

## A N N E X E

Modalités de prise en compte des systèmes « CET Héliothermique » et « PAC Double Service Héliothermique » dans la réglementation thermique 2012

### **1/ Définition des systèmes**

Le système « CET Héliothermique » désigne les chauffe-eau thermodynamiques à évaporateur de type capteur héliothermique. Ce système, dédié à la production de l'ECS, se compose :

- D'un ballon de stockage,
- D'un compresseur rotatif,
- D'un condenseur externe en aluminium,
- D'un système de gestion électronique,
- D'une horloge interne au système de gestion électronique permettant d'imposer un fonctionnement uniquement diurne du système.

Les plages horaires de fonctionnement programmées en usine doivent être incluses dans les plages suivantes :

- Du mois d'avril au mois de septembre : 11h00-17h00,
- Du mois d'octobre au mois de mars : 10h00-18h00.

Le système « PAC Double Service Héliothermique » est dédié à la production de l'ECS et du chauffage de manière alternée. La production d'ECS doit être prioritaire sur celle de chauffage. Il se compose :

- D'un ballon de stockage ECS,
- Eventuellement d'un ballon de stockage tampon pour le chauffage (en option),
- D'un compresseur rotatif,
- D'un condenseur de type échangeur à plaques,
- D'un système de gestion électronique,
- D'une horloge interne au système de gestion électronique permettant d'imposer pour la production de l'ECS un fonctionnement uniquement diurne du système.

Suivant le type d'horloge retenu, les plages horaires de fonctionnement programmées en usine doivent être incluses dans les plages suivantes :

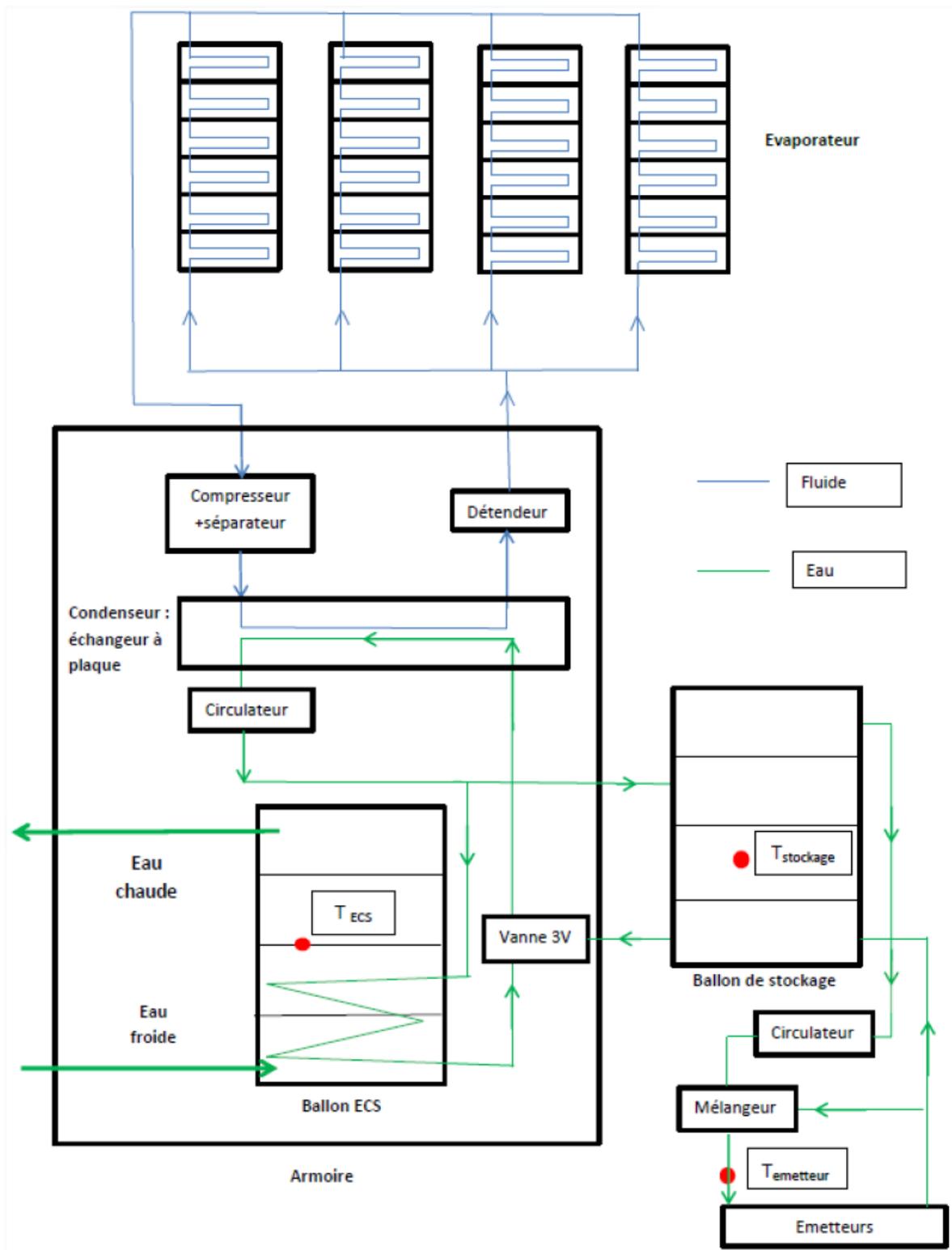
- Horloge 1 :
- Du mois d'avril au mois de septembre : 11h00-21h00,
- Du mois d'octobre au mois de mars : 10h00-21h00.

- Horloge 2 :
- Du mois d'avril au mois de septembre : 11h00-17h00,
- Du mois d'octobre au mois de mars : 10h00-17h00.

L'évaporateur des systèmes visés se compose :

- Soit de capteurs héliothermiques seuls : panneau en aluminium de type « Roll Bond » (procédé de formage à froid de canaux sur une plaque en aluminium) intégrant des canaux où circule le fluide frigorigène.
- Soit de capteurs héliothermiques en contact avec la sous face d'un panneau photovoltaïque.

Les capteurs héliothermiques doivent être installés de manière à ce que leur sous face soit ventilée.



*Schéma de la PAC Double Service Héliothermique avec ballon de stockage tampon pour le chauffage*

## 2/ Domaine d'application

Le champ d'application de la présente méthode s'étend aux maisons individuelles, accolées ou non, et aux bâtiments de logements collectifs soumis à la RT2012.

## 3/ Méthode de prise en compte

Le CET Héliothermique est assimilé à une PAC Air extérieure/Eau en fonctionnement ECS au sens de la méthode Th-BCE 2012. La PAC Double Service Héliothermique est assimilée à une PAC Air extérieure/Eau en fonctionnement ECS et chauffage au sens de la méthode Th-BCE 2012.

Suivant le mode de fonctionnement considéré, les équations des sous-algorithmes de la fiche « 10.21 C\_GEN\_THERMODYNAMIQUE\_Elec » de la méthode Th-BCE 2012 sont reprises dans le modèle.

- ECS : se référer aux paragraphes « 10.21.3.4 Fonctionnement à pleine charge en conditions non-nominales en mode ECS », pages 747 à 750, et « 10.21.3.6 Fonctionnement à charge partielle ou nulle », pages 784 à 789.
- Chauffage : se référer aux paragraphes « 10.21.3.3 Fonctionnement à pleine charge en conditions non-nominales en mode chauffage », pages 721 à 727, et « 10.21.3.6 Fonctionnement à charge partielle ou nulle », pages 784 à 789.

En saison de chauffage, la gestion du basculement entre modes ECS et chauffage définie dans le Titre V « Pompe à chaleur à compression électrique double service à fonctionnement alterné » est reprise à l'identique.

### 3.1 NOMENCLATURE DU MODÈLE

Entrées <sup>1</sup>				
Nom	Description	Unité	Intervalle <sup>2</sup>	Def <sup>3</sup>
$T_e(h)$	Température extérieure d'air sec	°C	-	-
$I_{sr}^*(h)$	Irradiance (ensoleillement) sur le plan des capteurs	W/m <sup>2</sup>	-	-
$H_{leg}$	Heure légale	h	[0;23]	-
$IMOIS$	Numéro du mois	Ent.	[1;12]	-
$\theta_{aval}(h)$	Température de la source aval	°C	-	-
$Q_{req}(h)$	Énergie requise à fournir à l'élément de stockage par le générateur	Wh	-	-
$H_s(h)$	Gamma : Hauteur angulaire du soleil au-dessus de l'horizon	°	[-90;90]	-
$T_{eciel}(h)$	Température du ciel	°C	-	-
$Q_{req\_ecs}(h)$	Demande en énergie en ECS transmise à l'assemblage via la gestion/régulation de la génération	Wh	-	-
$T_{ch\_max}^{gen}$	Température maximale des réseaux de distribution intergroupe de chauffage connectés à la génération gen.	°C	-	-
$Q_{req\_ch}(h)$	Demande en énergie en chauffage transmise à l'assemblage via la gestion/régulation de la génération	Wh	-	-
$id_{fonction}$	Mode de fonctionnement sollicité : 1 : Chauffage 2 : Refroidissement 3 : ECS	Ent.	[1;3]	-
$id_{Ecs\_seul}$	Indicateur de production d'ECS seule	Ent.	-	-
$R_{puis\_dispo}(h)$	Ratio de puissance disponible	Réel	[0;1]	-

(Voir fiches algorithmes correspondantes)

<sup>1</sup> Valeurs opérées par d'autres modules

<sup>2</sup> Les intervalles donnent les limites les plus larges autorisées pour le calcul. Sauf mentions contraire, le test de compatibilité est fait dans le code, pour debuggage uniquement. Préciser l'exclusion des bornes ( [...], [...], [...] etc.).

<sup>3</sup> Valeur par défaut

## Paramètres du module<sup>4</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle <sup>5</sup>	Def
<i>Name</i>	Nom du composant	-	-	-
	Type de système modélisé :			
<i>Type_Systeme</i>	0 : CET, 1 : PAC Double Service	Ent.	[0;1]	-
<i>α</i>	Orientation des capteurs solaires sous forme d'angle (0° : Sud ; 90° : Ouest ; 180° : Nord ; 270° : Est)	°	[0;360]	-
<i>β</i>	Inclinaison des capteurs solaires (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale)	°	[0;90]	-
	Choix du type d'horloge (si Type_Systeme = 1) :			
<i>Type_Horloge</i>	0 : Horloge 1 1 : Horloge 2	Ent.	[0; 1]	-
	La valeur du COP pivot est une donnée :			
	0 - Certifiée 1 - Justifiée par un essai effectué par un laboratoire « accrédité » sur la base d'une norme ou d'un projet de norme européenne ou ISO			
<i>Statut_Performances_Ecs</i>	2 – Déclarée 3 – Par défaut	Ent.	[0;3]	-
<i>COP_pivot_Ecs</i>	Valeur pivot du COP à +7/45°C	Réel	[0;+∞[	-
<i>Pabs_pivot_Ecs</i>	Valeur pivot de la puissance électrique absorbée à +7/45°C	kW	[0;+∞[	-
<i>Statut_Taux_Ecs</i>	Statut du Taux en ECS (si Type_Systeme = 0)	Ent.	[0; 2]	-
	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale en ECS (si Type_Systeme = 0)			
<i>Taux_Ecs</i>	Indicateur d'existence d'un ballon de stockage tampon pour le chauffage :	Réel	[0; 1]	-
	0 : Sans stockage tampon, 1 : Avec stockage tampon.	Ent.	[0; 1]	-
	Position du ballon de stockage tampon :			
<i>Pos_stock_tampon</i>	0 : Hors volume chauffé, 1 : En volume chauffé.	Ent.	[0; 1]	-
<i>V<sub>tot</sub></i>	Volume total du ballon de stockage tampon	L	[0;+∞[	-
<i>Statut_UA</i>	Statut de la valeur UA du ballon de stockage tampon	Ent.	[0;2]	-
<i>UA</i>	Coefficient de pertes thermiques du ballon de stockage tampon	W/K	]0;+∞[	-

<sup>4</sup> Rentrés par l'utilisateur

<sup>5</sup> Les intervalles de l'interface donnent les limites les plus larges autorisées pour le calcul. Sauf mentions contraire, le test de compatibilité est systématique fait dans le code. Préciser l'exclusion des bornes ( [...], [...], etc.).

<i>Pcircu_PAC_ball</i>	Puissance du circulateur pour le circuit primaire situé entre la PAC et le ballon de stockage tampon pour le chauffage	W	[0; +∞[	-
<i>Statut_Donnee_Ch</i>	Statut des données concernant l'existence de valeurs de performance certifiées ou mesurées en Chauffage	Ent.	[1; 2]	-
<i>Theta_Aval_Ch</i>	Valeurs des températures aval en fonctionnement chauffage	Ent.	[0; 5]	-
<i>Theta_Amont_Ch</i>	Valeurs des températures amont en fonctionnement chauffage	Ent.	[0; 5]	-
<i>Performance_Ch</i>	Matrice des performances en chauffage (COP)	Réel	[0; +∞[	-
<i>Pabs_Ch</i>	Matrice des puissances absorbées à pleine charge en chauffage	kW	[0; +∞[	-
<i>COR_Ch</i>	Matrice des indicateurs de certification (1) ou de justification (2) en chauffage	Ent.	[0; 2]	-
<i>Statut_Val_Pivot_Ch</i>	Statut de la valeur pivot en chauffage :  0 : Sans objet  1 : Valeur déclarée,  2 : Valeur par défaut	Ent.	[0; 2]	-
<i>Val_Cop_Ch</i>	Valeur pivot déclarée de la performance (COP) en chauffage lorsqu'il n'y a pas de performance certifiée ou justifiée	Réel	[0; +∞[	-
<i>Val_Pabs_Ch</i>	Valeur pivot déclarée de la puissance absorbée en chauffage lorsqu'il n'y a pas de performance certifiée ou justifiée	kW	[0; +∞[	-
<i>Lim_Theta_Ch</i>	Arrêt de la PAC dû aux limites des températures des sources en Chauffage ou ECS	Ent.	[0; 2]	-
<i>Theta_Max_Av_Ch</i>	Température maximale aval au delà de laquelle la PAC ne peut plus fonctionner en Chauffage ou ECS	°C	[0; +∞[	-
<i>Theta_Min_Am_Ch</i>	Température minimale amont en-dessous de laquelle la PAC ne peut plus fonctionner en Chauffage ou ECS	°C	] -∞; +∞[	-
<i>Statut_Fonct_Part_Ch</i>	Statut de la définition des performances à charge partielle	Ent.	[0; 2]	-
<i>Fonctionnement_Compressur_Ch</i>	Type de fonctionnement du compresseur	Ent.	[1; 2]	-
<i>Statut_Fonctionnement_Continu_Ch</i>	Statut des valeurs utilisées pour paramétrer le fonctionnement continu	Ent.	[0; 2]	-
<i>LRcontmin_Ch</i>	Taux minimal de charge en fonctionnement continu	Réel	[0; 1]	-
<i>CCP_LRcontmin_Ch</i>	Correction de performance en fonction de la charge à LRcontmin	Réel	[0; 2]	-

<i>Statut_Taux_Ch</i>	Statut du Taux en Chauffage (si Type_Systeme = 1)	Ent.	[0; 2]	-
<i>Taux_Ch</i>	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale en Chauffage (si Type_Systeme = 1)	Réel	[0; 1]	-
<i>Typo_Emetteur_Ch</i>	Typologies du système d'émission pour le chauffage	Ent.	[1; 4]	-

## Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Q_{fou}(h)$	Énergie totale effectivement fournie par les générateurs de base et d'appoint.	Wh	[0;+∞[	-
$Q_{cons}(h)$	Consommation horaire du générateur en énergie finale.	Wh	[0;+∞[	-
$Q_{rest}(h)$	Énergie restant à fournir (dépassant la puissance maximale du générateur)	Wh	[0;+∞[	-
$\{Q_{ceff}(fonct.,en.)\}$	Consommation en énergie finale du générateur, présenté sous forme de matrice { fonction ; type d'énergie}. Les lignes correspondent aux différents postes (6), les colonnes aux différentes sources d'énergie (6).	Wh	[0;+∞[	-
$\Phi_{rejet}(h)$	Énergie rejetée par le générateur	Wh	[0;+∞[	-
$\Phi_{VC}(h)$	Pertes thermiques potentiellement récupérables	Wh	[0;+∞[	-
$T_{charge}(h)$	Taux de charge du générateur	Réel	[0;1]	-
$W_{aux\_pro}(h)$	Consommation des auxiliaires du générateur	Wh	[0;+∞[	0
$Q_{pr\_elec}(h)$	Production électrique du générateur	Wh	[0;+∞[	0

## Variables internes<sup>6</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Debut\_fonct(IMOIS)$	Tableau définissant les heures de début de la plage fonctionnement autorisé du système en fonction du mois	h	[0;23]	-
$Fin\_fonct(IMOIS)$	Tableau définissant les heures de fin de la plage fonctionnement autorisé du système en fonction du mois	h	[0;23]	-
$Te\_eq(h)$	Température d'air équivalente au niveau des capteurs	°C	-	-
$Te\_eq_{min\_nuit}(h)$	Température d'air équivalente minimale lors de la nuit précédente	°C	-	-
$\Delta Te\_eq(h)$	Différence entre $Te\_eq$ et $Te\_eq_{min\_nuit}$	°C	-	-
$\theta_{aval\_max\_nuit}(h)$	Température aval maximale en chauffage lors de la nuit précédente	°C	-	-

<sup>6</sup> Variables utilisées uniquement dans le module courant.

$\theta_{amont}(h)$	Température de la source amont	°C	-	-
$ValCOP(\theta_{amont}; \theta_{aval})$	Fonction d'interpolation du COP au couple $\theta_{amont} / \theta_{aval}$	-	-	-
$ValPabs(\theta_{amont}; \theta_{aval})$	Fonction d'interpolation de la puissance absorbée au couple $\theta_{amont} / \theta_{aval}$	-	-	-
$id_{fougen}^{gnr}$	Fonction du générateur gnr compris dans la génération : 1 : Chauffage 2 : Refroidissement 3 : ECS 4 : Chauffage et ECS 5 : Chauffage et refroidissement	Ent.	[0;5]	3
$Fonc\_compr$	1 : Fonctionnement en mode continu du compresseur ou en cycles marche arrêt 2 : Fonctionnement en cycles marche arrêt du compresseur	Ent.	[1;2]	2
$Q_{er}*(h)$	Rayonnement des capteurs vers la voûte céleste	W/m <sup>2</sup>	-	-
$COP\_util\_max$	Valeur utile maximale du COP utilisée pour déterminer le COP pivot si le statut des performances est « Déclaré » ou « Par défaut »	-	[0;+∞[	-
$R_{dim}$	Nombre de machines identiques dans le même mode	Ent.	[1;+∞[	1
$\alpha_{capt}$	Absorptivité des capteurs	-	[0;1]	1
$UA\_utile$	Coefficient de pertes thermiques du ballon de stockage corrigé suivant son statut	W/K	]0;+∞[	-
$U_z$	Coefficient de pertes thermiques de la zone "z" du ballon de stockage	W/K	[0;+∞[	-
$Nb_{iter}$	Nombre maximum d'itérations de la boucle	Ent.	-	-
$i$	Numéro de l'itération en cours	Ent.	-	-
$Q_{w\_sto\_unit\_report}(i)$	Besoin d'énergie non couvert en sortie du ballon de stockage, reportée à l'itération i suivante	Wh	[0;+∞[	-
$Q_{w\_sto\_unit}(i)$	Besoins d'énergie requis en chauffage en sortie du ballon de stockage lors de l'itération i	Wh	[0;+∞[	-
$Q_{sto\_fou\_ch}(h)$	Energie effectivement fournie par le ballon de stockage pour assurer le chauffage	Wh	[0;+∞[	-
$z$	Numéro de la zone du ballon de stockage	Ent.	[1;4]	-
$V_z$	Volume de chaque zone "z" du ballon de stockage	L	[0;+∞[	-
$V_{z\_min}$	Volume de la zone la plus petite du ballon de stockage	L	[0;+∞[	-
$j$	Numéro de l'itération en cours	Ent.	-	-

$V_b(i \text{ ou } j)$	Volume brassé lors de l'itération i ou j	L	$[0;+\infty[$	-
$V_{b\_report}(j)$	Volume brassé non couvert, reporté à l'itération j suivante	L	$[0;+\infty[$	-
$Pe_z(h)$	Pertes thermiques de la zone "z" du ballon de stockage	Wh	$[0;+\infty[$	-
$Pe(h)$	Pertes thermiques totales du ballon de stockage	Wh	$[0;+\infty[$	-
$Q_{rest\_ch}(h)$	Énergie restant à fournir en chauffage (dépassant la puissance maximale du générateur)	Wh	$[0;+\infty[$	-
$T_z(h)$	Champ de température dans le ballon de stockage au pas de temps courant	C°	-	-
$T_z(h-1)$	Champ de température dans le ballon de stockage au pas de temps précédent	C°	-	-
$T_z(i)$	Champ de température dans le ballon de stockage lors de l'itération i	C°	-	-
$Q_{fou\_PAC\_ball\_report}(j)$	Energie fournie par la PAC restante à fournir au ballon tampon durant l'itération j	Wh	$[0;+\infty[$	-
$T_{init\_stockage}$	Température initiale du ballon de stockage tampon fonction du type d'émetteur chauffage	°C	$[35;55]$	
$T_{cons\_ball}(h)$	Température de consigne du ballon tampon	°C	$[0;+\infty[$	
$Q_{req\_ball}(h)$	Énergie requise à fournir au ballon de stockage tampon par la PAC	Wh	$[0;+\infty[$	-
$Q_{fou\_PAC\_ball}(h)$	Énergie fournie au ballon de stockage tampon par la PAC	Wh	$[0;+\infty[$	-
$Q_{fou\_PAC\_inst}(h)$	Énergie instantanée fournie par la PAC en chauffage	Wh	$[0;+\infty[$	-

(Voir fiches algorithmes correspondantes)

## Constantes<sup>7</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$C_{Srad}$	Coefficient de sensibilité de la température équivalente aux échanges radiatifs	m <sup>2</sup> .°C/W	-	0,02
$hre$	Coefficient d'échange radiatif extérieur	W/m <sup>2</sup> .K	-	5,5
$\rho_w$	Masse volumique de l'eau	kg/L	-	1
$c_w$	Capacité calorifique massique de l'eau	Wh/(kg.K)	-	1,163

<sup>7</sup> Constantes (ex: chaleur spécifique de l'eau) et conventions.

## 3.2 INITIALISATION DES PARAMÈTRES DE CALCUL

### 3.2.1 CET HÉLIOTHERMIQUE (TYPE\_SYSTEME = 0)

Les matrices de performance à pleine charge sont construites conformément au §10.21.3.4.1, p747 de la méthode Th-BCE 2012. Pour tenir compte du fait que la température d'air équivalente ( $T_{e\_eq}$ ) peut dépasser 35°C en période ensoleillée, une température amont supplémentaire de 60°C est ajoutée aux matrices. Le coefficient de correction appliqué a été calculé sur la base de la méthode de calcul Th-BCE 2012 qui définit par défaut une variation du COP de 2% par °C d'écart avec la température amont au point pivot et de 1% par °C d'écart pour la puissance absorbée.

Pour le COP, les coefficients de correction appliqués sont les suivants :

		$\theta_{\text{amont}} (^{\circ}\text{C})$					
		-7	2	7	20	35	60
$\theta_{\text{aval}} (^{\circ}\text{C})$	5			1,80			
	15			1,60			
	25			1,40			
	35			1,20			
	45	0,50	0,80	1,00	1,25	1,50	2,06
	55			0,80			
	65			0,60			

Pour la puissance absorbée, les coefficients de correction appliqués sont les suivants :

		$\theta_{\text{amont}} (^{\circ}\text{C})$					
		-7	2	7	20	35	60
$\theta_{\text{aval}} (^{\circ}\text{C})$	5			1,40			
	15			1,30			
	25			1,20			
	35			1,10			
	45	0,86	0,95	1,00	1,13	1,28	1,53
	55			0,90			
	65			0,80			

Dans le cas d'un statut des performances (paramètre « Statut\_Performances\_Ecs ») « Déclaré » ou « Par défaut » la valeur du COP\_util\_max utilisée pour construire la matrice des COP est de 2,5.

Les plages horaires où le fonctionnement du système est autorisé dépendent du mois de l'année (IMOIS). Ces plages sont définies par des heures légales de début (Debut\_fonct) et de fin (Fin\_fonct) dont les valeurs sont explicitées dans le tableau ci-dessous :

IMOIS	Debut_fonct (h)	Fin_fonct (h)
<b>1 (Janvier)</b>	10	18
<b>2 (Février)</b>	10	18
<b>3 (Mars)</b>	10	18
<b>4 (Avril)</b>	11	17
<b>5 (Mai)</b>	11	17
<b>6 (Juin)</b>	11	17
<b>7 (Juillet)</b>	11	17
<b>8 (Août)</b>	11	17
<b>9 (Septembre)</b>	11	17
<b>10 (Octobre)</b>	10	18
<b>11 (Novembre)</b>	10	18
<b>12 (Décembre)</b>	10	18

Cette gestion particulière de la PAC est intégrée de manière algorithmique en adaptant le calcul des puissances fournies à pleine charge (§ 10.21.3.4.1.3 de la méthode Th-BCE 2012).

Afin de tenir compte de l'arrêt de la PAC dans le cas d'une température d'air équivalente ( $T_{e\_eq}$ ) inférieure ou égale à  $-7^{\circ}\text{C}$ , une condition sur le paramètre  $\theta_{\text{amont}}$  est introduite.

La puissance des auxiliaires,  $P_{\text{aux}}$  (W), est calculée conformément à la méthode de calcul Th-BCE 2012 à partir de la part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale,  $T_{\text{aux\_Ecs}}$  :

$$P_{\text{aux}} = P_{\text{abs\_Pivot}} \times T_{\text{aux\_Ecs}} \quad (1)$$

Le statut de la valeur de  $T_{\text{aux\_Ecs}}$  (Statut\_ $T_{\text{aux\_Ecs}}$ ) peut correspondre aux trois cas suivants :

- 1) Valeur certifiée : la valeur du  $T_{\text{aux\_Ecs}}$  est entrée par l'utilisateur et utilisée telle quelle dans le calcul,
- 2) Valeur justifiée : la valeur du  $T_{\text{aux\_Ecs}}$  est entrée par l'utilisateur et pénalisée de 10% dans le calcul,
- 3) Valeur par défaut : la valeur du  $T_{\text{aux\_Ecs}}$  est prise égale à 0,02.

### 3.2.2 PAC DOUBLE SERVICE HÉLIOTHERMIQUE (TYPE\_SYSTEME = 1)

#### 3.2.2.1 Fonctionnement en mode ECS

Pour le fonctionnement en mode ECS de ce système, la construction des matrices de performance est réalisée selon la même méthode que pour le système CET Héliothermique (Cf. §3.2.1).

Les plages horaires où le fonctionnement du système est autorisé dépendent du mois de l'année (IMOIS). Ces plages sont définies par des heures légales de début (Debut\_fonct) et de fin (Fin\_fonct) dont les valeurs sont explicitées dans le tableau ci-dessous suivant le type d'horloge sélectionné :

➤ *Horloge 1 (Type\_Horloge = 0) :*

IMOIS	Debut_fonct (h)	Fin_fonct (h)
1 (Janvier)	10	21
2 (Février)	10	21
3 (Mars)	10	21
4 (Avril)	11	21
5 (Mai)	11	21
6 (Juin)	11	21
7 (Juillet)	11	21
8 (Août)	11	21
9 (Septembre)	11	21
10 (Octobre)	10	21
11 (Novembre)	10	21
12 (Décembre)	10	21

➤ *Horloge 2 (Type\_Horloge = 1) :*

IMOIS	Debut_fonct (h)	Fin_fonct (h)
1 (Janvier)	10	17
2 (Février)	10	17
3 (Mars)	10	17
4 (Avril)	11	17
5 (Mai)	11	17
6 (Juin)	11	17
7 (Juillet)	11	17
8 (Août)	11	17
9 (Septembre)	11	17
10 (Octobre)	10	17
11 (Novembre)	10	17
12 (Décembre)	10	17

### 3.2.2.2 Fonctionnement en mode chauffage

Les matrices de performance à pleine charge pour le mode chauffage sont construites conformément au §10.21.3.3 page 721 de la méthode Th-BCE 2012. Là encore, pour tenir compte du fait que la température d'air équivalente ( $T_{e\_eq}$ ) peut dépasser 20°C en période ensoleillée, deux températures amonts supplémentaires de 35°C et 60°C sont ajoutées aux matrices. Le coefficient de correction appliqué a été calculé sur la base de la méthode de calcul Th-BCE 2012 qui définit par défaut une variation du COP de 2% par °C d'écart avec la température amont au point pivot et de 1% par °C d'écart pour la puissance absorbée.

Pour le COP, les coefficients de correction appliqués sont les suivants :

		$\theta_{\text{amont}} (\text{°C})$						
		-15	-7	2	7	20	35	60
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	23,5				1,10			
	32,5	0,4	0,5	0,8	1,00	1,25	1,50	2,06
	42,5				0,80			
	55				0,64			
	60				0,51			

Pour la puissance absorbée, les coefficients de correction appliqués sont les suivants :

		$\theta_{\text{amont}} (\text{°C})$						
		-15	-7	2	7	20	35	60
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	23,5				1,09			
	32,5	0,79	0,86	0,95	1,00	1,13	1,28	1,53
	42,5				0,90			
	55				0,82			
	60				0,75			

Dans le cas d'un statut des performances (paramètre « Statut\_Val\_Pivot\_Ch ») « Déclaré » ou « Par défaut » la valeur du COP\_util\_max utilisée pour construire la matrice des COP est de 3,5.

### 3.2.2.3 Puissance des auxiliaires

La puissance des auxiliaires,  $P_{aux\_commune}$  (W), est calculée conformément à la méthode de calcul Th-BCE 2012 à partir de la part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale, Taux\_Ch :

$$P_{aux\_commune} = P_{abs\_Pivot} \times Taux\_Ch \quad (2)$$

Le statut de la valeur de Taux\_Ch (Statut\_Taux\_Ch) peut correspondre aux trois cas suivants :

- 4) Valeur certifiée : la valeur du Taux\_Ch est entrée par l'utilisateur et utilisée telle quelle dans le calcul,
- 5) Valeur justifiée : la valeur du Taux\_Ch est entrée par l'utilisateur et pénalisée de 10% dans le calcul,
- 6) Valeur par défaut : la valeur du Taux\_Ch est prise égale à 0,02.

### 3.2.2.4 Ballon de stockage tampon

#### 3.2.2.4.1 Volumes $V_z$ et $V_{z\_min}$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = \frac{V_{tot}}{4} \quad (3)$$

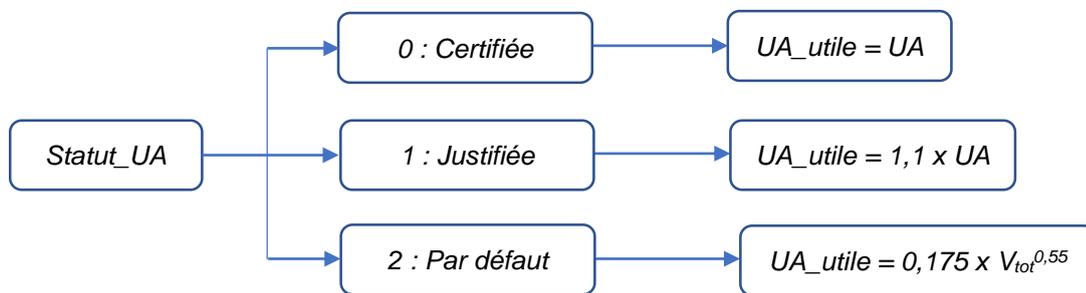
Le volume de la plus petite zone est alors :

$$V_{z\_min} = MIN[\{V_z\}] \quad (4)$$

#### 3.2.2.4.2 Nombre d'itération $Nb_{iter}$ pour le calcul par boucle

$$Nb_{iter} = Arrondi.inf \left[ \frac{V_{tot}}{V_{z\_min}} \right] \quad (5)$$

#### 3.2.2.4.3 Coefficients de pertes thermiques $U_z$



Pour  $z=1$  à  $4$  :

$$U_z = \frac{UA_{utile} \times V_z}{V_{tot}} \quad (6)$$

#### 3.2.2.4.4 Températures $T_z$

Au premier pas de temps, la température de l'eau contenue au niveau du stockage tampon, notée  $T_{init\_stockage}$ , dépend du type d'émetteur de chauffage raccordé au générateur :

Si Typo\_emetteur\_Ch = 1 alors  $T_{init\_stockage} = 35^\circ\text{C}$ ,  
Si Typo\_emetteur\_Ch = 2 alors  $T_{init\_stockage} = 55^\circ\text{C}$ ,  
Si Typo\_emetteur\_Ch = 3 ou 4 alors  $T_{init\_stockage} = 45^\circ\text{C}$ .

Pour  $z=1$  à 4 :

$$T_z(h-1) = T_z(h) = T_{init\_stockage} \quad (7)$$

#### 3.2.2.4.5 Pertes thermiques $Pe_z$ et $Pe$

Au premier pas de temps les pertes thermiques sont calculées par zone à partir des températures initialisées précédemment :

Si  $Pos_{stock\_tampon} = 0$  (stockage tampon hors volume chauffé)  
 $T_{amb} = T_e$

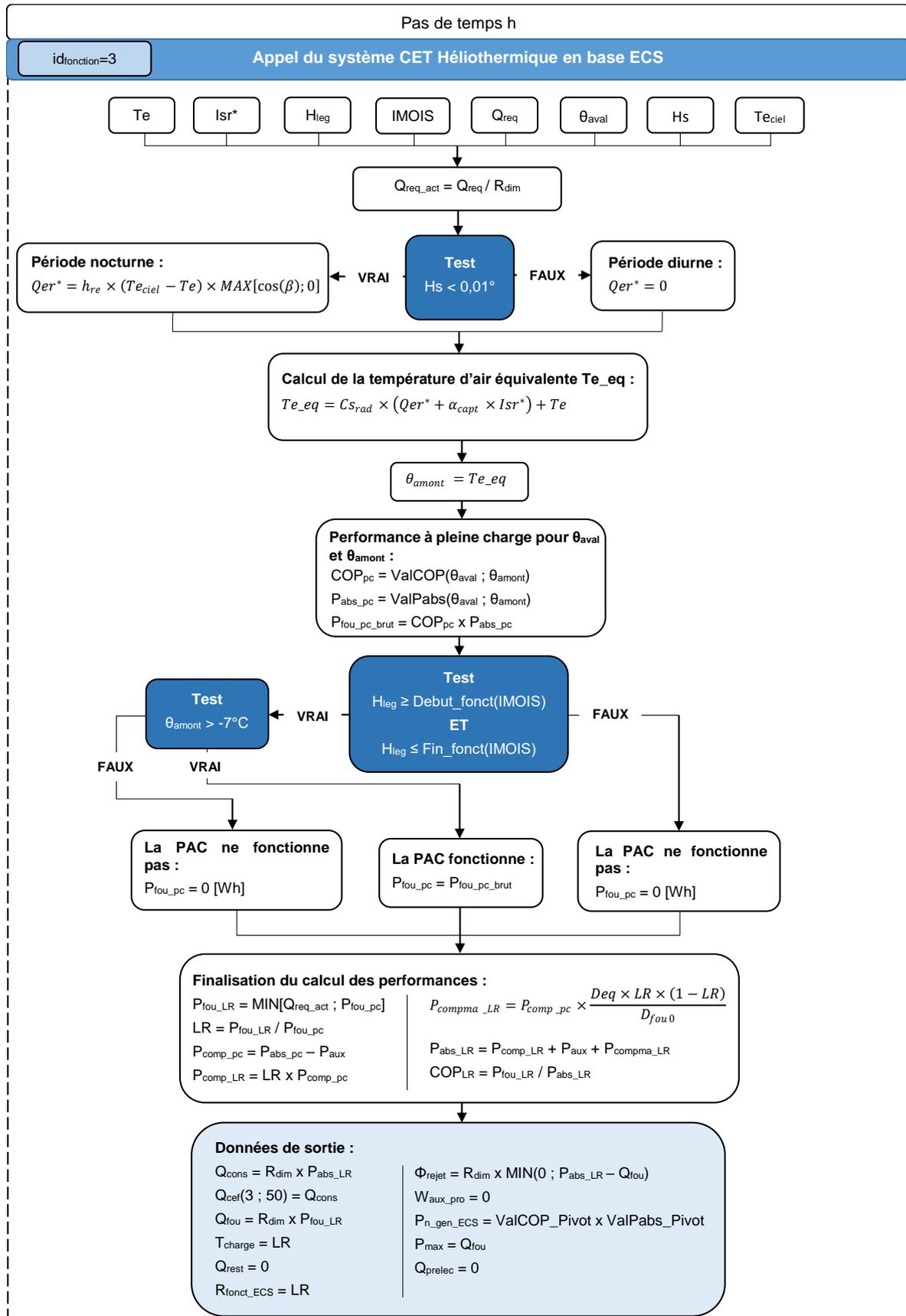
Pour  $z=1$  à 4 :

$$Pe_z = U_z \times (T_z(h) - T_{amb}) \quad (8)$$

$$Pe = \sum_{z=1}^4 Pe_z \quad (9)$$

### 3.3 ALGORITHME DE PRISE EN COMPTE AU PAS HORAIRE

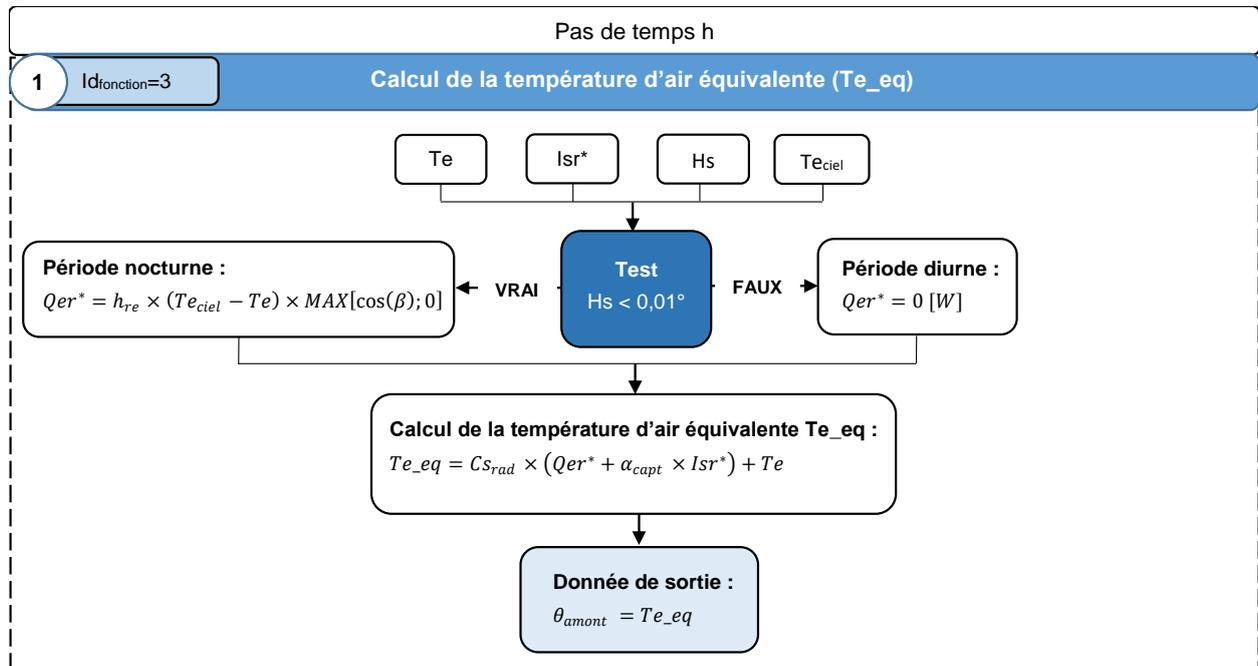
#### 3.3.1 CET HÉLIOTHERMIQUE (TYPE\_SYSTEME = 0)



### 3.3.2 PAC DOUBLE SERVICE HÉLIOTHERMIQUE (TYPE\_SYSTEME = 1)

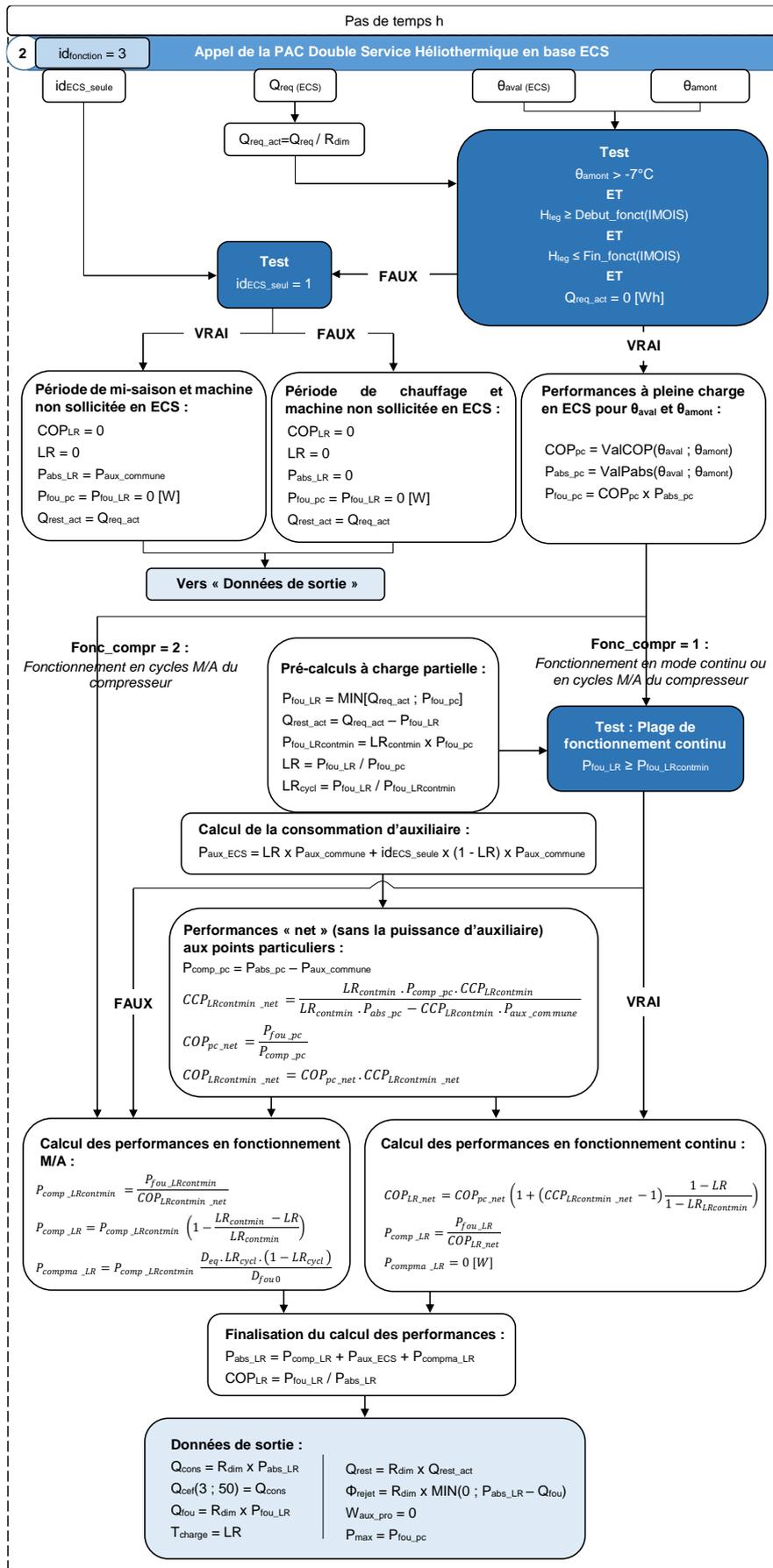
#### 3.3.2.1 Système sans ballon de stockage tampon pour le chauffage (Ind\_Stockage = 0)

##### 3.3.2.1.1 Étape 1 : calcul de la température d'air équivalente (Te\_eq)



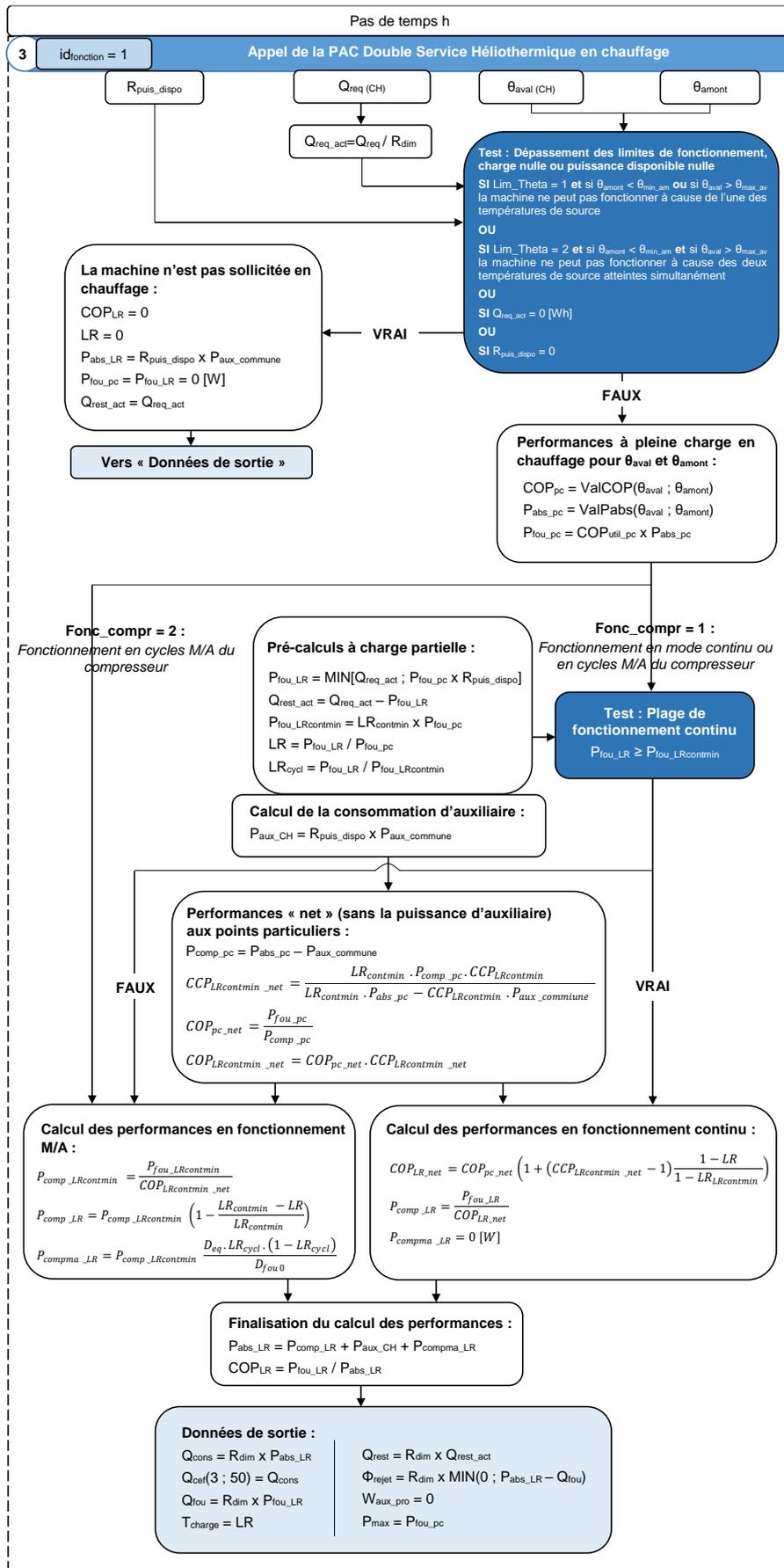
### 3.3.2.1.1

## Étape 2 : calcul de la production d'ECS



### 3.3.2.1.1

## Étape 3 : calcul de la production chauffage

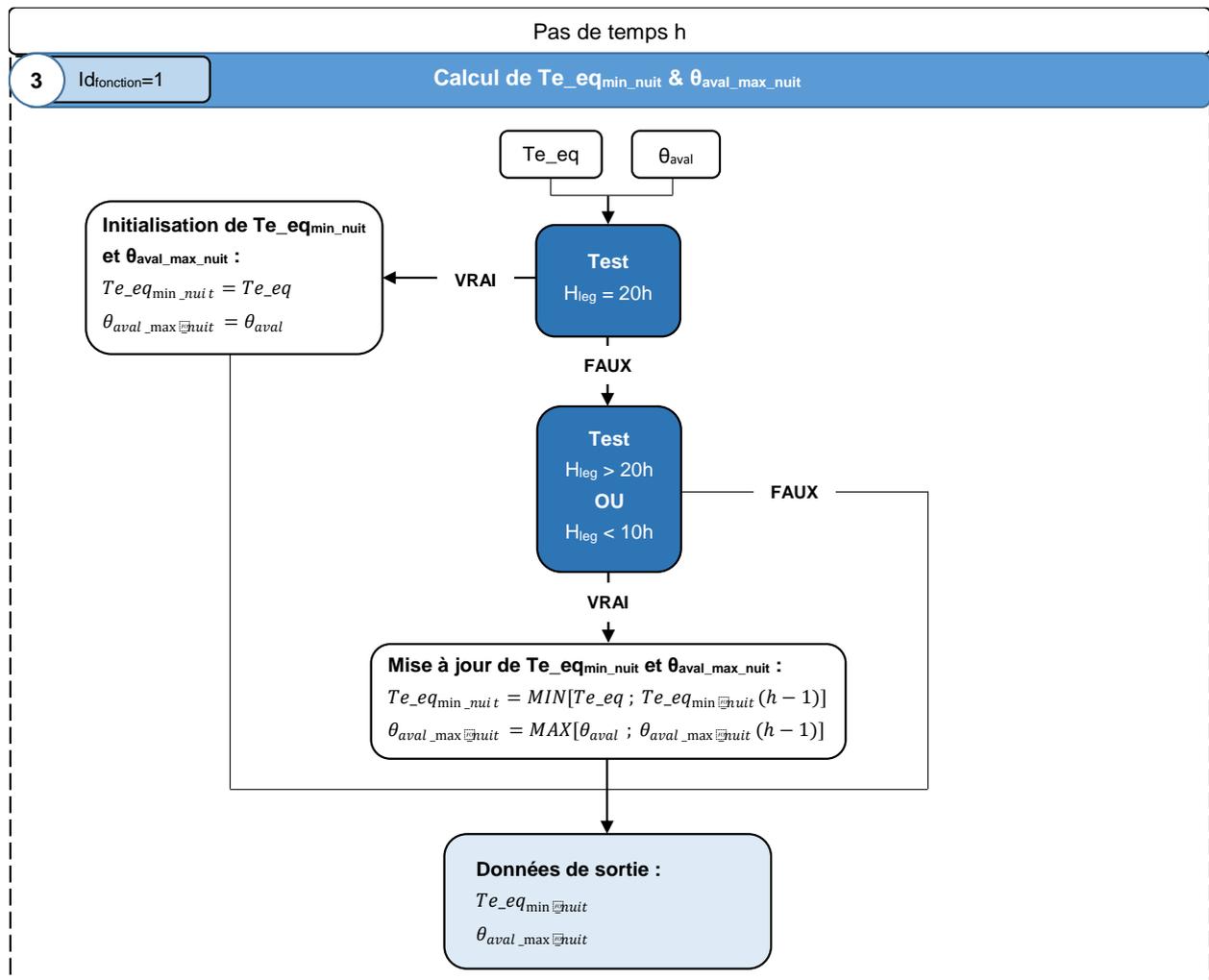


### 3.3.2.2 Système avec ballon de stockage tampon pour le chauffage (Ind Stockage = 1)

Dans le cas où le système comprend un ballon de stockage tampon, les Étapes 1 et 2 décrites précédemment restent strictement identiques, c'est pourquoi elles ne sont pas de nouveau détaillées dans cette partie.

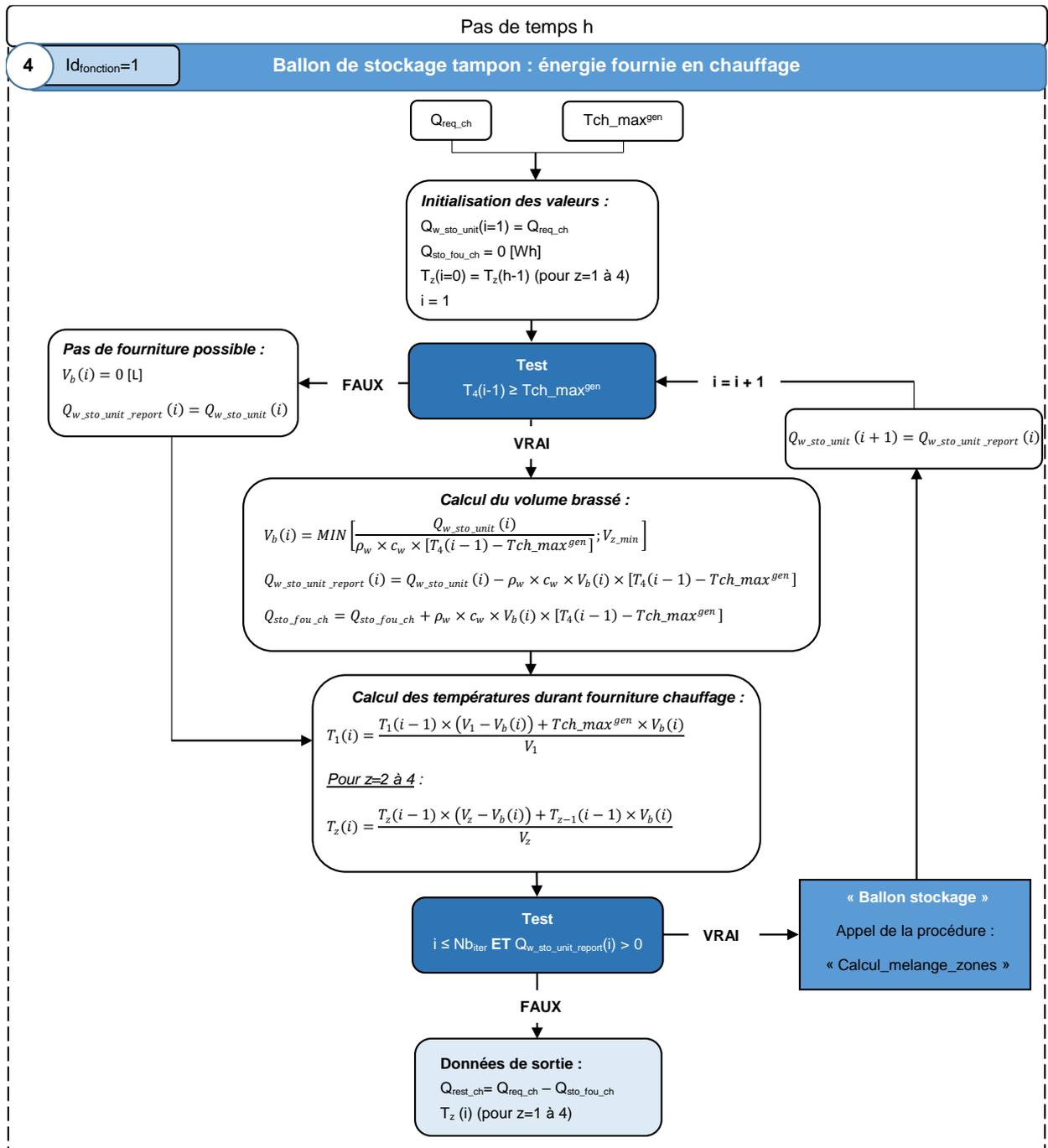
L'Étape 3 est **remplacée** par le calcul de  $Te_{eq_{min\_nuit}}$  et  $\theta_{aval\_max\_nuit}$  et complétée par les Étapes 4 à 9. Ces étapes sont détaillées ci-après.

#### 3.3.2.2.1 Étape 3 : calcul de $Te_{eq_{min\_nuit}}$ et $\theta_{aval\_max\_nuit}$



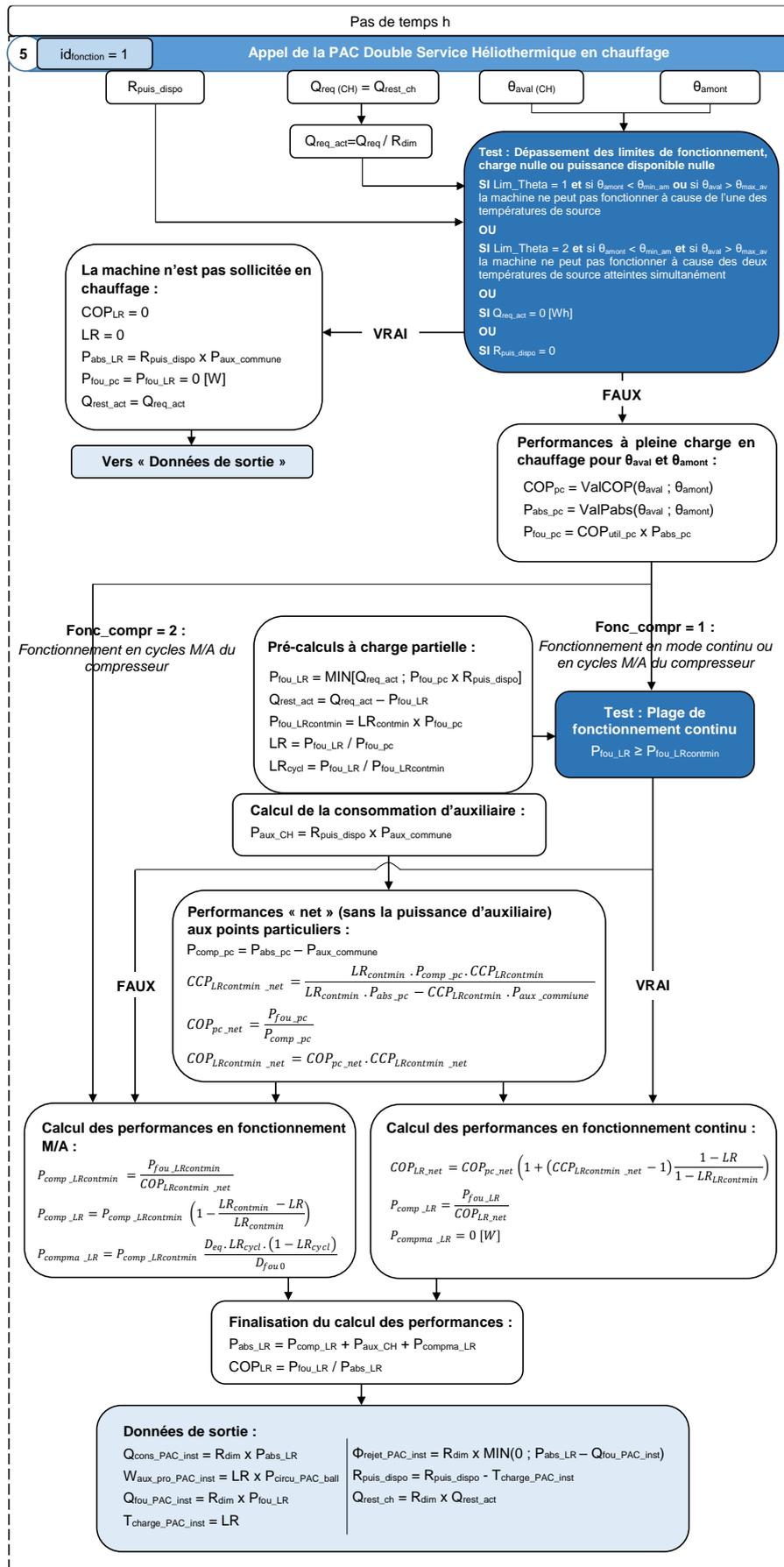
### 3.3.2.2.1

## Étape 4 : calcul de l'énergie fournie en chauffage par le ballon de stockage tampon



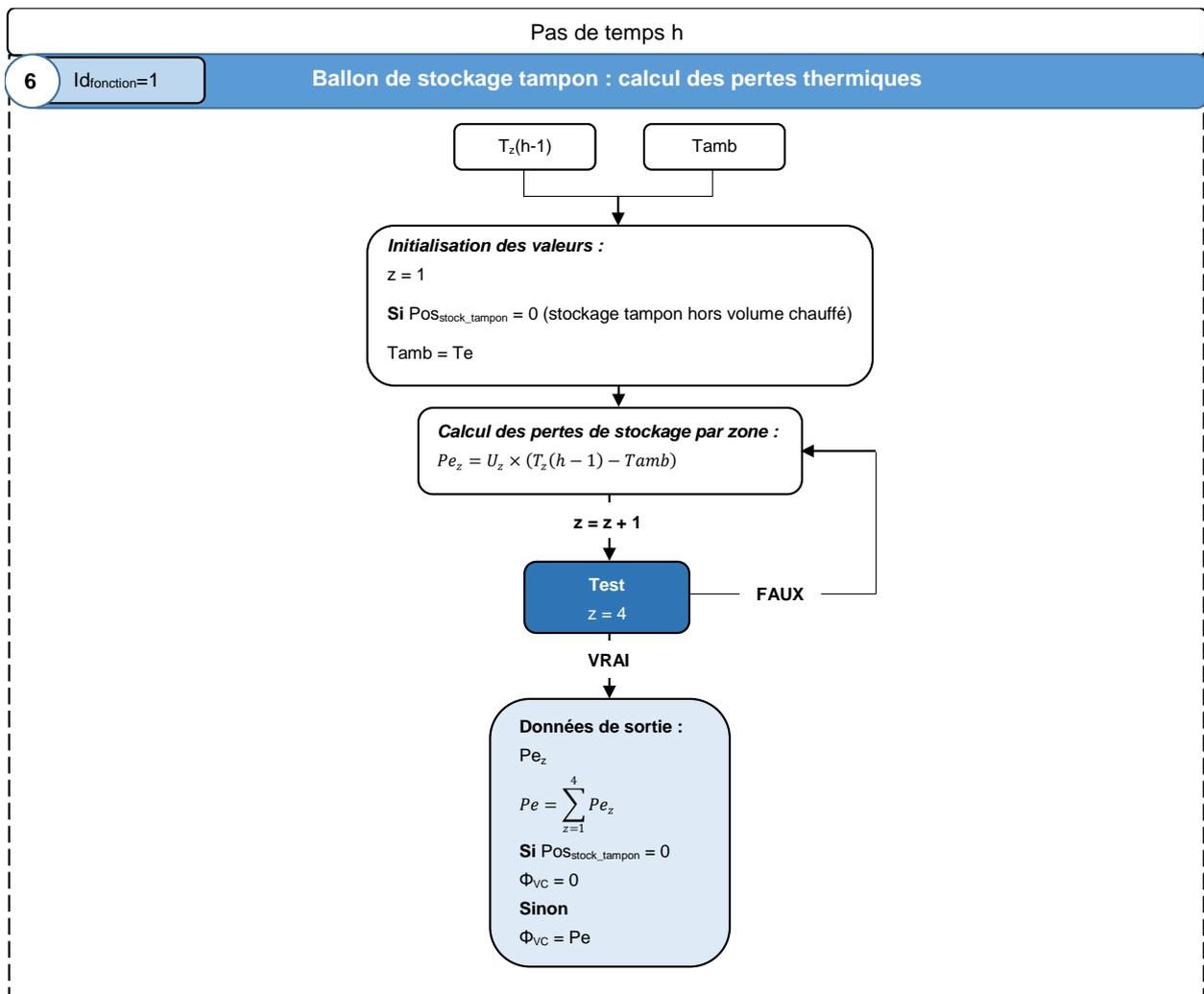
### 3.3.2.2.1

## Étape 5 : calcul de l'énergie fournie instantanément par la PAC en chauffage



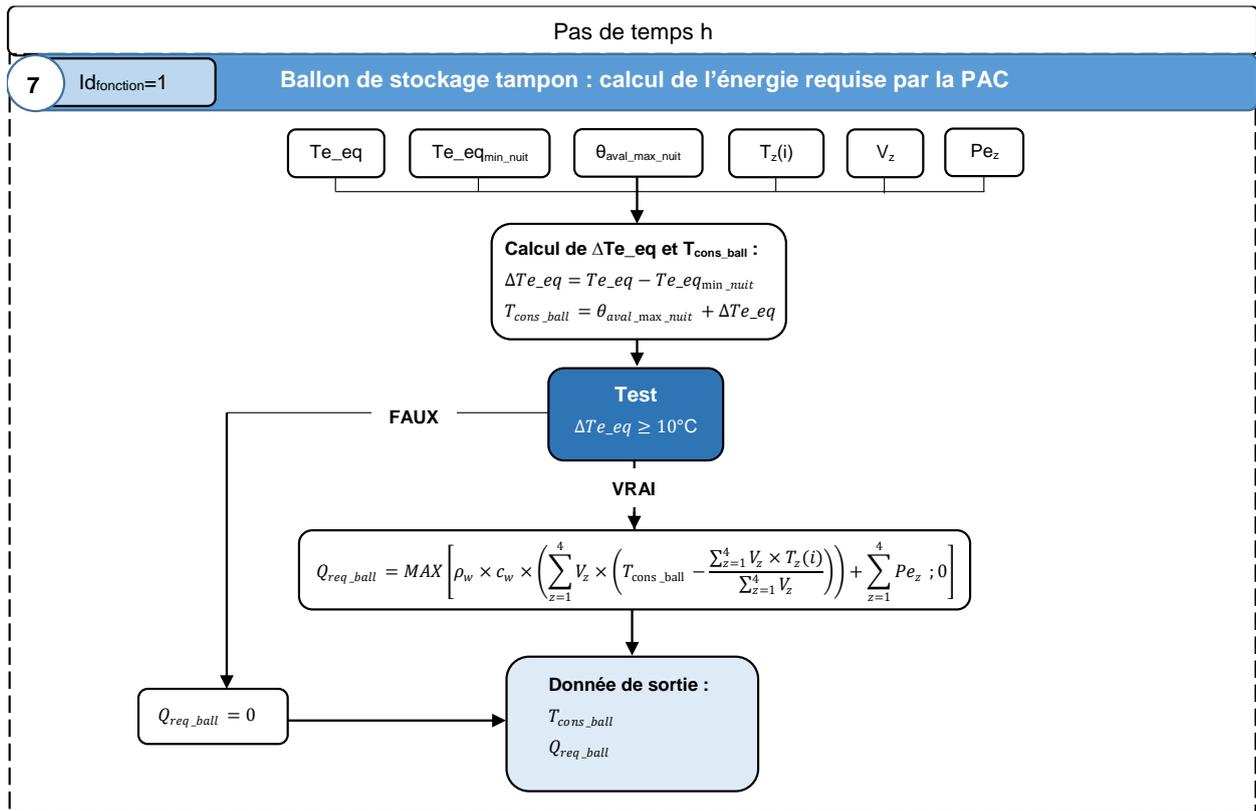
## 3.3.2.2.1

## Étape 6 : calcul des pertes thermiques du ballon de stockage tampon

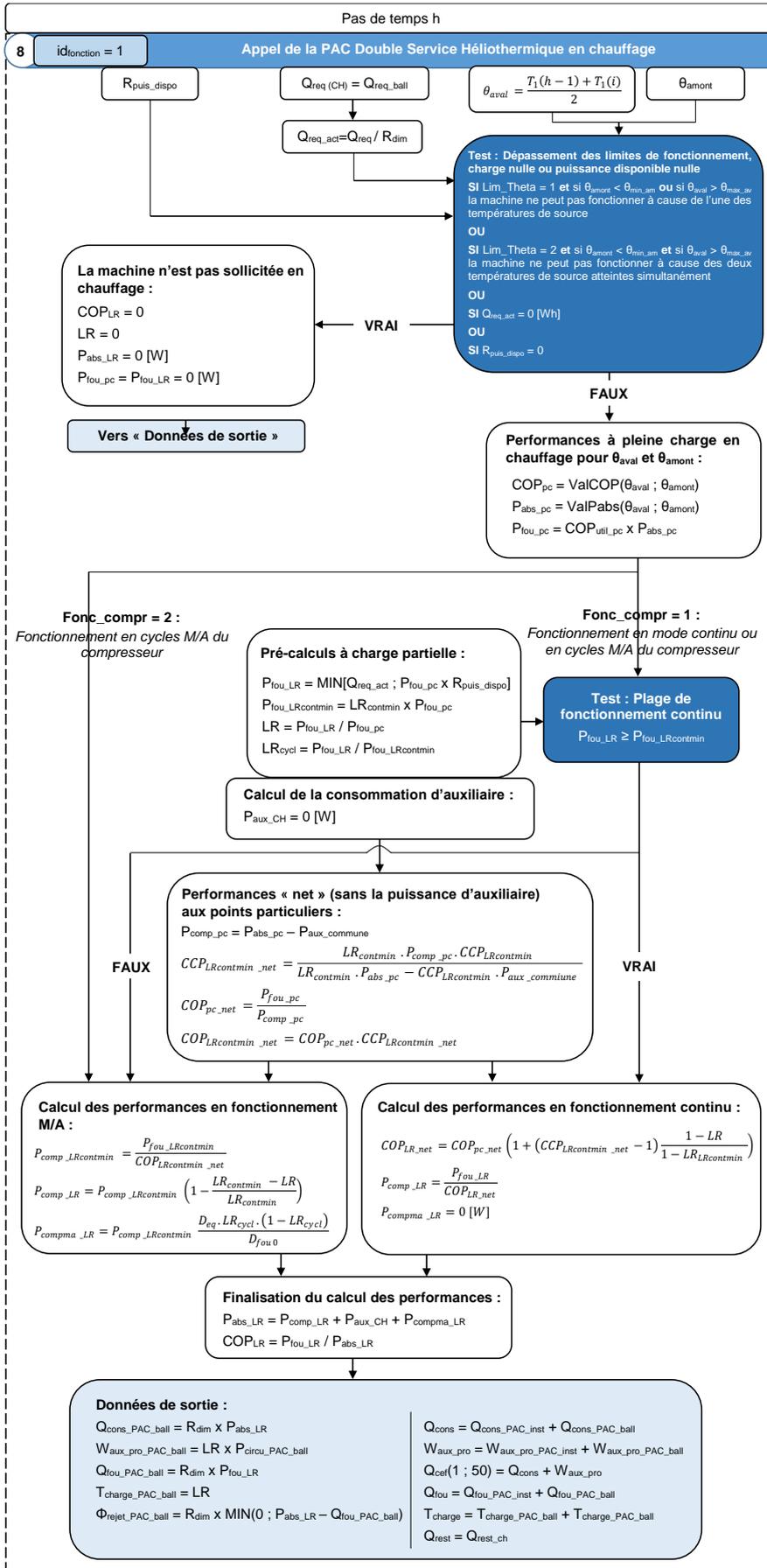


3.3.2.2.2  
tampon

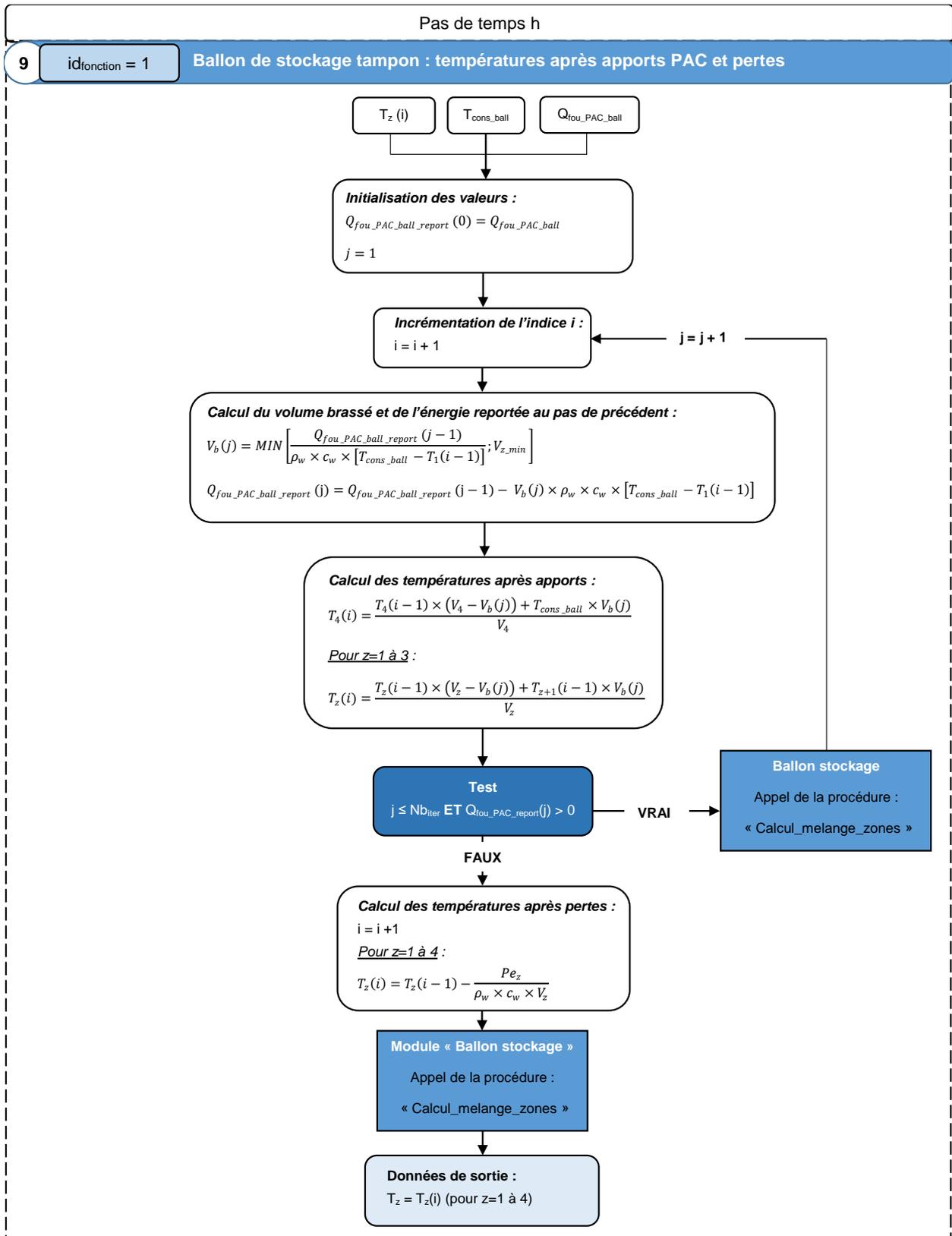
Étape 7 : calcul de l'énergie requise à fournir par la PAC au ballon de stockage



### **3.3.2.2.1      Étape 8 : calcul de l'énergie fournie par la PAC au ballon de stockage tampon**



### 3.3.2.2.2 Étape 9 : calcul des températures du ballon de stockage tampon après apports PAC et pertes



### 3.4 PROCÉDURE D'APPLICATION

#### 3.4.1 PRODUCTION STOCKAGE

Avant de saisir le système CET Héliothermique ou PAC Double Service Héliothermique, l'utilisateur devra intégrer à la génération une production stockage ayant les caractéristiques suivantes :

- 1) *Fonction du générateur* : ECS (Id\_Fou\_Sto=3),
- 2) *Indice de priorité en ECS* : selon projet (Idpriorite\_Ecs),
- 3) *Type de stockage* : Base sans appoint (Type\_prod\_stockage=0),
- 4) *Nombre d'assemblage strictement identique* : selon projet (nb\_assembl),
- 5) *Volume total du ballon* : selon projet (V\_tot),
- 6) *Choix du type de valeur pour le coefficient de perte thermique du ballon* :
  - Si valeur justifiée : Valeur\_Certifiee\_Justifiee =1,
  - Si valeur certifiée : Valeur\_Certifiee\_Justifiee =2.
- 7) *Coefficient de pertes thermiques du ballon* : suivant sortie de l'outil IdCET (UA\_S)
- 8) *Température maximale du ballon* : 90°C (Theta\_Max),
- 9) *Type de gestion du thermostat du ballon de stockage d'ECS* : Chauffage permanent (type\_gest\_th\_base=0),
- 10) *Choix du type de valeur pour l'hystérésis du ballon* : Valeur par défaut (Statut\_Delta\_Theta\_Base=2),
- 11) *Hauteur (relative) de l'échangeur du générateur de base* : 0,
- 12) *Numéro de la zone qui contient le système de régulation de la base* : 1 (z\_reg\_base)

Ces caractéristiques sont fixées conformément à la fiche d'application « Saisie des chauffe-eau thermodynamiques à compression électrique » en vigueur.

### 3.4.2 SOURCE BALLON BASE DE TYPE CET HELIOTHERMIQUE (TYPE\_SYSTEME = 0)

Les caractéristiques à renseigner par l'utilisateur sont les suivantes :

➤ Données générales :

- 1) *Nom du composant* : selon projet (Name),
- 2) *Type de système modélisé* : CET (Type\_Systeme = 0),

➤ Implantation des capteurs héliothermiques :

- 1) *Orientation des capteurs sous forme d'angle* : selon projet ( $\alpha$ ),
- 2) *Inclinaison des capteurs héliothermiques* : selon projet ( $\beta$ ),

➤ Fonction ECS :

- 1) *La valeur du COP pivot est une donnée* : selon projet (Statut\_Performances\_Ecs),
- 2) *Valeur pivot du COP à +7/45°C* : suivant sortie de l'outil IdCET (COP\_pivot\_Ecs),
- 3) *Valeur pivot de la puissance électrique absorbée à +7/45°C* : suivant sortie de l'outil IdCET (Pabs\_pivot\_Ecs),
- 4) *Statut du Taux* : selon projet (Statut\_Taux\_Ecs),
- 5) *Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale* : selon projet (Taux\_Ecs).

### 3.4.3 SOURCE BALLON BASE DE TYPE PAC DOUBLE SERVICE HELIOTHERMIQUE (TYPE\_SYSTEME = 1)

Les caractéristiques à renseigner par l'utilisateur sont les suivantes :

➤ Données générales :

- 1) *Nom du composant* : selon projet (Name),
- 2) *Type de système modélisé* : PAC Double Service (Type\_Systeme = 1),

➤ Implantation des capteurs héliothermiques :

- 1) *Orientation des capteurs sous forme d'angle* : selon projet ( $\alpha$ ),
- 2) *Inclinaison des capteurs héliothermiques* : selon projet ( $\beta$ ),

➤ Fonction ECS :

- 1) *La valeur du COP pivot est une donnée* : selon projet (Statut\_Performances\_Ecs),
- 2) *Valeur pivot du COP à +7/45°C* : suivant sortie de l'outil IdCET (COP\_pivot\_Ecs),
- 3) *Valeur pivot de la puissance électrique absorbée à +7/45°C* : suivant sortie de l'outil IdCET (Pabs\_pivot\_Ecs),
- 4) *Choix du type d'horloge* : selon projet (Type\_horloge),

➤ Fonction chauffage :

- 1) *Indicateur d'existence d'un ballon de stockage tampon* : selon projet (Ind\_Stockage),
- 2) *Position du ballon de stockage tampon (si Ind\_Stockage=1)* : selon projet (Pos\_stock\_tampon),
- 3) *Volume total du stockage tampon (si Ind\_Stockage=1)* : selon projet (Vtot),
- 4) *Statut de la valeur UA (si Ind\_Stockage=1)* : selon projet (Statut\_UA),
- 5) *Coefficient de pertes thermiques du stockage (si Ind\_Stockage=1 & Statut\_UA≠2)* : selon projet (UA),
- 6) *Puissance du circulateur pour le circuit primaire dans le cas où il existe un ballon tampon pour le chauffage (entre PAC et ballon tampon, si Ind\_Stockage=1)* : selon projet (Pcircu\_PAC\_ball),
- 7) *Existence de valeurs certifiées ou mesurées* : selon projet (Statut\_Donnee\_Ch),
- 8) *Valeur des températures aval (si Statut\_Donnee\_Ch=1)* : selon projet (Theta\_Aval\_Ch),
- 9) *Valeurs des températures amont (si Statut\_Donnee\_Ch=1)* : selon projet (Theta\_Amont\_Ch),
- 10) *Matrice de performance (si Statut\_Donnee\_Ch=1)* : selon projet (Performance\_Ch),
- 11) *Matrice de puissance électrique absorbée (si Statut\_Donnee\_Ch=1)* : selon projet (Pabs\_Ch),
- 12) *Matrice des indicateurs de certification (1) ou de justification (2) (si Statut\_Donnee\_Ch=1)* : selon projet (COR\_Ch),
- 13) *Statut de la valeur pivot (si Statut\_Donnee\_Ch=2)* : selon projet (Statut\_Val\_Pivot\_Ch),

- 14) *Valeur pivot déclarée de la performance (si Statut\_Donnee\_Ch=2 & Statut\_Val\_Pivot\_Ch=1) :* selon projet (Val\_Cop\_Ch),
- 15) *Valeur pivot déclarée de la puissance absorbée (si Statut\_Donnee\_Ch=2) :* selon projet (Val\_Pabs\_Ch),
- 16) *Limite de température des sources :* selon projet (Lim\_Theta\_Ch),
- 17) *Température maximale aval (si Lim\_Theta\_Ch = 1 ou 2) :* selon projet (Theta\_Max\_Av\_Ch),
- 18) *Température minimale amont (si Lim\_Theta\_Ch = 1 ou 2) :* selon projet (Theta\_Min\_Am\_Ch),
- 19) *Statut de la définition des performances à charge partielle :* selon projet (Statut\_Fonct\_Part\_Ch),
- 20) *Type de fonctionnement du compresseur (si Statut\_Fonct\_Part\_Ch=1) :* selon projet (Fonctionnement\_Compresseur\_Ch),
- 21) *Statut des valeurs utilisées pour paramétrer le fonctionnement continu (si Statut\_Fonct\_Part\_Ch=1 & Fonctionnement\_Compresseur\_Ch=1) :* selon projet (Statut\_Fonctionnement\_Continu\_Ch),
- 22) *Taux minimal de charge en fonctionnement continu (si Statut\_Fonct\_Part\_Ch=1 & Fonctionnement\_Compresseur\_Ch=1 & Statut\_Fonctionnement\_Continu\_Ch≠2) :* selon projet (LRcontmin\_Ch),
- 23) *Correction de performance en fonction de la charge LRcontmin (si Statut\_Fonct\_Part\_Ch=1 & Fonctionnement\_Compresseur\_Ch=1 & Statut\_Fonctionnement\_Continu\_Ch≠2) :* selon projet (CCP\_LRcontmin\_Ch),
- 24) *Statut du Taux en chauffage :* selon projet (Statut\_Taux\_Ch),
- 25) *Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale (si Statut\_Taux\_Ch≠2) :* selon projet (Taux\_Ch),
- 26) *Typologie du système d'émission :* selon projet (Typo\_Emetteur\_Ch).