

ANNEXE 2

Fiche Algorithmique n°1 « Modules ECS seul »

1. NOMENCLATURE DU MODELE

| Entrées¹ | | | | |
|---|---|----------------|-------------------------------|------------------------|
| Nom | Description | Unité | Intervalle² | Def³ |
| $\theta_{ext}(h)$ | Température de l'air extérieur | °C | | |
| $\theta_{cw}(h)$ | Température de l'eau froide | °C | | |
| $b_{therm}(h)$ | Coefficient de prise en compte d'un espace tampon | Réel | | |
| $A_{gr,em-e}$ | Surface d'un groupe desservi par un émetteur ECS équivalent relié à cette distribution intergroupe | m ² | | |
| $Q_{w_2nd-e}^{ds-e}(h)$ | Besoin d'ECS en entrée majorés des pertes de distribution interne au groupe | Wh | | |
| θ_{2nd-e}^{ds-e} | Température du réseau d'ECS interne au groupe | °C | | |
| Paramètres d'intégration du module⁴ | | | | |
| Nom | Description | Unité | Intervalle⁵ | Def |
| $id_{fonction}$ | Fonction du réseau de distribution intergroupes mixte : 1 : ECS seule, 2 : ECS et chauffage direct, 3 : ECS et chauffage indirect. | - | 1 - 3 | - |
| $\delta_{M_ech_ECS_temp}$ | Indicateur de maintien en température de l'échangeur ECS : 0 : pas de maintien en température 1 : maintien en température | - | 0 - 1 | - |
| id_{circ} | Mode de régulation du circulateur : 0 : Pas de circulateur, 1 : Vitesse constante, | - | 0 - 3 | - |

¹ Valeurs opérées par d'autres modules

² 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.).

³ Valeur par défaut

⁴ Rentrés par l'utilisateur

⁵ 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.).

2 : Vitesse variable et maintien du réseau à une pression différentielle,
3 : Vitesse variable et variations de la pression différentielle du réseau.

| | | | | |
|--|--|---------------------|--------|---|
| a, b, c | Coefficients caractéristiques de l'échangeur ECS par module | - | - | - |
| $\theta_{in_prim_nom}$ | Température de départ du réseau intergroupes | °C | > 50°C | - |
| $q_{maintien\ échangeur\ ECS}$ | Débit de maintien en température d'un échangeur ECS | m ³ /h | - | - |
| Nb_{mod} | Nombre de modules raccordés au réseau intergroupes | - | - | - |
| $\theta_{out_prim\ maintien\ échangeur\ ECS}$ | Température nominale de sortie du module en mode de maintien en température de l'échangeur ECS | °C | - | - |
| $\acute{e}p_{iso\ éch\ ECS}$ | Épaisseur de l'isolant recouvrant l'échangeur ECS | m | - | - |
| $\lambda_{iso\ éch\ ECS}$ | Conductivité thermique de l'isolant recouvrant l'échangeur | W/m.K | - | - |
| U_{ECS} | Coefficient de déperditions de tubes ECS dans un module | W/m.K | - | - |
| L_{ECS} | Longueur des tubes ECS dans un module | m | - | - |
| R_{module} | Résistance thermique de l'isolant inclus dans la coque d'un module d'appartement | m ² .K/W | - | - |
| $P_{aux\ fct}$ | Puissance des auxiliaires de génération en fonctionnement d'un module | W | - | - |
| $P_{aux\ arret}$ | Puissance des auxiliaires de génération à l'arrêt d'un module | W | - | - |
| q_{resid} | Débit résiduel (ou minimal) dans le réseau intergroupe | m ³ /h | - | - |
| q_{nom} | Débit nominal du réseau intergroupes | m ³ /h | - | - |

Sorties

| Nom | Description | Unité | Intervalle | Def |
|-------------------------|--|-------|------------|-----|
| $Mod_{pertes}(h)$ | Coefficient de modulation des pertes du réseau | Réel | 0 - 1 | - |
| $\theta_{in_prim}(h)$ | Température de départ du réseau intergroupes | °C | - | - |
| $\theta_{out_prim}(h)$ | Température de retour du réseau intergroupes | °C | - | - |

| | | | | |
|-----------------|---|----|---|---|
| $Q_{totale}(h)$ | Energie requise en entrée du réseau intergroupes | Wh | - | - |
| $Mod_{circ}(h)$ | Coefficient de modulation des consommations des pompes du réseau intergroupes | - | - | - |

Variables internes⁶

| Nom | Description | Unité | Intervalle | Def |
|------------------------------|--|-------------|------------|------|
| q^{mod}_{ECS} | Débit de puisage ECS par module | m3/h | - | 0,72 |
| q_{ECS} | Débit de puisage ECS pour tous les modules | m3/h | - | - |
| $P_{ECS}(h)$ | Puissance appelée en ECS pour chaque pas de temps | W | - | - |
| Cp_{eau} | Capacité calorifique de l'eau | Wh/m3/ K | - | 1,16 |
| ρ_{eau} | Masse volumique de l'eau | kg/m3 | - | 1000 |
| θ_{2nd-e} | Température moyenne de puisage pour les appareils raccordés | °C | - | - |
| $P_{ECS}^{mod}(h)$ | Puissance ECS pour chaque pas de temps sur chaque module | W | - | - |
| $UA_{HX\ ECS}^{mod}(h)$ | Coefficient d'échange thermique pour chaque module d'appartemenr | W/K | - | - |
| $DTLM(h)$ | Différence de température logarithmique sur le pas de temps | K | - | - |
| $\Delta T_e(h)$ | Ecart de température entre la température d'entrée au primaire et la température de production ECS | K | - | - |
| $\Delta T_s(h)$ | Ecart de température entre la température de sortie au primaire et la température d'EFS | K | - | - |
| $\theta_{in_prim_ECS}(h)$ | Température primaire en entrée de l'échangeur à plaques ECS | °C | - | - |
| $\theta_{out_prim_ECS}(h)$ | Température primaire en sortie de l'échangeur à plaques ECS | °C | - | - |
| $q_{primECS}(h)$ | Débit primaire dans le réseau intergroupe en puisage ECS | m3/h | - | - |
| $Q_{primECS}(h)$ | Energie à fournir pour la couverture des besoins ECS | Wh | - | - |
| $Temps_{ECS}(h)$ | Temps de couverture des besoins ECS | h | - | - |
| $q_{primstatiqueECS}(h)$ | Débit de maintien en température des échangeurs ECS raccordés au réseau intergroupes | m3/h | - | - |

⁶ Variables utilisées uniquement dans le module courant.

| | | | | |
|--|--|---------------------|---|------|
| $\theta_{out_prim_statique_ECS}(h)$ | Température primaire en sortie de l'échangeur à plaques ECS lors du maintien en température de l'échangeur | °C | - | - |
| $\theta_{in_prim_statique_ECS}(h)$ | Température primaire en entrée de l'échangeur à plaques ECS lors du maintien en température de l'échangeur | °C | - | - |
| $Q_{primstatiqueECS}(h)$ | Energie à fournir pour maintenir les échangeurs en température | Wh | - | - |
| $Temps_{statique}(h)$ | Temps de maintien en température des échangeurs | h | - | - |
| $S_{éch}$ | Surface extérieure d'un échangeur | m ² | - | 3 |
| $R_{échECS}$ | Résistance thermique de l'isolant protégeant l'échangeur | m ² .K/W | - | - |
| R_{si} | Résistance thermique surfacique intérieure | m ² .K/W | - | 0,13 |
| $H_{échECS}$ | Coefficient de déperditions de l'échangeur ECS | W/K | - | - |
| H_{ECS} | Coefficient de déperditions des tubes dans un module | W/K | - | - |
| H_{module} | Coefficient de déperditions de l'enveloppe externe du module | W/K | - | - |
| S_{module} | Surface extérieure du module | m ² | - | 0,8 |
| $\varphi_{module}(h)$ | Pertes thermiques totales du module sur un pas de temps horaire | W | - | - |
| $\varphi_{moduleECS}(h)$ | Pertes thermiques du module en fonctionnement ECS | W | - | - |
| $\varphi_{modulestatique}(h)$ | Pertes thermiques du module en mode statique | W | - | - |
| $\theta_{moyECS}(h)$ | Température moyenne de l'ECS dans un module au cours d'un puisage | °C | - | - |
| $\theta_{amb}(h)$ | Température du volume ambiant | °C | - | - |
| $\theta_{vc}(h)$ | Température du volume chauffé | °C | - | 20 |
| $\theta_{hvc}(h)$ | Température hors du volume chauffé | °C | - | - |
| $\theta_{moystatique}(h)$ | Température moyenne de l'ECS lors du maintien en température de l'échangeur | °C | - | - |
| $q_{moyen}(h)$ | Débit moyen circulant dans le réseau intergroupes sur un pas de temps | m ³ /h | - | - |
| $\theta_{outprim}(h)$ | Température de retour moyenne sur un pas de temps d'une heure du réseau intergroupes | m ³ /h | - | - |

| | | | | |
|----------------------------|---|----|---|---|
| $C_{auxgéné}(h)$ | Consommations des auxiliaires de génération de tous les modules | Wh | - | - |
| $C_{auxgéné}^{mod}(h)$ | Consommation des auxiliaires des génération d'un module | Wh | - | - |
| $\varphi_{recup}(h)$ | Flux de chaleur transmis à l'ambiance par tous les modules | Wh | - | - |
| $\varphi_{recup}^{mod}(h)$ | Flux de chaleur transmis à l'ambiance par un module | Wh | - | - |

Table 1 : Liste exhaustive des variables du modèle

2. DESCRIPTION DU MODULE

Les réseaux intergroupes constituent un deuxième niveau dans l'arborescence de la distribution, connectant un ensemble de distributions du groupe (locales) à un système de génération.

Les règles de modélisation sont identiques, à savoir qu'un composant du groupe (chauffage ou ECS) est associé à un et un seul composant distribution intergroupes partageant sa fonction.

A chaque pas de temps, l'état du réseau intergroupe hérite des profils de gestion/régulation des différents réseaux de distribution groupe desservis :

- La température de départ est prise égale au maximum des températures requises au niveau des groupes desservis ou à la température de consigne minimale de la génération,

- Le débit total est égal à la somme de l'ensemble des débits effectifs circulant dans les réseaux du groupe desservis, plus le débit requis pour couvrir les besoins d'ECS au niveau des modules d'appartement,

- La température de retour est la moyenne pondérée par les débits effectifs des différentes températures de retour des réseaux du groupe desservis, y compris les débits permettant de couvrir les besoins d'ECS au niveau des modules d'appartement.

3. DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

Cette partie établit pour chaque module d'appartement Eau chaude sanitaire seule :

- Les pertes thermiques du module, c'est-à-dire l'énergie perdue dans le volume chauffé et le volume non chauffé,
- Les températures d'entrée et de sortie du module au primaire et secondaire,
- Les débits du module au primaire et au secondaire,
- Les consommations des auxiliaires,
- Les besoins en énergie thermique majorés des pertes du module.

1. Modules d'appartement eau chaude sanitaire seule

Cette fiche algorithmique décrit le modèle des modules d'appartement en fonctionnement Eau chaude sanitaire seule. Ces modules sont reliés :

- En amont à un réseau de distribution primaire,
- En aval à un ou plusieurs systèmes d'émission internes au groupe, définis au niveau du groupe.

Les caractéristiques principales des modules d'appartement sont :

- Ses pertes (en W/K dont une partie seulement est récupérable par l'ambiance),
- Ses régimes de fonctionnement (températures et débits),
- Ses consommations d'auxiliaires.

2. Principe et définition

Un module d'appartement est obligatoirement relié :

- En aval, à une émission hydraulique d'un groupe,
- En amont à un réseau de distribution primaire.

3. Calculs des indicateurs du module d'appartement

Caractérisation

Tous les modules décrits dans cette fiche algorithmique couvrent les besoins en ECS des groupes auxquels ils sont raccordés :

$$id_{fonction} = 1 \quad (1)$$

L'échangeur ECS peut être maintenu en température ou non :

Si l'échangeur ECS est maintenu en température, alors

$$\delta_{M_ech_ECS_temp} = 1 \quad (2)$$

Sinon,

$$\delta_{M_ech_ECS_temp} = 0 \quad (3)$$

Fonctionnement

Le module d'appartement, en fonction de sa conception, peut fonctionner suivant deux modes :

- Soit l'échangeur à plaques Eau chaude sanitaire est maintenu en permanence en température. Dans ce cas, le débit minimal de maintien en température ainsi que la température en sortie de l'échangeur à charge nulle doivent être saisis par l'utilisateur,
- Soit l'échangeur à plaques Eau chaude sanitaire n'est pas maintenu en température en dehors des soutirages d'eau chaude sanitaire.

4. Couverture des besoins ECS

Le débit de puisage ECS est fixé par module forfaitairement à 12 l/min :

$$q_{ECS}^{mod} = 12 \text{ l/min} = 720 \text{ l/h} \quad (4)$$

$$q_{ECS} = q_{ECS}^{mod} \times Nb_{mod} \quad (5)$$

La somme des puissances des échangeurs à plaques de chaque module fournie à l'eau sanitaire est défini de la manière suivante :

$$P_{ECS}(h) = \rho_{eau} \times C_{p\ eau} \times q_{ECS} \times (\theta_{2nd-e} - \theta_{cw}(h)) \quad (6)$$

$$\theta_{2nd-e} = \frac{\sum_{ds} \theta_{2nd-e}^{ds-e} \times Q_{2nd-e}^{ds-e}}{\sum_{ds} Q_{2nd-e}^{ds-e}} \quad (7)$$

$$P_{ECS}^{mod}(h) = \frac{P_{ECS}(h)}{Nb_{mod}} \quad (8)$$

A partir des coefficients (a, b et c) fournis par l'utilisateur, le coefficient de transfert thermique UA_{HX_ECS} de l'échangeur à plaques Eau chaude sanitaire peut être calculé :

$$UA_{HX_ECS}^{mod}(h) = a \times (P_{ECS}^{mod}(h))^2 + b \times P_{ECS}^{mod}(h) + c \quad (9)$$

Remarque : les coefficients a, b et c sont définis par la méthode qui suit :

- a partir des points de mesure ou calcul suivants, réaliser une régression polynomiale d'ordre 2 pour obtenir des coefficients a, b, c :

| Débit puisage ECS l/h | Temp EFS °C | Temp puisage ECS °C | Temp depart primaire °C |
|--------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|
| 720 | 10 | 40 | 55 |
| 720 | 10 | 40 | 60 |
| 720 | 10 | 40 | 65 |
| 720 | 10 | 40 | 70 |
| 720 | 10 | 40 | 75 |
| 720 | 10 | 40 | 80 |
| 720 | 10 | 40 | 90 |
| 720 | 10 | 45 | 55 |
| 720 | 10 | 45 | 60 |
| 720 | 10 | 45 | 65 |
| 720 | 10 | 45 | 70 |
| 720 | 10 | 45 | 75 |
| 720 | 10 | 45 | 80 |
| 720 | 10 | 45 | 90 |
| 720 | 10 | 50 | 55 |
| 720 | 10 | 50 | 60 |
| 720 | 10 | 50 | 65 |
| 720 | 10 | 50 | 70 |
| 720 | 10 | 50 | 75 |
| 720 | 10 | 50 | 80 |
| 720 | 10 | 50 | 90 |
| 720 | 10 | 55 | 55 |
| 720 | 10 | 55 | 60 |
| 720 | 10 | 55 | 65 |
| 720 | 10 | 55 | 70 |
| 720 | 10 | 55 | 75 |
| 720 | 10 | 55 | 80 |
| 720 | 10 | 55 | 90 |

- dans le cas où les données sont certifiées, ne pas appliquer de pénalisation.

- dans le cas où les données sont justifiées (ex : données fournies par l'industriel sur la base d'un calcul réalisé par un logiciel spécifique), appliquer une pénalisation de 10%.

- dans le cas où il n'y a pas de valeurs fournies par l'industriel, prendre les coefficients par défaut suivants :

$$\begin{aligned} - a_{_def} &= -9,5502 \text{ E } -07 && (1/W.K) \\ - b_{_def} &= 0,07943663 && (1/K) \\ - c_{_def} &= - 407,54714 && (W) \end{aligned}$$

La température de sortie de l'échangeur au primaire est définie à partir de la méthode de la Différence de Température Logarithmique Moyenne (DTLM) :

$$DTLM(h) = \frac{\Delta T_e(h) - \Delta T_s(h)}{\ln\left(\frac{\Delta T_e(h)}{\Delta T_s(h)}\right)} = \frac{P_{ECS}^{mod}(h)}{UA_{HX ECS}^{mod}(h)} \quad (10)$$

Avec :

$$\Delta T_e(h) = \theta_{in prim ECS}(h) - \theta_{2nd-e} \quad (11)$$

$$\Delta T_s(h) = \theta_{out prim ECS}(h) - \theta_{cw}(h) \quad (12)$$

Note : La température en entrée de l'échangeur à plaques est égale à la température en entrée de module : $\theta_{in prim ECS}(h) = \theta_{in prim nom}$.

Par calcul numérique, on fait converger $\Delta T_s(h)$ pour en déduire la température de sortie de l'échangeur Eau chaude sanitaire côté primaire ($\theta_{out prim ECS}(h)$).

La méthode de convergence est donnée ci-dessous et est issue de la méthode de résolution de Newton :

$$Initialisation : \Delta T_s = 1 \quad (13)$$

$$Initialisation DTLM = \frac{P_{ECS}^{mod}}{UA_{HX ECS}^{mod}} \quad (14)$$

$$Id_{fin} = \left| DTLM - \frac{\Delta T_e - \Delta T_s}{\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)} \right| \quad (15)$$

Tant que $Id_{fin} > 0,01$ alors

$$\Delta T_s = \Delta T_s - \frac{DTLM - \frac{\Delta T_e - \Delta T_s}{\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)}}{\frac{-\Delta T_e}{\Delta T_s} + \ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right) + 1} \quad (16)$$

$$\frac{1}{\left(\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)\right)^2}$$

$$Id_{fin} = \left| DTLM - \frac{\Delta T_e - \Delta T_s}{\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)} \right| \quad (17)$$

Remarque : il faut arrêter le compteur après 500 itérations.

On en déduit :

$$\theta_{out prim ECS}(h) = \Delta T_s(h) + \theta_{cw}(h) \quad (18)$$

Dans le cas où la puissance ECS appelée est nulle, on a :

$$\theta_{out\ prim\ ECS}(h) = \theta_{in\ prim\ ECS}(h) - 5 \quad (19)$$

$$\theta_{in\ prim\ ECS}(h) = \theta_{in\ prim\ nom} \quad (20)$$

Le débit au primaire des échangeurs Eau chaude sanitaire de chaque module est ensuite calculé par la formule :

$$q_{prim\ ECS}(h) = \frac{P_{ECS}(h)}{\rho_{eau} \times C_{p\ eau} \times (\theta_{in\ prim\ ECS}(h) - \theta_{out\ prim\ ECS}(h))} \quad (21)$$

L'énergie à fournir au primaire de tous les modules est déduite des équations précédentes :

$$Q_{prim\ ECS}(h) = \rho_{eau} \times C_{p\ eau} \times q_{prim\ ECS}(h) \times (\theta_{in\ prim\ ECS}(h) - \theta_{out\ prim\ ECS}(h)) \times Temps_{ECS}(h) \quad (22)$$

$$\text{Avec } Temps_{ECS}(h) = \frac{\sum_{ds} Q_{2nd-e}^{ds-e}}{P_{ECS}(h)} \quad (23)$$

5. Couverture des pertes statiques

Dans le cas où l'échangeur ECS du module n'est pas maintenu en température, le débit d'irrigation de l'échangeur est nul et l'énergie fournie à l'échangeur est nulle.

Si l'échangeur est maintenu en température, le débit de maintien en température et la température de retour de maintien en température sont des données à saisir.

Le débit de maintien en température de chaque module est à saisir par l'utilisateur et permet de déduire le débit de maintien en température de tous les modules :

$$q_{prim\ statique\ ECS}(h) = q_{maintien\ échangeur\ ECS} \times \delta_{M_ech_ECS_temp} \times Nb_{mod} \quad (24)$$

La température de retour est aussi à saisir par l'utilisateur :

$$\theta_{out\ prim\ statique\ ECS}(h) = \theta_{out\ prim\ maintien\ échangeur\ ECS} \times \delta_{M_ech_ECS_temp} \quad (25)$$

La température d'entrée dans l'échangeur est égale à la température d'entrée dans l'échangeur lors de soutirages d'eau chaude sanitaire :

$$\theta_{in\ prim\ statique\ ECS}(h) = \theta_{in\ prim\ ECS}(h) = \theta_{in\ prim_nom} \quad (26)$$

L'énergie à fournir au primaire de chaque module pour le maintien en température de l'échangeur Eau chaude sanitaire est nulle car elle sera comptabilisée dans les pertes à l'arrêt du module (cf 6.Pertes thermiques) :

$$Q_{prim\ statique\ ECS}(h) = 0 \quad (27)$$

$$Temp_{statique}(h) = 1 - Temp_{ECS}(h) \quad (28)$$

6. Pertes thermiques

Pertes thermiques de l'échangeur

La surface extérieure de l'échangeur est forfaitairement fixée à 0,3m² :

$$S_{éch} = 0,3\ m^2 \quad (29)$$

Au niveau des échanges thermiques entre l'air contenu dans le module et l'échangeur, il sera considéré l'influence de la convection ($h_c = 7,7\ W/(m^2.K)$) et, s'il y a lieu, de l'isolant enrobant l'échangeur.

La résistance thermique de l'isolant est définie par la formule suivante :

$$R_{éch\ ECS} = \frac{\acute{e}p_{iso\ éch\ ECS}}{\lambda_{iso\ éch\ ECS}} \quad (30)$$

La résistance thermique superficielle R_{si} équivalente (= de convection entre l'échangeur et l'air interne au module) vaut :

$$R_{si} = 0,13\ m^2.K/W \quad (31)$$

Le coefficient de pertes thermiques (en W/K) entre l'eau contenue dans l'échangeur et l'intérieur du module est calculé de la manière suivante :

$$H_{éch\ ECS} = \frac{S_{éch}}{(R_{si} + R_{éch\ ECS})} \quad (32)$$

Tubes primaires usage ECS

Ces longueurs sont les tubes situés à l'intérieur du module côté primaire de l'échangeur Eau chaude sanitaire. L'influence des tubes côté secondaire est négligée.

Ces longueurs sont caractérisées par leur longueur L_{ECS} et leur coefficient de déperdition thermique U_{ECS} (en $W/(m.K)$).

Ils influent sur les déperditions thermiques du module en fonction de leur niveau de température.

Leur coefficient de pertes thermiques vers l'intérieur du module (noté H_{ECS}), défini par :

$$H_{ECS} = U_{ECS} \times L_{ECS} \quad (33)$$

Enveloppe du module d'appartement

Le module d'appartement est caractérisé par ses déperditions thermiques vers le volume chauffé ou non chauffé, elles-mêmes dépendantes de la présence ou non d'isolant sous le capot du module d'appartement.

Le coefficient de déperdition du module d'appartement (en W/K) est fonction de sa surface d'échange avec l'extérieur (S_{module}) et des caractéristiques de son isolant (R_{module}) : il est noté H_{module} .

$$H_{module} = \frac{S_{module}}{(2 \times R_{si} + R_{module})} \quad (34)$$

Avec :

$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.K/W$. L'échange convectif avec l'air se fait à l'intérieur du module et à l'extérieur de celui-ci.

R_{module} : la résistance thermique de l'isolation du module à saisir par l'utilisateur, en $\text{m}^2.K/W$.

$S_{module} = 0,8 \text{ m}^2$ (valeur conventionnelle)

7. Pertes thermiques du module sur une heure

Les pertes thermiques du module sont définies par la somme des pertes thermiques en fonctionnement et en mode statique :

$$\phi_{module}(h) = \phi_{module ECS}(h) + \phi_{module statique}(h) \quad (35)$$

Pertes thermiques en fonctionnement Eau chaude sanitaire $\phi_{module ECS}$

Lors de puisages d'eau chaude sanitaire, l'échangeur Eau chaude sanitaire et les tubes sont supposés à la température moyenne de l'eau primaire circulant dans le module :

$$\theta_{moy ECS}(h) = \frac{\theta_{in prim ECS}(h) + \theta_{out prim ECS}(h)}{2} \quad (36)$$

Les déperditions du module lors de puisages d'eau chaude sanitaire sont donc :

$$\phi_{\text{module_ECS}} = \frac{(H_{\text{ech_ECS}} + H_{\text{ECS}}) \times (\theta_{\text{moy_ECS}} - \theta_{\text{amb}})}{1 + \frac{1}{H_{\text{mod}}} \times (H_{\text{ech_ECS}} + H_{\text{ECS}})} \times Nb_{\text{mod}} \times Temps_{\text{ECS_seule}} \quad (37)$$

Si le module est en volume chauffé :

$$\theta_{\text{amb}}(h) = \theta_{\text{vc}}(h) \quad (38)$$

$$\theta_{\text{vc}}(h) = 20 \quad (39)$$

Si le module est hors volume chauffé :

$$\theta_{\text{amb}}(h) = \theta_{\text{hvc}}(h) \quad (40)$$

$$\theta_{\text{hvc}}(h) = b_{\text{therm}}(h) \times \theta_{\text{ext}}(h) + (1 - b_{\text{therm}}(h)) \times \theta_{\text{vc}}(h) \quad (41)$$

Pertes thermiques du module en mode statique $\phi_{\text{module statique}}$

En dehors des puisages d'eau chaude sanitaire, l'échangeur Eau chaude sanitaire et les tubes sont supposés à température moyenne :

$$\theta_{\text{moy statique}}(h) = \frac{\theta_{\text{in prim statique}}(h) + \theta_{\text{out prim statique}}(h)}{2} \quad (42)$$

Les déperditions du module en dehors des puisages d'eau chaude sanitaire sont donc :

Si l'échangeur est maintenu en température :

$$\phi_{\text{module_statique}} = \frac{(H_{\text{ech_ECS}} + H_{\text{ECS}}) \times (\theta_{\text{moy_statique_ECS}} - \theta_{\text{amb}})}{1 + \frac{1}{H_{\text{mod}}} \times (H_{\text{ech_ECS}} + H_{\text{ECS}})} \times Nb_{\text{mod}} \times Temps_{\text{statique}} \quad (43)$$

Si l'échangeur n'est pas maintenu en température :

$$\phi_{\text{statique}}(h) = 0 \quad (44)$$

Si le module est en volume chauffé :

$$\theta_{\text{amb}}(h) = \theta_{\text{vc}}(h) \quad (45)$$

$$\theta_{\text{vc}}(h) = 20 \quad (46)$$

Si le module est hors volume chauffé :

$$\theta_{\text{amb}}(h) = \theta_{\text{hvc}}(h) \quad (47)$$

$$\theta_{\text{hvc}}(h) = b_{\text{therm}}(h) \times \theta_{\text{ext}}(h) + (1 - b_{\text{therm}}(h)) \times \theta_{\text{vc}}(h) \quad (48)$$

8. Calcul des besoins en énergie sur une heure

Les besoins en énergie à couvrir par le module augmentés des pertes sont évalués par la formule suivante :

$$Q_{totale}(h) = Q_{prim ECS}(h) + Q_{prim statique ECS}(h) + \phi_{module}(h) \quad (49)$$

Cette énergie est à fournir par le réseau primaire au groupe.

9. Débit d'irrigation moyen sur une heure

Le débit moyen entrant dans le module sur un pas de temps d'une heure est défini par la formule suivante :

$$q_{moyen}(h) = \max(q_{prim ECS}(h) \times Temps_{ECS}(h) + q_{prim statique ECS}(h) \times Temps_{statique}(h); q_{resid}) \quad (50)$$

10. Calcul de la température de retour moyenne sur une heure

La température de retour moyenne sortant du module équivalent sur un pas de temps d'une heure est définie par la formule suivante :

$$\theta_{out prim}(h) = \left(\frac{\theta_{out prim ECS}(h) \times q_{prim ECS}(h) + \theta_{out prim statique ECS}(h) \times q_{prim statique ECS}(h)}{q_{prim ECS}(h) + q_{prim statique ECS}(h)} \right) \quad (51)$$

11. Auxiliaires de generation

Les circulateurs inclus dans les modules d'appartement seront à saisir dans le groupe.

Les auxiliaires de génération de type cartes électroniques seront à renseigner par l'utilisateur. On distinguera les consommations à l'arrêt des consommations en fonctionnement.

Les consommations de ces auxiliaires sont données sur chaque pas de temps par la formule suivante :

$$C_{aux géné}(h) = Nb_{mod} \times C_{aux géné}^{mod}(h) \quad (52)$$

Avec :

$$C_{aux géné}^{mod}(h) = P_{aux fct} \times Temps_{ECS}(h) + P_{aux arrêt} \times Temps_{statique}(h) \quad (53)$$

12. Pertes transmises à l'ambiance

On suppose conventionnellement que si les modules sont hors volume chauffé alors aucune part d'énergie perdue par les modules n'est récupérable.

Si les modules sont en volume chauffé, alors on considère que 50% des pertes sont récupérables :

$$\phi_{recup}(h) = Nb_{mod} \times \phi_{recup}^{mod}(h) \quad (54)$$

Avec :

$$\phi_{recup}^{mod}(h) = 0,5 \times (\phi_{module}(h) + C_{aux}^{mod} g_{éné}(h)) \quad (55)$$

13. Mode de gestion du réseau et des circulateurs de distribution intergroupe mixte

L'algorithme correspondant est le suivant :

$$Mod_{pertes}(h) = 1 \quad (56)$$

On considère trois types de circulateurs possibles : à vitesse constante, à vitesse variable, avec différentielle de pression constante, et à vitesse variable avec différentielle de pression variable.

Si $id_{circ} = 0$ alors,

$$Mod_{circ}(h) = 0 \quad (57)$$

Si $id_{circ} = 1$ alors,

$$Mod_{circ}(h) = Mod_{pertes}(h) \quad (58)$$

Si $id_{circ} = 2$ alors,

$$Mod_{circ}(h) = Mod_{pertes}(h) \times \left(\frac{q_{moyen}(h)}{q_{nom}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (59)$$

Si $id_{circ} = 3$ alors,

$$Mod_{circ}(h) = Mod_{pertes}(h) \times \left(0,5 \times \frac{q_{moyen}(h)}{q_{nom}} + 0,5 \times \left(\frac{q_{moyen}(h)}{q_{nom}} \right)^2 \right)^{\frac{2}{3}} \quad (60)$$