

ANNEXE 2

FICHE ALGORITHME «ASSEMBLAGE»

I. Introduction

Cette fiche algorithme décrit les assemblages suivants :

- Assemblage ballon base solaire à appoint intégré ;
- Système solaire combiné à appoint chauffage intégré ;
- Assemblage ballon base seule : cette assemblage correspond aux systèmes sans solaire avec une source de chaleur ;
- Assemblage ballon base seule thermodynamique à appoint électrique : cette assemblage correspond aux systèmes sans solaire avec une base thermodynamique et un appoint électrique ;
- Assemblage ballon base solaire à appoint séparé dans le cas d'un couplage de plusieurs ballon solaire.

Ces assemblages sont considérés comme des assemblages « générateur ».

II. Nomenclature de l'extension production stockage

Les tableaux ci-dessous donnent la nomenclature des différentes variables des assemblages pour les productions stockages ROTEX :

Entrées du module ¹			
Nom	Description	Unité	
Gestion/régulation de la génération	Qreq(h)	Demande en énergie en ECS ou en chauffage transmise à l'assemblage via la gestion/régulation de la génération	Wh
	θaval(h)	Température de fonctionnement définie au niveau de la gestion/régulation de la génération	°C
	Rpuis_dispo(h)	Temps de fonctionnement à charge maximale potentiellement disponible	-
	θamb(h)	Température d'ambiance du lieu où se trouve la génération	°C
	idECS_seule	Indicateur de production ECS seule	-
	θdepart_ecs	Température de départ de la distribution d'ECS (correspond à θaval(h))	°C
Climat	Text(h)	Température extérieure du site	°C
	θcw(h)	Température de l'eau froide alimentant les systèmes de production d'ECS	°C
Assemblage	Heure_legale	Heure légale	h
	Tz(h-1) et (h-2)	Température de la zone du ballon numéro z (z=[1 :4]) aux pas de temps précédents	°C

¹ Valeurs opérées par d'autres modules.

Paramètres de l'interface ²				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def.
Name	Nom du composant	-	-	-
Index	Identifiant unique du composant	-	[0 ; +∞[-
Rdim	Nombre de composants identiques	-	[1 ; +∞[1
Idpriorite_ch	Indice de priorité du générateur en chauffage	-	[1 ; +∞[-
Idpriorite_ECS	Indice de priorité du générateur en ECS	-	[1 ; +∞[-
Id_Fl_Aval	Type de fluide caloporteur : 1 : eau, 2 : air ambiant, 3 : sol.	-	[1 ; 3]	1
Id_Fou_Gen	Fonction du composant en tant que générateur : 1 : Chauffage, 2 : Refroidissement, 3 : ECS, 4 : Chauffage et ECS, 5 : Chauffage et refroidissement. Cette variable est fixée égale à Id_Fou_Sto	-	[1 ; 5]	3
Id_Fou_Sto	Fonction du composant en tant qu'assemblage ballon : 1 : Chauffage, 2 : Refroidissement, 3 : ECS, 4 : Chauffage et ECS, 5 : Chauffage et refroidissement.	-	[1 ; 5]	3
θmax_av_Igen	Température aval maximale pour le chauffage	°C	[0 ; +∞[-

Paramètres du module ³				
Nom	Description	Unité	Intervall e ⁴	Def. ⁵
Type_systeme	Type de système à considérer : 0 : CESI 1 : SSC	-	[0 ; 3]	-

² Rentrés par l'utilisateur.

³ Rentrés par l'utilisateur.

⁴ 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.).

⁵ Valeur par défaut.

	2 : Ballon base seule 3 : Ballon solaire appoint séparé			
UA_hx_charge	Coefficient d'échange de l'échangeur de charge	W/K	[0 ; +∞[-
Nb_ballons	Nombre de ballon hors pression	-	[1 ; +∞[
Is_sto_vc	Indice de position du stockage : 0 : Hors volume chauffé 1 : En volume chauffé			
-	Voir fiches algorithmes des composants de l'assemblage	-	-	-

Sorties		
Nom	Description	Unité
Id_Fou_Gen	Fonction du générateur : 1 : Chauffage, 2 : Refroidissement, 3 : ECS, 4 : Chauffage et ECS, 5 : Chauffage et refroidissement.	-
Pn_Gen_Ecs	Puissance nominale du générateur en ECS	W
Pmax	Puissance maximale du générateur	W
Ø_vc	Pertes thermiques et puissances des auxiliaires du générateur transmises à l'ambiance	Wh
Q_cons	Puissance consommé par le générateur	Wh
Q_fou	Puissance fournie par le générateur	W
Qprelec	Production électrique du générateur	Wh
Qrest	Energie restant à fournir à la fin du pas d temps, faisant l'objet d'un report de demande à un autre générateur en séquence ou au pas de temps suivant	Wh
Taux_charge	Taux de charge du générateur	-
R_fonctecs	Temps de fonctionnement du générateur pour la production d'ECS, à puissance maximale, au pas de temps h	-
Waux_Pro	Consommation des auxiliaires au pas de temps h	Wh
{Q_cef_Ecs (h)}	Tableau des consommations en énergie finale pour la production d'ECS en fonction des énergies utilisées (Gaz, Fioul, Charbon, Bois, Electricité, Réseau de fourniture)	Wh
Pn_Gen_Ch	Puissance nominale du générateur en	W

	chauffage	
{Q_cef_Ch (h)}	Tableau des consommations en énergie finale pour le chauffage en fonction des énergies utilisées (Gaz, Fioul, Charbon, Bois, Electricité, Réseau de fourniture)	Wh
Tz(h)	Température de la zone du ballon numéro z (z=[1 : 4]) au pas de temps h	°C

Variables internes ⁶		
Nom	Description	Unité
Qreq_ballon_ecs(h)	Demande en ECS transmise au ballon via la gestion/régulation de l'assemblage	Wh
Qw_sto_unit_report(h)	Energie non assurée au pas de temps h, reportée au pas de temps suivant	Wh
Tz(Nbiter_ecs)	Température de la zone du ballon numéro z (z=[1 :4]) à la fin de la boucle itérative de puisage ECS	°C
Qreq_ballon_ch(h)	Demande de chauffage transmise à l'assemblage via la gestion/régulation de la génération.	Wh
Qsol(h)	Energie transférée par la boucle solaire Rotex au ballon hors pression	Wh
Qfou_solaire_moteur(h)	Energie transférée par la boucle solaire du moteur au ballon hors pression	Wh
W_aux_boucle_solaire(h)	Consommation électrique de l'ensemble des auxiliaires de la boucle solaire, en énergie finale	Wh
Φvc_BS(h)	Pertes thermiques vers l'ambiance de la boucle solaire	Wh
Pertes_ballon(h)	Pertes thermiques du ballon à la fin du pas de temps h	W
Tz(Nbiter_sol)	Température de la zone du ballon numéro z (z=[1 : 4]) à la fin de la boucle itérative de la boucle solaire	°C
Tmoy_ech_charge(h)	Température moyenne vu par l'échangeur de charge après les apports solaires	°C
Tmoy_bal_app(h)	Température moyenne vu par l'échangeur d'appoint dans le ballon d'appoint	°C
Qreq_sto_app(h)	Energie requise à l'appoint pour remonter le ballon jusqu'à sa	Wh

⁶ Variables utilisées uniquement dans le module courant.

	température de consigne	
$\theta_{\text{aval_mod}}(h)$	Température aval à envoyer au générateur	°C
$Q_{\text{fou_sto_ap}}(h)$	Energie transmise au ballon tampon par l'appoint	Wh
$Nb_gen_par_bal$	Nombre de générateur par ballon	-
-	Voir fiches algorithmes des composants de l'assemblage	-

Constantes ⁷			
Nom	Description	Unité	Conv.
-	Voir fiches algorithmes des composants de l'assemblage	-	-

III. Description mathématique de l'extension production stockage

1. ASSEMBLAGE BALLON BASE SOLAIRE A APPOINT INTEGRE

1.1. Prétraitement des données

Ce paragraphe permet l'évaluation des paramètres d'intégration propres à l'assemblage et calcule les données d'entrée des fiches constituant l'assemblage.

1.1.1. Fonction de l'assemblage

L'assemblage fonctionne en mode ECS seule. Le cas où le générateur d'appoint, en plus de réchauffer le ballon pour l'ECS, assure le chauffage instantané est également prévu:

$$Id_{\text{fousto}} = Id_{\text{fougen}} = 3$$

Ou

$$Id_{\text{fousto}} = 3 \text{ et } Id_{\text{fougen}} = 4$$

1.1.2. Position de l'assemblage

Le positionnement du ballon (il en va de même pour les générateurs de base et d'appoint) est identique à celui de la génération dans laquelle il se trouve.

1.1.3. Température de la chaufferie

La température de la chaufferie est prise en compte directement égale à la température ambiante de la génération renvoyée par le moteur « Theta_amb ».

$$T_{\text{chaufferie}}(h) = \theta_{\text{amb}}(h) \quad (1)$$

1.2. Ordre des calculs

Les besoins ECS aux bornes du ballon sont d'abord calculés, puis le volume puisé lors du pas de temps h pour l'ECS et enfin les températures dans le ballon à la fin du puisage. Les apports

⁷ Constantes (ex : chaleur spécifique de l'eau) et conventions.

solaires et les pertes au pas de temps h sont ensuite appliqués pour déterminer l'énergie requise pour l'appoint ECS et les températures du ballon après les apports de l'appoint. Le générateur d'appoint ECS est ensuite appelé une seconde fois pour le chauffage instantané.

1.2.1. Première étape: besoins d'ECS aux bornes du ballon tampon

Le besoin horaire aux bornes du ballon est égal au besoin horaire augmenté des pertes de réseau calculé par la méthode Th-BCE 2012.

Il est possible de coupler plusieurs assemblages entre eux et ainsi les besoins aux bornes de l'assemblage production stockage sont divisés par le nombre d'assemblage identiques :

$$Q_{req_ballon_ecs}(h) = \frac{Q_{req_ecs}(h)}{Nb_{ballons}} \quad (2)$$

Les paramètres saisis doivent être ceux d'un seul assemblage.

1.2.2. Deuxième étape : volume puisé d'ECS et température après puisage

Dans cette partie, le volume puisé pour répondre aux besoins ECS et les températures du ballon après puisage seront déterminés. A la fin de la boucle itérative, on connaît le champ de température du ballon après le puisage d'ECS.

Pour cette étape, la fiche algorithmique du « *Ballon hors pression* » sera utilisée et plus précisément la partie *Calcul du volume puisé et des températures après puisage ECS*. La fiche permettra d'obtenir les températures du ballon après puisage ECS.

1.2.3. Troisième étape : calculs de la boucle solaire

A partir du rayonnement solaire, l'énergie solaire potentiellement récupérable pour le ballon tampon est calculée.

Pour cette étape, la fiche algorithmique de la « *Boucle solaire drain back* » sera utilisée.

La fiche permettra d'obtenir :

- les températures et le débit circulant dans la boucle solaire ;
- les pertes thermiques vers l'ambiance de la boucle solaire $\phi_{vc}^{BS}(h)$;
- les consommations électriques des auxiliaires de la boucle solaire $W_{aux_boucle_solaire}(h)$.

Il est également possible d'utiliser la boucle solaire défini dans la méthode Th-BCE. Dans ce cas le composant renvoie :

$$Q_{fou_solaire_moteur}(h)$$

1.2.4. Quatrième étape : Application des apports solaires et des pertes thermiques du ballon

Après avoir déterminé les températures après puisage pour l'ECS et pour le chauffage, la nouvelle gamme de températures après la prise en compte des apports solaires et des pertes du ballon tampon sera utilisée dans cette partie.

Pour cette étape, la fiche algorithmique du « *Ballon hors pression* » sera utilisée et plus précisément la partie *Application des apports de chaleur par le solaire et des pertes thermiques du ballon*. De plus il est possible d'utiliser la boucle solaire de la méthode Th-BCE.

Dans les deux cas la fiche permettra d'obtenir :

- les températures des différentes zones du ballon après prise en compte de l'énergie solaire et des pertes ;

- les pertes thermiques du ballon à la fin du pas de temps h.

A la fin de cette étape la température moyenne du ballon hors pression vu par l'échangeur de charge sera calculée. Cette température sera renvoyée au générateur d'appoint.

1.2.5. Cinquième étape : gestion-régulation de l'appoint du ballon et générateur pour stockage avec fonction appoint pour stockage

Cette étape permet d'évaluer l'énergie à fournir pour maintenir les zones chauffées par l'appoint à la température de consigne.

Par la suite, les algorithmes des générateurs seront utilisés, à partir de l'énergie requise $Q_{req_sto_ap}(h)$, de la température moyenne vue par l'échangeur de charge $T_{moy_ech_charge}(h)$ et de son coefficient d'échange, ils déterminent l'énergie réellement fournie au ballon $Q_{fou_sto_ap}(h)$.

En effet la température aval modifié renvoyé au générateur est :

$$\theta_{aval_mod}(h) = T_{moy_ech_charge}(h) + \frac{\min(Q_{req_sto_ap}(h); P_{max} \times R_{dim})}{UA_{hx_charge}} \quad (3)$$

De plus, il est possible d'avoir plusieurs ballons hors pression raccordés à un seul générateur, dans ce cas le paramètre suivant est pris en compte, il correspond au nombre de générateur pour un ballon hors pression :

$$Nb_{gen_par_bal} = \frac{R_{dim}}{Nb_{ballons}}$$

Donc maintenant :

$$Q_{req_sto_ap}(h) \leftarrow \frac{Q_{req_sto_ap}(h)}{Nb_{gen_par_bal}}$$

1.2.6. Sixième étape : calcul des températures à la fin du pas de temps h

A cette étape, les pertes, déjà comptabilisées, sont supposées nulles. Seule l'énergie fournie par l'appoint sera intégrée au calcul des températures du ballon.

Pour cette étape, la fiche algorithmique du « *Ballon hors pression* » sera utilisée et plus précisément la partie *Calcul des températures à la fin du pas de temps h*.

La fiche renverra :

- les températures des différentes zones du ballon après prise en compte de l'énergie fournie par l'appoint $T_z(h)$.

1.2.7. Septième étape : générateur pour stockage avec fonction chauffage instantané

Après avoir fourni l'énergie d'appoint au ballon, le générateur d'appoint est appelé une seconde fois avec le besoin de chauffage suivant :

$$Q_{req_assemb_ch}(h) = \frac{Q_{req_ch}(h)}{R_{dim}} \quad (4)$$

Lors de cet appel, la température aval considérée est la température de fonctionnement des générateurs instantanés de chauffage calculée au niveau de la génération $\theta_{wm_ch}^{gen}$. Les consommations calculées seront attribuées au chauffage.

1.3. Traitement des données de sortie

La simulation calcule l'énergie consommée par l'assemblage. Cette énergie vient :

- du système d'appoint ;
- de la pompe de la boucle solaire.

1.3.1. Calcul des consommations

Dans le cas de l'assemblage ballon base solaire à appoint intégré (CESI), la consommation en énergie finale s'exprime sous forme de matrice, de la façon suivante :

$$\{Q_{cef(po;Idengen)}^{assemblage}(h)\} = W_{aux_boucle_solaire}(h) \cdot \{E_{(3;50)}\} + Nb_{gen_par_bal} \times \left(\begin{array}{l} Q_{cons}^{gnr_ap}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;Idengen)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;Idengen)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \\ + W_{aux_pro}^{gnr_ap}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;50)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;50)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \end{array} \right) \quad (5)$$

1.3.2. Energie restante à fournir par le générateur d'appoint pour l'ECS

Dans le cas d'un CESI, le report d'énergie pour l'ECS est géré au niveau du puisage dans le ballon et non au niveau du (ou des) générateur(s) associés au ballon.

$$Q_{rest_ecs}^{gnr_ap}(h) = 0 \quad (6)$$

1.3.3. Calcul des pertes thermiques récupérables

Les pertes thermiques de stockage, récupérables par l'ambiance si l'élément de stockage est en volume chauffé, s'écrivent :

$$\phi_{vc}^{sto}(h) = Pe(h) \times Nb_{ballons} \times Is_{sto_vc} \quad (7)$$

A ces pertes de stockage s'ajoutent les éventuelles pertes en volume chauffé du générateur d'appoint issues de la fiche algorithme « Générateur » :

$$\phi_{vc}^{gnr}(h) \leftarrow \phi_{vc}^{gnr}(h) \times R_{dim} \quad (8)$$

S'ajoutent également les pertes en volume chauffé de la boucle solaire issues de la fiche algorithme « Module solaire » :

$$\phi_{vc_BS}(h) \leftarrow \phi_{vc_BS}(h) \quad (9)$$

2. SYSTEME SOLAIRE COMBINE A APPOINT CHAUFFAGE INTEGRE

2.1. Prétraitement des données

Ce paragraphe consiste à évaluer les paramètres d'intégration propres à l'assemblage et à calculer les données d'entrée des fiches constituant l'assemblage.

2.1.1. Fonction de l'assemblage

L'assemblage ne fonctionne par définition qu'en mode mixte d'où :

$$Id_{fousto} = Id_{fougen} = 4$$

2.1.2. Position de l'assemblage

Le positionnement du ballon (il en va de même pour les générateurs de base et d'appoint) est identique à celui de la génération dans laquelle il se trouve.

2.1.3. Température de la chaufferie

Prise en compte de la température ambiante de la génération renvoyée par le moteur « Theta_amb ».

$$T_{chaufferie}(h) = \theta_{amb}(h) \quad (10)$$

2.2. Ordre des calculs

Pour ce système les étapes déjà décrites précédemment pour l'assemblage ballon base solaire à appoint intégré seront suivies en utilisant des étapes supplémentaires concernant le puisage et l'appoint pour le chauffage. En effet on calcule d'abord les besoins aux bornes du ballon, le volume puisé lors du pas de temps h pour l'ECS puis pour le chauffage (étape 2 bis à rajouter) et les températures dans le ballon à la fin des puisages sont recalculées, puis les apports solaires et les pertes au pas de temps h sont appliqués et enfin l'énergie requise pour l'appoint et les températures du ballon après les apports de l'appoint sont déterminées. Par la suite le générateur d'appoint est appelé pour l'appoint au chauffage (l'étape 7bis qui remplace l'étape 7).

2.2.1. Deuxième étape bis : volume puisé pour chauffage et températures après puisage

Après le puisage de l'ECS, l'énergie disponible pour assurer une partie de la demande d'énergie de chauffage est puisée dans le ballon. Les algorithmes déterminent, selon les conditions de gestion-régulation de la boucle chauffage, l'énergie fournie par le ballon à la boucle de chauffage et l'énergie restante à fournir sachant que le besoin chauffage aux bornes du ballon est défini par l'équation suivante :

$$Q_{req_assemb_ch}(h) = \frac{Q_{req_ch}(h)}{Nb_{ballons}} \quad (11)$$

Une fois l'énergie fournie, le ballon met à jour les températures de chaque zone compte tenu de la stratification des zones du ballon.

Pour cette étape, la fiche algorithmique du « *Ballon hors pression* » sera utilisée et plus précisément la partie *Calcul de l'énergie fournie pour le chauffage et des températures après puisage chauffage*.

La fiche permettra d'obtenir :

- l'énergie restant à fournir par l'appoint chauffage $Q_{rest_ch}(h)$.
- les températures des différentes zones du ballon après puisage pour le chauffage utilisées dans la 5^{ème} étape $T_z(Nb_{iter_ch})$.

2.2.2. Septième étape bis : générateur pour stockage avec fonction appoint chauffage

Après avoir fourni l'énergie d'appoint au ballon, s'il reste une énergie à fournir pour le chauffage (calculée lors de la deuxième étape bis), le générateur d'appoint est appelé une seconde fois, en posant :

$$Q_{req}(h) = Q_{rest_ch}(h) \quad (12)$$

Lors de cet appel, la température aval considérée est la température de fonctionnement des générateurs instantanés de chauffage calculée au niveau de la génération $\theta_{wm_ch}^{gen}$. Les consommations calculées seront attribuées au chauffage.

De plus, il est possible d'avoir plusieurs ballons hors pression raccordés à un seul générateur, dans ce cas le paramètre suivant sera pris en compte, il correspond au nombre de générateur pour un ballon hors pression :

$$Nb_{gen_par_bal} = \frac{R_{dim}}{Nb_{ballons}}$$

Donc maintenant :

$$Q_{rest_ch}(h) \leftarrow \frac{Q_{rest_ch}(h)}{Nb_{gen_par_bal}}$$

2.3. Traitement des données de sortie

La simulation calcule l'énergie consommée par l'assemblage. Cette énergie vient :

- du système d'appoint ;
- de la pompe de la boucle solaire.

2.3.1. Calcul des consommations

Dans le cas de l'assemblage du système solaire combiné à appoint chauffage intégré (SSC), la consommation en énergie finale s'exprime sous forme de matrice, de la façon suivante :

$$\{Q_{cef(po;Idengen)}^{assemblage}(h)\} = W_{aux_boucle_solaire}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;50)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;50)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) +$$

$$Nb_{gen_par_bal} \times \left(\begin{array}{l} Q_{cons}^{gnr_ap}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;Idengen)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;Idengen)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \\ + W_{aux_pro}^{gnr_ap}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;50)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;50)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \end{array} \right) \quad (13)$$

2.3.2. Energie restante à fournir par le générateur d'appoint pour l'ECS

Dans le cas de la production d'eau chaude avec stockage, le report d'énergie est géré au niveau du puisage dans le ballon et non, contrairement aux systèmes de production instantanée, au niveau du (ou des) générateur(s) associés au ballon (base et appoint) :

$$Q_{rest_ecs}^{gnr_ap}(h) = 0 \quad (14)$$

2.3.3. Calcul des pertes thermiques récupérables

Les pertes thermiques de stockage, récupérables par l'ambiance si l'élément de stockage est en volume chauffé :

$$\phi_{vc}^{sto}(h) = Pe(h) \times Nb_{ballons} \times Is_{sto_vc} \quad (15)$$

A ces pertes de stockage s'ajoutent les éventuelles pertes en volume chauffé du générateur d'appoint issues de la fiche algorithme « Générateur » :

$$\phi_{vc}^{gnr}(h) \leftarrow \phi_{vc}^{gnr}(h) \times R_{dim} \quad (16)$$

S'ajoutent également les pertes en volume chauffé de la boucle solaire issues de la fiche algorithme « Module solaire » :

$$\phi_{vc_BS}(h) \leftarrow \phi_{vc_BS}(h) \quad (17)$$

3. ASSEMBLAGE BALLON BASE SEULE

3.1. Prétraitement des données

Ce paragraphe consiste à évaluer les paramètres d'intégration propres à l'assemblage et à calculer les données d'entrée des fiches constituant l'assemblage.

3.1.1 Fonction de l'assemblage

L'assemblage fonctionne en mode ECS seule. On envisage également le cas où le générateur d'appoint, en plus de réchauffer le ballon pour l'ECS, assure le chauffage instantané :

$$Id_{fousto} = Id_{fougen} = 3 \text{ Ou}$$

$$Id_{fousto} = 3 \text{ et } Id_{fougen} = 4$$

3.1.2 Position de l'assemblage

Le positionnement du ballon (il en va de même pour les générateurs de base et d'appoint) est identique à celui de la génération dans laquelle il se trouve.

3.1.3 Température de la chaufferie

Prise en compte de la température ambiante de la génération renvoyée par le moteur « Theta_amb ».

$$T_{chaufferie}(h) = \theta_{amb}(h) \quad (18)$$

3.2. Ordre des calculs

Dans le cas d'un assemblage ballon base seule, les étapes déjà décrites précédemment seront suivies pour l'assemblage ballon base solaire à appoint intégré en ne prenant pas en compte l'étape concernant la boucle solaire (étape 3) et en considérant que les apports solaires sont nuls. En effet on calcule d'abord les besoins aux bornes du ballon, le volume puisé lors du pas de temps h pour l'ECS et on recalcule les températures dans le ballon à la fin du puisage, puis on applique les apports solaires (considérés nuls) et les pertes au pas de temps h et enfin on détermine l'énergie requise pour le générateur et les températures du ballon après les apports du générateur. Par la suite le générateur peut être appelé pour le chauffage instantané.

3.3. Traitement des données de sortie

La simulation calcule l'énergie consommée par l'assemblage, c'est-à-dire l'énergie consommée par le générateur de base.

3.3.1 Calcul des consommations

Dans le cas de l'assemblage ballon base seule, la consommation en énergie finale s'exprime sous forme de matrice, de la façon suivante :

$$\left\{ Q_{cef(po;Idengen)}^{assemblage}(h) \right\} = Nb_{gen_par_bal} \times \left(\begin{array}{l} Q_{cons}^{gnr}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;Idengen)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;Idengen)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \\ + W_{aux_pro}^{gnr}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;50)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;50)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \end{array} \right) \quad (19)$$

3.3.2 Energie restante à fournir par le générateur d'appoint pour l'ECS

Dans le cas de la production d'eau chaude avec stockage, le report d'énergie est géré au niveau du puisage dans le ballon et non, contrairement aux systèmes de production instantanée, au niveau du (ou des) générateur(s) associés au ballon (base et appoint) :

$$Q_{rest_ecs}^{gnr-ap}(h) = 0 \quad (20)$$

3.3.3 Calcul des pertes thermiques récupérables

Les pertes thermiques de stockage, récupérables par l'ambiance si l'élément de stockage est en volume chauffé :

$$\phi_{vc}^{sto}(h) = Pe(h) \times Nb_{ballons} \times Is_{sto_vc} \quad (21)$$

A ces pertes de stockage s'ajoutent les éventuelles pertes en volume chauffé du générateur de base issues de la fiche algorithme « Générateur » :

$$\phi_{vc}^{gnr}(h) \leftarrow \phi_{vc}^{gnr}(h) \times R_{dim} \quad (22)$$

4. ASSEMBLAGE BALLON THERMODYNAMIQUE A APPOINT ELECTRIQUE

4.1. Prétraitement des données

Ce paragraphe consiste à évaluer les paramètres d'intégration propres à l'assemblage et à calculer les données d'entrée des fiches constituant l'assemblage.

4.1.1 Fonction de l'assemblage

L'assemblage fonctionne en mode ECS seule. On envisage également le cas où le générateur d'appoint, en plus de réchauffer le ballon pour l'ECS, assure le chauffage instantané :

$$Id_{fousto} = Id_{fougen} = 3 \text{ Ou}$$

$$Id_{fousto} = 3 \text{ et } Id_{fougen} = 4$$

4.1.2 Position de l'assemblage

Le positionnement du ballon (il en va de même pour les générateurs de base et d'appoint) est identique à celui de la génération dans laquelle il se trouve.

4.1.3 Température de la chaufferie

Prise en compte de la température ambiante de la génération renvoyée par le moteur « Theta_amb ».

4.2. Ordre des calculs

Dans le cas d'un assemblage ballon thermodynamique à appoint électrique, les étapes déjà décrites précédemment seront suivies pour l'assemblage ballon base seule mais en considérant la présence d'un appoint électrique comme générateur d'appoint. En effet de la même manière que l'assemblage ballon base seule et si le générateur thermodynamique permet de fournir toute l'énergie requise pour remonter le ballon en température. Si ce n'est pas le cas, l'énergie restante sera fournie par l'appoint électrique directement dans le ballon. Enfin les températures du ballon après les apports du générateur sont déterminées. Par la suite le générateur thermodynamique peut être appelé pour le chauffage instantané.

4.3. Traitement des données de sortie

La simulation calcule l'énergie consommée par l'assemblage, c'est-à-dire l'énergie consommée par le générateur de base et l'appoint électrique.

4.3.1 Calcul des consommations

Dans le cas de l'assemblage ballon base seule, la consommation en énergie finale s'exprime sous forme de matrice, de la façon suivante :

$$\left\{ Q_{cef(po;Idengen)}^{assemblage}(h) \right\} = R_{dim} \times \left(\begin{array}{l} Q_{cons}^{gnr_base}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;Idengen)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;Idengen)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \\ + W_{aux_pro}^{gnr_base}(h) \times \left(\frac{Q_{req_ch}(h) \cdot \{E_{(1;50)}\} + Q_{req_ecs}(h) \cdot \{E_{(3;50)}\}}{Q_{req_ch}(h) + Q_{req_ecs}(h)} \right) \\ + Q_{cons}^{gnr_ap}(h) \times \{E_{(3;Idengen)}\} \end{array} \right) \quad (22-1)$$

4.3.2 Energie restante à fournir par le générateur d'appoint pour l'ECS

Dans le cas de la production d'eau chaude avec stockage, le report d'énergie est géré au niveau du puisage dans le ballon et non, contrairement aux systèmes de production instantanée, au niveau du (ou des) générateur(s) associés au ballon (base et appoint) :

$$Q_{rest_ecs}^{gnr_ap}(h) = 0 \quad (22-2)$$

4.3.3 Calcul des pertes thermiques récupérables

Les pertes thermiques de stockage, récupérables par l'ambiance si l'élément de stockage est en volume chauffé :

$$\phi_{vc}^{sto}(h) = Pe(h) \times Nb_{ballons} \times Is_{sto_vc} \quad (22-3)$$

A ces pertes de stockage s'ajoutent les éventuelles pertes en volume chauffé du générateur de base issues de la fiche algorithme « Générateur » :

$$\phi_{vc}^{gnr}(h) \leftarrow \phi_{vc}^{gnr}(h) \times R_{dim} \quad (22-4)$$

5. COUPLAGE DE BALLONS SOLAIRES A APPOINT DANS STOCKAGE SEPRE

5.1. Prétraitement des données

Ce paragraphe consiste à évaluer les paramètres d'intégration propres à l'assemblage et à calculer les données d'entrée des fiches constituant l'assemblage.

5.1.1. Fonction de l'assemblage

L'assemblage fonctionne en mode ECS seule.

$$Id_{fousto} = Id_{jougen} = 3$$

5.1.2. Position de l'assemblage

Le positionnement du ballon (il en va de même pour les générateurs de base et d'appoint) est identique à celui de la génération dans laquelle il se trouve.

5.1.3. Température de la chaufferie

Prise en compte de la température ambiante de la génération renvoyée par le moteur « Theta_amb ».

$$T_{chaufferie}(h) = \theta_{amb}(h) \quad (23)$$

5.1.4. Température de consigne du ballon d'appoint

En fonction de la température de départ ECS demandée à l'assemblage, les températures de consigne du ballon d'appoint suivantes sont définies :

Si $\theta_{depart_ecs} \leq 50^\circ C$ alors

$$\theta_{c_app} = 55^\circ C$$

Si $50^\circ C < \theta_{depart_ecs} \leq 55^\circ C$ alors

$$\theta_{c_app} = \theta_{depart_ecs} + 5^\circ C$$

5.2. Ordre des calculs

Pour ce système les étapes déjà décrites précédemment pour l'assemblage ballon base solaire à appoint intégré ne seront pas exactement suivies. Des références à certaines de ces étapes seront faites mais des étapes propres à cet assemblage seront rajoutées. En effet les étapes à suivre pour cet assemblage :

- Etape 1ter : Besoins d'ECS aux bornes de l'assemblage ;
- Etape 2ter : Calcul du volume puisé et des températures après puisage pour l'ECS dans le cas d'un appoint dans un ballon de stockage séparé :

$$Q_{req_ballon_ecs}(h) = Q_{req_ecs}(h) \quad (24)$$

- Etapes 3, 4 : Calcul de la boucle solaire et application des apports solaires et des pertes thermiques du ballon ;
- Etape 5ter : Calcul de l'énergie à fournir par l'appoint dans le cas d'un appoint dans un ballon de stockage séparé et appel du générateur d'appoint. De la même façon que pour l'étape 5, le générateur est appelé en fonction de l'énergie requise $Q_{req_sto_ap}(h)$, de la température moyenne vue par l'échangeur d'appoint $T_{moy_bal_app}(h)$ et de son coefficient d'échange. Le générateur détermine l'énergie réellement fournie au ballon $Q_{fou_sto_ap}(h)$. La température aval modifié renvoyé au générateur est la suivante :

$$\theta_{aval_mod}(h) = T_{moy_bal_app}(h) + \frac{\min(Q_{req_sto_ap}(h); P_{max} \times R_{dim})}{UA_{hx}(V_{tot_app}).(1h)} \quad (25)$$

Avec $UA_{hx}(V_{tot_app})$ comme définit dans la méthode Th-BCE (équation 1497 de la partie C_STO_échangeur_ballon).

- Etape 6ter : Calcul des températures à la fin du pas de temps h ;

5.3. Traitement des données de sortie

La simulation calcule l'énergie consommée par l'assemblage. Cette énergie vient :

- du système d'appoint ;
- des auxiliaires de la boucle solaire.

5.3.1. Calcul des consommations

Dans le cas de l'assemblage à appoint dans stockage séparé, la consommation en énergie finale s'exprime sous forme de matrice, de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \{Q_{cef(po;Idengen)}^{assemblage}(h)\} &= W_{aux_boucle_solaire}(h) \times \{E_{(3;50)}\} \\ &+ R_{dim} \times Q_{cons}^{gnr_ap}(h) \times \{E_{(3;Idengen)}\} \\ &+ R_{dim} \times W_{aux_pro}^{gnr_ap}(h) \times \{E_{(3;50)}\} \end{aligned} \quad (26)$$

5.3.2. Energie restante à fournir par le générateur d'appoint pour l'ECS

Dans le cas de la production d'eau chaude avec stockage, le report d'énergie est géré au niveau du puisage dans le ballon et non, contrairement aux systèmes de production instantanée, au niveau du (ou des) générateur(s) associés au ballon (base et appoint) :

$$Q_{rest_ecs}^{gnr_ap}(h) = 0 \quad (27)$$

5.3.3. Calcul des pertes thermiques récupérables

Les pertes thermiques de stockage, récupérables par l'ambiance si l'élément de stockage est en volume chauffé :

$$\phi_{vc}^{sto}(h) = Pe(h) \times Is_{sto_vc} \quad (28)$$

A ces pertes de stockage s'ajoutent les éventuelles pertes en volume chauffé du générateur d'appoint issues de la fiche algorithme « Générateur » :

$$\phi_{vc}^{gnr}(h) \leftarrow \phi_{vc}^{gnr}(h) \times R_{dim} \quad (29)$$

S'ajoutent également les pertes en volume chauffé de la boucle solaire issues de la fiche algorithme « Module solaire » :

$$\phi_{vc_BS}(h) \leftarrow \phi_{vc_BS}(h) \times Nb_{ballons} \quad (30)$$