 2012 sont traitées comme des chaudières bois installées entre 1978 et 1994.

### 13.2 Chaudières et autres générateurs à combustion

Données d'entrée :

Type de générateur

Nombre de générateurs

*Département**Type de cascade**Puissance nominale générateur (W)**Présence d'une régulation**Type d'émetteur**Année d'installation des émetteurs**Type de combustible bois**Rendement à pleine charge**Rendement à charge intermédiaire**Type de brûleur*

Pour les générateurs à combustion, le calcul du rendement conventionnel annuel moyen pour un générateur donné est basé sur la prise en compte de valeurs conventionnelles de profils de charge.

### 13.2.1 Profil de charge des générateurs

Le profil de charge conventionnel donne pour chaque intervalle de taux de charge le coefficient de pondération correspondant.

#### 13.2.1.1 Profil de charge conventionnel

Pour les bâtiments d'habitation, un profil de charge long est considéré (correspond au type d'horaire d'occupation longue).

Le tableau suivant donne le coefficient de pondération pour un profil de charge correspondant à une occupation longue (ex. : logement).

Taux de charge $Tch_x$	De 0% à 10%	De 10% à 20%	De 20% à 30%	De 30% à 40%	De 40% à 50%	De 50% à 60%	De 60% à 70%	De 70% à 80%	De 80% à 90%	De 90% à 100%
Coefficient de pondération $coeff\_pond_x$	0,1	0,25	0,2	0,15	0,1	0,1	0,05	0,025	0,025	0

Ce profil de charge est donné sur une période de chauffe et non mensuellement. Le calcul du rendement de génération se fera donc sur toute la saison de chauffe et non mensuellement.

Pour les calculs les taux de charge sont pris en milieu de classe (5% ; 15% ; 25% ; ... ; 85% ; 95%),

Le coefficient de pondération  $coeff\_pond_x$  est associé au taux de charge  $Tch_x$  qui correspond à l'intervalle  $[Tch_x - 5\%; Tch_x + 5\%[$

### 13.2.1.2 Présence d'un ou plusieurs générateurs à combustion indépendants

Nous considérerons la présence dans la zone au maximum de N générateurs à combustion indépendants.

Les taux de charge doivent être pondérés par un coefficient  $C_{dimref}$  qui permet de prendre en compte les charges partielles.

- Pour un seul générateur à combustion de puissance installée  $P_{n_{gen}}$  :

$$C_{dimref} = \frac{1000 * P_{n_{gen}}}{GV * (T_{cons} - T_{base})}$$

- Pour N générateurs à combustion :

$$C_{dimref} = \frac{1000 * (P_{n_{gen_1}} + P_{n_{gen_2}} + \dots + P_{n_{gen_N}})}{GV * (T_{cons} - T_{base})}$$

Avec :

- $P_{n_{gen_i}}$  : puissance installée du générateur à combustion i (kW)
- GV : déperditions totales du bâtiment (W/K)
- $T_{base}$  : température extérieure de base (°C)
- $T_{cons}$  : température de consigne (19°C en comportement conventionnel et 21°C en comportement dépensier)

Les profils de charge conventionnels sont modifiés pour prendre en compte les charges partielles  $C_{dimref}$ , le coefficient  $Coeff\_pond_{x\_dim}$  est alors affecté au taux de charge  $Tch_{x\_dim}$ , on aura :

$$Coeff\_pond_{x\_dim} = Coeff\_pond_x$$

$$Tch_{x\_dim} = \text{Min} \left( \frac{Tch_x}{C_{dimref}} ; 1 \right)$$

Si  $\frac{Tch_x}{C_{dimref}} > 1$ , alors sous-dimensionnement de l'installation

Sauf pour le taux de charge  $Tch_{95}$  (correspondant à une charge entre 90% et 100%), on notera :

$$Tch_{95\_dim} = Tch_{95}$$

En présence d'un ou de N générateurs indépendants :

- le taux de charge final x de chaque générateur est :  $Tch_{x\_final} = Tch_{x\_dim}$
- Le coefficient de pondération final est :  $Coeff\_pond_{x\_final} = Coeff\_pond_{x\_dim}$

### 13.2.1.3 Cascade de deux générateurs à combustion

Ne seront traités que les configurations de cascade à deux générateurs. En présence d'une cascade avec plus de deux générateurs, seuls les deux premiers de la cascade seront pris en compte. Aux deux générateurs seront affectés la puissance totale de l'installation. La répartition des puissances des générateurs non retenus sur les 2 générateurs modélisés dans la cascade se fera de façon à maintenir le même ratio de puissance entre les deux.

- Une donnée d'entrée est la puissance relative du générateur i :  $Prel(gen\_i)$

- $Pn(gen\_i)$  : puissance nominale du générateur  $i$  (W)

Dans notre cas avec 2 générateurs :

$$Prel(gen\_1) = \frac{Pn(gen\_1)}{Pn(gen\_1) + Pn(gen\_2)}$$

$$Prel(gen\_2) = \frac{Pn(gen\_2)}{Pn(gen\_1) + Pn(gen\_2)}$$

On détermine pour chaque point de fonctionnement  $x$  et pour chaque générateur  $i$  sa contribution  $CTch_{x\_dim}(gen\_i)$  au taux de charge du système  $Tch_{x\_dim}$ .

#### 13.2.1.3.1 Cascade avec priorité

Dans notre cas avec 2 générateurs en cascade, le générateur 1 sera le plus performant ou à défaut le plus puissant, il sera considéré comme prioritaire si aucune information complémentaire n'est disponible :

La contribution  $CTch_{x\_dim}$  de chaque générateur au taux de charge  $Tch_{x\_dim}$  est :

$$CTch_{x\_dim}(gen\_1) = \min(Prel(gen\_1); Tch_{x\_dim})$$

$$CTch_{x\_dim}(gen\_2) = \min(Prel(gen\_2); Tch_{x\_dim} - CTch_{x\_dim}(gen\_1))$$

Avec le taux de charge final suivant :

$$Tch_{x\_final}(gen\_1) = \min\left(1; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_1)}{Prel(gen\_1)}\right)$$

$$Tch_{x\_final}(gen\_2) = \min\left(1; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_2)}{Prel(gen\_2)}\right)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_1) = Coeff_{pond_x}(gen\_1)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_2) = Coeff_{pond_x}(gen\_2)$$

#### 13.2.1.3.2 Cascade sans priorité (même contribution au taux de charge)

Dans ce cas les générateurs contribuent de manière au taux de charge proportionnellement à leur puissance, on écrira :

$$CTch_{x\_dim}(gen\_1) = Prel(gen\_1) * Tch_{x\_dim}$$

$$CTch_{x\_dim}(gen\_2) = Prel(gen\_2) * Tch_{x\_dim}$$

Avec le taux de charge final suivant :

$$Tch_{x\_final}(gen\_1) = \min\left(1; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_1)}{Prel(gen\_1)}\right)$$

$$Tch_{x\_final}(gen\_2) = \min\left(1; \frac{CTch_{x\_dim}(gen\_2)}{Prel(gen\_2)}\right)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_1) = Coeff_{pond_x}(gen\_1)$$

$$Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_2) = Coeff_{pond_x}(gen\_2)$$

Le coefficient de pondération final est :

$$Coeff_{pond_{x\_final}}(gen\_1) = \frac{\frac{CTch_{x\_dim}(gen\_1)}{Tch_{x\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_1)}{\frac{CTch_{5\_dim}(gen\_1)}{Tch_{5\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{5\_dim}}(gen\_1) + \dots + \frac{CTch_{95\_dim}(gen\_1)}{Tch_{95\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{95\_dim}}(gen\_1)}$$

$$Coeff_{pond_{x\_final}}(gen\_2) = \frac{\frac{CTch_{x\_dim}(gen\_2)}{Tch_{x\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{x\_dim}}(gen\_2)}{\frac{CTch_{5\_dim}(gen\_2)}{Tch_{5\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{5\_dim}}(gen\_2) + \dots + \frac{CTch_{95\_dim}(gen\_2)}{Tch_{95\_dim}} \cdot Coeff_{pond_{95\_dim}}(gen\_2)}$$

#### 13.2.1.4 Pertes au point de fonctionnement

- $QP_x$  (kW) : pertes au point de fonctionnement x (taux de charge  $x = Tch_{x\_final}$ )
- $QP_0$  : pertes à l'arrêt (kW)
- $R_{Pn}$  et  $R_{Pint}$  : respectivement les rendements à pleine charge et à charge intermédiaire
- $P_n$  : puissance nominale du générateur (kW)

Dans les paragraphes suivants, les rendements à pleine charge  $R_{pn}$  et à charge intermédiaire  $R_{pint}$  sont donnés dans les tableaux en PCI. Cependant, les calculs des rendements de génération sont effectués en PCS (pour éviter d'avoir des rendements > 100%). Dans les équations pour le calcul du rendement de génération, ils sont donc convertis en PCS (en les divisant par  $k_{PCS/PCI}$ ). Le DPE exprimant les consommations en kWh PCI, les rendements de génération calculés en PCS sont ensuite convertis en PCI pour leur calcul.

De même, les pertes à l'arrêt  $Q_{p0}$  et les puissances des veilleuses  $P_{veil}$  sont données pour du PCI. Pour les avoir pour du PCS avant de les utiliser dans les calculs, elles doivent être multipliées par le coefficient de conversion  $k_{PCS/PCI}$ .

Selon les énergies, le coefficient de conversion en PCI/PCS est donné dans le tableau suivant :

Coefficient de conversion $k_{PCS/PCI}$	
Electricité	1
Gaz naturel	1,11
GPL	1,09
Fioul	1,07
Bois	1,08
RCU	1
Charbon	1,04

### 13.2.1.5 Chaudières basse température et condensation :

Pour les chaudières basse température et condensation, le point de fonctionnement  $w$  correspond à un fonctionnement à 15% de charge.

Entre 0 et 15% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{15} - 0,15 \cdot QP_0] * x}{0,15} + 0,15 * QP_0$$

Entre 15 et 30% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{30} - QP_{15}] * x}{0,15} + QP_{15} - \frac{[QP_{30} - QP_{15}] * 0,15}{0,15}$$

Entre 30 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * x}{0,7} + QP_{30} - \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * 0,3}{0,7}$$

$$QP_{15} = \frac{QP_{30}}{2}$$

- Pour les chaudières basse températures :

- S'il y a une régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_30}))}{R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_30})}$$

- En l'absence de régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_100}))}{R_{pint} + 0,1 * (40 - T_{fonc\_100})}$$

$$QP_{100} = Pn * \frac{100 - (R_{pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100}))}{R_{pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100})}$$

- Pour les chaudières à condensation :

- S'il y a une régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_30}))}{R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_30})}$$

- En l'absence de régulation :

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_100}))}{R_{pint} + 0,2 * (33 - T_{fonc\_100})}$$

$$QP_{100} = Pn * \frac{100 - (R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100}))}{R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc\_100})}$$

T<sub>fonc\_100</sub> (°C) est la température de fonctionnement de la chaudière à 100% de charge. Elle est donnée dans le tableau suivant en fonction des types d'émetteur et des différentes périodes de leur installation :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	60	35	35
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	80	70	60
Haute / Autres émetteurs	80	70	70

T<sub>fonc\_30</sub> (°C) est la température de fonctionnement de la chaudière à 30% de charge. Elle est donnée dans les tableaux suivants selon le type d'installation.

Pour les chaudières à condensation :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	32	24,5	24,5
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	38	35	32
Haute / Autres émetteurs	38	35	35

Pour les chaudières basse température :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	42,5	35	35
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	48,5	45,5	42,5
Haute / Autres émetteurs	48,5	45,5	45,5

Si un système de génération alimente des réseaux de distribution de températures différentes, la température de fonctionnement est prise égale à la température maximale.

Pour les installations récentes ou recommandées, les caractéristiques réelles des chaudières présentées sur les bases de données professionnelles peuvent être utilisées.

Si l'année d'installation des émetteurs est inconnue, prendre l'année de construction du bâtiment.

### 13.2.1.6 Chaudières standard

Pour les chaudières standards, le point de fonctionnement  $w$  correspond à un fonctionnement à 30% de charge,

Entre 0 et 30% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{30} - 0,15 * QP_0] * x}{0,3} + 0,15 * QP_0$$

Entre 30 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * x}{0,7} + QP_{30} - \frac{[QP_{100} - QP_{30}] * 0,3}{0,7}$$

- S'il y a une régulation

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc_{30}}))}{R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc_{30}})}$$

- En l'absence de régulation

$$QP_{30} = 0,3 * Pn * \frac{100 - (R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc_{100}}))}{R_{Pint} + 0,1 * (50 - T_{fonc_{100}})}$$

$$QP_{100} = Pn * \frac{100 - (R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc_{100}}))}{R_{Pn} + 0,1 * (70 - T_{fonc_{100}})}$$

Avec :

- $T_{fonc_{100}}$  (°C) : température de fonctionnement de la chaudière à 100% de charge. Elle est donnée dans le paragraphe précédent pour les chaudières basse température et condensation
- $T_{fonc_{30}}$  (°C) : température de fonctionnement de la chaudière à 30% de charge. Elle est donnée selon le type d'installation dans les tableaux suivants

Pour une chaudière standard, jusqu'en 1990 :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	53	50	50
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	59	56	53
Haute / Autres émetteurs	59	56	56

Pour une chaudière standard, depuis 1991 :

Température de distribution / Type d'émetteur	Période (émetteurs)		
	Avant 1981	Entre 1981 et 2000	Après 2000
Basse / Plancher ou plafond basse température	49,5	45	45
Moyenne / Radiateur à chaleur douce	55,5	52,5	49,5

Haute / Autres émetteurs	55,5	52,5	52,5
--------------------------	------	------	------

Si un système de génération alimente des réseaux de distribution de températures différentes, la température de fonctionnement est prise égale à la température maximale.

Pour les installations récentes ou recommandées, les caractéristiques réelles des chaudières présentées sur les bases de données professionnelles peuvent être utilisées.

Si l'année d'installation des émetteurs est inconnue, prendre l'année de construction du bâtiment.

### 13.2.2 Valeurs par défaut des caractéristiques des chaudières gaz et fioul

Le tableau suivant donne les valeurs par défaut des chaudières gaz et fioul :

CHAUDIÈRES GAZ (Valeurs par défaut Rpn, Rpint et Qp0)						
Type	Ancienneté	Puissance nominale Pn (kW)	Rendements (PCI) Rpn (%)	Rendements (PCI) Rpint (%)	Qp0 en % puissance nominale Pn	Puissance veilleuse en W (si veilleuse)
Classique	Avant 1980	Pn	84 + 2 logPn	80 + 3 logPn	4%	240
	1981 - 1985				2%	150
	1986 - 1990				1,5%	150
Standard	1991 - 2000	Pn	84 + 2 logPn	80 + 3 logPn	1,2%	120
	2001 - 2015				1%	
	A partir de 2016				$Pn * (E + F * \log Pn) / 100$	
Basse Température	1991 - 2000	Pn	87,5 + 1,5 logPn	87,5 + 1,5 logPn	1,2%	120
	2001 - 2015				1%	
	A partir de 2016				$Pn * (E + F * \log Pn) / 100$	
Condensation	1981 - 1985	Pn	91 + logPn	97 + logPn	1%	150
	1986 - 2000					120
	2001 - 2015					
	A partir de 2016	Pn ≤ 70 kW	91 + 3 logPn	103 + 2,5 logPn	0,5%	
		70 kW < Pn ≤ 400 kW	94 + logPn	105 + 0,5 logPn	0,3%	
Pn > 400 kW		96,6	106,3			

CHAUDIÈRES FIOUL (Valeurs par défaut Rpn, Rpint et Qp0)					
Type	Ancienneté	Puissance nominale Pn (kW)	Rendements (PCI) Rpn (%)	Rendements (PCI) Rpint (%)	Qp0 en % puissance nominale Pn
Classique	Avant 1970	Pn	84 + 2 logPn	80 + 3 logPn	4%
	1970 - 1975				3%
	1976 - 1980				2%
	1981 - 1990				1%
Standard	1991 - 2015	Pn	84 + 2 logPn	80 + 3 logPn	1%
	A partir de 2016				$Pn * (E + F * \log Pn) / 100$
	1991 - 2015	Pn	87,5 + 1,5 logPn	87,5 + 1,5 logPn	1%

Basse Température	A partir de 2016				$P_n * (E + F * \log P_n) / 100$
Condensation	1996 - 2015	$P_n$	$91 + \log P_n$	$97 + \log P_n$	1%
	A partir de 2016	$P_n \leq 70 \text{ kW}$	$91 + 3 \log P_n$	$98 + 3 \log P_n$	0,5%
		$70 \text{ kW} < P_n \leq 400 \text{ kW}$	$94 + \log P_n$	$100 + \log P_n$	0,6%
		$P_n > 400 \text{ kW}$	96,6	102,6	0,3%

Avec :

	E	F
Chaudières à combustible liquide ou gazeux		
Absence de ventilateur ou autre dispositif de circulation d'air ou de produit de combustion dans le circuit de combustion	2,5	-0,8
Présence de ventilateur ou autre dispositif de circulation d'air ou de produit de combustion dans le circuit de combustion	1,75	-0,55

### 13.2.2.1 Générateurs d'air chaud

Pour les générateurs d'air chaud standard, le point de fonctionnement  $w$  correspond à un fonctionnement à 50% de charge.

Entre 0 et 50% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{50} - 0,15 * QP_0] * x}{0,5} + 0,15 * QP_0$$

Entre 50 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{50}] * x}{0,5} + 2 * QP_{50} - QP_{100}$$

$$QP_{50} = 0,5 * P_n * \frac{100 - R_{pint}}{R_{pint}}$$

$$QP_{100} = P_n * \frac{100 - R_{pn}}{R_{pn}}$$

$$QP_0 = \frac{P_n * (1,75 - 0,55 * \log P_n)}{100}$$

L'expression de  $QP_0$  est valable pour une puissance nominale inférieure ou égale à 300 kW. On conservera les valeurs pour  $P_n = 300 \text{ kW}$  si  $P_n > 300 \text{ kW}$ .

- Si les équipements sont anciens (avant 2006)

$$R_{pn} = 77\%$$

$$R_{pint} = 74\%$$

- Si les équipements sont neufs (à partir de 2006)

- Pour un générateur standard :

$$R_{pn} = 84\%$$

$$R_{pint} = 77\%$$

- Pour un générateur à condensation :

$$R_{pn} = 90\%$$

$$R_{pint} = 83\%$$

Pour les installations récentes ou recommandées, les caractéristiques réelles des générateurs à air chaud sur les bases de données professionnelles peuvent être utilisées.

### 13.2.2.2 Radiateurs à gaz

$$QP_x = 1,04 * \frac{100 - R_{pn}}{R_{pn}} * Pn * x$$

- Pour les radiateurs à gaz neufs (à partir de 2006) :

Si  $Pn < 5kW$  :  $R_{pn} = 80\%$

Si  $Pn \geq 5kW$  :  $R_{pn} = 82\%$

- Pour les radiateurs à gaz anciens (avant 2006) :

Si  $Pn < 5kW$  :  $R_{pn} = 70\%$

Si  $Pn \geq 5kW$  :  $R_{pn} = 73\%$

### 13.2.2.3 Chaudières bois

Les chaudières au charbon sont traitées comme des chaudières bois bûche.

Le point de fonctionnement w des chaudières bois correspond à 50% de charge.

Entre 0 et 50% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{50} - 0,15 * QP_0] * x}{0,5} + 0,15 * QP_0$$

Entre 50 et 100% de charge :

$$QP_x = \frac{[QP_{100} - QP_{50}] * x}{0,5} + 2 * QP_{50} - QP_{100}$$

$$QP_{50} = 0,5 * Pn * \frac{100 - R_{pint}}{R_{pint}}$$

$$QP_{100} = Pn * \frac{100 - R_{pn}}{R_{pn}}$$

Le tableau suivant donne les caractéristiques Rpn, Rpint et Qp0 en fonction des années de fabrication du générateur.

Générateurs Chauffage à combustion	Critère Pn (kW)	Pn (kW)	Rendements (PCI) Rpn (%)	Rendements (PCI) Rpint (%)	Qp0 (kW)
Chaudière bois bûche ou plaquette <1978	Pn ≤ 70	Pn	$47 + 6 \log P_n$	$48 + 6 \log P_n$	$0,08 * P_n * (P_n)^{-0,27}$
	70 < Pn ≤ 400	70	58	59	1,8
	Pn > 400				1,1
Chaudière bois bûche ou plaquette 1978-1994	Pn ≤ 70	Pn	$47 + 6 \log P_n$	$48 + 6 \log P_n$	$0,07 * P_n * (P_n)^{-0,3}$
	70 < Pn ≤ 400	70	58	59	1,4
	Pn > 400	70			0,8
Chaudière bois bûche ou plaquette 1995-2003	Pn ≤ 70		$47 + 6 \log P_n$	$48 + 6 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70 < Pn ≤ 400	70	58	59	1,1
	Pn > 400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette 2004-2012	Pn ≤ 70		$57 + 6 \log P_n$	$58 + 6 \log P_n$	$0,085 * P_n *$
	70 < Pn ≤ 400	70	68	69	1,1
	Pn > 400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette 2013-2017	Pn ≤ 70		$67 + 6 \log P_n$	$68 + 6 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70 < Pn ≤ 400	70	78	79	1,1
	Pn > 400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette 2018-2019	Pn ≤ 70		$80 + 2 \log P_n$	$77 + 3 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70 < Pn ≤ 400	70	84	83	1,1
	Pn > 400	70			0,5
Chaudière bois bûche ou plaquette >2019	Pn ≤ 20		$89 + 2 \log P_n$	$84 + 2 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	20 < Pn ≤ 70		$90 + 2 \log P_n$	$85 + 2 \log P_n$	
	70 < Pn ≤ 400	70	94	89	1,1
	Pn > 400	70			0,5
Chaudière bois granulés <1978	Pn ≤ 70		$47 + 6 \log P_n$	$48 + 6 \log P_n$	$0,08 * P_n * (P_n)^{-0,27}$
	70 < Pn ≤ 400	70	58	59	1,8
	Pn > 400	70			1,1
Chaudière bois granulés 1978-1994	Pn ≤ 70		$47 + 6 \log P_n$	$48 + 6 \log P_n$	$0,07 * P_n * (P_n)^{-0,3}$
	70 < Pn ≤ 400	70	58	59	1,4
	Pn > 400	70			0,8
Chaudière bois granulés 1995-2003	Pn ≤ 70		$57 + 6 \log P_n$	$58 + 6 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70 < Pn ≤ 400	70	68	69	1,1
	Pn > 400	70			0,5
Chaudière bois granulés 2004-2012	Pn ≤ 70		$67 + 6 \log P_n$	$68 + 6 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70 < Pn ≤ 400	70	78	79	1,1

	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois granulés 2013-2019	Pn≤70		$80 + 2 \log P_n$	$77 + 3 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	70<Pn≤400	70	84	83	1,1
	Pn>400	70			0,5
Chaudière bois granulés >2019	Pn≤20		$91 + 2 \log P_n$	$88 + 2 \log P_n$	$0,085 * P_n * (P_n)^{-0,4}$
	20<Pn≤70		$92 + 2 \log P_n$	$89 + 2 \log P_n$	
	70<Pn≤400	70	96	93	1,1
	Pn>400	70			0,5

Si l'année d'installation de la chaudière bois n'est pas connue, elle sera considérée par défaut correspondre à l'année de construction du bâtiment.

Les valeurs des bases de données professionnelles peuvent aussi être utilisées pour les chaudières récentes ou recommandées.

#### 13.2.2.4 Calcul des puissances nominales

Lorsque les puissances des générateurs à combustion individuels ne sont pas connues et pour les recommandations, il est possible d'en faire une estimation selon la méthode suivante :

$$P_{ch} = \frac{1,2 * GV * (19 - T_{base})}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- Pch : puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW)
- Tbase : température extérieure de base selon la zone climatique et l'altitude (°C) (voir paragraphe 18.1)
- GV : déperditions à travers l'enveloppe et par renouvellement d'air (W/K)

Dans le cas de la réalisation d'un DPE à l'échelle de l'appartement, et lorsque celui-ci est alimenté par une installation collective, le calcul de la puissance nominale du générateur collectif  $P_{ch_{immeuble}}$  (kW) est :

$$P_{ch_{immeuble}} = \frac{1,2 * GV_{immeuble} * (19 - T_{base})}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- $GV_{immeuble}$  : déperditions à travers l'enveloppe et par renouvellement d'air pour l'immeuble (W/K) :

$$GV_{immeuble} = GV_{appartement} * \frac{Sh_{immeuble}}{Sh_{appartement}}$$

- Tbase : température extérieure de base selon la zone climatique et l'altitude (°C) (voir paragraphe 18.1)

Dans le cas de la réalisation d'un DPE à l'échelle de l'appartement à partir des données de l'immeuble (voir §17.2.2), et lorsque le chauffage est individuel et géré de manière homogène, le calcul de la puissance nominale du générateur de chaque appartement Pch (kW) est :

$$P_{ch} = \frac{1,2 * \frac{GV}{N} * (19 - T_{base})}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- Pch : puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW)
- Tbase : température extérieure de base selon la zone climatique et l'altitude (°C) (voir paragraphe 18.1)
- GV : déperditions à travers l'enveloppe et par renouvellement d'air (W/K)
- N : nombre de logements dans l'immeuble

Si le générateur n'alimente qu'une partie du logement, il est nécessaire de proratiser cette puissance Pch.

Dans le cas de 2 générateurs alimentant pour le premier une surface Sh1 et pour le second une surface Sh2 (Sh1 + Sh2 = Sh avec Sh la surface du logement) :

$$Pch1 = \frac{Sh1}{Shtot} * \frac{1,2 * GV * (19 - Tbase)}{1000 * 0,95^3}$$

$$Pch2 = \frac{Sh2}{Shtot} * \frac{1,2 * GV * (19 - Tbase)}{1000 * 0,95^3}$$

Avec :

- Pch1 la puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW) pour la surface Sh1
- Pch2 la puissance nominale du générateur pour le chauffage (kW) pour la surface Sh2

La puissance nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire (Pecs) dépend du type de production et donc du volume de stockage :

Type de production d'ECS	Volume de stockage (L)	Puissance de dimensionnement (kW)
Instantanée	Vs = 0	$P_{ecs} = 21$
Semi-instantanée	$0 < Vs \leq 20$	$P_{ecs} = 21 - 0,8 * Vs$
Semi-accumulation	$20 < Vs \leq 150$	$P_{ecs} = 5 - 1,751 * \frac{Vs - 20}{65}$
Accumulation	$150 < Vs$	$P_{ecs} = \frac{7,14 * Vs + 428}{1000}$

La puissance de dimensionnement du générateur est :

$$Pdim = \max(Pch ; Pecs)$$

La puissance nominale Pn (kW) des chaudières est déterminée à partir de Pdim :

Pdim (kW)	CHAUDIÈRES MURALES INSTALLÉES avant 2005 ou chaudières sur sol	CHAUDIÈRES MURALES INSTALLÉES à partir de 2006
	Pn (kW)	Pn (kW)
≤5	18	5
5 < ≤10	18	10
10 < ≤13	18	13
13 < ≤18	18	18
18 < ≤24	24	24
24 < ≤28	28	28
28 < ≤32	32	32
32 < ≤40	40	40
40 <	$\left( \text{Partie entière} \left( \frac{Pdim}{5} \right) + 1 \right) * 5$	

Dans le cas d'un logement chauffé avec n radiateurs gaz, la puissance de chaque radiateur gaz est Pn (kW) tel que :

$$Pn = \frac{Pch}{n}$$

### 13.2.3 Puissances moyennes fournies et consommées

On calcule les puissances fournies et consommées P<sub>fou<sub>x-fonc</sub></sub> et P<sub>cons<sub>x-fonc</sub></sub> (en kW) par un générateur au point de fonctionnement x de la façon suivante :

$$P_{fou_{x-fonc}} = P_x * coeff\_pond_{x\_final}$$

$$P_{cons_{x-fonc}} = P_{fou_{x-fonc}} * \frac{P_x + QP_x}{P_x}$$

$$P_x = P_n * Tch_{x\_final}$$

Les puissances moyennes fournies et consommées par un générateur s'exprime de la façon suivante :

$$Pmfou = \sum_{x=0\%}^{x=100\%} P_{fou_{x-fonc}}$$

$$Pmfou = P_5 * Coeff\_pond_{5\_final} + P_{15} * Coeff\_pond_{15\_final} + \dots + P_{95} * Coeff\_pond_{95\_final}$$

$$Pmcons = \sum_{x=0\%}^{x=100\%} P_{cons_{x-fonc}}$$

$$Pmcons = P_5 * Coeff\_pond_{5\_final} * \frac{P_5 + QP_5}{P_5} + P_{15} * Coeff\_pond_{15\_final} * \frac{P_{15} + QP_{15}}{P_{15}} + \dots + P_{85} * Coeff\_pond_{85\_final} * \frac{P_{85} + QP_{85}}{P_{85}} + P_{95} * Coeff\_pond_{95\_final} * \frac{P_{95} + QP_{95}}{P_{95}}$$

### 13.2.4 Rendement conventionnel annuel moyen de génération de chauffage

Une chaudière standard avec un condenseur sur ses fumées est traitée comme une chaudière condensation de même ancienneté :

$$Rg_{ch\_PCS} = \frac{Pmfou}{Pmcons + 0,45 * QP_0 + Pveil}$$

Avec :

- Pveil : puissance de la veilleuse (kW)
- QP<sub>0</sub> : Pertes à l'arrêt (kW)

Pour le calcul des consommations, la conversion en PCI du rendement donne :

$$Rg_{ch\_PCI} = k_{PCS/PCI} * Rg_{ch\_PCS}$$

Avec :

- k<sub>PCS/PCI</sub> : coefficient de conversion en PCI / PCS (défini au §13.2.1.4)