

## A N N E X E

Modalités de prise en compte des systèmes « Heliopacsystem<sup>®</sup>, Heliopacsystem+<sup>®</sup> & Geopacsystem<sup>®</sup> » dans la réglementation thermique 2012

### 1. Définition des systèmes

Les systèmes Heliopacsystem<sup>®</sup>, Heliopacsystem+<sup>®</sup> et Geopacsystem<sup>®</sup> sont des systèmes thermodynamiques à compression électrique eau glycolée/eau ou eau/eau permettant d'assurer de manière centralisée l'une des fonctions suivantes:

- le préchauffage de l'ECS,
- la fonction double service,
- le chauffage seul,
- la production d'ECS avec « stratification dynamique »

Heliopacsystem<sup>®</sup> repose sur l'association entre une PAC Eau glycolée/Eau et un champ de capteurs solaires tubulaires non vitrés dans lequel circule l'eau glycolée.

Heliopacsystem+<sup>®</sup> correspond à une variante du système Heliopacsystem<sup>®</sup>. Son principe de fonctionnement est identique, la seule différence entre ces deux solutions se situe au niveau du champ de capteurs solaires qui est composé de panneaux non vitrés photovoltaïques et thermiques (PVT) au lieu des capteurs solaires tubulaires non vitrés, uniquement thermiques.

Geopacsystem<sup>®</sup> repose sur le même principe de fonctionnement qu'Heliopacsystem<sup>®</sup>. Ces systèmes se différencient au niveau de la source amont qui peut être de l'eau issue d'une nappe, d'un forage géothermique, de l'eau glycolée circulant dans des capteurs géothermiques verticaux ou horizontaux ou encore toute autre source d'eau tempérée.

#### **Fonction préchauffage de l'ECS :**

Dans cette configuration, le générateur est associé en tant que base à un élément de stockage avec appoint intégré ou séparé. Il assure uniquement le préchauffage de l'ECS, c'est-à-dire une montée en température inférieure à 55°C. La consigne de température peut être soit fixe, soit dynamique (en fonction de la période de l'année).

#### **Fonction double service :**

Pour cet assemblage, la PAC Eau/Eau est associée à un élément de stockage dont elle assure soit uniquement le préchauffage de l'ECS, soit la montée complète en température de l'ECS au niveau requis (55°C). Pour assurer la fonction chauffage, la PAC Eau/Eau est raccordée au circuit dédié en amont du générateur d'appoint.

#### **Fonction chauffage seul :**

Dans le cas où la PAC Eau/Eau assure uniquement la fonction chauffage, elle est raccordée au circuit de distribution en amont du générateur d'appoint.

#### **Fonction production d'ECS avec « stratification dynamique » :**

Le volume de stockage permet une séparation en deux zones distinctes de manière à assurer le principe de « stratification dynamique » en deux zones dites de « Stock » et « Stratégique », nécessaire au fonctionnement optimal du système : le système thermodynamique doit pouvoir alimenter chacune de ces zones. Le ou les ballons composant le stockage doivent être assemblés, connectés et régulés selon les modalités définies au niveau du présent arrêté.

Dans le cas où il y a un seul ballon composant le stockage, il doit y avoir quatre piquages : deux pour l'alimentation de la partie stratégique (délimitant la zone « Stratégique »), et deux permettant l'alimentation de la partie stock (délimitant la zone de « Stock »).

Un appoint est systématiquement associé au système et permet d'assurer la production de l'ECS pour les cas de températures amont extrêmes où la pompe à chaleur ne peut pas fonctionner. Cet appoint doit être positionné au niveau du premier tiers supérieur de la zone « Stratégique » (faux=0,33).

## 2. Domaine d'application

Le champ d'application de la présente méthode s'étend à tout type de bâtiment soumis à la réglementation thermique 2012.

## 3. Méthode de prise en compte

### **Fonction préchauffage de l'ECS et double service:**

Suivant le dimensionnement du système, le composant « Heliopacsystème<sup>®</sup>DS » peut être intégré en tant que base au sein d'un des assemblages suivants :

- « Assemblage ballon base avec échangeur et appoint intégré »,
- « Assemblage ballon base avec échangeur et avec appoint ballon séparé »,
- « Assemblage ballon base plus appoint séparé instantané »,

### **Fonction chauffage seul:**

Le composant propre « Heliopacsystème<sup>®</sup>SS » s'intègre en tant que « Moteur\_Générateur\_Extension ».

### **Fonction production d'ECS avec « stratification dynamique » :**

L'algorithme de calcul se compose d'un assemblage « Production stockage » gérant l'appel des procédures intégrées aux 3 différents modules dénommés :

- « Ballons stockage »,
- « Boucle solaire »,
- « PAC »

Les étapes de calcul de cet assemblage (schématisées §3.3.3 de la présente annexe) s'appuient sur celles mises en œuvre dans la méthode de calcul Th-BCE 2012 pour la modélisation d'une production d'ECS avec stockage de type « Ballon base échangeur avec appoint séparé dans ballon » (§11.19, p1034 de la méthode Th-BCE 2012). Elles ont été adaptées de manière à prendre en compte les spécificités liées au principe de fonctionnement par « stratification dynamique » :

- Le générateur thermodynamique assure la charge du ou des ballons de stockage, « Stock » et « Stratégique », avec priorité à la charge du ballon « Stratégique ».
- L'appoint assure uniquement la charge du dernier tiers du ballon « Stratégique ».

La modélisation des systèmes Heliopacsystème<sup>®</sup> ou Geopacsystème<sup>®</sup> se distingue au niveau des étapes 4 à 6 (dénommées G4 à G6 pour Geopacsystème<sup>®</sup>). Les autres séquences de calcul sont par ailleurs strictement identiques.

Les étapes de calcul externes à l'extension dynamique, c'est-à-dire opérées par d'autres modules internes au moteur Th-BCE 2012 sont repérées sur les schémas ci-dessous par un fond **vert**. Celles internes à l'extension dynamique sont quant à elles repérées par un fond **bleu**.

## 3.1 FONCTION PRECHAUFFAGE DE L'ECS ET DOUBLE SERVICE

### 3.1.1 NOMENCLATURE DU MODÈLE

#### 3.1.1.1 Module « Boucle Solaire »

<b>Entrées<sup>1</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>2</sup></b>	<b>Def<sup>3</sup></b>
$T_{sortie\_PAC}(h-1)$	Température d'eau glycolée en sortie de PAC (côté évaporateur) au pas de temps précédent	°C	-	-
$Isr^*(h)$	Irradiance (ensoleillement) sur le plan des capteurs	W/m <sup>2</sup>	-	-
$V_{vent}(h)$	Vitesse du vent	m/s	-	-
$Te(h)$	Température extérieure d'air sec	°C	-	-
$Te_{ciel}(h)$	Température du ciel	°C	-	-
$Hs(h)$	Gamma : hauteur angulaire du soleil au-dessus de l'horizon	°	[-90;90]	-
$As(h)$	Azimut du soleil	°	[-180;180]	-
<b>Paramètres du module<sup>4</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>5</sup></b>	<b>Def</b>
$Alpha$	Orientation des capteurs solaires sous forme d'angle (0° : Sud ; 90° : Ouest ; 180° : Nord ; 270° : Est)	°	[0;360]	-
$Beta$	Inclinaison des capteurs solaires (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale)	°	[0;90]	-
$S_{capteur}$	Superficie totale de capteurs solaires (superficie d'entrée)	m <sup>2</sup>	[0;+∞[	-
$Rat_{capt\_masq}$	Pourcentage de la surface totale de capteurs masquée en permanence (ex : capteurs Solerpool superposés)	%	[0;100]	-

<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

<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.).

$U_e$	Coefficient de pertes thermiques de la tuyauterie vers l'extérieur	W/K	[0 ; +∞[	-
$K_\theta$	Facteur d'angle d'incidence	-	[0;1]	-
$\eta_0$	Rendement optique du capteur	-	[0;2]	-
$bu$	Coefficient de dépendance au vent du rendement optique	s/m	[0; +∞[	-
$b_1$	Coefficient de pertes du premier ordre du capteur	W/(m <sup>2</sup> .K)	[0; +∞[	-
$b_2$	Coefficient de pertes du second ordre du capteur	W.s/(m <sup>3</sup> .K)	[0; +∞[	-
$P_{circu\_prim}$	Puissance du circulateur de la boucle solaire (entre PAC et capteurs)	W	[0; +∞[	-

## Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$T_{entree\_PAC}(h)$	Température en entrée de la PAC	°C	-	-

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

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Q_{er}^*(h)$	Densité de flux de chaleur des capteurs vers la voûte céleste	W/m <sup>2</sup>	-	-
$DV_{boucle\_sol}$	Débit volumique d'eau glycolée circulant au niveau de la boucle solaire	L/h	[0 ; +∞[	-
$T_{entree\_capteur}(h)$	Température en entrée des capteurs	°C	-	-
$T_{sortie\_capteur}(h)$	Température en sortie des capteurs	°C	-	-
$T_{sortie\_boucle\_sol}(h)$	Température en sortie de boucle solaire	°C	-	-

## Constantes<sup>7</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$\rho_{wg}$	Masse volumique de l'eau glycolée	kg/L	-	1,039
$c_{wg}$	Capacité calorifique massique de l'eau glycolée	Wh/(kg.K)	-	1,038
$h_{re}$	Coefficient d'échange radiatif entre les capteurs et le ciel	W/m <sup>2</sup> .K	-	5,5

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

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

### 3.1.1.2 Module « PAC »

<b>Entrées<sup>8</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>9</sup></b>	<b>Def<sub>10</sub></b>
$\theta_{amont}(h)$	Température de la source amont	°C	-	-
$\theta_{aval}(h)$	Température de la source aval	°C	-	-
$Q_{req}(h)$	Demande en énergie pour un poste donné calculée au niveau de la génération.	Wh	-	-
<i>IMOIS</i>	Numéro du mois	Ent.	[1;12]	-
	(Voir nomenclature du module « Boucle solaire »)			

<b>Paramètres du module<sup>11</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>12</sup></b>	<b>Def</b>
$R_{dim}$	Nombre de Solerpac identiques associées au stockage	Ent.	[1; +∞[	-
<i>Fonct_Systeme</i>	Fonctions assurées par le système : 0:ECS 1:Chauffage et ECS	Ent.	[0;1]	-
$T_{cons\_hiver}$	Température de consigne de chauffe de l'ECS en période hivernale (Janvier à Avril & Octobre à Décembre)	°C	[30;55]	-
$T_{cons\_ete}$	Température de consigne de chauffe de l'ECS en période estivale (Mai à Septembre)	°C	[30;55]	-
<i>Statut_Performances</i>	Statut des performances de la PAC : 0 : Certifié 1 : Justifié 2 : Déclaré 3 : Par défaut	Ent.	[0;3]	-
$COP\_pivot$	Valeur pivot du COP à +10/45°C	-	[0;+∞[	-
$Pabs\_pivot$	Valeur pivot de la puissance électrique absorbée à +10/45°C	kW	[0;+∞[	-

<sup>8</sup> Valeurs opérées par d'autres modules

<sup>9</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>10</sup> Valeur par défaut

<sup>11</sup> Rentrés par l'utilisateur

<sup>12</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>COP_10_65</i>	Valeur du COP à +10/65°C	-	[0;+∞[	-
<i>Pabs_10_65</i>	Valeur de la puissance électrique absorbée à +10/65°C	kW	[0;+∞[	-
<i>Typo_Emetteur_Ch</i>	Typologie du système d'émission pour le chauffage	Ent.	[1; 4]	-
<i>Statut_Taux</i>	Statut du Taux	Ent.	[0; 2]	-
<i>Taux</i>	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale	Réel	[0;1]	-
<i>Pcircu_second</i>	Puissance du circulateur pour le circuit secondaire (entre PAC et stockage)	W	[0;+∞[	-

## Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
<i>Q<sub>fou</sub></i>	Énergie totale effectivement fournie par les générateurs de base et d'appoint.	Wh	[0;+∞[	-
<i>Q<sub>cons</sub></i>	Consommation horaire du générateur en énergie finale.	Wh	[0;+∞[	-
<i>Q<sub>rest</sub></i>	Énergie restant à fournir (dépassant la puissance maximale du générateur)	Wh	[0;+∞[	-
<i>{Q<sub>ceff(fonct.;en.)}</sub>}</i>	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;+∞[	-
<i>Φ<sub>rejet</sub></i>	Énergie rejetée par le générateur	Wh	[0;+∞[	-
<i>T<sub>charge</sub></i>	Taux de charge du générateur	Réel	[0;1]	-
<i>W<sub>aux_pro</sub></i>	Consommation des auxiliaires du générateur	Wh	[0;+∞[	-
<i>Q<sub>pr_elec</sub></i>	Production électrique du générateur	Wh	[0;+∞[	0
<i>T<sub>sortie_PAC</sub></i>	Température d'eau glycolée en sortie de PAC (côté évaporateur) au pas de temps courant	°C	]-∞;+∞[	-

## Variables internes<sup>13</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
<i>ValCOP_10_55</i>	Valeur du COP à +10/55°C interpolée entre la valeur pivot et la valeur à +10/65°C	-	[0;+∞[	-
<i>ValPabs_10_55</i>	Valeur de la puissance absorbée à +10/55°C interpolée entre la valeur pivot et la valeur à +10/65°C	kW	[0;+∞[	-

<sup>13</sup> Variables utilisées uniquement dans le module courant.

$ValCOP(\theta_{amont}; \theta_{aval})$	Méthode d'interpolation du COP au couple $\theta_{amont} / \theta_{aval}$	-	-	-
$ValPabs(\theta_{amont}; \theta_{aval})$	Méthode d'interpolation de la puissance absorbée au couple $\theta_{amont} / \theta_{aval}$	-	-	-
$Tcons(IMOIS)$	Tableau définissant les températures de consigne de chauffe de l'ECS en fonction du mois de l'année	°C	[30;55]	-
$Q_{req\_Tcons}$	Energie requise équivalente à la température Tcons	Wh	[0;+∞[	-
$P_{aux}(h)$	Puissance des auxiliaires	Wh	[0;+∞[	-
$Fonc\_compr$	1 : Fonctionnement en mode continu du compresseur ou en cycles marche arrêt 2 : Fonctionnement en cycles marche arrêt du compresseur  (Voir fiche algorithme §10.21 de la méthode Th-BCE 2012)	Ent.	[1;2]	2

### Constantes<sup>14</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$COP\_util\_max$	Valeur utile maximale du COP utilisée pour déterminer le COP pivot si le statut des performances est « Déclaré » ou « Par défaut »	-	-	3,4
$Theta_{min\_am}$	Température minimale amont en dessous de laquelle la machine ne peut fonctionner	°C	-	-10
$Theta_{max\_am}$	Température maximale amont au delà de laquelle la machine ne peut fonctionner	°C	-	75

<sup>14</sup> Constantes (ex: chaleur spécifique de l'eau) et conventions.

### 3.1.2 DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

#### 3.1.2.1 Initialisation des paramètres de calcul

##### 3.1.2.1.1 Module « Boucle solaire »

###### 3.1.2.1.1.1 Débit d'eau glycolée $Dv_{boucle\_sol}$

Le débit d'eau glycolée  $Dv_{boucle\_sol}$  (L/h) circulant au niveau de la boucle solaire dépend du nombre de Solerpac associé au stockage ( $R_{dim}$ ) :

$$Dv_{boucle\_sol} = (R_{dim} + 1) \times 1000 \quad (1)$$

##### 3.1.2.1.2 Module « PAC »

###### 3.1.2.1.2.1 Statut des performances

Le statut des performances (COP\_pivot et COP\_10\_65) peut correspondre à l'un des quatre cas suivants :

- Certifié : les valeurs de COP saisies sont certifiées par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17065 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base de la norme NF EN 14511.
- Justifié : les valeurs de COP saisies sont justifiées par un essai par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation sur la base de la norme NF EN 14511 : les valeurs de calcul sont égales à 0.9 x valeur saisie.
- Déclaré : la valeur du COP pivot utilisée dans le calcul est égale à MIN[0,8 x valeur saisie ; COP\_util\_max].
- Par défaut : la valeur du COP pivot utilisée dans le calcul est égale à 0,8 x COP\_util\_max.

### 3.1.2.1.2.2 Matrice de performance

#### 1) Statut « Justifié » ou « Certifié »

La matrice de performance est construite conformément à la fiche d'application « Saisie des chauffe-eau thermodynamiques à compression électrique » du 3 juillet 2018. Elle se compose des points suivants :

		Matrice de performance				
Tretour		-5	0	10	20	50
Tdépart		-8	-3	7	17	47
$\theta_{\text{amont}} (\text{°C}) \rightarrow$		-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	5	Multiplication par $C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$		$COP_{\text{pivot}} \times C_{\text{nav\_COP}}(X;45)$	Multiplication par $C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$	
	15					
	25					
	35					
	45	$COP_{\text{pivot}} \times C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$	$COP_{\text{pivot}}$ (Saisie)	$COP_{\text{pivot}} \times C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$		
	55	$COP_{10\_55} \times C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$	$COP_{10\_55}$ (Interpolée)	$COP_{10\_55} \times C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$		
	65	$COP_{10\_65} \times C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$	$COP_{10\_65}$ (Saisie)	$COP_{10\_65} \times C_{\text{nam\_COP}}(X;8,5)$		

La valeur du COP à +10/55°C ( $Val\_COP_{10\_55}$ ) est interpolée à partir de la valeur pivot (+10/45°C) et de la valeur à +10/65°C :

$$COP_{10\_55} = 55 \times \frac{COP_{10\_65} - COP_{\text{pivot}}}{65 - 45} - \frac{COP_{10\_65} \times 45 - COP_{\text{pivot}} \times 65}{65 - 45} \quad (2)$$

Par défaut, l'arrêté du 12 juin 2013 (PAC eau glycolée/eau) définit une variation du COP de 2% par °C d'écart avec la température amont au point pivot. Le coefficient de correction à une température amont X°C est donc calculé de la manière suivante :

$$C_{\text{nam\_COP}}(X; 8,5) = 1 + 0,02 \times (X - 8,5) \quad (3)$$

De même pour la variation du COP en fonction de la température aval :

$$C_{\text{nav\_COP}}(X; 45) = 1 + 0,02 \times (45 - X) \quad (4)$$

Les coefficients de correction obtenus ainsi sont les suivants :

		Matrice de performance				
$\theta_{\text{aval}}$ (°C)	Tretour	-5	0	10	20	50
	Tdépart	-8	-3	7	17	47
	$\theta_{\text{amont}}$ (°C) →	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
	5			1,60		
	15			1,50		
	25			1,40		
	35			1,20		
	45	0,70	0,80	Pivot	1,20	1,80
55			Interpolée			
65			Saisie			

2) Statut « Déclaré » ou « Par défaut »

Dans ce cas, la matrice de performance est construite uniquement à partir de la valeur pivot. Les coefficients de correction utilisés sont les suivants :

		Matrice de performance				
$\theta_{\text{aval}}$ (°C)	Tretour	-5	0	10	20	50
	Tdépart	-8	-3	7	17	47
	$\theta_{\text{amont}}$ (°C) →	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
	5			1,60		
	15			1,50		
	25			1,40		
	35			1,20		
	45	0,70	0,80	Pivot	1,20	1,80
55			0,8			
65			0,6			

### 3.1.2.1.2.3 Matrice des puissances absorbées

#### 1) Statut « Justifié » ou « Certifié »

La matrice de performance est construite conformément à la fiche d'application « Saisie des chauffe-eau thermodynamiques à compression électrique » du 1er janvier 2015. Elle se compose des points suivants :

		Matrice des puissances absorbées				
Tretour		-5	0	10	20	50
Tdépart		-8	-3	7	17	47
$\theta_{\text{amont}} (\text{°C}) \rightarrow$		-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	5	Multiplication par $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$		Pabs_pivot x $C_{\text{nav\_Pabs}}(X;45)$	Multiplication par $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$	
	15					
	25					
	35					
	45	Pabs_pivot x $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$	Pabs_pivot (Saisie)	Pabs_pivot x $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$		
	55	Pabs_10_55 x $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$	Pabs_10_55 (Interpolée)	Pabs_10_55 x $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$		
	65	Pabs_10_65 x $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$	Pabs_10_65 (Saisie)	Pabs_10_65 x $C_{\text{nnam\_Pabs}}(X;8,5)$		

La valeur de la puissance absorbée à +10/55°C (Val\_Pabs\_10\_55) est interpolée à partir de la valeur pivot (+10/45°C) et de la valeur à +10/65°C :

$$P_{\text{abs\_10\_55}} = 55 \times \frac{P_{\text{abs\_10\_65}} - P_{\text{abs\_pivot}}}{65 - 45} - \frac{P_{\text{abs\_10\_65}} \times 45 - P_{\text{abs\_pivot}} \times 65}{65 - 45} \quad (5)$$

Par défaut, l'arrêté du 12 juin 2013 (PAC eau glycolée/eau) définit une variation de la puissance absorbée de 1% par °C d'écart avec la température amont au point pivot. Le coefficient de correction à une température amont X°C est donc calculé de la manière suivante :

$$C_{\text{nnam\_Pabs}}(X; 8,5) = 1 + 0,01 \times (X - 8,5) \quad (6)$$

De même pour la variation de la puissance absorbée en fonction de la température aval :

$$C_{\text{nav\_Pabs}}(X; 45) = 1 + 0,01 \times (45 - X) \quad (7)$$

Les coefficients de correction obtenus ainsi sont les suivants :

		Matrice des puissances absorbées				
Tretour		-5	0	10	20	50
Tdépart		-8	-3	7	17	47
$\theta_{\text{amont}} (\text{°C}) \rightarrow$		-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	5			1,40		
	15			1,30		
	25			1,20		
	35			1,10		
	45	0,80	0,90	Pivot	1,10	1,40
	55			Interpolée		
	65			Saisie		

## 2) Statut « Déclaré » ou « Par défaut »

Dans ce cas, la matrice de performance est construite uniquement à partir de la valeur pivot. Les coefficients de correction utilisés sont les suivants :

		Matrice des puissances absorbées				
	Tretour	-5	0	10	20	50
	Tdépart	-8	-3	7	17	47
	$\theta_{\text{amont}} (\text{°C}) \rightarrow$	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	5			1,40		
	15			1,30		
	25			1,20		
	35			1,10		
	45	0,80	0,90	Pivot	1,10	1,40
	55			0,9		
	65			0,8		

### 3.1.2.1.2.4 Température de consigne ECS

La température de consigne de chauffe de l'ECS, notée Tcons, est variable en fonction du mois de l'année (IMOIS). Le tableau ci-après donne la valeur utilisée dans le calcul :

IMOIS	Tcons (°C)
1 (Janvier)	Tcons_hiver
2 (Février)	Tcons_hiver
3 (Mars)	Tcons_hiver
4 (Avril)	Tcons_hiver
5 (Mai)	Tcons_ete
6 (Juin)	Tcons_ete
7 (Juillet)	Tcons_ete
8 (Août)	Tcons_ete
9 (Septembre)	Tcons_ete
10 (Octobre)	Tcons_hiver
11 (Novembre)	Tcons_hiver
12 (Décembre)	Tcons_hiver

Tcons\_hiver et Tcons\_ete sont des paramètres saisis par l'utilisateur.

### 3.1.2.1.2.5 Puissance des auxiliaires

La puissance des auxiliaires, Paux (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 :

$$P_{\text{aux}} = P_{\text{abs\_Pivot}} \times T_{\text{aux}} \quad (8)$$

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

- 1) Valeur certifiée : la valeur du Taux est entrée par l'utilisateur et utilisée telle quelle dans le calcul,

- 2) Valeur justifiée : la valeur du Taux est entrée par l'utilisateur et pénalisée de 10% dans le calcul,
- 3) Valeur par défaut : la valeur du Taux est prise égale à 0,02.

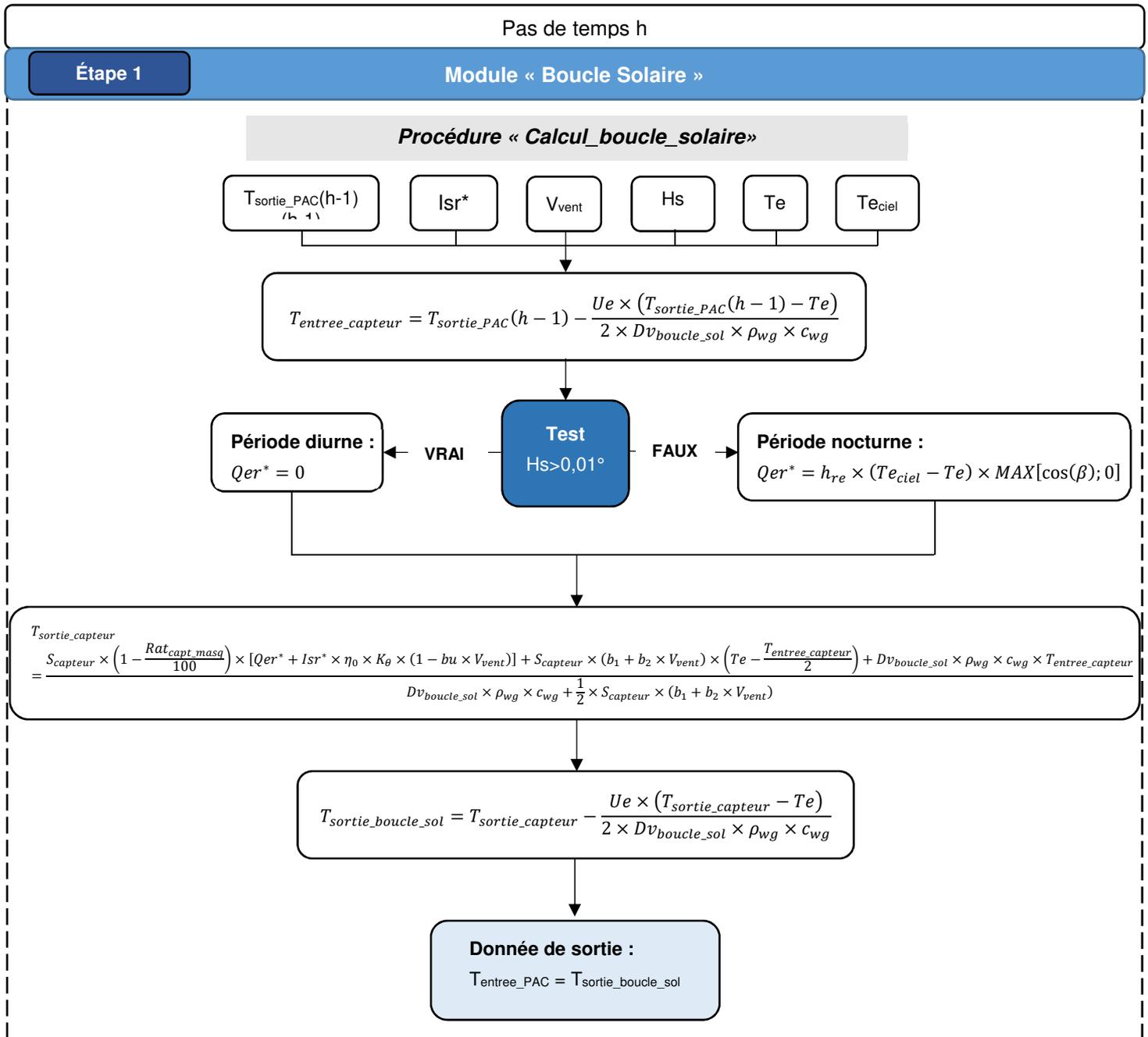
#### **3.1.2.1.2.6      *Température en sortie de PAC***

La température en sortie de PAC à h-1 pour le premier pas de temps est considérée égale à la température extérieure :

$$T_{sortie\_PAC}(h - 1) = T_e \quad (9)$$

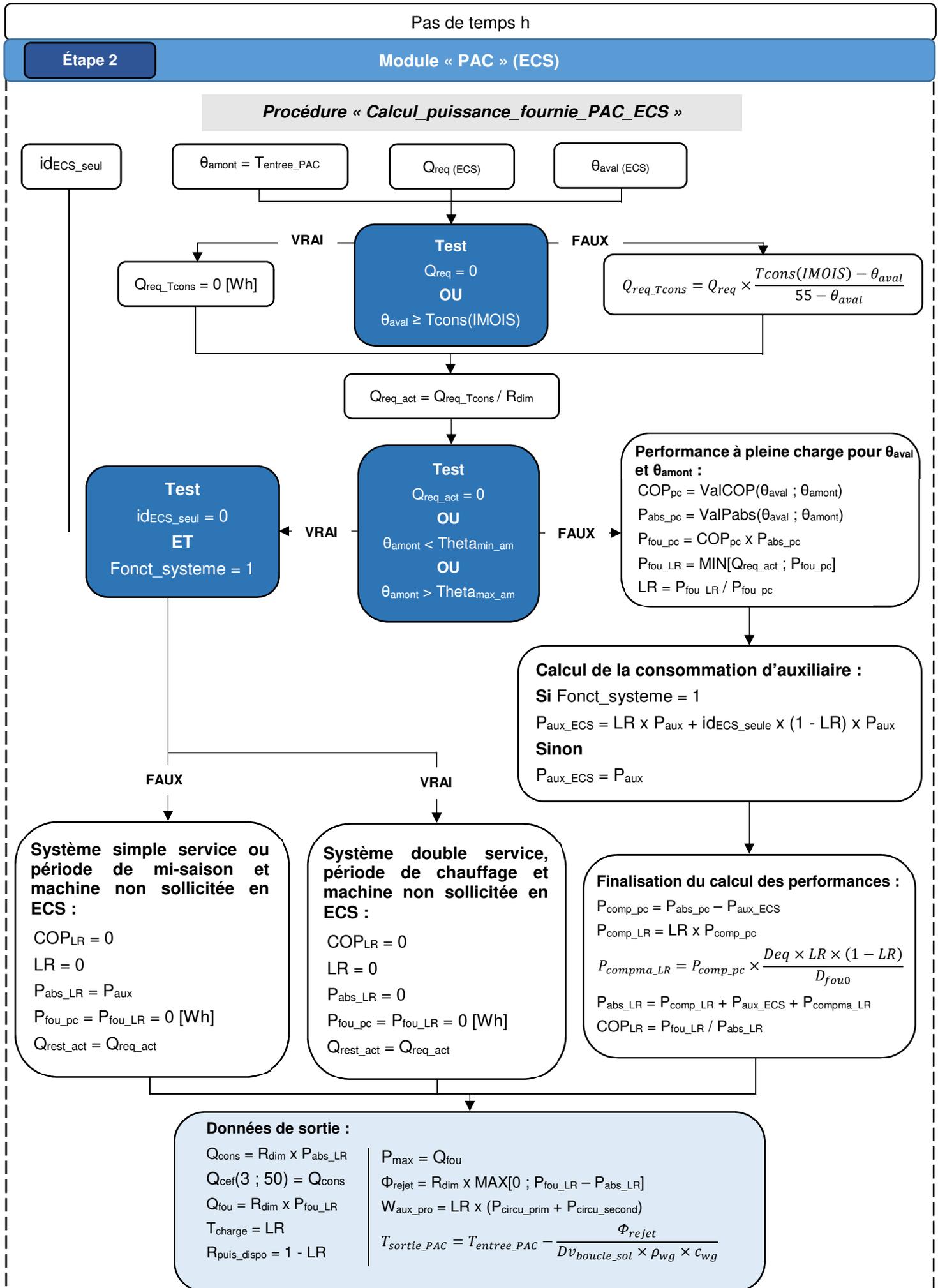
### 3.1.3 ALGORITHME DE PRISE EN COMPTE AU PAS HORAIRE

#### 3.1.3.1 Module « Boucle solaire »

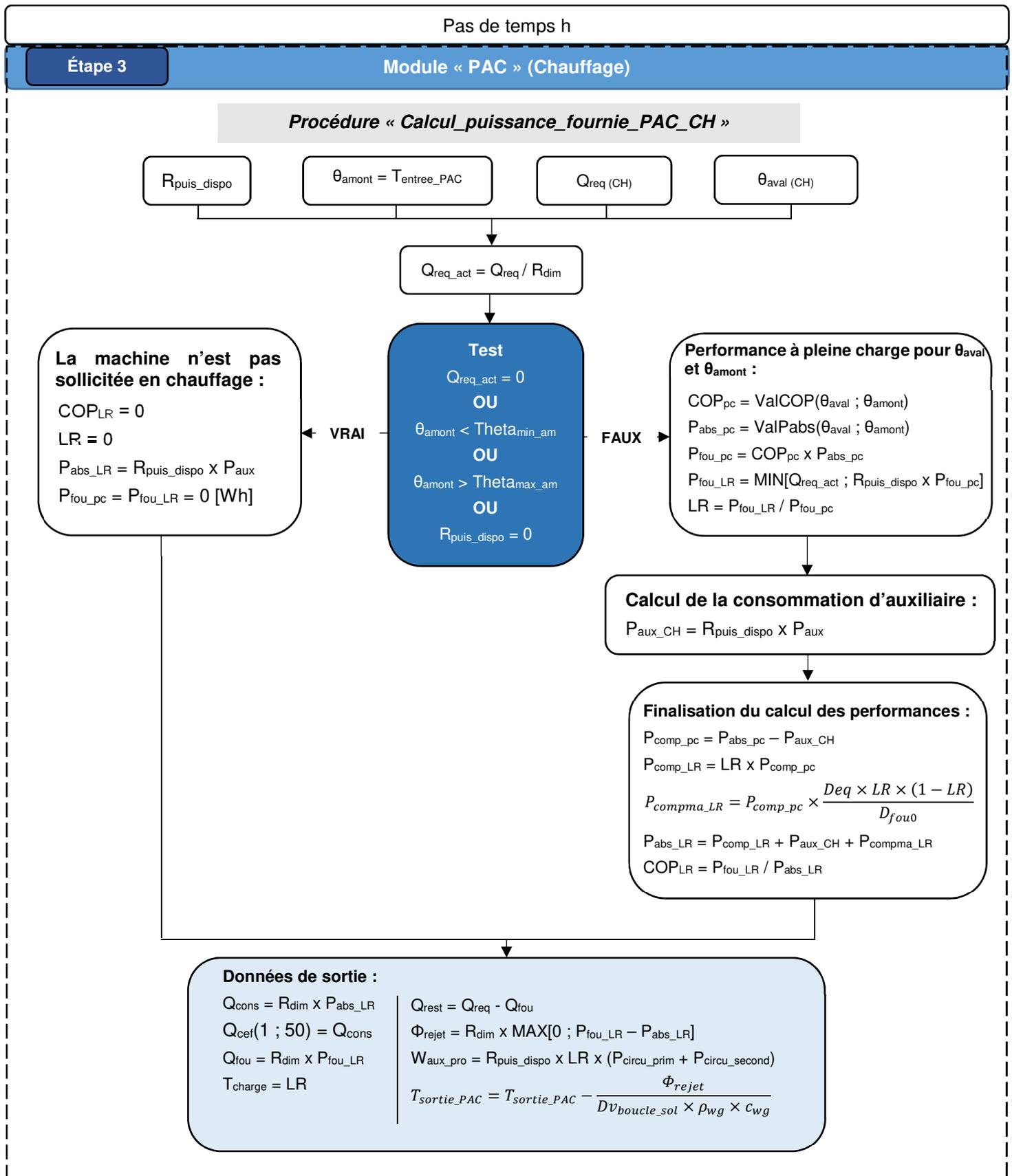


### 3.1.3.2 Module « PAC »

#### 3.1.3.2.1 Fonctionnement en mode ECS



### 3.1.3.2.2 Fonctionnement en mode chauffage (si Fonct\_systeme = 1)



**Données de sortie :**

$Q_{cons} = R_{dim} \times P_{abs\_LR}$ $Q_{cef}(1 ; 50) = Q_{cons}$ $Q_{fou} = R_{dim} \times P_{fou\_LR}$ $T_{charge} = LR$	$Q_{rest} = Q_{req} - Q_{fou}$ $\Phi_{rejet} = R_{dim} \times \text{MAX}[0 ; P_{fou\_LR} - P_{abs\_LR}]$ $W_{aux\_pro} = R_{puis\_dispo} \times LR \times (P_{circu\_prim} + P_{circu\_second})$ $T_{sortie\_PAC} = T_{sortie\_PAC} - \frac{\Phi_{rejet}}{Dv_{boucte\_sol} \times \rho_{wg} \times c_{wg}}$
--	--

## 3.2 FONCTION CHAUFFAGE SEUL

### 3.2.1 NOMENCLATURE DU MODÈLE

#### 3.2.1.1 Module « Boucle solaire »

<b>Entrées<sup>1</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>2</sup></b>	<b>Def<sup>3</sup></b>
$T_{sortie\_PAC}(h-1)$	Température d'eau glycolée en sortie de PAC (côté évaporateur) au pas de temps précédent	°C	-	-
$Isr^*(h)$	Irradiance (ensoleillement) sur le plan des capteurs	W/m <sup>2</sup>	-	-
$V_{vent}(h)$	Vitesse du vent	m/s	-	-
$Te(h)$	Température extérieure d'air sec	°C	-	-
$Te_{ciel}(h)$	Température du ciel	°C	-	-
$Hs(h)$	Gamma : hauteur angulaire du soleil au-dessus de l'horizon	°	[-90;90]	-
$As(h)$	Azimut du soleil	°	[-180;180]	-

<b>Paramètres du module<sup>4</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>5</sup></b>	<b>Def</b>
$Alpha$	Orientation des capteurs solaires sous forme d'angle (0° : Sud ; 90° : Ouest ; 180° : Nord ; 270° : Est)	°	[0;360]	-
$Beta$	Inclinaison des capteurs solaires (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale)	°	[0;90]	-
$S_{capteur}$	Superficie totale de capteurs solaires (superficie d'entrée)	m <sup>2</sup>	[0;+∞[	-
$Rat_{capt\_masq}$	Pourcentage de la surface totale de capteurs masquée en permanence (ex : capteurs Solerpool superposés)	%	[0;100]	-

<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 debugage uniquement. Préciser l'exclusion des bornes ( [...], [...]] etc.).

<sup>3</sup> Valeur par défaut

<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.).

$U_e$	Coefficient de pertes thermiques de la tuyauterie vers l'extérieur	W/K	[0 ; +∞[	-
$K_\theta$	Facteur d'angle d'incidence	-	[0;1]	-
$\eta_0$	Rendement optique du capteur	-	[0;2]	-
$bu$	Coefficient de dépendance au vent du rendement optique	s/m	[0; +∞[	-
$b_1$	Coefficient de pertes du premier ordre du capteur	W/(m <sup>2</sup> .K)	[0; +∞[	-
$b_2$	Coefficient de pertes du second ordre du capteur	W.s/(m <sup>3</sup> .K)	[0; +∞[	-
$P_{circu\_prim}$	Puissance du circulateur de la boucle solaire (entre PAC et capteurs)	W	[0; +∞[	-

## Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$T_{entree\_PAC}(h)$	Température en entrée de la PAC	°C	-	-

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

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Q_{er}^*(h)$	Densité de flux de chaleur des capteurs vers la voûte céleste	W/m <sup>2</sup>	-	-
$DV_{boucle\_sol}$	Débit volumique d'eau glycolée circulant au niveau de la boucle solaire	L/h	[0 ; +∞[	-
$T_{entree\_capteur}(h)$	Température en entrée des capteurs	°C	-	-
$T_{sortie\_capteur}(h)$	Température en sortie des capteurs	°C	-	-
$T_{sortie\_boucle\_sol}(h)$	Température en sortie de boucle solaire	°C	-	-

## Constantes<sup>7</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$\rho_{wg}$	Masse volumique de l'eau glycolée	kg/L	-	1,039
$c_{wg}$	Capacité calorifique massique de l'eau glycolée	Wh/(kg.K)	-	1,038
$h_{re}$	Coefficient d'échange radiatif entre les capteurs et le ciel	W/m <sup>2</sup> .K	-	5,5

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

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

### 3.2.1.2 Module « PAC »

<b>Entrées<sup>8</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>9</sup></b>	<b>Def<sub>10</sub></b>
$\theta_{amont}(h)$	Température de la source amont	°C	-	-
$\theta_{aval}(h)$	Température de la source aval	°C	-	-
$Q_{req}(h)$	Demande en énergie pour le poste chauffage calculée au niveau de la génération.  (Voir nomenclature du module « Boucle solaire »)	Wh	-	-
<b>Paramètres du module<sup>11</sup></b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle<sup>12</sup></b>	<b>Def</b>
$R_{dim}$	Nombre de Solerpac identiques	Ent.	[1; +∞[	-
$Statut\_Donnee$	Statut des données concernant l'existence de valeurs de performance certifiées ou mesurées	Ent.	[1; 2]	-
$Theta\_Aval$	Valeurs des températures aval	Ent.	[0; 5]	-
$Theta\_Amont$	Valeurs des températures amont	Ent.	[0; 5]	-
$Performance$	Matrice des performances (COP)	Réel	[0; +∞[	-
$Pabs$	Matrice des puissances absorbées à pleine charge	kW	[0; +∞[	-
$COR$	Matrice des indicateurs de certification (1) ou de justification (2) en chauffage	Ent.	[0; 2]	-
$Statut\_Val\_Pivot$	Statut de la valeur pivot en chauffage : 0 : Sans objet 1 : Valeur déclarée, 2 : Valeur par défaut	Ent.	[0; 2]	-

<sup>8</sup> Valeurs opérées par d'autres modules

<sup>9</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 debugage uniquement. Préciser l'exclusion des bornes ( [...], [...] etc.).

<sup>10</sup> Valeur par défaut

<sup>11</sup> Rentrés par l'utilisateur

<sup>12</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.).

$Val\_COP$	Valeur pivot déclarée de la performance (COP) lorsqu'il n'y a pas de performance certifiée ou justifiée	Réel	$[0; +\infty[$	-
$Val\_Pabs$	Valeur pivot déclarée de la puissance absorbée lorsqu'il n'y a pas de performance certifiée ou justifiée	kW	$[0; +\infty[$	-
$Typo\_Emetteur\_Ch$	Typologies du système d'émission pour le chauffage	Ent.	$[1; 4]$	-
$Statut\_Taux$	Statut du Taux	Ent.	$[0; 2]$	-
$T_{aux}$	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale	Réel	$[0;1]$	-

## Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Q_{fou}$	Énergie totale effectivement fournie par les générateurs de base et d'appoint.	Wh	$[0; +\infty[$	-
$Q_{cons}$	Consommation horaire du générateur en énergie finale.	Wh	$[0; +\infty[$	-
$Q_{rest}$	Énergie restant à fournir (dépassant la puissance maximale du générateur)	Wh	$[0; +\infty[$	-
$\{Q_{cef(fonct.;en.)}\}$	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	$[0; +\infty[$	-
$\Phi_{rejet}$	Énergie rejetée par le générateur	Wh	$[0; +\infty[$	-
$T_{charge}$	Taux de charge du générateur	Réel	$[0;1]$	-
$W_{aux\_pro}$	Consommation des auxiliaires du générateur	Wh	$[0; +\infty[$	-
$Q_{pr\_elec}$	Production électrique du générateur	Wh	$[0; +\infty[$	0
$T_{sortie\_PAC}$	Température d'eau glycolée en sortie de PAC (côté évaporateur) au pas de temps courant	°C	$] -\infty; +\infty[$	-

## Variables internes<sup>13</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$ValCOP(\theta_{amont}; \theta_{aval})$	Méthode d'interpolation du COP au couple $\theta_{amont} / \theta_{aval}$	-	-	-
$ValPabs(\theta_{amont}; \theta_{aval})$	Méthode d'interpolation de la puissance absorbée au couple $\theta_{amont} / \theta_{aval}$	-	-	-

<sup>13</sup> Variables utilisées uniquement dans le module courant.

$P_{aux}(h)$	Puissance des auxiliaires	Wh	$[0;+\infty[$	-
$Fonc\_compr$	1 : Fonctionnement en mode continu du compresseur ou en cycles marche arrêt 2 : Fonctionnement en cycles marche arrêt du compresseur  (Voir fiche algorithme §10.21 de la méthode Th-BCE 2012)	Ent.	$[1;2]$	2

---

### Constantes<sup>14</sup>

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Val\_util\_max$	Valeur utile maximale du COP utilisée pour déterminer le COP pivot si le statut des performances est « Déclaré » ou « Par défaut »	-	-	4,7
$Theta_{min\_am}$	Température minimale amont en dessous de laquelle la machine ne peut fonctionner	°C	-	-10
$Theta_{max\_am}$	Température maximale amont au delà de laquelle la machine ne peut fonctionner	°C	-	75

---

<sup>14</sup> Constantes (ex: chaleur spécifique de l'eau) et conventions.

### 3.2.2 DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

#### 3.2.2.1 Initialisation des paramètres de calcul

##### 3.2.2.1.1 Module « Boucle solaire »

###### 3.2.2.1.1.1 Débit d'eau glycolée $Dv_{boucle\_sol}$

Le débit d'eau glycolée  $Dv_{boucle\_sol}$  (L/h) circulant au niveau de la boucle solaire dépend du nombre de Solerpac associé au stockage ( $R_{dim}$ ) :

$$Dv_{boucle\_sol} = (R_{dim} + 1) \times 1000 \quad (1)$$

##### 3.2.2.1.2 Module « PAC »

###### 3.2.2.1.2.1 Matrice d'interpolation

La matrice servant à interpoler le COP et la puissance absorbée  $P_{abs}$  est la suivante :

		Matrice d'interpolation					
		Tretour	-5	0	10	20	50
		Tdépart	-8	-3	7	17	47
		$\theta_{amont}$ (°C)	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
		Priorité	5	3	1	2	4
$\theta_{aval}$ (°C)	23,5 (25/22)	4					
	32,5 (35/30)	1			Pivot		
	42,5 (45/40)	2					
	51 (55/47)	3					
	60 (65/55)	5					

###### 3.2.2.1.2.2 Matrice de performance COP

La valeur pivot est issue de données :

- Certifiées : la valeur utilisée dans le calcul est la valeur certifiée par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17065 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base de la norme NF EN 14511,
- Justifiées par un essai par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation sur la base de la norme NF EN 14511 : la valeur de calcul est égale à  $0,9 \times$  valeur justifiée,
- Déclarée : la valeur utilisée dans le calcul est égale à  $\text{MIN}(0,8 \times \text{Valeur déclarée}, \text{Val\_util\_max})$ ,
- Par défaut : la valeur utilisée dans le calcul est égale à  $0,8 \times \text{Val\_util\_max}$ .

$\text{Val\_util\_max}$  est définie égale à 4,7.

Les autres valeurs de la matrice sont issues de données :

- Certifiées : la valeur utilisée dans le calcul est la valeur certifiée par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17065 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base de la norme NF EN 14511,
- Justifiées par un essai par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation sur la base de la norme NF EN 14511 : la valeur de calcul est égale à 0,9 x valeur justifiée,
- Par défaut : calculées à l'aide de coefficients de correction Cnn explicités ci-après.

### Coefficients de correction Cnn

Par défaut, la méthode de calcul Th-BCE 2012 définit une variation du COP de 2% par °C d'écart avec la température amont au point pivot. Les coefficients de correction aux températures amonts X°C sont donc calculés de la manière suivante :

$$C_{nnam\_COP}(X; 8,5) = 1 + 0,02 \times (X - 8,5) \quad (10)$$

Les coefficients de correction obtenus ainsi sont les suivants :

		Matrice de performance COP					
		Tretour	-5	0	10	20	50
		Tdépart	-8	-3	7	17	47
		$\theta_{amont}$ (°C)	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
		Priorité	5	3	1	2	4
$\theta_{aval}$ (°C)	23,5 (25/22)	4					
	32,5 (35/30)	1	0,70	0,80	Pivot	1,20	1,80
	42,5 (45/40)	2					
	51 (55/47)	3					
	60 (65/55)	5					

Les coefficients de correction aux températures avals (Cnav\_COP) considérés dans le calcul sont ceux définis au §10.21.3.3.5.1.2 de la méthode Th-BCE 2012.

#### 3.2.2.1.2.3 Matrice des puissances absorbées

La valeur pivot est issue de données :

- Certifiées : la valeur utilisée dans le calcul est la valeur certifiée par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17065 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base de la norme NF EN 14511,
- Justifiées par un essai par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation sur la base de la norme NF EN 14511 : la valeur de calcul est égale à la valeur justifiée saisie,
- Déclarée : la valeur utilisée dans le calcul est égale à la valeur déclarée saisie,

Les autres valeurs de la matrice sont issues de données :

- Certifiées : la valeur utilisée dans le calcul est la valeur certifiée par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17065 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base de la norme NF EN 14511,
- Justifiées par un essai par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation sur la base de la norme NF EN 14511 : la valeur de calcul est égale à la valeur justifiée saisie,
- Par défaut : calculées à l'aide de coefficients de correction Cnn explicités ci-après.

### Coefficients de correction Cnn

Par défaut, la méthode de calcul Th-BCE 2012 définit une variation de la puissance absorbée de 1% par °C d'écart avec la température amont au point pivot. Les coefficients de correction aux températures amonts X°C sont donc calculés de la manière suivante :

$$C_{nnam\_Pabs}(X; 8,5) = 1 + 0,01 \times (X - 8,5) \quad (11)$$

Les coefficients de correction obtenus ainsi sont les suivants :

		Matrice des puissances absorbées					
		Tretour	-5	0	10	20	50
		Tdépart	-8	-3	7	17	47
		$\theta_{amont}$ (°C)	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
		Priorité	5	3	1	2	4
$\theta_{aval}$ (°C)	23,5 (25/22)	4					
	32,5 (35/30)	1	0,80	0,90	Pivot	1,10	1,40
	42,5 (45/40)	2					
	51 (55/47)	3					
	60 (65/55)	5					

Les coefficients de correction aux températures avals ( $C_{nav\_Pabs}$ ) considérés dans le calcul sont ceux définis au §10.21.3.3.5.2.1 de la méthode Th-BCE 2012.

#### 3.2.2.1.2.4 Puissance des auxiliaires

La puissance des auxiliaires,  $P_{aux}$  (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,  $T_{aux}$  :

$$P_{aux} = P_{abs\_Pivot} \times T_{aux} \quad (8)$$

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

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

### 3.2.2.1.2.5 *Température en sortie de PAC*

La température en sortie de PAC à  $h-1$  pour le premier pas de temps est considérée égale à la température extérieure :

$$T_{\text{sortie\_PAC}}(h - 1) = T_e \quad (9)$$



Pas de temps h

Étape 2

Module « PAC » (Chauffage)

**Procédure « Calcul\_puissance\_fournie\_PAC\_CH »**

$$\theta_{\text{amont}} = T_{\text{entree\_PAC}}$$

$$Q_{\text{req}} \text{ (CH)}$$

$$\theta_{\text{aval}} \text{ (CH)}$$

$$Q_{\text{req\_act}} = Q_{\text{req}} / R_{\text{dim}}$$

**La machine n'est pas sollicitée en chauffage :**

$$\text{COP}_{\text{LR}} = 0$$

$$\text{LR} = 0$$

$$P_{\text{abs\_LR}} = P_{\text{aux}}$$

$$P_{\text{fou\_pc}} = P_{\text{fou\_LR}} = 0 \text{ [Wh]}$$

VRAI

**Test**

$$Q_{\text{req\_act}} = 0$$

OU

$$\theta_{\text{amont}} < \theta_{\text{min\_am}}$$

OU

$$\theta_{\text{amont}} > \theta_{\text{max\_am}}$$

FAUX

**Performance à pleine charge pour  $\theta_{\text{aval}}$**

$$\text{COP}_{\text{pc}} = \text{ValCOP}(\theta_{\text{aval}}; \theta_{\text{amont}})$$

$$P_{\text{abs\_pc}} = \text{ValPabs}(\theta_{\text{aval}}; \theta_{\text{amont}})$$

$$P_{\text{fou\_pc}} = \text{COP}_{\text{pc}} \times P_{\text{abs\_pc}}$$

$$P_{\text{fou\_LR}} = \text{MIN}[Q_{\text{req\_act}}; P_{\text{fou\_pc}}]$$

$$\text{LR} = P_{\text{fou\_LR}} / P_{\text{fou\_pc}}$$

**Finalisation du calcul des performances :**

$$P_{\text{comp\_pc}} = P_{\text{abs\_pc}} - P_{\text{aux}}$$

$$P_{\text{comp\_LR}} = \text{LR} \times P_{\text{comp\_pc}}$$

$$P_{\text{compma\_LR}} = P_{\text{comp\_pc}} \times \frac{Deq \times \text{LR} \times (1 - \text{LR})}{D_{\text{fou0}}}$$

$$P_{\text{abs\_LR}} = P_{\text{comp\_LR}} + P_{\text{aux}} + P_{\text{compma\_LR}}$$

$$\text{COP}_{\text{LR}} = P_{\text{fou\_LR}} / P_{\text{abs\_LR}}$$

**Données de sortie :**

$$Q_{\text{cons}} = R_{\text{dim}} \times P_{\text{abs\_LR}}$$

$$Q_{\text{cef}}(1; 50) = Q_{\text{cons}}$$

$$Q_{\text{fou}} = R_{\text{dim}} \times P_{\text{fou\_LR}}$$

$$T_{\text{charge}} = \text{LR}$$

$$Q_{\text{rest}} = Q_{\text{req}} - Q_{\text{fou}}$$

$$\Phi_{\text{rejet}} = R_{\text{dim}} \times \text{MAX}[0; P_{\text{fou\_LR}} - P_{\text{abs\_LR}}]$$

$$W_{\text{aux\_pro}} = \text{LR} \times P_{\text{circu\_prim}}$$

$$T_{\text{sortie\_PAC}} = T_{\text{entree\_PAC}} - \frac{\Phi_{\text{rejet}}}{Dv_{\text{boucle\_sol}} \times \rho_{\text{wg}} \times c_{\text{wg}}}$$

### 3.3 FONCTION PRODUCTION D'ECS AVEC « STRATIFICATION DYNAMIQUE »

#### 3.3.1 NOMENCLATURE DU MODÈLE

##### 3.3.1.1 MODULE ASSEMBLAGE « PRODUCTION STOCKAGE »

Entrées		
Nom	Description	Unité
$T_e(h)$	Température extérieure d'air sec	°C
$T_{eau}(h)$	Température d'eau froide du réseau	°C
$T_{amb}(h)$	Température d'ambiance du local où se trouve la génération	°C
$T_{ecs\_max}^{gen}$	Température maximale des réseaux de distribution intergroupe d'ECS connectés à la génération gen.	°C
$Q_{req\_ecs}(h)$	Demande en énergie en ECS transmise à l'assemblage via la gestion/régulation de la génération	Wh

Paramètres du module				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Type\_Systeme$	Type de système associé au stockage : 0 : Heliopacsystem 1 : Geopacsystem	Ent.	[0;1]	-
$Name$	Nom du composant	-	-	-
$Index$	Identifiant unique d'un composant  (Voir nomenclatures « Ballons stockage », « PAC » et « Boucle solaire »)	Ent.	[0;+∞[	-

Sorties				
Nom	Description	Unité	Intervalle	
$Q_{fou}(h)$	Énergie totale effectivement fournie par les générateurs de base et d'appoint.	Wh	[0;+∞[	
$Q_{cons}(h)$	Consommation horaire de l'assemblage en énergie finale.	Wh	[0;+∞[	
$Q_{rest}(h)$	Énergie restant à fournir (dépassant la puissance maximale du générateur)	Wh	[0;+∞[	
$\{Q_{cef(fonct.;en.)}\}(h)$	Consommation en énergie finale de l'assemblage, 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;+∞[	
$\Phi_{vc}(h)$	Pertes thermiques transmises vers l'ambiance	Wh	[0;+∞[	

$T_{charge}(h)$	Taux de charge de la PAC	Réel	[0;1]
$W_{aux\_pro}(h)$	Consommation des auxiliaires de l'assemblage	Wh	[0;+∞[
$Q_{pr\_elec}(h)$	Production électrique de l'assemblage	Wh	[0;+∞[
$R_{fonctecs}(h)$	Temps de fonctionnement de l'assemblage en ECS	Réel	[0;1]

### Variables internes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Id_{fou\_sto}$	Fonction de l'élément de stockage compris dans la génération : 1 : Chauffage 2 : Refroidissement 3 : ECS 4 : Chauffage et ECS 5 : Chauffage et refroidissement	Ent.	[0;5]	3
$Id_{En\_Gen\_PAC}$	Type d'énergie qu'utilise la PAC 50 : Électricité	Ent.	[10;69]	50
$Id_{En\_Gen\_app}$	Type d'énergie qu'utilise le générateur d'appoint	Ent.	[10;69]	
$Id_{fou\_gen\_app}$	Fonction de l'élément de stockage compris dans la génération : 1 : Chauffage 2 : Refroidissement 3 : ECS 4 : Chauffage et ECS 5 : Chauffage et refroidissement	Ent.	[3;4]	
$Q_{pr\_elec\_app}(h)$	Production électrique du générateur d'appoint	Wh	[0;+∞[	
$UA_{hx}$	Coefficient d'échange de l'échangeur situé entre le ballon « stratégique » et le générateur d'appoint	W/K	]0;+∞[	
$\theta_{aval\_app}(h)$	Température aval du générateur d'appoint	°C	-	
$Q_{cons\_app\_strat}(h)$	Consommation horaire de l'appoint pour fournir l'énergie requise par le ballon « stratégique »	Wh	[0;+∞[	
$W_{aux\_pro\_app}(h)$	Consommation des auxiliaires du générateur d'appoint	Wh	[0;+∞[	
$P_{max\_app}(h)$	Puissance maximale du générateur d'appoint	W	[0;+∞[	
$P_{max\_Geopac}(h)$	Puissance maximale de la Geopac (Type_Systeme = Geopacsystem)	W	[0;+∞[	
$P_{aux\_Geopac}$	Puissance des auxiliaires de la PAC pour Type_Systeme = 1	W	[0;+∞[	
$T_{entree\_PAC}(h)$	Température en entrée de la PAC	°C	-	
$C_{cor}$	Coefficient de correction prenant en compte les puissances disponible et requise pour l'approvisionnement du ballon « stock »	Réel	[0 ;1]	

	Identificateur du fluide aval :			
Id <sub>Fluide_aval</sub>	1 : Eau 2 : Air	Ent.	[1;2]	1
Id <sub>priorite_ecs</sub>	Indice de priorité de l'assemblage pour la production d'ECS  (Voir nomenclatures « Ballons stockage », « PAC » et « Boucle solaire »)	Ent.	[1; +∞[	1

---

### Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
	(Voir nomenclatures « Ballons stockage » (§ 3.3.1.2), « Boucle solaire » (§ 3.3.1.3) et « PAC » (§ 3.3.1.4))		

**Tableau 1 : Nomenclature des différentes variables du module Assemblage production stockage**

### 3.3.1.2 MODULE « BALLONS STOCKAGE »

<b>Entrées</b>		
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>
$Q_{\text{fou\_PAC\_strat}}(h)$	Énergie fournie par la PAC au ballon « stratégique »	Wh
$Q_{\text{fou\_PAC\_stock}}(h)$	Énergie fournie par la PAC au ballon « stock »	Wh
$Q_{\text{fou\_app\_strat}}(h)$	Énergie fournie par le générateur d'appoint au ballon « stratégique »	Wh
	(Voir nomenclature de l'assemblage « Production stockage »)	

<b>Paramètres du module</b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle</b>	<b>Def</b>
$V_{\text{tot\_stock}}$	Volume total du ballon « stock »	L	$]0; +\infty[$	-
$\text{Statut\_UA\_stock}$	Statut de la valeur UA du ballon « stock » : 0 : Certifiée 1 : Justifiée	Ent.	$[0;1]$	-
$\text{UA\_stock}$	Coefficient de pertes thermiques du ballon « stock »	W/K	$]0; +\infty[$	-
$V_{\text{tot\_strat}}$	Volume total du ballon « stratégique »	L	$]0; +\infty[$	-
$\text{Statut\_UA\_strat}$	Statut de la valeur UA du ballon « stratégique » : 0 : Certifiée 1 : Justifiée	Ent.	$[0;1]$	-
$\text{UA\_strat}$	Coefficient de pertes thermiques du ballon « stratégique »	W/K	$]0; +\infty[$	-

<b>Sorties</b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle</b>	
$Q_{\text{w\_sto\_unit\_report}}(h)$	Besoin d'énergie non couvert pour le ballon « stratégique », reportée au pas de temps suivant	Wh	$[0; +\infty[$	
$Q_{\text{req\_strat\_PAC}}(h)$	Énergie requise à fournir au ballon « stratégique » par la PAC	Wh	$[0; +\infty[$	
$Q_{\text{req\_stock\_PAC}}(h)$	Énergie requise à fournir au ballon « stock » par la PAC	Wh	$[0; +\infty[$	
$Q_{\text{req\_strat\_app}}(h)$	Énergie requise à fournir au ballon « stratégique » par le générateur d'appoint	Wh	$[0; +\infty[$	
$T_{\text{z\_strat}}(h)$	Champ de température dans le ballon « stratégique » au pas de temps courant	C°	-	

$T_{z\_strat}(i)$	Champ de température dans le ballon « stratégique » lors de l'itération $i$	C°	-
$T_{z\_stock}(h)$	Champ de température dans le ballon « stock » au pas de temps courant	C°	-
$T_{z\_stock}(i)$	Champ de température dans le ballon « stock » lors de l'itération $i$	C°	-
$Pe_{strat}(h)$	Pertes thermiques totales du ballon « stratégique »	Wh	$[0; +\infty[$
$Pe_{stock}(h)$	Pertes thermiques totales du ballon « stock »	Wh	$[0; +\infty[$

### Variables internes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$UA\_strat\_utile$	Coefficient de pertes thermiques du ballon « stratégique » corrigé suivant son statut	W/K	$]0; +\infty[$	
$UA\_stock\_utile$	Coefficient de pertes thermiques du ballon « stock » corrigé suivant son statut	W/K	$]0; +\infty[$	
$Nb_{iter}$	Nombre maximum d'itérations de la boucle pour le calcul du volume puisé $V_p$	Ent.	-	
$i$	Numéro de l'itération en cours	Ent.	-	
$Q_{w\_sto\_unit\_report}(i)$	Besoin d'énergie non couvert pour le ballon « stratégique », reportée à l'itération $i$ suivante	Wh	$[0; +\infty[$	
$Nbh_{report}(h)$	Nombre d'heure où le besoin n'a pas été couvert en sortie du ballon « stratégique », message d'alerte si $>24h$	h	$[0; 25]$	
$Q_{w\_sto\_unit}(i)$	Besoins d'énergie requis pour le ballon « stratégique » lors de l'itération $i$	Wh	$[0; +\infty[$	
$z$	Numéro de la zone du ballon « stratégique » ou « stock »	Ent.	$[1; 4]$	
$V_{z\_strat}$	Volume de chaque zone "z" du ballon « stratégique »	L	$[0; +\infty[$	
$V_{z\_stock}$	Volume de chaque zone "z" du ballon « stock »	L	$[0; +\infty[$	
$V_{min}$	Volume de la zone la plus petite des ballons de stockage «stratégique » et « stock »	L	$[0; +\infty[$	
$V_p(h)$	Volume puisé au pas de temps courant	L	$[0; +\infty[$	
$V_p(i)$	Volume puisé lors de l'itération $i$	L	$[0; V_{min}[$	
$T_{z\_strat}(h-1)$	Champ de température dans le ballon « stratégique » au pas de temps précédent	C°	-	
$T_{z\_strat}(h-2)$	Champ de température dans le ballon « stratégique » au pas de temps $h-2$	C°	-	
$T_{z\_stock}(h-1)$	Champ de température dans le ballon « stock » au pas de temps précédent	C°	-	
$T_{z\_stock}(h-2)$	Champ de température dans le ballon « stock » au pas de temps $h-2$	C°	-	

$Pe_{z\_strat}(h)$	Pertes thermiques de la zone "z" du ballon « stratégique »	Wh	$[0; +\infty[$	
$Pe_{z\_strat}(h-1)$	Pertes thermiques de la zone "z" du ballon « stratégique » au pas de temps précédent	Wh	$[0; +\infty[$	
$Pe_{z\_stock}(h)$	Pertes thermiques de la zone "z" du ballon « stock »	Wh	$[0; +\infty[$	
$Pe_{z\_stock}(h-1)$	Pertes thermiques de la zone "z" du ballon « stock » au pas de temps précédent	Wh	$[0; +\infty[$	
$f_{aux}$	Fraction effective concernée par l'appoint du ballon « stratégique » (avec appoint en zone n°3)	-	$[0 ; 1]$	0,33
$\Delta T_{hyst}$	Hystérésis des thermostats des ballons	°C	$]0; +\infty[$	5
$T_{cons\_ball}$	Température de consigne des ballons « stratégique » et « stock »	°C	$[0; 100]$	55

### Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
$\rho_w$	Masse volumique de l'eau	kg/L	1
$c_w$	Capacité calorifique massique de l'eau	Wh/(kg.K)	1,163

**Tableau 2 : Nomenclature des différentes variables du module Ballons Stockage**

### 3.3.1.3 MODULE « BOUCLE SOLAIRE »

#### Entrées

Nom	Description	Unité
$T_{sortie\_PAC}(h-1)$	Température d'eau glycolée en sortie de PAC (côté évaporateur) au pas de temps précédent	°C
$T_{charge\_PAC}(h-1)$	Taux de charge total de la PAC au pas de temps précédent	Réel
$Isr^*(h)$	Irradiance (ensoleillement) sur le plan des capteurs	W/m <sup>2</sup>
$V_{vent}(h)$	Vitesse du vent	m/s
$Te(h)$	Température extérieure d'air sec	°C
$Te_{ciel}(h)$	Température du ciel	°C
$Hs(h)$	Gamma : hauteur angulaire du soleil au-dessus de l'horizon	°
$As(h)$	Azimut du soleil	°
	(Voir nomenclature de l'assemblage « Production stockage »)	

#### Paramètres du module

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Alpha$	Orientation des capteurs solaires sous forme d'angle (0° : Sud ; 90° : Ouest ; 180° : Nord ; 270° : Est)	°	[0;360]	-
$Beta$	Inclinaison des capteurs solaires (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale)	°	[0;90]	-
$S_{capteur}$	Superficie totale de capteurs solaires (superficie d'entrée)	m <sup>2</sup>	[0;+∞[	-
$Rat_{capt\_masq}$	Pourcentage de la surface totale de capteurs masquée en permanence (ex : capteurs superposés)	%	[0;100]	-
$Ue$	Coefficient de pertes thermiques de la tuyauterie vers l'extérieur	W/K	[0 ;+∞[	-
$K_{\theta}$	Facteur d'angle d'incidence	-	[0;1]	-
$\eta_0$	Rendement optique du capteur	-	[0;1]	-
$bu$	Coefficient de dépendance au vent du rendement optique	s/m	[0;+∞[	-

$b_1$	Coefficient de pertes du premier ordre du capteur	W/(m <sup>2</sup> .K)	[0;+∞[	-
$b_2$	Coefficient de dépendance au vent du coefficient de pertes	W.s/(m <sup>3</sup> .K)	[0;+∞[	-
$P_{circu\_prim}$	Puissance du circulateur de la boucle solaire (entre PAC et capteurs)	W	[0;+∞[	-

## Sorties

Nom	Description	Unité
$T_{entree\_PAC}(h)$	Température en entrée de la PAC	°C

## Variables internes

Nom	Description	Unité
$Q_{er}^*(h)$	Densité de flux de chaleur des capteurs vers la voûte céleste	W/m <sup>2</sup>
$DV_{boucle\_sol}$	Débit volumique d'eau glycolée circulant au niveau de la boucle solaire	L/h
$T_{entree\_capteur}(h)$	Température en entrée des capteurs	°C
$T_{sortie\_capteur}(h)$	Température en sortie des capteurs	°C
$T_{sortie\_boucle\_sol}(h)$	Température en sortie de boucle solaire	°C

## Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
$\rho_{wg}$	Masse volumique de l'eau glycolée	kg/L	1,039
$c_{wg}$	Capacité calorifique massique de l'eau glycolée	Wh/(kg.K)	1,038
$h_{re}$	Coefficient d'échange radiatif entre les capteurs et le ciel	W/m <sup>2</sup> .K	5,5

**Tableau 3 : Nomenclature des différentes variables du module Boucle solaire**

### 3.3.1.4 MODULE « PAC »

<b>Entrées</b>		
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>
$\theta_{amont}(h)$	Température de la source amont	°C
$\theta_{aval}(h)$	Température de la source aval	°C
$Q_{req\_strat\_PAC}(h)$	Énergie requise à fournir par la PAC au ballon « stratégique »	Wh
$Q_{req\_stock\_PAC}(h)$	Énergie requise à fournir par la PAC au ballon « stock »  (Voir nomenclature de l'assemblage « Production stockage »)	Wh

<b>Paramètres du module</b>				
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle</b>	<b>Def</b>
$R_{dim}$	Nombre de pompes à chaleur identiques associées au stockage	Ent.	[1; +∞[	-
$Statut\_Performances$	Statut des performances de la PAC : 0 : Certifié 1 : Justifié 2 : Déclaré 3 : Par défaut	Ent.	[0;3]	-
$COP\_pivot$	Valeur pivot du COP à +10/45°C	-	[0;+∞[	-
$Pabs\_pivot$	Valeur pivot de la puissance électrique absorbée à +10/45°C	kW	[0;+∞[	-
$COP\_10\_65$	Valeur du COP à +10/65°C	-	[0;+∞[	-
$Pabs\_10\_65$	Valeur de la puissance électrique absorbée à +10/65°C	kW	[0;+∞[	-
$T_{aux}$	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale	Réel	[0;1]	-
$P_{circu\_second}$	Puissance du circulateur pour le circuit secondaire (entre PAC et ballons)	W	[0;+∞[	-

<b>Sorties</b>			
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Unité</b>	<b>Intervalle</b>
$Q_{fou\_PAC\_strat}(h)$	Énergie totale effectivement fournie par la PAC au ballon « stratégique »	Wh	[0;+∞[
$Q_{cons\_PAC\_strat}(h)$	Consommation horaire de la PAC pour fournir l'énergie requise au ballon « stratégique »	Wh	[0;+∞[
$T_{charge\_PAC\_strat}(h)$	Taux de charge de la PAC pour fournir l'énergie requise au ballon « stratégique »	Réel	[0;1]

$W_{aux\_pro\_PAC\_strat}(h)$	Consommation des auxiliaires pour fournir l'énergie requise au ballon « stratégique »	Wh	$[0; +\infty[$
$\Phi_{sout\_PAC\_strat}(h)$	Énergie soutirée à la source amont pour fournir l'énergie requise au ballon « stratégique »	Wh	$[0; +\infty[$
$Q_{fou\_PAC\_stock}(h)$	Énergie totale effectivement fournie par la PAC au ballon « stock »	Wh	$[0; +\infty[$
$Q_{cons\_PAC\_stock}(h)$	Consommation horaire de la PAC pour fournir l'énergie requise au ballon « stock »	Wh	$[0; +\infty[$
$T_{charge\_PAC\_stock}(h)$	Taux de charge de la PAC pour fournir l'énergie requise au ballon « stock »	Réel	$[0; 1]$
$W_{aux\_pro\_PAC\_stock}(h)$	Consommation des auxiliaires pour fournir l'énergie requise au ballon « stock »	Wh	$[0; +\infty[$
$\Phi_{sout\_PAC\_stock}(h)$	Énergie soutirée à la source amont pour fournir l'énergie requise au ballon « stock »	Wh	$[0; +\infty[$
$T_{charge\_PAC}(h)$	Taux de charge total de la PAC	Réel	$[0; 1]$
$T_{charge\_PAC}(h-1)$	Taux de charge total de la PAC au pas de temps précédent	Réel	$[0; 1]$
$T_{sortie\_PAC}(h)$	Température d'eau glycolée en sortie de PAC (côté évaporateur)	°C	-
$T_{sortie\_PAC}(h-1)$	Température d'eau glycolée en sortie de PAC (côté évaporateur) au pas de temps précédent	°C	-
$P_{abs\_pc}$	Puissance absorbée à pleine charge aux conditions non nominales	W	$[0; +\infty[$

## Variables internes

Nom	Description	Unité	Intervalle
$ValCOP_{10\_55}$	Valeur du COP à +10/55°C interpolée entre la valeur pivot et la valeur à +10/65°C	-	$[0; +\infty[$
$ValPabs_{10\_55}$	Valeur de la puissance absorbée à +10/55°C interpolée entre la valeur pivot et la valeur à +10/65°C	kW	$[0; +\infty[$
$ValCOP(\theta_{amont}; \theta_{aval})$	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 $\theta_{amont} / \theta_{aval}$	-	-
$P_{aux}(h)$	Puissance des auxiliaires	Wh	$[0; +\infty[$
$Fonc\_compr$	1 : Fonctionnement en mode continu du compresseur ou en cycles marche arrêt 2 : Fonctionnement en cycles marche arrêt du compresseur  (Voir fiche algorithme §10.21 de la méthode Th-BCE 2012)	Ent.	$[1; 2]$

$COP_{util\_max}$	Valeur utile maximale du COP utilisée pour déterminer le COP pivot si le statut des performances est « Déclaré » ou « Par défaut » : $COP_{util\_max} = 3.4$	-		
$COP_{pc}$	COP à pleine charge aux conditions non nominales	Réel		
$P_{fou\_pc}$	Puissance maximale que peut fournir le générateur dans les conditions de températures amont et aval au pas de temps h.	W		
$P_{fou\_LR}$	Puissance fournie à charge partielle	W		
$LR$	Taux de charge			
$P_{comp\_pc}$	Puissance appelée par le compresseur à pleine charge	W		
$P_{comp\_pc}$	Puissance appelée par le compresseur à charge partielle	W		
$P_{compma\_LR}$	Puissance appelée à charge partielle à cause des irréversibilités	W		
$P_{abs\_LR}$	Puissance absorbée à charge partielle	W		
$D_{fou0}$	Durée de fonctionnement à charge tendant vers 0	Minutes		
$\Theta_{min\_am}$	Température minimale amont en dessous de laquelle la machine ne peut fonctionner	°C	[-50 ; 100]	-10
$\Theta_{max\_am}$	Température maximale amont au delà de laquelle la machine ne peut fonctionner	°C	[0 ; 100]	75
$Deq$	Durée équivalente liée aux irréversibilités	Minutes	[0 ; +∞[	0.5

### Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
$\rho_{wg}$	Masse volumique de l'eau glycolée	kg/L	1,039
$C_{wg}$	Capacité calorifique massique de l'eau glycolée	Wh/(kg.K)	1,038

**Tableau 4 : Nomenclature des différentes variables du module PAC**

### 3.3.2 INITIALISATION DES PARAMÈTRES DE CALCUL

#### 3.3.2.1 Module « Ballon stockage »

##### 3.3.2.1.1 Volumes $V_{z\_stock}$ , $V_{z\_strat}$ et $V_{min}$

- Pour le ballon « Stock » :

$$V_{1\_stock} = V_{2\_stock} = V_{3\_stock} = V_{4\_stock} = \frac{V_{tot\_stock}}{4} \quad (1)$$

- Pour le ballon « Stratégique » :

$$V_{1\_strat} = V_{2\_strat} = \frac{(1 - f_{aux}) \times V_{tot\_strat}}{2} \quad (2)$$

$$V_{3\_strat} = V_{4\_strat} = \frac{f_{aux} \times V_{tot\_strat}}{2} \quad (3)$$

Le volume de la plus petite zone est alors :

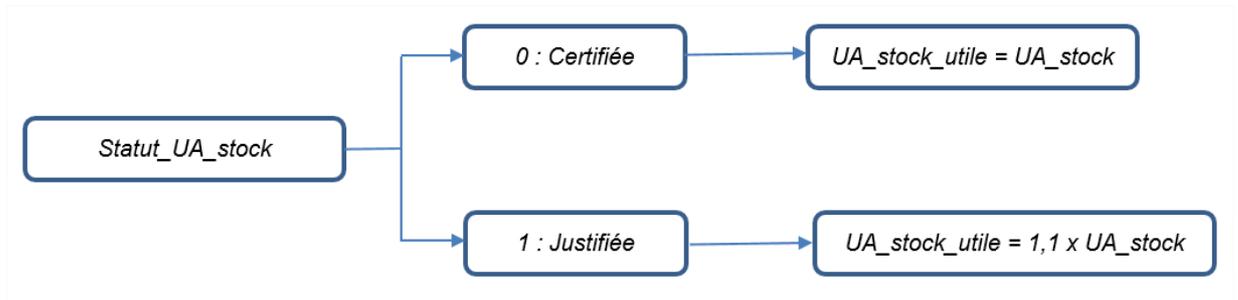
$$V_{min} = MIN[\{V_{z\_stock}\}; \{V_{z\_strat}\}] \quad (4)$$

##### 3.3.2.1.2 Nombre d'itération $Nb_{iter}$ pour le calcul du volume puisé

$$Nb_{iter} = Arrondi.inf \left[ \frac{V_{tot\_stock} + V_{tot\_strat}}{V_{min}} \right] \quad (5)$$

##### 3.3.2.1.3 Coefficients de pertes thermiques $U_{z\_stock}$ et $U_{z\_strat}$

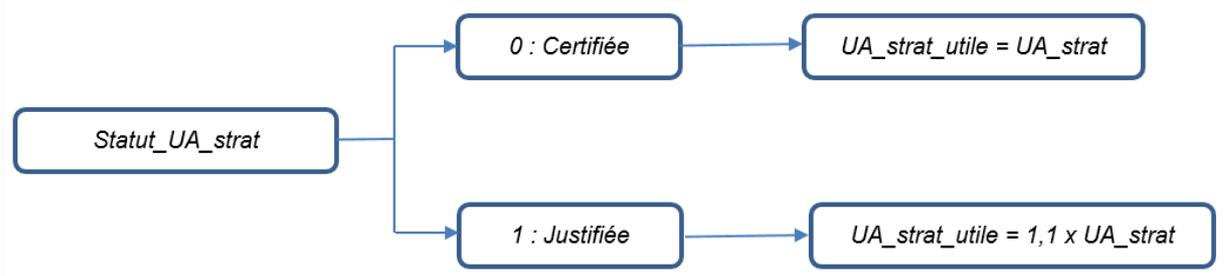
- Pour le ballon « stock » :



Pour  $z=1$  à  $4$  :

$$U_{z\_stock} = \frac{UA\_stock\_utile \times V_{z\_stock}}{V_{tot\_stock}} \quad (6)$$

- Pour le ballon « stratégique » :



Pour z=1 à 4 :

$$U_{z\_strat} = \frac{UA\_strat\_utile \times V_{z\_strat}}{V_{tot\_strat}} \quad (7)$$

#### 3.3.2.1.4 Pertes thermiques $Pe_{z\_stock}$ , $Pe_{stock}$ , $Pe_{z\_strat}$ et $Pe_{strat}$

Au premier pas de temps les pertes thermiques sont calculées pour une température d'eau de 50°C (§ 11.9.3.2.1 de la méthode Th-BCE 2012).

- Pour le ballon « Stock » :

Pour z=1 à 4 :

$$Pe_{z\_stock} = U_{z\_stock} \times (50 - Tamb) \quad (8)$$

$$Pe_{stock} = \sum_{z=1}^4 Pe_{z\_stock} \quad (9)$$

- Pour le ballon « Stratégique » :

Pour z=1 à 4 :

$$Pe_{z\_strat} = U_{z\_strat} \times (50 - Tamb) \quad (10)$$

$$Pe_{strat} = \sum_{z=1}^4 Pe_{z\_strat} \quad (11)$$

#### 3.3.2.1.5 Températures $T_{z\_stock}$ et $T_{z\_strat}$

Au premier pas de temps, l'ECS contenue au niveau des deux ballons est considérée à la température de consigne.

- Pour le ballon « Stock » :

Pour z=1 à 4 :

$$T_{z\_stock}(h-2) = T_{z\_stock}(h-1) = T_{z\_stock}(h) = T_{cons\_ball} \quad (12)$$

- Pour le ballon « Stratégique » :

Pour z=1 à 4 :

$$T_{z\_strat}(h-2) = T_{z\_strat}(h-1) = T_{z\_strat}(h) = T_{cons\_ball} \quad (13)$$

### 3.3.2.2 Module « Boucle solaire »

#### 3.3.2.2.1 Débit d'eau glycolée $Dv_{boucle\_sol}$

Le débit d'eau glycolée  $Dv_{boucle\_sol}$  (L/h) circulant au niveau de la boucle solaire dépend du nombre de pompes à chaleur associées au stockage ( $R_{dim}$ ) :

$$Dv_{boucle\_sol} = (R_{dim} + 1) \times 1000 \quad (14)$$

### 3.3.2.3 Module « PAC »

#### 3.3.2.3.1 Statut des performances

Le statut des performances saisies ( $COP_{pivot}$  et  $COP_{10\_65}$ ) peut correspondre aux deux cas suivants :

- Certifié : les valeurs de COP saisies sont certifiées par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN 45011 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base de la norme NF EN 14511.
- Justifié : les valeurs de COP saisies sont justifiées par un essai par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation sur la base de la norme NF EN 14511 : les valeurs de calcul sont égales à 0.9 x valeur saisie.
- Déclaré : la valeur du COP pivot utilisée dans le calcul est égale à  $\text{MIN}[0,8 \times \text{valeur saisie} ; COP_{util\_max}]$ .
- Par défaut : la valeur du COP pivot utilisée dans le calcul est égale à  $0,8 \times COP_{util\_max}$ .

### 3.3.2.3.2 Matrice de performance

#### 1) Statut « Justifié » ou « Certifié »

La matrice de performance se compose des points suivants :

		Matrice de performance				
	Tretour	-5	0	10	20	50
	Tdépart	-8	-3	7	17	47
	$\theta_{\text{amont}} (\text{°C}) \rightarrow$	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	5	Multiplication par Cnnam_COP(X;8,5)		COP_pivot x Cnnav_COP(X;45)	Multiplication par Cnnam_COP(X;8,5)	
	15					
	25					
	35					
	45	COP_pivot x Cnnam_COP(X;8,5)	COP_pivot (Saisie)	COP_pivot x Cnnam_COP(X;8,5)		
	55	COP_10_55 x Cnnam_COP(X;8,5)	COP_10_55 (Interpolée)	COP_10_55 x Cnnam_COP(X;8,5)		
	65	COP_10_65 x Cnnam_COP(X;8,5)	COP_10_65 (Saisie)	COP_10_65 x Cnnam_COP(X;8,5)		

La valeur du COP à +10/55°C (Val\_COP\_10\_55) est interpolée à partir de la valeur pivot (+10/45°C) et de la valeur à +10/65°C :

$$COP_{10\_55} = 55 \times \frac{COP_{10\_65} - COP_{pivot}}{65 - 45} - \frac{COP_{10\_65} \times 45 - COP_{pivot} \times 65}{65 - 45} \quad (15)$$

Les coefficients de correction de la performance utilisés sont les suivants :

		Matrice de performance				
Tretour		-5	0	10	20	50
Tdépart		-8	-3	7	17	47
$\theta_{\text{amont}} (^{\circ}\text{C}) \rightarrow$		-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (^{\circ}\text{C})$	5			1,60		
	15			1,50		
	25			1,40		
	35			1,20		
	45	0,70	0,80	Pivot	1,20	1,80
	55			Interpolée		
	65			Saisie		

2) *Statut « Déclaré » ou « Par défaut »*

Dans ce cas, la matrice de performance est construite uniquement à partir de la valeur pivot. Les coefficients de correction utilisés sont les suivants :

		Matrice de performance				
Tretour		-5	0	10	20	50
Tdépart		-8	-3	7	17	47
$\theta_{\text{amont}} (^{\circ}\text{C}) \rightarrow$		-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (^{\circ}\text{C})$	5			1,60		
	15			1,50		
	25			1,40		
	35			1,20		
	45	0,70	0,80	Pivot	1,20	1,80
	55			0,8		
	65			0,6		

### 3.3.2.3.3 Matrice des puissances absorbées

1) Statut « Justifié » ou « Certifié »

La matrice des puissances absorbées se compose des points suivants :

		Matrice des puissances absorbées				
	Tretour	-5	0	10	20	50
	Tdépart	-8	-3	7	17	47
	$\theta_{\text{amont}} (\text{°C}) \rightarrow$	-6,5	-1,5	8,5	18,5	48,5
$\theta_{\text{aval}} (\text{°C})$	5	Multiplication par Cnnam_Pabs(X;8,5)		Pabs_pivot x Cnav_Pabs(X;45)	Multiplication par Cnnam_Pabs(X;8,5)	
	15					
	25					
	35					
	45	Pabs_pivot x Cnnam_Pabs(X;8,5)	Pabs_pivot (Saisie)	Pabs_pivot x Cnnam_Pabs(X;8,5)		
	55	Pabs_10_55 x Cnnam_Pabs(X;8,5)	Pabs_10_55 (Interpolée)	Pabs_10_55 x Cnnam_Pabs(X;8,5)		
	65	Pabs_10_65 x Cnnam_Pabs(X;8,5)	Pabs_10_65 (Saisie)	Pabs_10_65 x Cnnam_Pabs(X;8,5)		

La valeur de la puissance absorbée à +10/55°C (Val\_Pabs\_10\_55) est interpolée à partir de la valeur pivot (+10/45°C) et de la valeur à +10/65°C :

$$Pabs_{10\_55} = 55 \times \frac{Pabs_{10\_65} - Pabs_{pivot}}{65 - 45} - \frac{Pabs_{10\_65} \times 45 - Pabs_{pivot} \times 65}{65 - 45} \quad (18)$$