

A N N E X E

Modalités de prise en compte du système « Q-ton » dans la réglementation thermique 2012

1/ Définition du système

Au sens du présent arrêté, le système « Q-ton » de la société MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES et commercialisé par la société YACK est une pompe à chaleur Air/Eau dont le fluide frigorigène est de type CO₂ (R744). Il permet d'assurer la production d'eau chaude sanitaire.

Il se compose d'une ou plusieurs unités extérieures (jusqu'à 16 en parallèle) comprenant chacune :

- un compresseur bi-étagé associant les technologies « Scroll » et « Rotatif »,
- un condenseur multitubulaire double peau,
- deux évaporateurs à ailettes aluminium,
- deux hélices haut rendement entraînées par moteurs à régime variable,
- un sous-refroidisseur,
- trois détendeurs électroniques,
- une pompe de circulation d'eau pour le circuit primaire,
- un régulateur de débit d'eau permettant le maintien de la température de consigne.

2/ Domaine d'application

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

Le ou les ballons de stockage associés au système représente un volume total supérieur à 2000 litres. Leur raccordement respecte les préconisations de YACK de manière à assurer la réserve d'eau froide nécessaire au bon fonctionnement du système.

Dans le cas où une résistance électrique est installée au niveau du ou des ballons de stockage, celle-ci ne doit fonctionner qu'en « secours » et est commandée par le système qui assure leur enclenchement uniquement en cas de sa mise en défaut.

3/ Méthode de prise en compte

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. Les équations de 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 dans le présent modèle. La modélisation du système « Q-ton » est réalisée grâce à l'objet Source_Ballon_Base_Extension de type « Générateur thermodynamique » décrit ci-dessous.

3.1 NOMENCLATURE DU MODELE

Entrées ¹				
Nom	Description	Unité	Intervalle ²	Def ³
θ_{amont}	Température de la source amont	°C	-	-

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

³ Valeur par défaut

$T_{eau}(h)$	Température d'alimentation en eau	°C	-	-
$Q_{req}(h)$	Énergie requise à fournir à l'élément de stockage par le générateur	°C	-	-

Paramètres du module⁴

Nom	Description	Unité	Intervalle ⁵	Def
R_{dim}	Nombre de générateurs identiques	Ent.	[1;+∞[-
Id_Source_Amont	Identifiant de la source amont	Ent.	[1;+∞[-
$ValCOP_Pivot$	Valeur pivot du COP à +7/65°C	-	[0;+∞[-
$ValPabs_Pivot$	Valeur pivot de la puissance absorbée à +7/65°C	kW	[0;+∞[-
$Statut_Taux$	Statut de la valeur Taux : 0 : Certifiée 1 : Justifiée 2 : Par défaut	Ent.	[0;1;2]	-
$Taux$	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale	-	[0;1]	0,02

Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Q_{fou}(h)$	Énergie totale effectivement fournie par le générateur.	Wh	[0;+∞[-
$Q_{cons}(h)$	Consommation horaire du générateur en énergie finale.	Wh	[0;+∞[-
$Q_{rest}(h)$	Énergie restant à fournir (dépassant la puissance maximale du générateur)	Wh	[0;+∞[-
$\{Q_{ceff(fonct.;en.)}\}(h)$	Consommation en énergie finale du générateur, présenté sous forme de matrice {fonction ; type d'énergie}. Les lignes correspondent aux différents postes (6), les colonnes aux différentes sources d'énergie (6).	Wh	[0;+∞[-
$T_{charge}(h)$	Taux de charge du générateur	Réel	[0;1]	-
$\Phi_{rejet}(h)$	Rejet du générateur thermodynamique au pas de temps h	Wh	[0;+∞[-
$P_{n_gen_ECS}(h)$	Puissance nominale du générateur en ECS	Wh	[0;+∞[-
$W_{aux_pro}(h)$	Consommation des auxiliaires au pas de temps h	Wh	[0;+∞[-

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.).

$P_{max}(h)$	Puissance maximale du générateur	Wh	$[0;+\infty[$	-
$Q_{prelec}(h)$	Production électrique du générateur	Wh	$[0;+\infty[$	0
$R_{fonctecs}(h)$	Temps de fonctionnement du générateur en ECS au pas de temps h	Wh		

Variables internes⁶

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$\theta_{aval}(h)$	Température de la source aval	°C	-	-
$\theta_{amont}(h)$	Température de la source amont	°C	-	-
$P_{aux}(h)$	Puissance des auxiliaires	Wh	$[0;+\infty[$	-
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
Id_En_Gen	Type d'énergie qu'utilise le générateur : Électricité : 50	Ent.	[10;69]	50
Id_{Fluide_aval}	Identificateur du fluide aval : 1 : Eau 2 : Air	Ent.	[1;2]	1
Id_{Fluide_amont}	Identificateur du fluide amont : 1 : Eau 2 : Air	Ent.	[1;2]	2
$Fonc_compr$	1 : Fonctionnement en mode continu du compresseur ou en cycles marche arrêt 2 : Fonctionnement en cycles marche arrêt du compresseur (Voir fiche algorithme correspondante)	Ent.	[1;2]	2

Constantes⁷

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
(Voir fiche algorithme correspondante)				

⁶ Variables utilisées uniquement dans le module courant.

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

3.2 DESCRIPTION DES PERFORMANCES A PLEINE CHARGE

3.2.1 MATRICE D'INTERPOLATION

La matrice définie au §10.21.3.4 de la méthode Th-BCE 2012 servant à interpoler le COP et la puissance absorbée Pabs est réutilisée pour le système « Q-ton ». La température θ_{aval} est la température d'eau froide en entrée de l'échangeur de la PAC :

		$\theta_{\text{amont}} (^{\circ}\text{C})$				
		-7	2	7	20	35
$\theta_{\text{aval}} (^{\circ}\text{C})$	2					
	10					
	15					
	20					
	26					

La valeur pivot à +7/15°C (repérée en vert) servant à compléter l'ensemble de la matrice est une donnée d'entrée.

3.2.2 MATRICE DE PERFORMANCE

Pour θ_{amont} , les coefficients de correction en fonction de la température à la source sont pris identiques à ceux définis par la méthode Th-BCE 2012 (§10.21.3.4.1.1.2). Pour θ_{aval} , la méthode calcul Th-BCE 2012 définit par défaut une variation du COP de 2% par °C d'écart avec la température aval au point pivot. Le coefficient de correction à une température aval X°C est donc recalculé de la manière suivant :

$$C_{\text{nav_COP}}(X,15) = 1 + 0,02 \times (15 - X) \quad (1)$$

Les coefficients de correction obtenus ainsi sont les suivants :

		$\theta_{\text{amont}} (^{\circ}\text{C})$				
		-7	2	7	20	35
$\theta_{\text{aval}} (^{\circ}\text{C})$	2			1,26		
	10			1,10		
	15	0,50	0,80	1,00	1,25	1,50
	20			0,90		
	26			0,78		

3.2.3 MATRICE DES PUISSANCES ABSORBÉES

Pour θ_{amont} , les coefficients de correction en fonction de la température à la source sont pris identiques à ceux définis par la méthode Th-BCE 2012 (§10.21.3.4.1.2.1). Pour θ_{aval} , la méthode calcul Th-BCE 2012 définit par défaut une variation de la puissance absorbée de 1% par °C d'écart avec la température aval au point pivot. Le coefficient de correction à une température aval X°C est donc recalculé de la manière suivante :

$$C_{\text{nav_Pas}}(X,15) = 1 + 0,01 \times (15 - X) \quad (2)$$

Les coefficients de correction obtenus ainsi sont les suivants :

		$\theta_{\text{amont}} (^{\circ}\text{C})$				
		-7	2	7	20	35
$\theta_{\text{aval}} (^{\circ}\text{C})$	2			0,87		
	10			0,95		
	15	1,14	1,05	1,00	0,87	0,72
	20			1,05		
	26			1,11		

3.2.4 CALCUL DU COP ET DE LA PABS POUR LE COUPLE θ_{amont} / θ_{aval} AU PAS DE TEMPS

Les valeurs du COP et de la Pabs à pleine charge pour le couple θ_{amont} / θ_{aval} au pas de temps courant sont calculées par interpolation conformément à la méthode décrite aux paragraphes 10.21.3.3.1.1.3 et 10.21.3.3.1.2.2 de la méthode Th-BCE 2012.

Cette interpolation est notée dans le schéma présenté au §4.4 :

- ValCOP(θ_{aval} ; θ_{amont}) pour le COP,
- ValPabs(θ_{aval} ; θ_{amont}) pour la puissance absorbée.

3.2.5 CALCUL DE LA PUISSANCE DES AUXILIAIRES

La puissance d'auxiliaire, Paux (W), est calculée comme dans la méthode de calcul Th-BCE 2012 à partir de la part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale, Taux :

$$\text{Paux} = \text{Pabs}_{\text{pivot}} \times \text{Taux} \quad (3)$$

La valeur de Taux n'ayant pas pour l'instant pas été déterminée par un essai reconnu, son statut a été laissé ouvert au niveau du module. Il peut correspondre aux trois cas suivants :

- Valeur certifiée : la valeur du Taux retenu est la valeur certifiée par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN 45011 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de

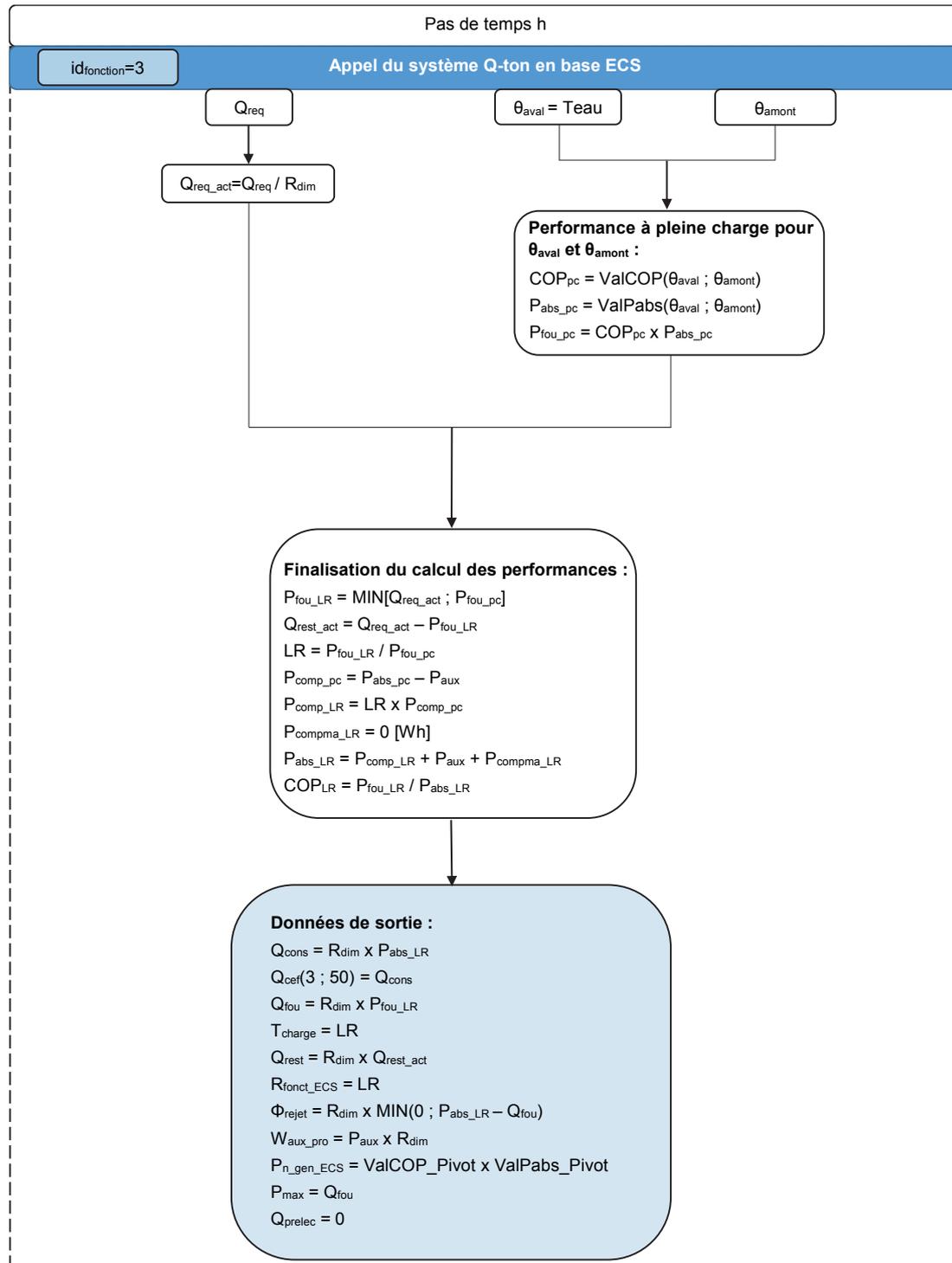
l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation,

- Valeur justifiée : la valeur du Taux retenu est la valeur justifiées par un essai effectué par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation multipliée par 1,10,

- Valeur par défaut : la valeur du Taux est prise égale à 0,02.

3.3 ALGORITHME DE PRISE EN COMPTE DES PERFORMANCES AU PAS HORAIRE

Le schéma ci-dessous décrit les étapes de calcul du module :



3.4 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 ou des ballons* : selon projet (V_tot),
- 6) *Choix du type de valeur pour le coefficient de perte thermique du ballon* : selon projet (Valeur_Certifiee_Justifiee_Defaut),
- 7) *Nature du ballon si perte thermique par défaut* : 5 (Nature_Ballon),
- 8) *Coefficient de pertes thermiques du ballon* : selon projet (UA_S),
- 9) *Température maximale du ballon* : 90°C (Theta_Max),
- 10) *Type de gestion du thermostat du ballon de stockage d'ECS* : Chauffage permanent (type_gest_th_base=0),
- 11) *Choix du type de valeur pour l'hystérésis du ballon* : Valeur par défaut (Statut_Delta_Theta_Base=0),
- 12) *Hauteur (relative) de l'échangeur du générateur de base* : 0,
- 13) *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) *Nombre de générateurs identiques* : selon projet (Rdim),
- 2) *Identifiant de la source amont* : selon projet (Id_Source_Amont),
- 3) *COP pivot au régime +7/65°C* : selon projet et conformément au paragraphe 3.2 (ValCOP_Pivot),
- 4) *Pabs pivot au régime +7/65°C* : selon projet et conformément au paragraphe 3.2 (ValPabs_Pivot),
- 5) *Statut du Taux* : selon projet et conformément au paragraphe 3.2
- 6) *Taux* : selon projet et conformément au paragraphe 3.2