

## 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 11 février 2015 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte du système CET 275-S dans la réglementation thermique 2012**

NOR : ETL1502148A

(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, notamment son titre V;

Vu l'arrêté du 30 avril 2013 portant approbation de la méthode de calcul Th-BCE 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<sup>er</sup>

Conformément à l'article 50 de l'arrêté du 26 octobre 2010 susvisé, le mode de prise en compte du système CET 275-S, dans la méthode de calcul Th-BCE 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 11 février 2015.

Pour la ministre du logement,  
de l'égalité des territoires  
et de la ruralité  
et par délégation :

*La sous-directrice de la qualité  
et du développement durable  
dans la construction,*

K. NARCY

Pour la ministre de l'écologie,  
du développement durable  
et de l'énergie  
et par délégation :

*La sous-directrice de la qualité  
et du développement durable  
dans la construction,*  
K. NARCY

*Le directeur général de l'énergie et du climat,*  
L. MICHEL

## ANNEXE

### MODALITÉS DE PRISE EN COMPTE DU SYSTÈME « CET 275-S » DANS LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012

#### 1/ Définition du système

Au sens du présent arrêté, le système, désigné « CET 275-S », est un système de production d'eau chaude sanitaire (ECS) de type chauffe-eau thermodynamique dont l'évaporateur est constitué de deux panneaux aérosolaires plans. Ces deux capteurs, disposés en toiture ou façade, permettent d'absorber l'énergie du rayonnement solaire et de l'air extérieur.

Il se compose:

- D'un ballon de stockage d'une capacité de 270 litres, en acier émaillé et isolé par 50mm de mousse polyuréthane,
- D'un compresseur rotatif,
- D'un condenseur externe en aluminium,
- De deux panneaux solaires thermodynamiques en aluminium anodisé (évaporateur) de 3.2 m<sup>2</sup>,
- D'une résistance électrique d'appoint de 1.5 kW
- De liaisons frigorifiques isolées (ligne liquide 1/4'', ligne gaz 3/8'')
- D'un système de gestion électronique,
- D'une horloge (optionnelle) permettant d'imposer un fonctionnement uniquement diurne et ainsi optimiser les performances du système.

#### 2/ Domaine d'application

Le système s'applique aux maisons individuelles, accolées ou non, soumises à la RT 2012.

La surface habitable maximale prise en compte (par maison) est de :

- 250m<sup>2</sup> pour le cas sans horloge
- 200m<sup>2</sup> pour le cas avec horloge.

### 3/ Nomenclature du modèle

<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>
$T_e(h)$	Température extérieure d'air sec	°C	-	-
$I_{sr}^*(h)$	Irradiance (ensoleillement) sur le plan des capteurs	W/m <sup>2</sup>	-	-
$H_{leg}$	Heure légale	h	-	-
IMOIS	Le numéro du mois	Ent.	[1;12]	-
$\theta_{aval}(h)$	Température de la source aval	°C	-	-
$Q_{req}(h)$	Energie requise à fournir à l'élément de stockage par le générateur	°C	-	-
$H_s(h)$	Gamma : Hauteur angulaire du soleil au-dessus de l'horizon	°	[-90 ;90]	-
$T_{e_ciel}$	Température du ciel	°C	-	-

<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>
$Ind\_horloge$	Indicateur de présence d'une horloge de commande : 0 – Sans horloge 1 – Avec horloge	Ent.	[0;1]	-
$a$	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]	-
$\{ValCOR(3,5)\}$	La valeur du COP pivot est une donnée : 1 - Certifiée 2 - Justifiée par un essai effectué par un laboratoire « accrédité » sur la base d'une norme ou d'un projet de norme européenne ou ISO	Ent.	[1;2]	-

### **Sorties**

<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.).

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
(Voir fiche algorithme correspondante)				
<b>Variables internes<sup>6</sup></b>				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$T_{e\_eq}(h)$	Température d'air équivalente au niveau des capteurs	°C	-	-
$\theta_{amont}$	Température de la source amont	°C	-	-
$Q_{er}^*(h)$	Rayonnement des capteurs vers la voûte céleste	W/m <sup>2</sup>	-	-
$P_{app}$	Puissance fournie par la résistance électrique	W	[0;1500]	-
(Voir fiche algorithme correspondante)				
<b>Constantes<sup>7</sup></b>				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$id_{fougen}^{gnr}$	Fonction du générateur gnr compris dans la génération : 1 : Chauffage 2 : Refroidissement 3 : ECS 4 : Chauffage et ECS 5 : Chauffage et refroidissement	Ent.	[0;5]	3
$\{ValECS(3,5)\}$	Valeur du COP pivot	-	-	2,95
$\{ValPabs(3,5)\}$	Valeur de la puissance absorbée pivot	kW	-	0,39
$Taux$	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale	Ent.	[0;1]	0,02
$Fonc\_compr$	1 : Fonctionnement en mode continu du compresseur ou en cycles marche arrêt 2 : Fonctionnement en cycles marche arrêt du compresseur	Ent.	[1;2]	2
$P_{app\_nom}$	Puissance nominale de la résistance électrique	W	-	1500
$R_{se}$	Résistance superficielle extérieure	m <sup>2</sup> .K/W	-	0,04
$R_{dim}$	Nombre de machines identiques dans le même mode	Ent.	[1;+∞[	1

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

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

$\alpha_{capt}$	Absorptivité des capteurs	-	[0;1]	1
$h_{re}$	Coefficient d'échange radiatif extérieur	W/m <sup>2</sup> .K	-	5,5

(Voir fiche algorithme correspondante)

#### 4/ Méthode de prise en compte dans les calculs

La pompe-à-chaleur (PAC) du système est assimilée à une PAC air extérieur/eau en fonctionnement ECS au sens de la méthode Th-BCE 2012.

##### 4.1. Calcul de la température d'air équivalente

L'évaporateur du système est constitué de deux capteurs solaires. Ainsi, en complément de l'énergie cédée par l'air en convection naturelle, l'énergie du rayonnement solaire sur le plan des panneaux participe activement à l'évaporation du fluide frigorigène.

Dans un premier temps, il est déterminé la température équivalente entourant les panneaux solaires  $T_{e\_eq}(h)$ .

A chaque pas de temps horaire, il est calculé le rayonnement des capteurs vers la voûte céleste  $Q_{er}^*(h)$  :

Si  $H_s < 0,01^\circ$  (période nocturne)

$$C = h_{re} \times (T_{eciel}(h) - T_e(h) \times \text{MAX}[\cos(\beta); 0])$$

Sinon

$$Q_{er}^*(h) = 0$$

Puis la température d'air équivalente  $T_{e\_eq}(h)$  au niveau des capteurs :

$$T_{e\_eq}(h) = \frac{R_{se}}{2} \times (Q_{er}^*(h) + \alpha_{capt} \times I_{sr}^*(h)) + T_e(h)$$

##### 4.2. Prise en compte dans les calculs de la performance et de la puissance fournie

Les équations de la méthode Th-BCE 2012 pour la fiche algorithme 10.21 C\_GEN\_THERMODYNAMIQUE\_Elec (§ 10.21.3.4.1 « PAC air extérieur/eau » et « 10.21.3.6 Fonctionnement à charge partielle ou nulle » uniquement) sont reprises avec :

(1) la température de source amont qui est prise égale à la température équivalente globale (c'est-à-dire la température équivalente de l'air entourant les panneaux) pour déterminer les performances à pleine charge de la PAC.

La valeur de la température amont est ainsi réaffectée à chaque pas de temps :

$$\theta_{amont}(h) = T_{e\_eq}(h)$$

(2) le calcul des puissances à pleine charge (§ 10.21.3.4.1.3) qui tient compte d'une gestion du fonctionnement de la PAC par horloge intégrée au système et programmée d'usine (option du système).

Cette horloge, en option, permet d'imposer une plage horaire où le fonctionnement de la PAC est autorisé (par commande de l'alimentation). Cette plage horaire dépend du mois considéré et est définie comme suit:

- d'octobre à mars : 10h-18h,
- d'avril à septembre : 11h-20h.

La présence ou non d'une horloge est traduite par le paramètre Ind\_horloge, renseigné par l'utilisateur.

Afin de tenir compte de l'arrêt de la PAC et du fonctionnement de la résistance électrique (Papp) dans le cas d'une température d'air équivalente (Te\_eq) inférieure ou égale à -7°C, une condition sur ce paramètre est introduite.

$$Pfou\_pc\_brut(h) = Pabs\_pc(h) \times COP\_pc(h)$$

**Si** Ind\_horloge=0 (pas d'horloge)

**Si** Te\_eq(h) > -7°C

$$Pfou\_pc(h) = Pfou\_pc\_brut(h)$$

$$P_{app}(h) = 0$$

$$Q_{rest\_act}(h) = \text{MAX}[0; Q_{req\_act}(h) - Pfou\_pc(h)]$$

**Sinon**

$$Pfou\_pc(h) = 0$$

$$P_{app}(h) = \text{MIN}[Q_{req\_act}(h); P_{app\_nom}(h)]$$

$$Q_{rest\_act}(h) = \text{MAX}[0; Q_{req\_act}(h) - P_{app}(h)]$$

**Si** Ind\_horloge=1 (horloge)

$$\text{Si} \left\{ \begin{array}{l} 10h \leq H_{leg} \leq 18h \text{ et } IMOIS \leq 3 \\ \text{ou} \\ 10h \leq H_{leg} \leq 18h \text{ et } IMOIS \geq 10 \\ \text{ou} \\ 11h \leq H_{leg} \leq 20h \text{ et } IMOIS \leq 9 \\ \text{ou} \\ 11h \leq H_{leg} \leq 20h \text{ et } IMOIS \geq 4 \end{array} \right.$$

**Si** Te\_eq(h) > -7°C

$$Pfou\_pc(h) = Pfou\_pc\_brut(h)$$

$$P_{app}(h) = 0$$

$$Q_{rest\_act}(h) = \text{MAX}[0; Q_{req\_act}(h) - P_{fou\_pc}(h)]$$

**Sinon**

$$P_{fou\_pc}(h) = 0$$

$$P_{app}(h) = \text{MIN}[Q_{req\_act}(h); P_{app\_nom}(h)]$$

$$Q_{rest\_act}(h) = \text{MAX}[0; Q_{req\_act}(h) - P_{app}(h)]$$

**Sinon**

$$P_{fou\_pc}(h) = 0$$

$$P_{app}(h) = 0$$

$$Q_{rest\_act}(h) = Q_{req\_act}(h)$$

Les calculs des consommations en énergie finale Q<sub>cef</sub> et de l'énergie fournie (P<sub>fou</sub>) tiennent compte de la présence de la résistance électrique qui prend le relais de la PAC pour le pas de temps concerné lorsque la température d'air équivalente est inférieure ou égale à -7°C .

Les équations du paragraphe 10.21.3.6.2 (équations 1222 et 1227 – page 788) de la méthode Th-BCE 2012 sont également adaptées pour tenir compte de ce cas :

$$Q_{cef}(3;50) = Rdim \times (P_{abs\_LR}(h) + P_{app}(h))$$

$$P_{fou}(h) = Rdim \times (P_{fou\_LR}(h) + P_{app}(h))$$

### 4.3. Procédure d'application

#### Production stockage

Avant de saisir le système, l'utilisateur doit intégrer à la génération une production stockage ayant les caractéristiques suivantes :

- 1) *Fonction du générateur* : ECS (Id\_Fou\_Sto=3),
- 2) *Indice de priorité en ECS* : selon projet (Idpriorite\_Ecs),
- 3) *Type de stockage* : Base sans appoint (Type\_prod\_stockage=0),
- 4) *Nombre d'assemblage strictement identique* : selon projet (nb\_assembl),
- 5) *Volume total du ballon* : 270 L (V\_tot),
- 6) *Choix du type de valeur pour le coefficient de perte thermique du ballon* :
  - Si valeur justifiée : Valeur\_Certifiee\_Justifiee =1,
  - Si valeur certifiée : Valeur\_Certifiee\_Justifiee =2.
- 7) *Coefficient de pertes thermiques du ballon* : 2,99 W/K (UA\_S)
- 8) *Température maximale du ballon* : 90°C (Theta\_Max),
- 9) *Type de gestion du thermostat du ballon de stockage d'ECS* : Chauffage permanent (type\_gest\_th\_base=0),

- 10) *Choix du type de valeur pour l'hystérésis du ballon* : Valeur par défaut  
(Statut\_Delta\_Theta\_Base=2),
- 11) *Hauteur (relative) de l'échangeur du générateur de base* : 0,
- 12) *Numéro de la zone qui contient le système de régulation de la base* : 1 (z\_reg\_base)

### Source ballon base

Les caractéristiques à renseigner par l'utilisateur suivant le projet et/ou ses propres choix sont les suivantes :

- 1) *Indicateur de présence d'une horloge de commande* :
  - Sans horloge : Ind\_horloge=0,
  - Avec horloge : Ind\_horloge=1
- 2) *Orientation des capteurs solaires sous forme d'angle* : selon projet ( $\alpha$ ),
- 3) *Inclinaison des capteurs solaires* : selon projet ( $\beta$ ),
- 4) *La valeur du COP pivot est une donnée* :
  - Certifiée : {ValCOR(3,5)}=1
  - Justifiée : {ValCOR(3,5)}=2