

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 8 juillet 2015 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte du système « Hydrpac RBT » dans la réglementation thermique 2012

NOR : ETLL1514496A

(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-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^{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 du système « Hydrpac RBT » 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 8 juillet 2015.

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

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

ANNEXE

1. Définition du système

Au sens du présent arrêté, le système « Hydrapac RBT » est un système thermodynamique air/eau associé à un volume tampon destiné à maintenir en température le bouclage de l'eau chaude sanitaire. L'appoint du système est électrique. Le système est dimensionné pour combattre les pertes des réseaux de distribution bouclé ECS. Il est indépendant du générateur principal destiné à la production d'ECS et vient en plus de celui-ci. Le réchauffeur de boucle thermodynamique est un générateur thermodynamique relié à un ballon de type « base + appoint intégré ».

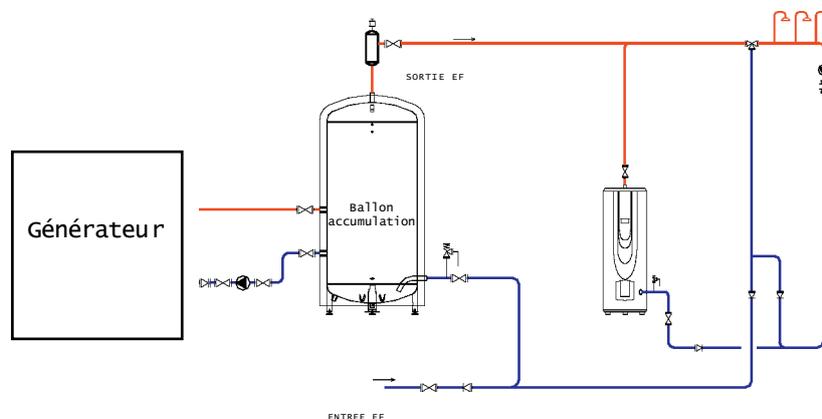


Figure 1. Schéma de principe du système «Hydrapac RBT»

Plusieurs réchauffeurs de boucle thermodynamique peuvent être installés en parallèle. Dans ce cas, les systèmes Hydrapac RBT fonctionnent en simultanément et une vanne d'équilibrage doit être installée en entrée de chaque réchauffeur de boucle thermodynamique. Un réchauffeur de boucle thermodynamique doit être raccordé à un seul départ et un seul retour de boucle.

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 ;
- établissements 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.

La distribution ECS de ces usages doit comporter un bouclage ECS.

3. Méthode de prise en compte dans les calculs pour la partie non directement modélisable

Pour décrire le système Hydrapac RBT, la distribution intergroupe ECS « Hydrapac RBT » doit être décrite conformément à la fiche algorithme décrite au paragraphe 4. Au sein de cette distribution intergroupe, un ou des assemblages production-stockage doivent être décrits.

4. Fiche algorithme

a) Introduction

Cette fiche algorithme décrit la prise en compte d'une distribution intergroupe ECS contenant un réchauffeur de boucle thermodynamique, constitué un ou plusieurs chauffe-eaux thermodynamiques. Le réchauffeur de boucle thermodynamique sera désigné par l'abréviation RBT dans la suite de la fiche.

b) Description du module

La présente fiche décrit les algorithmes pour une génération « réchauffeur de boucle thermodynamique » ou RBT, une génération ECS contenant un ou plusieurs générateurs thermodynamiques de type chauffe-eau thermodynamique.

Cette fiche reprend les différentes étapes de calcul des consommations des générateurs inclus dans la génération RBT, notamment les étapes de gestion-régulation de la génération et d'assemblage des générateurs avec stockage. Le modèle reprend les équations des fiches algorithmes suivantes :

- 10.15 C_GEN_Gestion/régulation de la génération ;
- 10.23 C_GEN_Sources amont des générateurs thermodynamiques ;
- 11.8 C_DIS_Distribution_ECS_intergroupe ;
- 11.9 C_STO_Ballon_de_stockage ;
- 11.10 C_STO_gestion_régulation_base ballon ;
- 11.11 C_STO_gestion_régulation_appoint ballon ;
- 11.12 S1_GEN_générateur_pour_ballon ;
- 11.17 S2_GGEN ballon base_echangeur_AI ;
- 10.21 C_EN Thermodynamique_Elec ;
- 10.16 C_GEN_Générateur direct à effet joule.

Une génération type RBT assure uniquement la fonction ECS. Elle se compose d'un ou plusieurs assemblages ballon de stockage/générateur thermodynamique. La priorité de fonctionnement des générateurs de la génération RBT est de type cascade. La génération RBT est intégrée dans la distribution intergroupe ECS.

Les technologies de générateurs thermodynamiques visées par la présente fiche sont les suivantes :

- air extérieur/eau ;
- air ambiant/eau.

Pour ces technologies, la description des données à pleine charge (COP et Pabs) repose sur les mêmes hypothèses que celles des PAC à compression électrique de production ECS. Les données d'entrée restent les mêmes. Les références des algorithmes des PAC à compression électrique de la méthode Th-BCE seront mentionnées dans la présente fiche.

c) Nomenclature du modèle

Table 1: Liste exhaustive des variables du modèle

Entrées ¹				
Nom	Description	Unité	Intervalle ²	Def ³
Adess_e	Surface totale des émetteurs desservis par cette distribution primaire. Cette entrée est remplie par le moteur.			
B2nd	Coefficient de réduction des déperditions associé à un espace tampon. Cette entrée n'est pas utilisée dans ce cadre.			
List_Gr	Liste des index des groupes liés à la génération <i>via</i> des réseaux de chaud. Cette entrée est remplie par le moteur.			

$Rat_Bes_Gr_Ecs$	Ratio des besoins d'ECS d'un réseau intergroupe relié à la génération sur la somme de tous les besoins d'ECS de cette génération.			
$Rat_Surf_Gr_Ecs$	Ratio de la surface d'un émetteur ECS équivalent relié à ce réseau primaire d'ECS sur la somme des surfaces de tous les émetteurs ECS équivalents reliés à ce réseau primaire d'ECS.			
Sum_Agr_e	Surface totale des groupes desservie par le réseau de distribution primaire. Cette entrée est remplie par le moteur.			
P_{abs_nom}	Puissance absorbée à pleine charge aux conditions nominales.			
T_{aux}	Part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance électrique totale.	entier	[0; 1]	
τ_{charge}	Taux de charge de la PAC du RBT.			
Q_{2nd-e}^{ds-e}	Besoins 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		
$i_{ecs}^{ds-e}(j)$	Indicateur qui précise, pour chaque distribution du groupe, si le jour j est inclus dans la période de fonctionnement de la génération RBT.	entier		
θ_{ext}	Température de l'air extérieur.	°C		

Paramètres du module⁴

Nom	Description	Unité	Intervalle ⁵	Def
$nb_{assembl}$	Nombre d'assemblages « ballon base appoint intégré » identiques à considérer au niveau de la génération.			
R_{dim}	Nombre de réchauffeur de boucle identique.			
$P_{vent_gainé}$	Partie de la puissance des ventilateurs correspondant aux pertes de charge du conduit dans le cas de machines sur air gainées, la partie due aux pertes de charge des échangeurs étant comprise dans la performance.	W	[0; +∞[
b	Coefficient de prise en compte d'un espace tampon.			

(Voir fiches algorithmes correspondantes)

Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
id_encl_e	Indicateur qui précise si le jour courant est inclus dans la période de fonctionnement de la génération.			
Index	Index unique de la distribution; idem à l'index de l'objet Data.			
W_{aux}	Consommation des auxiliaires au pas h.	W	[0; +∞[

(Voir fiches algorithmes correspondantes)

Variables internes⁶

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$W_{rechauf_prim-e}(h)$	Consommation électrique du réchauffeur de la distribution primaire bouclée d'ECS, en énergie finale.	W	[0; +∞[

$Q_{cef}^{assemblage\ RBT}(h)$	Consommation d'ECS de l'assemblage génération RBT en énergie finale.	W	$[0; +\infty[$
$Q_{cons}^{gnr\ base}(h)$	Consommation d'ECS du générateur de base.	Wh	$[0; +\infty[$
$Q_{cons}^{gnr\ ap}(h)$	Consommation d'ECS du générateur d'appoint.	Wh	$[0; +\infty[$
$Q_{req_tot_sr_ecs}(h)$	Demande totale d'énergie pour l'ECS de la génération RBT.	Wh	$[0; +\infty[$
$\Phi_{pertes_hvc_prim-e}$	Pertes thermiques horaires hors volume chauffé du réseau de distribution primaire d'ECS.	W	$[0; +\infty[$
$\Phi_{pertes_vc_prim-e}$	Pertes thermiques horaires en volume chauffé du réseau de distribution primaire d'ECS.	W	$[0; +\infty[$
$Q_{w\ sto\ unit}$	Besoins de la distribution intergroupe, compilés au niveau de la gestion-régulation de la génération RBT.	Wh	$[0; +\infty[$
$\theta_{entrant}$	Température de l'eau entrant dans le ballon.	°C	
$\theta_{depart_prim-e}(h)$	Température de départ du réseau de distribution intergroupe ECS.	°C	
P_{aux}	Puissance appelée par les auxiliaires du générateur RBT.	W	
$W_{cir_prim-e}(h)$	Consommation électrique du circulateur de la distribution intergroupe.	Wh	
$W_{aux,am}$	Consommation électrique des auxiliaires amont, liée aux machines sur air gainées.	Wh	
$W_{aux,pro}$	Consommation électrique des auxiliaires de la PAC.	Wh	
$Q_{wprim-e}(h)$	Besoins ECS augmentés des pertes du réseau intergroupe et de l'énergie restante à fournir par le générateur ECS.	Wh	
Q_{rest}	Énergie restante à fournir par l'appoint électrique de la génération RBT.	Wh	

(Voir fiches algorithmes correspondantes)

Constantes⁷

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
(Voir fiches algorithmes correspondantes)				

¹ Valeurs opérées par d'autres modules.

² Les intervalles donnent les limites les plus larges autorisées pour le calcul. Sauf mentions contraires, le test de compatibilité est fait dans le code, pour debugage 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 contraires, le test de compatibilité est systématiquement fait dans le code. Préciser l'exclusion des bornes ([...], [...], etc.).

⁶ Variables utilisées uniquement dans le module courant.

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

d) Description mathématique

1. Réutilisation de la fiche 11.8 C_DIS_Distribution_ECS_intergroupe

Les équations (1425) à (1435) de la méthode Th-BCE sont reprises à l'identique.

Consommation électrique du réchauffeur de boucle (11.8.3.3.4)

Le RBT compense les pertes du réseau de distribution intergroupe bouclé en fournissant de l'énergie électrique (en Wh). La consommation électrique du réchauffeur de boucle thermodynamique est égale à la consommation en énergie finale d'ECS de l'assemblage génération RBT :

$$W_{\text{rechauf_prim-e}}(h) = Q_{\text{cef}}^{\text{assemblage RBT}}(h) \quad (1)$$

La consommation d'ECS de l'assemblage est la somme de la consommation d'ECS du générateur de base, de la consommation d'ECS de l'appoint, de la consommation d'auxiliaire amont dans le cas où la PAC est sur air gainé et de la consommation des auxiliaires de la PAC multipliée par le nombre d'assemblages défini par l'utilisateur.

$$Q_{\text{cef}}^{\text{assemblage RBT}}(h) = nb_{\text{assembl}} \times (Q_{\text{cons}}^{\text{gnr_base}}(h) + Q_{\text{cons}}^{\text{gnr_ap}}(h) + W_{\text{aux,am}} + W_{\text{aux,pro}}) \quad (2)$$

Les consommations d'ECS du générateur de base $Q_{\text{cons}}^{\text{gnr_base}}(h)$ et du générateur d'appoint $Q_{\text{cons}}^{\text{gnr_ap}}(h)$ sont déterminées de manière similaire à ce qui est décrit dans la méthode Th-BCE pour les assemblages du ballon base avec échangeur et appoint intégré.

Consommation électrique des auxiliaires de la distribution intergroupe

$$W_{\text{aux}} = W_{\text{cir_prim-e}} \quad (3)$$

Consommation d'auxiliaire du circulateur de la distribution intergroupe (11.8.3.3.4)

La consommation d'énergie électrique des circulateurs (en Wh) nécessaire au maintien en circulation du fluide est estimée à partir de leur puissance.

Pour les usages d'enseignement, les circulateurs peuvent être arrêtés durant les vacances. Pour les autres usages, le fonctionnement des circulateurs est permanent.

La consommation électrique horaire des circulateurs s'exprime de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{Si } type_{\text{gest_cir-e}} = 1 \\ \text{Si } i_{\text{d_encl-e}}(j) = 1 \\ W_{\text{cir_prim-e}}(h) = P_{\text{cir-e}} (* 1h) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{Si } i_{\text{d_encl-e}}(j) = 0 \\ W_{\text{cir_prim-e}}(h) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Si } type_{\text{gest_cir-e}} = 0 \\ W_{\text{cir_prim-e}}(h) = P_{\text{cir-e}} (* 1h) \end{aligned} \quad (5)$$

Consommation d'auxiliaire amont

Les pompes à chaleur sur air extérieur gainées ont des consommations d'auxiliaires amont correspondant à la part de la puissance des ventilateurs pour vaincre les pertes de charge du conduit, la partie due aux pertes de charge des échangeurs étant comprise dans la performance.

$$W_{\text{aux,am}} = P_{\text{vent_gainé}} \times \tau_{\text{charge}} \text{ (Wh)} \quad (6)$$

Les pompes à charge sur air extérieur non gainées n'ont pas de consommations d'auxiliaires amont, celles-ci étant comprises dans la performance.

$$W_{\text{aux,am}} = 0 \quad (7)$$

Consommation des auxiliaires de la PAC

$$W_{\text{aux'pro}} = P_{\text{aux}} \times R_{\text{dim}} \text{ (Wh)} \quad (8)$$

Avec :

$$P_{aux} = T_{aux} \times P_{abs_nom} \quad (9)$$

*Report de l'énergie sur le générateur ECS principal
si la puissance du RBT de boucle est insuffisante (11.8.3.3.6)*

Si la puissance du réchauffeur de boucle est insuffisante (PAC + appoint effet joule), la puissance restante est renvoyée sur la génération ECS.

$$Q_{wprim-e}(h) = \sum_{ds-e} Q_{2nd-e}^{ds-e} + Q_{rest} \quad (10)$$

Q_{rest} est déterminé à partir de l'énergie reportée du générateur effet Joule de la génération RBT (équation 1098 de la méthode Th-BCE).

2. Réutilisation de la fiche 10.15 C_GEN_Gestion/régulation de la génération

Calcul de la consommation d'ECS du générateur de base

L'énergie consommée par le générateur de base est le résultat de la fiche « 10.15 C_GEN_Gestion/régulation de la génération ».

La fiche « C_GEN_Gestion/régulation de la génération » est adaptée pour prendre en compte le fait que les besoins ECS aux bornes de la génération RBT sont uniquement les pertes de réseau de distribution intergroupe bouclée.

Les règles de cohérence du montage de la génération (équations 1023 et 1026), le calcul des ratios surfaciques de chacun des groupes desservis (équations 1029, 1030 et 1031), l'initialisation du jeu de données par générateurs, le calcul de clés de répartition de la demande en énergie par groupe desservi (1038), la période d'activation de la génération en ECS (équation 1041), la prise en compte des sources amont des générateurs (équation 1043), les demandes en énergie par poste en incluant le report de demande (équation 1051) sont identiques à la méthode Th-BCE.

Calcul des demandes totales horaires en ECS

Dans ce module, le calcul des demandes totales horaires est mené selon l'équation :

$$Q_{req_tot_sr_ecs}(h) = \phi_{pertes_vc_prim-e}(h) + \phi_{pertes_hvc_prime-e}(h) \quad (11)$$

3. Réutilisation de la fiche 11.17 S2_GEN_ballon_base_echangeur_AI

Dans cette fiche est défini l'assemblage d'un ballon base avec échangeur et à appoint intégré comme c'est le cas pour le RBT où l'appoint est une résistance électrique.

Prise en compte des sous-assemblages avec éléments de stockage

Une génération RBT contient un sous-assemblage avec ballon de stockage ayant la fonction ECS.

Les systèmes de stockage ne peuvent être inclus que dans une génération régulée en cascade (idtype_priorite = 2: Générateurs en cascade). Dans tous les cas le sous-assemblage avec ballon se place en premier générateur pour répondre à une demande en énergie (prioritaire).

Dans le cas d'une génération RBT en volume chauffé, les pertes du ballon de stockage vers l'ambiance ($\phi_{vc}^{sto}(h)$) viennent s'ajouter à celles de la génération.

Le type de production, la position du générateur de base, la température de consigne du ballon, le calcul de l'énergie restant à fournir par le générateur et le calcul des pertes thermiques récupérables sont réalisés conformément à la méthode Th-BCE (équations 1522, 1523, 1524, 1528, 1529 et 1530).

Calcul de la demande d'énergie

Les besoins de la distribution intergroupe, compilés au niveau de la gestion-régulation de la génération, sont divisés par le nombre d'assemblages « ballon base échangeur appoint intégré » strictement identiques.

$$Q_{w_sto_unit} = \frac{\phi_{pertes_vc_prim-e}(h) + \phi_{pertes_hvc_prime-e}(h)}{nb_{assembl}} \quad (12)$$

Température d'eau entrant dans le ballon

Par ailleurs, l'eau entrant dans le ballon est l'eau à la température de retour de la boucle intergroupe ECS:

Dans ce module, l'équation (1526) de la méthode Th-BCE devient:

$$\theta_{entrant} = \theta_{départ_prim-e}(h) - 5 \quad (13)$$

L'ordre des calculs décrit au paragraphe 11.17.3.3 de la méthode Th-BCE est conservé.

Calcul des consommations

Dans le cas de l'assemblage « ballon base échangeur appoint intégré », la consommation en énergie finale de l'assemblage (pour le poste ECS) est égale aux consommations des générateurs de base et d'appoint. Les résultats sont présentés sous forme de matrice:

$$Q_{cef}^{assemblage\ RBT}(h) = nb_{assembl} \times (Q_{cons}^{enr\ base}(h) + Q_{cons}^{enr\ ap}(h)) \quad (14)$$

4. Réutilisation de la fiche 10.23 C_GEN_Sources amont des générateurs thermodynamiques

Calcul de la température amont d'un générateur sur air ambiant

$$\theta_{amont} = \theta_{amb} + b \times (\theta_{ext} - \theta_{amb}) \quad (15)$$

Avec:

$$\theta_{amb} = 20^{\circ}C \quad (16)$$

Le calcul de la température amont d'un générateur sur air extérieur est réalisé grâce à l'équation 1243 de la méthode Th-BCE.

5. Adaptation des fiches 11.10 C_STO_gestion_régulation_base_ballon et 11.11 C_STO_gestion_régulation_appoint_ballon

Le modèle de ballon stratifié décrit dans les équations de cette fiche algorithmique est adapté en retenant $Nbiter_vp = 1$.

La PAC et l'appoint sont dans la même zone unique, ce qui se traduit dans la fiche algorithmique par: $Nzone = 1$, $zbase = 1$, $zappoint = 1$, $zreg_base = 1$, $zreg_appoint = 1$ et $Vtot = Vz_reg_base = Vz$.

Le type de gestion du thermostat de base et de l'appoint du ballon de stockage est fixé à chauffage permanent.