

AMÉNAGEMENT NATURE, LOGEMENT

MINISTÈRE DU LOGEMENT,
DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES
ET DE LA RURALITÉ

*Direction de l'habitat, de l'urbanisme
et des paysages*

Arrêté du 13 août 2015 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte des systèmes «Hydrapac» et «Hydramax» dans la réglementation thermique 2012

NOR : ETL1515263A

(Texte non paru au *Journal officiel*)

La ministre du logement, de l'égalité des territoires et de la ruralité et la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie,

Vu la directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil en date du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments (refonte);

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment ses articles L. 111-9 et R. 111-20;

Vu l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments;

Vu l'arrêté du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments autres que ceux concernés par l'article 2 du décret du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions;

Vu l'arrêté du 30 avril 2013 portant approbation de la méthode de calcul Th-B-C-E prévue aux articles 4, 5 et 6 de l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments;

Vu l'arrêté du 11 décembre 2014 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique applicables aux bâtiments nouveaux et aux parties nouvelles de bâtiment de petite surface et diverses simplifications;

Vu l'arrêté du 19 décembre 2014 modifiant les modalités de validation d'une démarche qualité pour le contrôle de l'étanchéité à l'air par un constructeur de maisons individuelles ou de logements collectifs et relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique applicables aux bâtiments collectifs nouveaux et aux parties nouvelles de bâtiment collectif,

Arrêtent :

Article 1^{er}

Conformément à l'article 50 de l'arrêté du 26 octobre 2010 susvisé et à l'article 40 de l'arrêté du 28 décembre 2012 susvisé, le mode de prise en compte des systèmes «Hydrapac» et «Hydramax» dans la méthode de calcul Th-B-C-E 2012, définie par l'arrêté du 30 avril 2013 susvisé, est agréé selon les conditions d'application définies en annexe.

Article 2

Le directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages et le directeur général de l'énergie et du climat sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Bulletin officiel* du ministère du logement, de l'égalité des territoires et de la ruralité et du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

Fait le 13 août 2015.

*La ministre du logement de l'égalité
des territoires et de la ruralité,
Pour la ministre et par délégation :
La sous-directrice de la qualité
et du développement durable
dans la construction
K. NARCY*

*La ministre de l'écologie,
du développement durable
et de l'énergie,
Pour la ministre et par délégation :
La sous-directrice de la qualité
et du développement durable
dans la construction
K. NARCY*

*La ministre de l'écologie,
du développement durable
et de l'énergie,
Pour la ministre et par délégation :
Le chef du service du climat
et de l'efficacité énergétique,
P. DUPUIS*

ANNEXE

MODALITÉS DE PRISE EN COMPTE DES SYSTÈMES « HYDRAPAC » ET « HYDRAMAX » DANS LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012

1/ Définition du système

Au sens du présent arrêté, les systèmes « Hydrapac » et « Hydramax » sont des systèmes de production d'eau chaude sanitaire thermodynamique à accumulation. Les éléments constituant le système sont :

- un ou plusieurs ensembles d'unités extérieures air-eau ;
- une ou plusieurs stations hydrauliques, chacune étant constituée d'une unité intérieure et un module de transfert hydraulique constituant la station hydraulique ;
- un ou plusieurs ballons de stockage avec appoint (électrique ou hydraulique) ou un ou plusieurs ballons de stockage avec un système d'appoint autonome
- un système de régulation qui commande la marche et l'arrêt de la pompe à chaleur et des appoints.

La différence entre le système « Hydrapac » et « Hydramax » est l'appoint utilisé. Dans le cas de l'Hydrapac, l'appoint est électrique. Dans le cas de l'Hydramax, l'appoint est hydraulique.

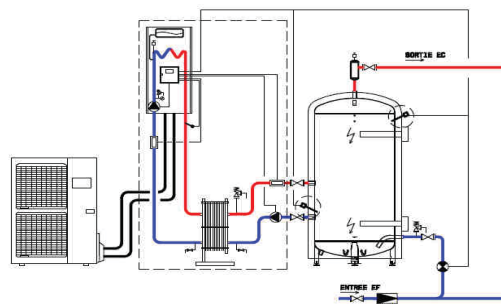


Figure 1 : Schéma de principe du système « HYDRAPAC »

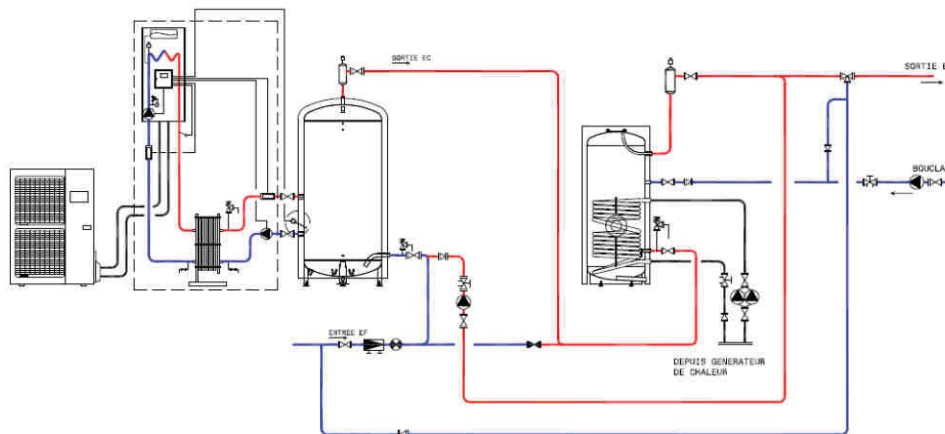


Figure 2 - Schéma de principe du système « HYDRAMAX »

1.1. PRINCIPE GÉNÉRAL

L'eau chaude sanitaire est produite à l'aide d'une ou plusieurs PAC air/eau, stockée dans un ou des ballons collectifs centralisés équipés d'un appoint électrique ou d'un appoint hydraulique dans un stockage séparé et distribuée via une boucle ou un réseau tracé. La production de l'ECS se fait en mode accumulé durant une charge nocturne de 8h et suivant

une rampe de charge calculée. La charge ECS est déclenchée à 22h (horloge régulation) pour se terminer à 6h00 le lendemain, heure à laquelle le système doit pouvoir délivrer de l'eau à la température de consigne choisie (période où les soutirages sont minimums pour réaliser une charge complète au moins égale à 55°C).

Le régulateur enregistre le volume réellement consommé durant la journée grâce à un compteur placé sur l'arrivée eau froide. En début de chaque charge, le régulateur calcule l'énergie à apporter en fonction du volume réellement consommé en journée et de la température d'eau froide du réseau mesurée avec la sonde basse du ballon.

Une rampe de montée en température du ballon définit la consigne temporelle de température et le régulateur adapte le taux de charge de la ou les PAC (grâce à l'inverter) pour suivre au mieux cette rampe. L'appoint est activé en cas de retard malgré un taux de charge à 100% de la PAC.

1.2. NORMES D'ESSAI

Les performances des pompes à chaleur (puissance et COP nominales) sont caractérisées sur la base de la NF EN 14511. Le coefficient UA des ballons de stockage est calculé en utilisant la norme NF EN 15332.

2/ Domaine d'application

Le champ d'application de la présente méthode s'étend à la production d'ECS pour les types d'usages suivants :

- Bâtiment à usage d'habitation – Logement collectif ;
- Bureaux ;
- Etablissement sanitaires avec hébergement ;
- Hôpitaux
- Foyers de jeunes travailleurs
- Cités universitaires
- Tous les types de restauration
- Tous les types d'hôtels
- Tous les types d'établissement sportifs
- Crèches

3/ Méthode de prise en compte

Dans le cas du système « HYDRAPAC », la gestion du thermostat d'appoint du ballon de stockage d'ECS est « chauffage de nuit ». Dans le cas du système « HYDRAMAX », la gestion du thermostat d'appoint du ballon de stockage d'ECS est « chauffage permanent ».

La production stockage doit contenir les éléments propres au projet :

- Source base constituée du ou des générateurs dont les caractéristiques sont celles des pompes à chaleur air extérieur / eau
- Source appoint constituée de la résistance d'appoint située en partie inférieure du ballon de stockage pour le système « HYDRAPAC »
- Source appoint constituée de l'appoint hydraulique relié au ballon d'appoint pour le système « Hydramax ».

Les fiches algorithmes « T5_STO_gestion_régulation_ballon_base » et « T5_STO_gestion_régulation_appoint_ballon » permettent de décrire les parties non directement modélisables dans la méthode Th-BCE.

Fiche algorithme régulation base « HYDRAPAC »

1. INTRODUCTION

Cette fiche algorithme décrit la prise en compte de la régulation de la base des systèmes « Hydrapac » et « Hydramax » de la société.

Pour produire de l'eau chaude, un ballon de stockage peut posséder une ou deux source(s) de chaleur. Dans le premier cas, l'unique source de chaleur est appelée base, dans le second cas la base sera la source de chaleur prioritaire.

En tenant compte des paramètres de gestion-régulation du thermostat, nous calculons, en premier lieu, le volume d'eau chaude puisé dans le ballon puis l'énergie requise au niveau du générateur de base pour couvrir les besoins d'ECS et compenser les pertes thermiques du ballon.

2. NOMENCLATURE DU MODÈLE

Le Tableau 1 donne la nomenclature des différentes variables du modèle.

Entrées du composant

Nom	Description	Unité
h_{leg}	Heure légale au pas de temps h.	h
θ_{cw}	Température de l'eau froide entrant dans le système de préparation de l'eau chaude	°C
$\theta_{ecs_max}^{gen}$	Température maximale des réseaux de distribution intergroupe d'ECS connectés à la génération gen.	°C
$\theta_{ch_max}^{gen}$	Température maximale des réseaux de distribution intergroupe de chaud connectés à la génération gen.	°C
$\theta_{bz}(h-1)$	Températures de la zone z (z = 1 à 4) du ballon au pas de temps précédent	°C
$\theta_{bz}(h-2)$	Températures de la zone z (z = 1 à 4) du ballon au pas de temps h-2	°C
$Pe_z(h-1)$	Pertes thermiques de la zone z (z = 1 à 4) du ballon au pas de temps précédent	W
$Q_{w_sto_unit}(h)$	Besoins d'énergie requis en entrée du ballon	Wh
$Q_{w_sto_unit_report}(h)$	Energie non assurée au pas de temps h-1, reportée au pas de temps courant	Wh
Z_{base}	Numéro de la zone du ballon qui contient l'échangeur du générateur de base	-
Z_{reg_base}	Numéro de la zone du ballon qui contient le système de régulation de la base	-
$id_{fonction}(h)$	Indicateur de fonction du générateur accompagnant le $Q_{req_sto_base}(h)$ (1 : chauffage, 2 : refroidissement, 3 : ECS), pour les générateurs multi-fonctions.	Ent
$P_{max}(h)$	Puissance maximale que peut fournir le générateur de base dans les conditions de températures amont et aval	W
$P_{max_appoint}(h)$	Puissance maximale que peut fournir le générateur d'appoint dans les conditions de températures amont et aval	W

Paramètres intrinsèques du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$type_{gest_base}$	Type de gestion du thermostat de base du ballon de stockage 1 : Chauffage de nuit	-	1	1	-
V_{tot}	Volume total du ballon	L	0	$+\infty$	-
f_{aux}	Fraction effective concernée par l'appoint dans le cas d'un ballon base+appoint	-	0	1	-
$V_{(z_reg_base)}$	Volume de la zone du ballon où se situe le système de régulation de la base	L	0	$+\infty$	-
V_z	Volume des zones du ballon (z allant de 1 à 4)	L	0	$+\infty$	-
N_{zone}	Nombre de zones dans le ballon	-	0	$+\infty$	4

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
θ_{c_base}	Température de consigne de la partie du ballon gérée par la base	°C	0	110	55
$\Delta\theta_{base}$	Hystérésis du système de régulation de la base	K	0	20	-
$statut_delta_theta$	1 : valeur à saisir 2 : valeur par défaut	-	1	2	-

Sorties

Nom	Description	Unité
$Q_{req_sto_base}(h)$	Energie requise à fournir à l'élément de stockage par le générateur de base	W
Nb_{iter_vp}	Nombre d'itérations de la boucle pour le calcul du volume puisé total du ballon	-
$V_p(h)$	Volume puisé au pas de temps h	L

Variables internes

Nom	Description	Unité
f_p	Programmation (1 autorisé, 0 coupé)	-
V_{ap}	Volume de la partie du ballon chauffée par l'appoint	L
i	Numéro de l'itération en cours	-
θ_{max}^{gen}	Température maximale des distributions intergroupes soit de chaud soit d'ECS connectées à une même génération	°C
$Q_{w_sto_unit}(i)$	Besoins d'énergie requis en entrée du ballon au début de l'itération i	Wh
$Q_{w_sto_unit_report}(i)$	Energie non assurée à l'itération $i-1$, reportée à l'itération courant	Wh
$V_p(i)$	Volume puisé pendant l'itération i	L
$Nb_{h_restante}$	Nombre d'heure restante sur la période de nuit.	0 8
$Nb_{h_req_ap}$	Nombre d'heure requis par l'appoint	0 8

Constantes

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

Tableau 1 : Nomenclature des différentes variables du modèle

3. DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

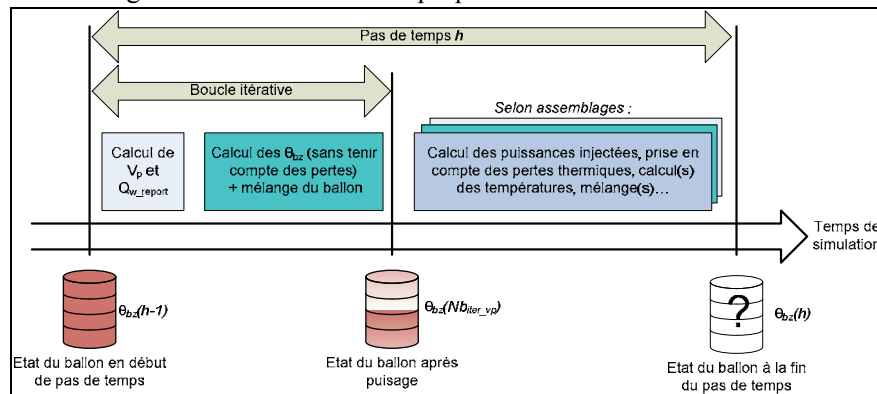
Ces algorithmes sont en amont du modèle de ballon et déterminent le volume à puiser au pas de temps h puis l'énergie à fournir par le générateur de base pour remonter le ballon à la température de consigne.

Itérations lors d'un même pas de temps horaire pour le calcul du volume puisé

Le calcul du volume puisé à partir de la demande d'énergie utilise la température de la zone supérieure du ballon $\theta_{b,t}$ (au pas de temps précédent). Par conséquent, chaque zone pouvant avoir une température différente, le volume puisé ne peut excéder le volume de la plus petite zone du ballon.

Pour remédier à cela, le volume puisé total du pas de temps h est calculé au cours de plusieurs itérations i , avec les hypothèses suivantes :

- le nombre d'itérations Nb_{iter_vp} dépend de f_{aux} ;
- le volume puisé, l'énergie reportée et les températures du ballon (V_p , $Q_{w_sto_unit_report}$, θ_{bz}) sont calculés à chaque itération ;
- si l'énergie reportée est nulle, la boucle itérative s'arrête ;
- ni les pertes ni les puissances injectées dans le ballon ne seront comptabilisées avant la dernière itération de la boucle ;
- la chronologie des événements est expliquée ci-dessous :



Calcul du nombre d'itérations

Le nombre total d'itérations servant à calculer le volume total puisé dans un ballon est égal à :

Si ballon ne possède qu'une source de chaleur,

$$Nb_{iter_vp} = 4$$

Si ballon possède deux sources de chaleur,

(1)

$$Nb_{iter_vp} = \text{arrondi.inf} \left(\frac{2}{\min(f_{aux}, 1 - f_{aux})} \right)$$

Et où $V_{ap} = f_{aux} * V_{tot}$.

Initialisation de la boucle itérative

i est initialisé à 1 au début du pas de temps h (2)

Calcul du volume puisé d'ECS (boucle itérative)

Le volume puisé est calculé à partir de la température de la zone supérieure du ballon de l'itération précédente et ne peut excéder, à chaque itération, le volume de la plus petite zone du ballon de stockage.

Avec : $\theta_{\max}^{\text{gen}} = \theta_{\text{ecs_max}}^{\text{gen}}$ si $Id_{\text{fonction}} = 3$ (3)

A la première itération ($i=1$),

$$Q_{w_sto_unit}(i) = Q_{w_sto_unit}(h) + Q_{w_sto_unit_report}(h-1) \quad (4)$$

Si la demande d'énergie ne peut être satisfaite, l'énergie à puiser est reportée à l'itération suivante.

Si $\theta_{b4}(h-1) > \theta_{\max}^{\text{gen}}$

$$V_p(i) = \min \left(\frac{Q_{w_sto_unit}(i)}{\rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_{b4}(h-1) - \theta_{cw}(h))}, \{V_z\}_{z \in \{1,4\}} \right) \quad (5)$$

$$Q_{w_sto_unit_report}(i) = Q_{w_sto_unit}(i) - \rho_w \cdot c_w \cdot V_p(i) \cdot (\theta_{b4}(h-1) - \theta_{cw}(h))$$

sinon

$$V_p(i) = 0 \quad (6)$$

$$Q_{w_sto_unit_report}(i) = Q_{w_sto_unit}(i)$$

La boucle itérative continue tant que ($1 < i \leq Nb_{\text{iter_vp}}$ et $Q_{w_sto_unit_report}(i) \neq 0$)

$$Q_{w_sto_unit}(i) = Q_{w_sto_unit_report}(i-1) \quad (7)$$

De même que précédemment,

Si $\theta_{b4}(i-1) > \theta_{\max}^{\text{gen}}$

$$V_p(i) = \min \left(\frac{Q_{w_sto_unit}(i)}{\rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_{b4}(i-1) - \theta_{cw}(h))}, \{V_z\}_{z \in \{1,4\}} \right) \quad (8)$$

$$Q_{w_sto_unit_report}(i) = Q_{w_sto_unit}(i) - \rho_w \cdot c_w \cdot V_p(i) \cdot (\theta_{b4}(i-1) - \theta_{cw}(h))$$

sinon

$$V_p(i) = 0 \quad (9)$$

$$Q_{w_sto_unit_report}(i) = Q_{w_sto_unit}(i)$$

La boucle itérative sur les algorithmes de la gestion-régulation de la base du ballon se termine ici. La dernière valeur de l'énergie $Q_{w_sto_unit_report}(Nb_{\text{iter_vp}})$ est reportée au pas de temps suivant.

Le volume total puisé dans le ballon au pas de temps courant est noté de la manière suivante :

$$V_p(h) = \sum_{i=1}^{Nb_{\text{iter_vp}}} V_p(i) \quad (10)$$

Alerte sur le report d'énergie

Le nombre d'heures pendant lequel l'énergie reportée est non nulle s'exprime de la façon suivante :

Initialisation : $nbh_{report_e} = 0$

$$\text{Si } Q_{w_sto_unit_report_e}(h) \neq 0 \quad nbh_{report_e}(h) = nbh_{report_e}(h-1) + 1 \quad (11)$$

Sinon $nbh_{report_e}(h) = nbh_{report_e}(h-1)$

Calcul de l'indice de programmation de la base du ballon : fp

Par rapport à la méthode Th-BCE, le type de gestion du générateur de base est un fonctionnement de nuit, soit $type_{gest_base} = 1$.

Le charge ECS est déclenchée à 22h pour se terminer à 6h le lendemain :

$$\begin{aligned} &\text{Si } 21h < h_{leg} < 6h, \\ &f_p(h) = 1 \\ &\text{Sinon} \\ &f_p(h) = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Calcul du nombre d'heures de nuit restantes : $Nbh_restante(h)$

Le nombre d'heures de nuit restantes est défini dans le tableau de correspondance ci-dessous :

h_{leg}	22	23	0	1	2	3	4	5	6
$Nbh_restante$	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Calcul de la puissance requise

Si $f_p(h) = 0$, alors $Q_{req_sto_base}(h) = 0$. Sinon, $Q_{req_sto_base}(h)$ est calculé comme suit.

Le dispositif de régulation du ballon se base sur la température relevée en début du pas de temps dans la zone du ballon où est située la sonde du régulateur de la base z_{reg_base} . Le dispositif chauffant devra se déclencher si :

$$\theta_{z_{reg_base}}(h-1) < \theta_{c_base} + \frac{Pe_{z_{reg_base}}(h-1)}{\rho_w \cdot c_w \cdot V_{(z_{reg_base})}} \quad (13)$$

et si

$$V_p(h) > 0$$

$$\text{ou } \theta_{b(z_{reg_base})}(h-1) < \theta_{c_base} - \Delta\theta_{base} \quad (14)$$

$$\text{ou } (\theta_{c_base} - \Delta\theta_{base} \leq \theta_{b(z_{reg_base})}(h-1) < \theta_{c_base} \text{ et } \theta_{b(z_{reg_base})}(h-2) < \theta_{b(z_{reg_base})}(h-1))$$

Ce jeu de condition est introduit pour tenir compte de l'hystérésis de la régulation. Si $statut_delta_theta = 2$ (valeur par défaut), alors $\Delta\theta_{base} = 2^\circ\text{C}$.

La puissance requise à fournir par la base est donnée par l'équation :

$$Q_{req_sto_base}(h) = \max \left[\rho_w \cdot c_w \cdot \left(\sum_{z=z_{base}}^{N_{zone}} V_z \cdot \left(\theta_{c_base} - \frac{\sum_{z=z_{base}}^{N_{zone}} V_z \theta_{bz}(i-1)}{\sum_{z=z_{base}}^{N_{zone}} V_z} \right) \right) + \sum_{z=z_{base}}^{N_{zone}} Pe_z, 0 \right] \quad (15)$$

Les températures θ_{bz} sont celles de la dernière itération effectuée (voir les algorithmes du ballon de stockage).

Fiche algorithme régulation appoint « HYDRAPAC »

1. INTRODUCTION

Cette fiche algorithme décrit la prise en compte de la régulation de l'appoint des systèmes « HYDRAPAC » et « HYDRAMAX » de la société GROUPE ATLANTIC.

Dans le cas des ballons recevant deux sources de chaleur, le premier générateur sera appelé base, le second appoint. Ce dernier est piloté par les principes de gestion-régulation de son thermostat.

L'objectif de ces algorithmes est de déterminer, après fonctionnement du générateur de base, l'énergie requise au niveau du générateur d'appoint pour apporter au ballon le complément d'énergie que n'a pu fournir la base.

2. NOMENCLATURE DU MODÈLE

Le Tableau 1 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de gestion-régulation de l'appoint du ballon.

Entrées du composant

Nom	Description	Unité
h_{leg}	Heure légale au pas de temps h.	h
$\theta_{bz}(h-1)$	Températures de la zone z (z = 1 à 4) du ballon au pas de temps précédent	°C
$\theta_{bz}(h-2)$	Températures de la zone z (z = 1 à 4) du ballon au pas de temps h-2	°C
$V_p(h)$	Volume puisé pendant le pas de temps	L
$P_{fou_pc}(h)$	Puissance maximale que peut fournir le générateur dans les conditions de températures amont et aval au pas de temps h.	W
$Q_{fou_sto_ap}$	Energie fournie par l'élément chauffant d'appoint	Wh
$Q_{req_sto_base}$	Energie requise à fournir à l'élément de stockage par le générateur de base	Wh
$P_{max}(h)$	Puissance maximale que peut fournir le générateur de base dans les conditions de températures amont et aval	W
$P_{max_appoint}(h)$	Puissance maximale que peut fournir le générateur d'appoint dans les conditions de températures amont et aval	W

Paramètres intrinsèques du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$type_{gest_ap}$	Type de gestion du thermostat d'appoint du ballon de stockage d'ECS 0. Chauffage permanent 1. Chauffage de nuit	-	0	1	-
V_z	Volume des zones du ballon (z allant de 1 à 4)	L	0	$+\infty$	-
$V_{z_reg_ap}$	Volume de la zone du ballon où se situe le système de régulation de l'appoint	L	0	$+\infty$	-
N_{zone}	Nombre de zones dans le ballon	-	0	$+\infty$	4
f_{p_ap}	Programmation de l'appoint (1 autorisé, 0 coupé)				

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
θ_{c_ap}	Température de consigne de la zone du ballon chauffée par l'appoint	°C	0	110	55
$\Delta\theta_{ap}$	Hystérésis du système de régulation de l'appoint	K	0	20	-
R_{dim}	Nombre de générateur de base	entier	0	$+\infty$	-
Z_{ap}	Numéro de la zone du ballon qui contient l'échangeur du générateur d'appoint	-	1	4	-
Z_{reg_ap}	Numéro de la zone du ballon qui contient le système de régulation de l'appoint	-	1	4	-
$statut_del_ta_theta$	1 : valeur à saisir 2 : valeur par défaut	-	1	2	-

Sorties

Nom	Description	Unité
$Q_{req_sto_ap}$	Energie requise à fournir à l'élément de stockage par le générateur d'appoint	W

Variables internes

Nom	Description	Unité		
f_{p_ap}	Programmation de l'appoint (1 autorisé, 0 coupé)	-		
$P_{max_appoint}(h)$	Puissance maximale que peut fournir le générateur d'appoint dans les conditions de températures amont et aval	W		
$Nb_{h_restante}$	Nombre d'heure restante sur la période de nuit.	entier	0	8
$Nb_{h_req_ap}$	Nombre d'heure requis par l'appoint	entier	0	8

Constantes

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

Tableau 1 : Nomenclature des différentes variables du modèle

3. DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

Le mode de gestion du générateur d'appoint peut être différent de celui de base.

Calcul du nombre d'heures de nuit restantes : $Nb_{h_restante}(h)$

Le nombre d'heures de nuit restantes est défini dans le tableau de correspondance ci-dessous :

h_{reg}	22	23	0	1	2	3	4	5	6
$Nb_{h_restante}$	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Calcul du nombre d'heures requises par l'appoint: $Nb_{h_req_ap}(h)$

L'énergie que le générateur de base peut fournir dans le nombre d'heures restantes est soustraite de l'énergie requise par le système de stockage. Cette énergie restant à fournir par l'appoint est divisée par sa puissance puis arrondie au nombre entier supérieur.

$$Nb_{h_req_ap} = \max \left[\text{Arrondi Sup} \left(\frac{(Q_{req_sto_base} - P_{max}(h) \times R_{dim} \times Nb_{h_restante})}{P_{max_appoint}(h) \times R_{dim}} \right), 0 \right]$$

Calcul de l'indice de programmation de l'appoint du ballon : fp_ap

Selon le principe de gestion du générateur d'appoint (fonctionnement de nuit ou fonctionnement permanent), on l'autorise ou non à fournir de l'énergie au ballon :

Si $type_{gest_ap} = 1$ (chauffage de nuit)

Si $21h < hleg < 6h$

Si $Nb_{h_req_ap} = 0$

$fp_ap(h) = 0$

Sinon si $Nb_{h_req_ap} < Nb_{h_restante}$

$fp_ap(h) = 0$

Sinon

$fp_ap(h) = 1$

Sinon

$fp_ap(h) = 0$

Sinon

$fp_ap(h) = 1$

Calcul de l'énergie requise au niveau de l'appoint

L'énergie requise au niveau de l'appoint est calculée selon le paragraphe XX.XX de la méthode Th-BCE.

Si $f_{p_ap}(h) = 0$, alors $Q_{req_sto_ap}(h) = 0$. Dans le cas contraire, $Q_{req_sto_ap}(h)$ est calculé comme suit.

Le dispositif de régulation du ballon se base sur la température relevée en début du pas de temps dans la zone du ballon où est située la sonde du régulateur de la base z_{reg_ap} . Le dispositif chauffant devra se déclencher si

$$V_p(h) > 0$$

$$\text{ou } \theta_{b(z_{reg_ap})}(i-1) < \theta_{c_ap} - \Delta\theta_{ap} \quad (3)$$

$$\text{ou } (\theta_{c_ap} - \Delta\theta_{ap} \leq \theta_{b(z_{reg_ap})}(h-1) < \theta_{c_ap} \text{ et } \theta_{b(z_{reg_ap})}(h-2) < \theta_{b(z_{reg_ap})}(h-1))$$

Les deux dernières conditions sont introduites pour tenir compte de l'hystérésis de la régulation. Si $statut_delta_theta = 2$ (valeur par défaut), alors $\Delta\theta_{appoint} = 2^\circ C$.

La puissance requise à fournir par l'appoint est donnée par l'équation :

$$Q_{req_sto_ap}(h) = \max \left[\rho_w \cdot c_w \cdot \sum_{z=z_{ap}}^{N_{zone}} V_z \cdot \left(\theta_{c_ap} - \frac{\sum_{z=z_{ap}}^{N_{zone}} V_z \theta_{bz}}{\sum_{z=z_{ap}}^{N_{zone}} V_z} \right), 0 \right] \quad (5)$$

z_{ap} est un paramètre d'intégration et les températures du ballon à considérer sont indiquées dans les assemblages décrivant les productions avec ballon de stockage.