

## ANNEXE 5

### Post traitement pour la prise en compte de l'appoint thermodynamique

#### 1. INTRODUCTION

Cette annexe décrit la méthodologie et les calculs considérés dans l'outil de post-traitement des appoints thermodynamiques. Cette méthodologie prend en compte les systèmes solaires de type CESI et SSC. Dans le cas d'une configuration CESI, l'appoint thermodynamique peut-être mono ou double service alors que dans le cas d'une configuration SSC l'appoint thermodynamique est double service. De plus les machines thermodynamiques considérées sont les systèmes thermodynamiques à compression électrique air extérieur/eau.

#### 2. METHODOLOGIE GENERALE

A partir du calcul initial les consommations mensuelles en énergie primaire liées à la consommation d'eau chaude sanitaire, au chauffage et à la boucle solaire sont obtenues.

A partir de ces consommations mensuelles, qui correspondent aux besoins, sont reconstruit les profils de puisage ECS et chauffage pour obtenir des besoins au pas de temps horaire. Une pompe à chaleur mono ou double service est par la suite modélisée permettant de prendre en compte les variations dynamiques des performances au pas de temps horaire.

Les différentes étapes de la prise en compte des appoints thermodynamiques sont les suivantes :

- Etape 1 : calcul initial Th-BCE + Titre V ED Rotex-Daikin avec les données du projet : ballon hors pression et système solaire avec puissance pompes solaires non nulle.
  - Si le système est un CESI : l'appoint du ballon solaire est un appoint électrique.
  - Si le système est un SSC : l'appoint du ballon solaire est une chaudière gaz parfaite dont les caractéristiques sont les suivantes :
    - $P_n = P_{int} = 1000 \text{ kW}$
    - $R_{pn} = R_{pint} = 100\%$  (valeurs certifiées)
    - $Q_{p030} = 0 \text{ W}$
    - $P_{aux\_nom} = 0 \text{ W}$
    - $P_{veille} = 0 \text{ W}$
- Etape 2 : refaire l'Etape 1 en considérant la puissance des pompes solaires comme nulle afin de distinguer l'énergie fournie par l'appoint et l'énergie consommée par les auxiliaires de la boucle solaire.
- Etape 3 : utilisation de l'outil de post-traitement
  - Saisir les données relatives au projet, au ballon hors pression, à l'émission chauffage et à la pompe à chaleur
  - Saisir les consommations mensuelles pour le chauffage et l'ECS obtenues aux étapes 1 et 2.
  - Lancer le calcul pour obtenir les nouveaux Cep ECS et chauffage et le Cep total.

La méthodologie de calcul horaire et des hypothèses considérées sont détaillées ci-après.

### 3. DONNEES A SAISIR DANS L'OUTIL

#### 3.1. Données du projet

Des données relatives au calcul initial doivent être saisies :

- SHON RT (m<sup>2</sup>)
- Zone climatique
- Altitude (m)
- Type de système (« CESI » ou « SSC »)
- Service du générateur (« ECS » ou « ECS et chauffage »)
- Nombres de générateurs identiques

Elles doivent correspondre avec celles saisies dans le logiciel règlementaire.

#### 3.2. Données générales en ECS

Des données relatives au système de production d'ECS et chauffage doivent être saisies :

- Volume du ballon concerné par l'appoint  $V_{ap}$  (litres)
- Coefficient d'échange de l'échangeur de charge  $UA_{hx\_charge}$  (W/K)
- Présence ou absence d'un réseau intergroupe d'ECS bouclé

S'il y a présence d'un réseau intergroupe d'ECS bouclé, les données suivantes sont à saisir :

- Longueur totale du réseau de distribution intergroupe bouclé en volume chauffé (m)
- Longueur totale du réseau de distribution intergroupe bouclé hors volume chauffé (m)
- Coefficient de transfert thermique linéique spécifique de la distribution intergroupe d'ECS (W/(m.K))
- Coefficient de prise en compte d'un espace tampon

#### 3.3. Données générales en chauffage

Dans le cas d'un système SSC, des données supplémentaires doivent être saisies :

- $T_{départ\_chauffage}$  : température de départ nominale du réseau de chauffage (°C)
- La chute de température nominale du réseau de chauffage (°C)
- La typologie d'émetteur

Ces données doivent correspondre avec celles saisies dans le logiciel règlementaire.

#### 3.4. Caractéristiques générales de la pompe à chaleur

Les caractéristiques du système thermodynamique à saisir sont identiques à celles considérées dans le logiciel règlementaire :

- Fonctionnement du compresseur
- Statut des données en mode continu
- Pourcentage minimal de charge en fonctionnement continu
- Correction de performance en fonction de la charge minimale
- Statut de la part de la puissance des auxiliaires
- Pourcentage de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale
- Type de limite de température
- Température minimale amont en mode chaud où la machine ne fonctionne plus
- Température maximale aval en mode chaud où la machine ne fonctionne plus

Dans le cas d'une configuration CESI et d'un générateur double service, ces données doivent correspondre avec celles saisies dans le logiciel réglementaire pour le générateur en mode chauffage.

### 3.5. Performances de la pompe à chaleur en ECS

La saisie des performances en ECS se fait de la même façon que dans le logiciel réglementaire. Les données suivantes doivent être saisies :

- Statut COP 7/45
- COP 7/45
- P absorbée 7/45

Si d'autres valeurs de performances sont disponibles, il est possible de les saisir en choisissant :

- Les températures de source Amont en ECS
- Les températures de source Aval en ECS
- Statut du COP saisi

Lors de la saisie des performances, il faudra faire attention à remplir le tableau correctement en n'oubliant pas de saisir les performances pour toutes les températures sélectionnées.

Néanmoins le processus de certification en mode ECS des pompes à chaleur couplées à un ballon hors pression étant en cours d'évolution suite à des échanges avec la DHUP et le CSTB, les valeurs de performances seront saisies pour le moment avec le statut « valeurs déclarées ».

Il est possible de saisir des valeurs certifiées ou justifiées dans le cas d'une évolution du processus de certification qui permettra de prendre en compte les valeurs certifiées ou justifiées.

### 3.6. Performances de la pompe à chaleur en chauffage

Pour une configuration SSC, la saisie des performances en chauffage se fait de la même façon que dans le logiciel réglementaire. Les données suivantes doivent être saisies :

- Statut COP 7/32,5
- COP 7/32,5
- P absorbée 7/32,5

Si d'autres valeurs de performances sont disponibles, il est possible de les saisir en choisissant :

- Les températures de Source Amont en chauffage
- Les températures de Source Aval en chauffage
- Statut du COP saisi

Lors de la saisie des performances, il faudra faire attention à remplir le tableau correctement en n'oubliant pas de saisir les performances pour toutes les températures sélectionnées.

Pour une configuration CESI et d'un générateur double service, il est juste nécessaire de renseigner les données relatives à la valeur pivot en chauffage :

- Statut COP 7/32,5
- COP 7/32,5
- P absorbée 7/32,5

Il est nécessaire de renseigner les données relatives aux performances de chauffage dans l'outil car la puissance des auxiliaires est calculée en fonction de la puissance absorbée en mode chauffage.

Voici ci-dessous la formule provenant de la fiche algorithme « C\_Gen\_Pompe à chaleur à compression électrique double service à fonctionnement alterné » du Titre V système PAC elec DS :

« Par ailleurs, le Taux\_ch permet de calculer en début de simulation la puissance d'auxiliaires de la PAC, par rapport à la puissance absorbée à pleine charge en chauffage au point pivot :

$$P_{aux\_commune} = Taux_{ch} \times Pabs_{pivot}$$

Ces données doivent correspondre avec celles saisies dans le logiciel règlementaire pour le générateur en mode chauffage.

Il est à noter qu'il n'y a pas de restriction sur le statut des performances des pompes à chaleur en mode chauffage (certification NF14511 possible).

### 3.7. Résultats du calcul initial

Les résultats suivants sont obtenus des calculs initiaux :

- Cep\_ecl\_annuel (kWhep/m<sup>2</sup>.an)
- Cep\_aux\_ventilateur\_annuel (kWhep/m<sup>2</sup>.an)
- Cep\_aux\_distribution\_annuel (kWhep/m<sup>2</sup>.an)
- Cep\_fr\_annuel (kWhep/m<sup>2</sup>.an)
- Consommations<sup>1</sup> mensuelles d'ECS en considérant les puissances de pompes nulles et non nulles (kWhep/m<sup>2</sup>)
- Consommations mensuelles de chauffage en considérant les puissances de pompes nulles et non nulles (kWhep/m<sup>2</sup>)

## 4. CALCUL DYNAMIQUE HORAIRE

### 4.1. Nomenclature

Pour une meilleure compréhension du calcul dynamique horaire, la nomenclature suivante regroupe l'ensemble des variables saisies, internes et des constantes avec leur définition.

Saisies de l'outil		
Nom	Description	Unité
SHON RT	SHON RT du bâtiment	m <sup>2</sup>
Zone climatique	Zone climatique du projet	-
Altitude	Altitude du projet	m
Type système	Type de système : - CESI - SSC	-
Id_Fou_Gen	Service du générateur : - 3 : ECS - 4 : ECS et chauffage	-
Rdim	Nombres de générateurs identiques	-
Vap	Volume du ballon concerné par	Litres

<sup>1</sup> Ces consommations correspondent aux consommations du système d'appoint.

	l'appoint	
UA_hx_charge	Coefficient d'échange de l'échangeur de charge	W/K
Réseau intergroupe bouclé ECS	Présence d'un réseau intergroupe d'ECS bouclé : - oui - non	-
L_vc_prim_bcl_e	Longueur totale du réseau de distribution intergroupe bouclé en volume chauffé	m
L_hvc_prim_bcl_e	Longueur totale du réseau de distribution intergroupe bouclé hors volume chauffé	m
U_prim_e	Coefficient de transfert thermique linéique spécifique de la distribution intergroupe d'ECS	W/(m.K)
b_therm	Coefficient de prise en compte d'un espace tampon	-
Tdépart_nom_chauffage	Température de départ nominale du réseau de chauffage	°C
Chute_temp_nom_chauffage	La chute de température nominale du réseau de chauffage	°C
Typo emet	La typologie d'émetteur : - Planchers et plafonds chauffant intégrés au bâti (inertie forte) - Radiateurs ou plafonds chauffants d'inertie moyenne - Ventilateurs convecteurs ou plafonds chauffants d'inertie faible - Système à air	-
Fonc_compr	Fonctionnement du compresseur : - Fonctionnement en mode continu du compresseur ou en cycle marche arrêt du compresseur - Fonctionnement en cycle marche arrêt du compresseur - Valeur par défaut	-
Statut des données en mode continu	Statut des données en mode continu : - Valeurs par défaut - Valeurs justifiées - Valeurs certifiées	-
LR_contmin	Pourcentage minimal de charge en fonctionnement continu	%
CCP_LR_contmin	Correction de performance en fonction	-

	de la charge minimale	
Statut de la part de la puissance des auxiliaires	Statut de la part de la puissance des auxiliaires : - Valeur par défaut - Valeur justifiée - Valeur certifiée	-
Taux	Pourcentage de la puissance élec. des auxiliaires dans la puiss. Élec. Totale	%
Lim_theta	Type de limite de température : - Pas de limite - Limite sur l'une ou l'autre des températures de source - Limite sur les températures des deux sources simultanément	-
theta_min_am	Temp. min amont en mode chaud où la machine ne fonctionne plus	°C
theta_max_av	Temp. maxi aval en mode chaud où la machine ne fonctionne plus	°C
Statut COP 7/45	Statut du COP au point pivot ECS	-
COP 7/45	Valeur du COP au point pivot ECS	-
P absorbée 7/45	Puissance absorbée au point pivot ECS	kW
Autres valeurs COP disponibles en ECS	Autres valeurs COP disponibles en ECS : - Oui - Non	-
Températures Source Amont en ECS	Températures de la source amont pour lesquelles le COP et Pabs sont connues : 7°C 2°C; 7°C 2°C; 7°C; 20°C -7°C; 2°C; 7°C; 20°C -7°C; 2°C; 7°C; 20°C; 35°C	°C
Températures Source Aval en ECS	Températures de la source aval pour lesquelles le COP et Pabs sont connues : 45°C 35°C; 45°C 25°C; 35°C; 45°C 25°C; 35°C; 45°C; 55°C 15°C; 25°C; 35°C; 45°C; 55°C 15°C; 25°C; 35°C; 45°C; 55°C; 65°C 5°C; 15°C; 25°C; 35°C; 45°C; 55°C;	°C

	65°C	
Matrice COP/Pabsorbée en ECS	Matrice de COP et puissances absorbées à remplir en fonction des températures amont/aval sélectionnées	-
Statut COP 7/32,5	Statut du COP au point pivot chauffage	-
COP 7/32,5	Valeur du COP au point pivot chauffage	-
P absorbée 7/32,5	Puissance absorbée au point pivot chauffage	kW
Autres valeurs COP disponibles en chauffage	Autres valeurs COP disponibles en chauffage: - Oui - Non	-
Températures Source Amont en chauffage	Températures de la source amont pour lesquelles le COP et Pabs sont connues : 7°C 2°C; 7°C -7°C; 2°C; 7°C -7°C; 2°C; 7°C; 20°C -15°C; -7°C; 2°C; 7°C; 20°C	°C
Températures Source Aval en chauffage	Températures de la source aval pour lesquelles le COP et Pabs sont connues : 32,5°C 32,5°C; 42,5°C 32,5°C; 42,5°C; 51°C 23,5°C; 32,5°C; 42,5°C; 51°C 23,5°C; 32,5°C; 42,5°C; 51°C; 60°C	°C
Matrice COP/Pabsorbée chauffage	Matrice de COP et puissances absorbées à remplir en fonction des températures amont/aval sélectionnées	-
Cep_ecl_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour l'éclairage	kWh/m <sup>2</sup> .an
Cep_aux_ventilateur_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour les auxiliaires de ventilation	kWh/m <sup>2</sup> .an
Cep_aux_distribution_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour les auxiliaires de distribution	kWh/m <sup>2</sup> .an
Cep_fr_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour le refroidissement	kWh/m <sup>2</sup> .an
Consommation mensuelle	Consommations mensuelles pour	kWh/m <sup>2</sup>

ECS	l'ECS avec les puissances des pompes solaires nulles et non nulles	
Consommation mensuelle chauffage	Consommations mensuelles pour le chauffage avec les puissances des pompes solaires nulles et non nulles	kWh/m <sup>2</sup>

Sorties		
Nom	Description	Unité
Cep_ecl_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour l'éclairage	kWh/m <sup>2</sup> .a n
Cep_aux_ventilateur_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour les auxiliaires de ventilation	kWh/m <sup>2</sup> .a n
Cep_aux_distribution_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour les auxiliaires de distribution	kWh/m <sup>2</sup> .a n
Cep_fr_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour le refroidissement	kWh/m <sup>2</sup> .a n
Cep_ch_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour le chauffage	kWh/m <sup>2</sup> .a n
Cep_ecs_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour l'ECS	kWh/m <sup>2</sup> .a n
Cep_annuel	Consommation annuelle par m <sup>2</sup> en énergie primaire pour l'ensemble des postes réglementaires	kWh/m <sup>2</sup> .a n

Variables internes		
Nom	Description	Unité
θext(h)	Température extérieure du site (données RT2012 par zone climatique)	°C
θefs(h)	Température d'eau froide alimentant les systèmes de production d'ECS (données RT2012 par zone climatique)	°C
DH(h)	Degré heure	h°C
Corr_CH(h)	Clé de répartition horaire chauffage	-
P_CH(h)	Puissance horaire de chauffage demandée au générateur déduite de la répartition des besoins de chauffage grâce à la clé de répartition	kWh
Taval_CH	Température avale de fonctionnement du générateur en mode chauffage	°C



Pfou_CH(h)	Puissance fournie en fonction de la charge et des conditions de Tamont/Taval par le générateur en mode chauffage	kWh
COPText/Taval_CH(h)	COP à température en fonction de la charge et des conditions de Tamont/Taval par le générateur en mode chauffage	-
Pabs_CH(h)	Puissance absorbée en fonction de la charge et des conditions de Tamont/Taval par le générateur en mode chauffage	kWh
Clé_horaire_ECS(h)	Clé de répartition horaire des besoins d'ECS (méthode Th-BCE pour maison individuelle et logement collectif)	-
Clé_semaine_ECS(h)	Ratio correctif de la semaine pour les besoins d'ECS (méthode Th-BCE pour maison individuelle et logement collectif)	-
Besoin_ECS(h)	Besoins d'ECS horaire théorique sans bouclage	Wh
$\Phi$ pertes_vc_prim_e(h)	Pertes thermiques de la distribution intergroupe d'ECS bouclée en volume chauffé	Wh
$\Phi$ pertes_hvc_prim_e(h)	Pertes thermiques de la distribution intergroupe d'ECS bouclée hors volume chauffé	Wh
$\theta$ moy_prim_e(h)	Température moyenne du réseau de distribution intergroupe d'ECS	°C
Pertes_bouclage(h)	Pertes thermiques de la distribution intergroupe d'ECS bouclée	Wh
Clé_horaire_boucl(h)	Clé de répartition horaire du bouclage	-
Clé_semaine_boucl(h)	Ratio correctif de la semaine pour le bouclage	-
Bouclage_ECS(h)	Besoins d'énergie horaire pour couvrir les pertes thermiques du réseau de distribution intergroupe d'ECS	Wh
Besoins_tot(h)	Besoins totaux regroupant les besoins d'ECS et de bouclage	Wh
Corr_ECS+bouclage(h)	Clé de répartition ECS	-
P_ECS(h)	Puissance horaire d'ECS demandée au générateur déduite de la répartition des besoins totaux grâce à la clé de répartition	kWh

Taval_ECS(h)	Température avale de fonctionnement du générateur en mode ECS	°C
Pfou_ECS(h)	Puissance fournie en fonction de la charge et des conditions de Tamont/Taval par le générateur en mode ECS	kWh
COPText/Taval_ECS(h)	COP à température en fonction de la charge et des conditions de Tamont/Taval par le générateur en mode ECS	-
Pabs_ECS(h)	Puissance absorbée en fonction de la charge et des conditions de Tamont/Taval par le générateur en mode ECS	kWh
Id_ecs_seule_mens	Indicateur mensuel de production ECS seule	-
Id_ecs_seule(h)	Indicateur horaire de production ECS seule	-
Rpuis_dispo(h)	Temps de fonctionnement à charge maximale potentiellement disponible	-
Cw_mensuel_ecs_boucle_solaire	Consommations mensuelle des pompes solaires attribué au poste ECS	kWh/m <sup>2</sup>
Cw_mensuel_ch_boucle_solaire	Consommations mensuelle des pompes solaires attribué au poste chauffage	kWh/m <sup>2</sup>
-	Voir nomenclature du §10.21.3.3 Fonctionnement à pleine charge en conditions non nominales en mode chauffage de la méthode Th-BCE	-
-	Voir nomenclature du §10.21.3.4 Fonctionnement à pleine charge en conditions non nominales en mode ECS de la méthode Th-BCE	-
-	Voir nomenclature du §10.21.3.6 Fonctionnement à charge partielle ou nulle, pour Idfonction = 1, 2, 3 de la méthode Th-BCE	-
-	Voir fiche algorithme « C_Gen_Pompe à chaleur à compression électrique double service à fonctionnement alterné » du Titre V système PAC élec DS	-

Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv.
Deq	Durée équivalente liée aux	min	0,5

	irréversibilités		
$\rho_w$	Masse volumique de l'eau	kg/L	1
$c_w$	Capacité calorifique massique de l'eau	Wh/(kg.K)	1,163
$\theta_{ref\_BAT}$	Température extérieur de référence au-dessus de laquelle le chauffage est coupé dans le bâtiment	°C	14

#### 4.2. Données climatiques

Les températures extérieures prises en compte dans l'outil de calcul comme températures de source amont correspondent aux données climatiques RT2012 mises à disposition sur le site « rt-bâtiment ».

Pour l'ensemble des zones, les valeurs correspondent au niveau de la mer (altitude égale à zéro). La prise en compte de l'altitude sera effectuée par une diminution de la température extérieure,  $\theta_{ext}$  égale à :

- Altitude inférieure ou égale à 400 m : correction =  $-0,5^\circ\text{C}$
- Altitude entre 400 et 800 m inclus : correction =  $-2,5^\circ\text{C}$
- Altitude supérieure à 800 m : correction =  $-4,5^\circ\text{C}$

#### 4.3. Profil de besoin horaire global à couvrir par la pompe à chaleur

On distingue dans ce paragraphe deux types de profils au pas de temps horaire :

- Les profils chauffage ;
- Les profils ECS.

##### Etablissement des profils chauffage

Une clé de répartition horaire est établie en fonction :

- Des besoins mensuels permettant d'estimer la période de chauffage et une répartition des besoins mensuels sur chaque pas de temps horaire d'un mois.
- Des degrés heures sur toute la période de chauffage par rapport à une température de référence extérieure.
- La température extérieure de référence au-dessus de laquelle le chauffage est coupé dans le bâtiment.

La température extérieure de référence  $\theta_{refBAT}$  est de  $14^\circ\text{C}$  pour les bâtiments RT2012.

La formule de calcul de la clé de répartition horaire chauffage est la suivante :

$$C_{corrCH}(h) = \frac{\theta_{refBAT} - \theta_{ext}(h)}{\sum_{mois} \theta_{refBAT} - \theta_{ext}(h)}$$

Cette clé de répartition est déterminée pour chaque pas de temps horaire d'un mois. Les besoins de chauffage mensuels sont ensuite affectés en utilisant cette clé de répartition au pas de temps horaire.

### Etablissement des profils ECS

Dans le cadre de la modélisation horaire des appels de puissance ECS, seules les typologies de bâtiments ayant des besoins d'ECS seront étudiées :

- Les logements collectifs ;
- Les maisons individuelles ou accolées.

Les profils utilisés sont ceux de la RT 2012. Ils permettent d'établir les clés de répartition horaire des besoins ECS. La température d'EFS est aussi prise en compte afin d'estimer au mieux sur chaque heure la quantité réelle d'énergie demandée par bâtiment.

$$Besoin_{ECS}(h) = Clé_{horaire\_ECS}(h) \times Clé_{semaine\_ECS}(h) \times (40 - \theta_{EFS}(h))$$

Il y a également le bouclage à prendre en compte s'il est présent. Les pertes de bouclage sont calculées à chaque pas de temps de la même façon que la méthode Th-BCE (§11.8.3.3.2 Pertes thermiques de la distribution bouclée).

Alors pour les pertes en volume chauffé :

$$\phi_{pertes\_vc\_prim\_e}(h) = U_{prim\_e} \times L_{vc\_prim\_bcl\_e} \times (\theta_{moy\_prim\_e} - 20)$$

Et pour les pertes en volume non-chauffé :

$$\phi_{pertes\_hvc\_prim\_e}(h) = U_{prim\_e} \times L_{hvc\_prim\_bcl\_e} \times (\theta_{moy\_prim\_e} - (20 + b_{therm} \times (T_{ext}(h) - 20)))$$

Ainsi les pertes de bouclage sont :

$$pertes\_bouclage(h) = \phi_{pertes\_vc\_prim\_e}(h) + \phi_{pertes\_hvc\_prim\_e}(h)$$

Avec :

$$\theta_{moy\_prim\_e} = \theta_{depart\_prim\_e} - 2,5 = 55 - 2,5 = 52,5$$

Des clés de répartition pour le bouclage comme pour le besoin ECS sont considérées :

$$Bouclage_{ECS}(h) = Clé_{horaire\_boucl}(h) \times Clé_{semaine\_boucl}(h) \times pertes\_bouclages(h)$$

Avec :

$$Clé_{horaire\_boucl}(h) = \frac{1}{168} \text{ et } Clé_{semaine\_boucl}(h) = 1$$

Cela revient à répartir les pertes de bouclage sur tous les pas de temps.

Ainsi à chaque pas de temps, les besoins totaux théoriques serviront à répartir à chaque pas de temps horaire les besoins réels :

$$Besoins\_tot(h) = Besoin_{ECS}(h) + Bouclage_{ECS}(h)$$

La formule de calcul de la clé de répartition horaire ECS est la suivante :

$$C_{corrECS+boucl}(h) = \frac{Besoins\_tot(h)}{\sum_{mois} Besoins\_tot(h)}$$

Cette clé de répartition est déterminée pour chaque pas de temps horaire d'un mois. Les besoins d'ECS mensuels sont ensuite affectés en utilisant cette clef de répartition au pas de temps horaire.

#### 4.4. Température aval

En ECS, la température aval utilisée par le générateur est déterminée de la façon suivante :

$$T_{aval\_ECS} = 55 - \frac{P_{ECS}}{1,163 \times V_{app\_ballon}} + \frac{P_{ECS}}{UA_{hx\_charge}}$$

Le deuxième terme de la formule précédente permet de déterminer la température du ballon avant l'apport d'énergie dû à l'appoint sachant que la température de consigne du ballon hors pression est de 55°C (premier terme). Le troisième terme permet de prendre en compte l'échangeur de charge, comme ce qui est fait au niveau du calcul de la température aval renvoyée au générateur dans l'extension dynamique modélisant les ballons hors pression.

En chauffage, on considère la température de départ nominale et la chute de température nominale : on calcule une température de retour nominale que l'on considère comme température aval renvoyé à la pompe à chaleur.

$$T_{aval\_CH} = T_{depart\_nom\_chauffage} - \frac{Chute_{temp\_nom\_chauffage}}{2}$$

Cette hypothèse permet de simplifier la saisie des caractéristiques des émetteurs de chauffage et de ne pas modéliser de nouveau l'émission de chauffage.

#### 4.5. Performance de la pompe à chaleur à pleine et à charge partielle

Pour la modélisation de la pompe à chaleur, les algorithmes de la pompe à chaleur mono-service de la méthode Th-BCE et les algorithmes de la pompe à chaleur double service du titre V système PAC élec double service ont été réutilisés :

- Méthode Th-BCE : §10.21.3.3 Fonctionnement à pleine charge en conditions non nominales en mode chauffage
- Méthode Th-BCE : §10.21.3.4 Fonctionnement à pleine charge en conditions non nominales en mode ECS
- Méthode Th-BCE : §10.21.3.6 Fonctionnement à charge partielle ou nulle, pour Idfonction = 1, 2, 3
- Titre V système PAC élec DS : « Figure 3 : PAC élec. en fonctionnement alterné » de la fiche algorithme « C\_Gen\_Pompe à chaleur à compression électrique double service à fonctionnement alterné »

Cependant certains paramètres ne sont pas disponibles dont :

- Id\_ecs\_seule : Indicateur de production ECS seule
- Rpuis\_dispo : Temps de fonctionnement à charge maximale potentiellement disponible (en fraction d'heure), paramètre utilisé lors du fonctionnement en mode chauffage de la PAC.

Rpuis\_dispo est recalculé puisque la variable Rfonctecs, le temps de fonctionnement du générateur pour la production d'ECS, à puissance maximale (en fraction d'heure) est disponible :

$$R_{puis\_dispo}(h) = 1 - R_{fonct\_ecs}(h)$$

Pour le calcul d'Id\_ecs\_seule, les consommations de chauffage mensuelles ont été utilisées. Lorsque la consommation est non-nulle Id\_ecs\_seule\_mens est égale à 0. Ainsi sur tous les pas de temps du mois concerné Id\_ecs\_seule est égale à Id\_ecs\_seule\_mens.

## 5. CALCUL DES CEP ECS ET CHAUFFAGE

Pour la configuration CESI, la consommation en énergie primaire annuelle pour le poste chauffage ne change pas. Pour l'ECS elle correspond à la somme annuelle des puissances absorbées de la pompe à chaleur en fonctionnement ECS divisé par la SHON RT et à la somme mensuelle de la consommation des pompes solaires déduites des saisies des consommations ECS avec et sans pompes solaires :

$$Cep_{ECS\_annuel} = \frac{\sum_1^{8760} Pabs_{ECS\_i} \times 2,58}{SHON_{RT}} + \sum_1^{12} C_{w\_mensuel\_ecs\_boucle\_solaire}$$

Pour la configuration SSC et pour l'ECS la formule précédente est utilisée. Pour le poste chauffage il y a un calcul similaire :

$$Cep_{CH\_annuel} = \frac{\sum_1^{8760} Pabs_{CH\_i} \times 2,58}{SHON_{RT}} + \sum_1^{12} C_{w\_mensuel\_ch\_boucle\_solaire}$$

Pour les consommations de pompes solaires imputées au mode chauffage et au mode ECS, les Cep chauffage et ECS lorsque les pompes solaires sont saisies avec une puissance nulle et une puissance non nulle (résultats des étapes 1 et 2) sont disponibles, ainsi les consommations des pompes solaires imputées au chauffage et à l'ECS sont déterminées en effectuant une soustraction entre les résultats des deux étapes.