

ANNEXE

Modalités de prise en compte du système « Myriade » dans la réglementation thermique 2012

1. Définition du système

Au sens du présent arrêté, le système « Myriade » est un système modulaire de récupération d'énergie pour la production collective d'ECS et de chauffage. Il se décompose en briques fonctionnelles ou modules pouvant fonctionner de façon séparée ou couplée en fonction du besoin. Si l'application nécessite un besoin de production d'eau glacée alors la PAC est capable, lors d'un besoin concomitant de production de chaleur, de produire de l'eau glacée en simultané.

Les éléments constituant le système sont :

- Une ou plusieurs PAC eau (glycolée)/eau à compression électrique ou absorption gaz naturel de 15 à 400 kW ;
- Un ballon de stockage d'énergie en eau technique permettant de stocker les calories toute la journée quel que soit la variation des débits, d'un volume minimum de 300 litres.
- Un ou plusieurs gisements d'énergie.
-

Les trois gisements d'énergie permettant de faire fonctionner le système MYRIADE sont l'air extrait, le solaire et les eaux grises :

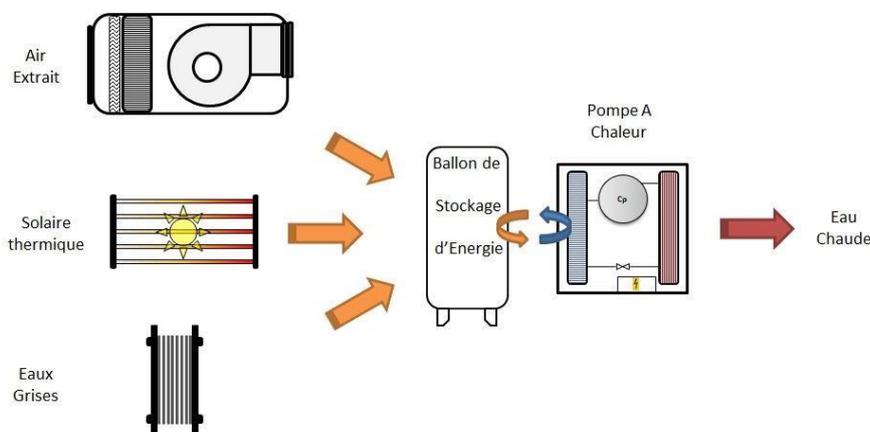


Figure 1 Concept énergétique du système modulaire Myriade

Le ballon de stockage d'énergie comporte 5 piquages correspondant à 5 « zones de stratification » dans le ballon. Chaque zone comprend une sonde de température.

Selon la configuration du système retenue pour le projet, les piquages peuvent être utilisés pour différents raccordements en fonction du nombre de gisement présent :

- Sur le dessus du ballon : arrivée du gisement solaire si ce gisement est présent dans l'installation
- Juste en dessous du solaire : La sortie du ballon en direction de la pompe à chaleur et la sortie du serpentin instantané d'eau de ville en direction de la production ECS terminale
- En partie basse du ballon :
 - L'arrivée de l'eau froide de la pompe à chaleur ;
 - La sortie d'eau vers les gisements (air extrait, solaire, eaux grises) ;
 - L'entrée d'eau de ville dans le serpentin instantané.

Entre la partie haute et la partie basse sont connectées les arrivées des gisements restants (eaux grises et air extrait). La logique de raccordement reste basée sur le gisement du plus chaud au plus froid raccordé du plus haut au plus bas.

En fonction des usages du bâtiment (eau chaude sanitaire et/ou chauffage), la pompe à chaleur produit de l'eau chaude pour répondre aux besoins du bâtiment. Une fonction du système consiste à préchauffer l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie en eau technique en passant par un échangeur dans le ballon. Dans toutes les configurations du système, il y a ou non un préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie et le type de pompe à chaleur est à compression électrique ou à absorption gaz. La PAC assure soit une production ECS seule, soit une production mixte ECS/chauffage, soit une production mixte ECS/rafraîchissement, soit une production mixte ECS/chauffage/rafraîchissement. Dans les 2 derniers cas, la PAC produit de l'eau glacée simultanément à la production de chaleur.

Voici ci-dessous les différentes configurations du système Myriade :

Configuration Myriade air extrait

Dans cette configuration, le gisement d'énergie utilisé est l'air extrait. Voici le schéma correspondant à cette configuration :

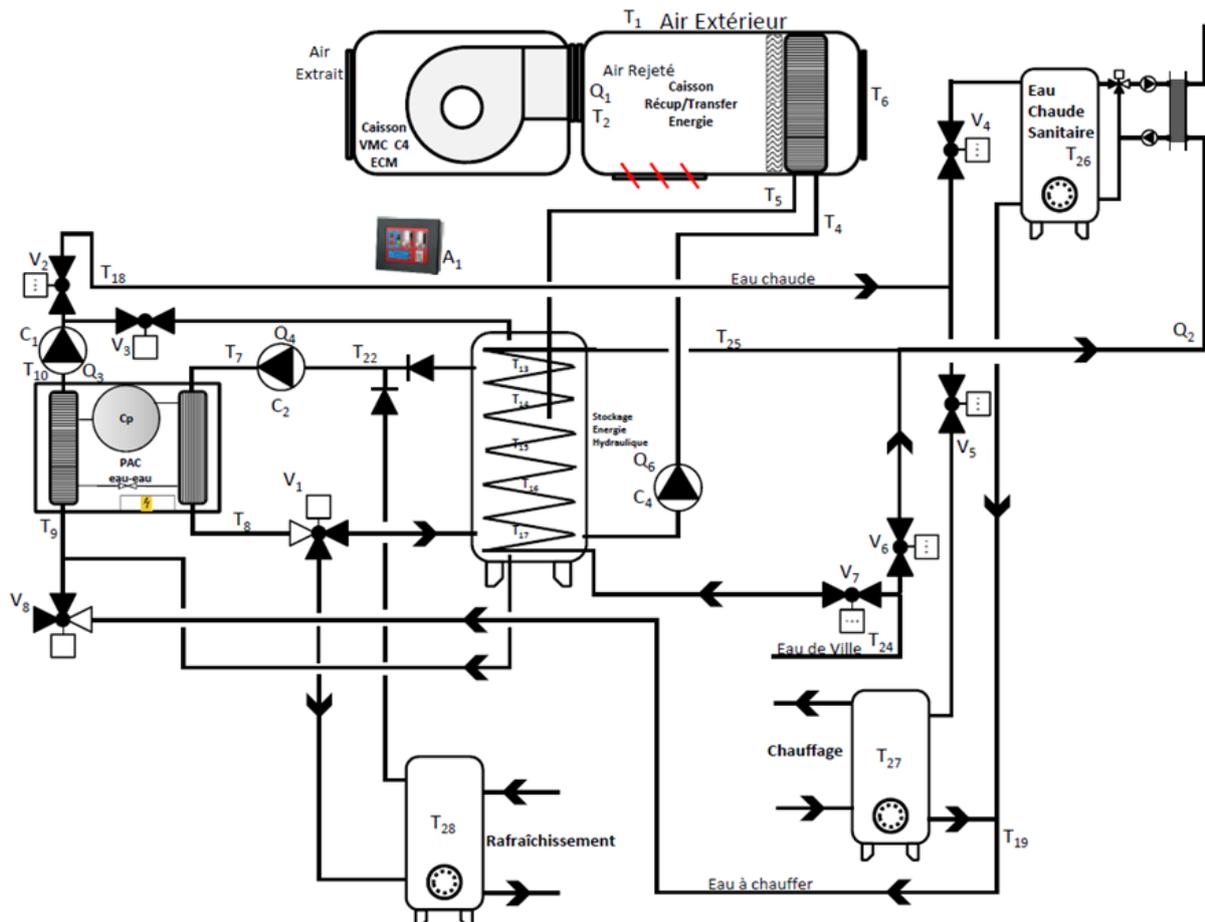


Figure 2 Schéma de principe de la configuration Myriade air extrait

La récupération d'énergie sur l'air extrait se fait uniquement sur une ventilation de type simple flux. La boucle de récupération de l'air extrait est glycolée ou non suivant la récupération souhaitée sur ce gisement. Si la boucle est glycolée, le taux de propylène glycol est de 20%.

Configuration Myriade eaux grises

Dans cette configuration, Le gisement d'énergie utilisé est les eaux grises. Voici le schéma correspondant à cette configuration :

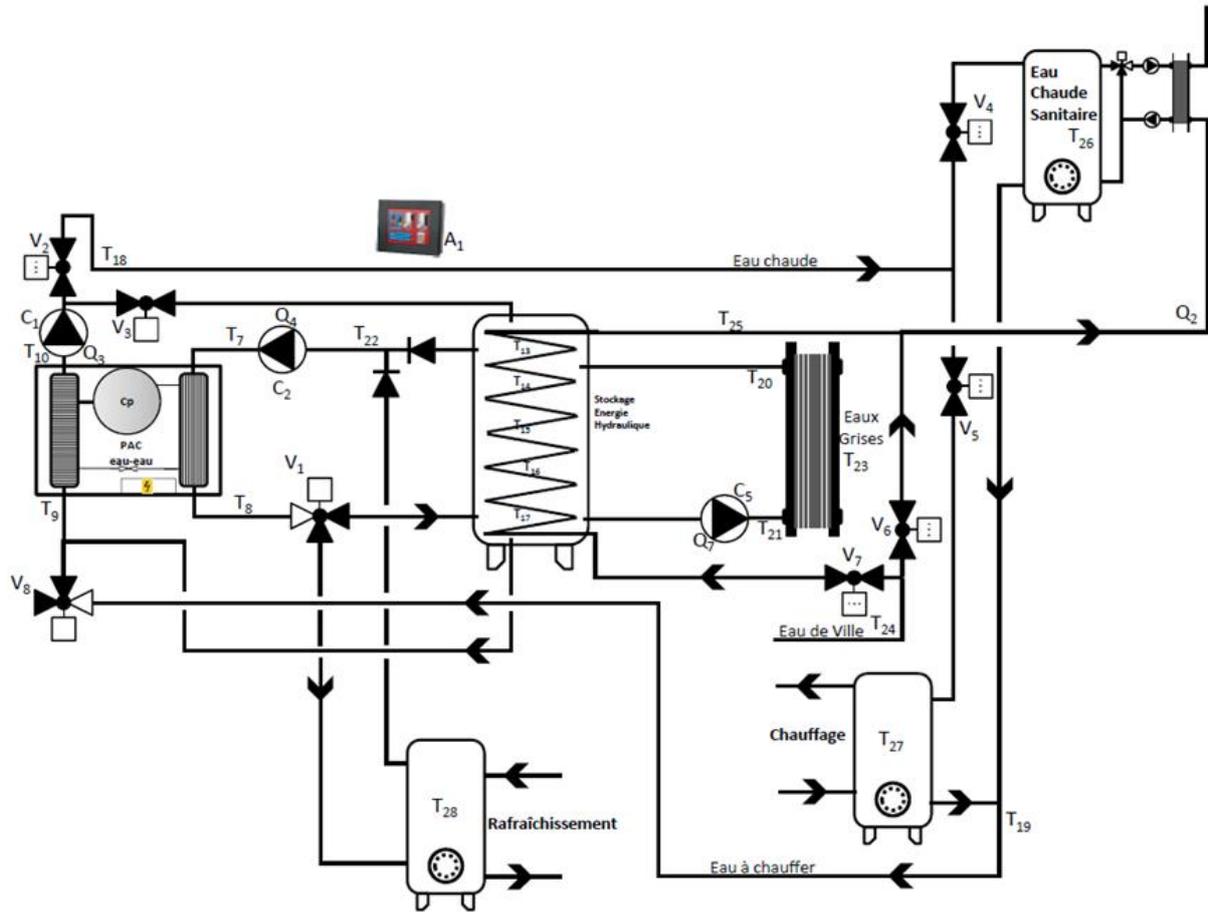


Figure 3 Schéma de principe de la configuration Myriade eaux grises

Il y a ou non un préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie. La récupération d'énergie sur les eaux grises se fait soit de façon instantané, soit avec un stockage des eaux grises dans un ballon ou une cuve.

Configuration Myriade solaire

Dans cette configuration, Le gisement d'énergie utilisé est le solaire. Voici le schéma correspondant à cette configuration :

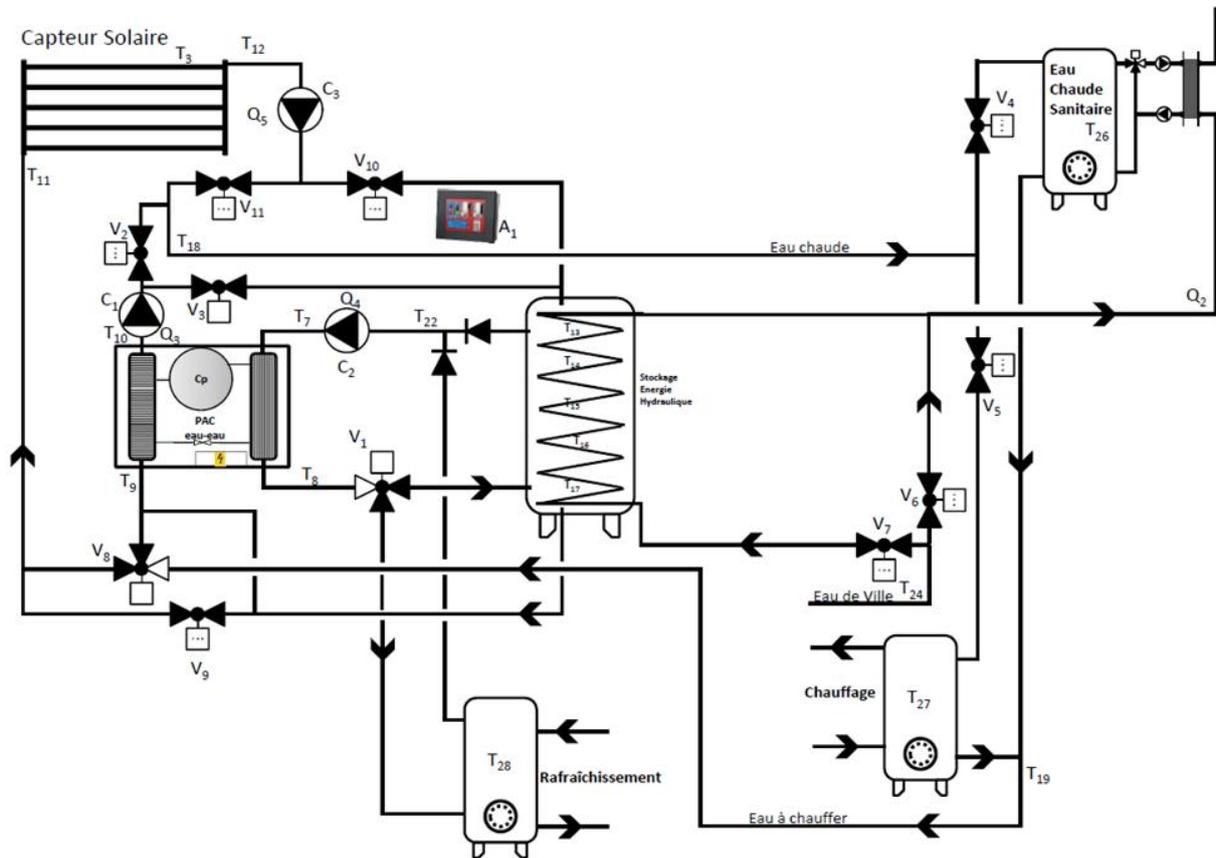


Figure 4 Schéma de principe de la configuration Myriade solaire

Configuration Myriade air extrait & eaux grises

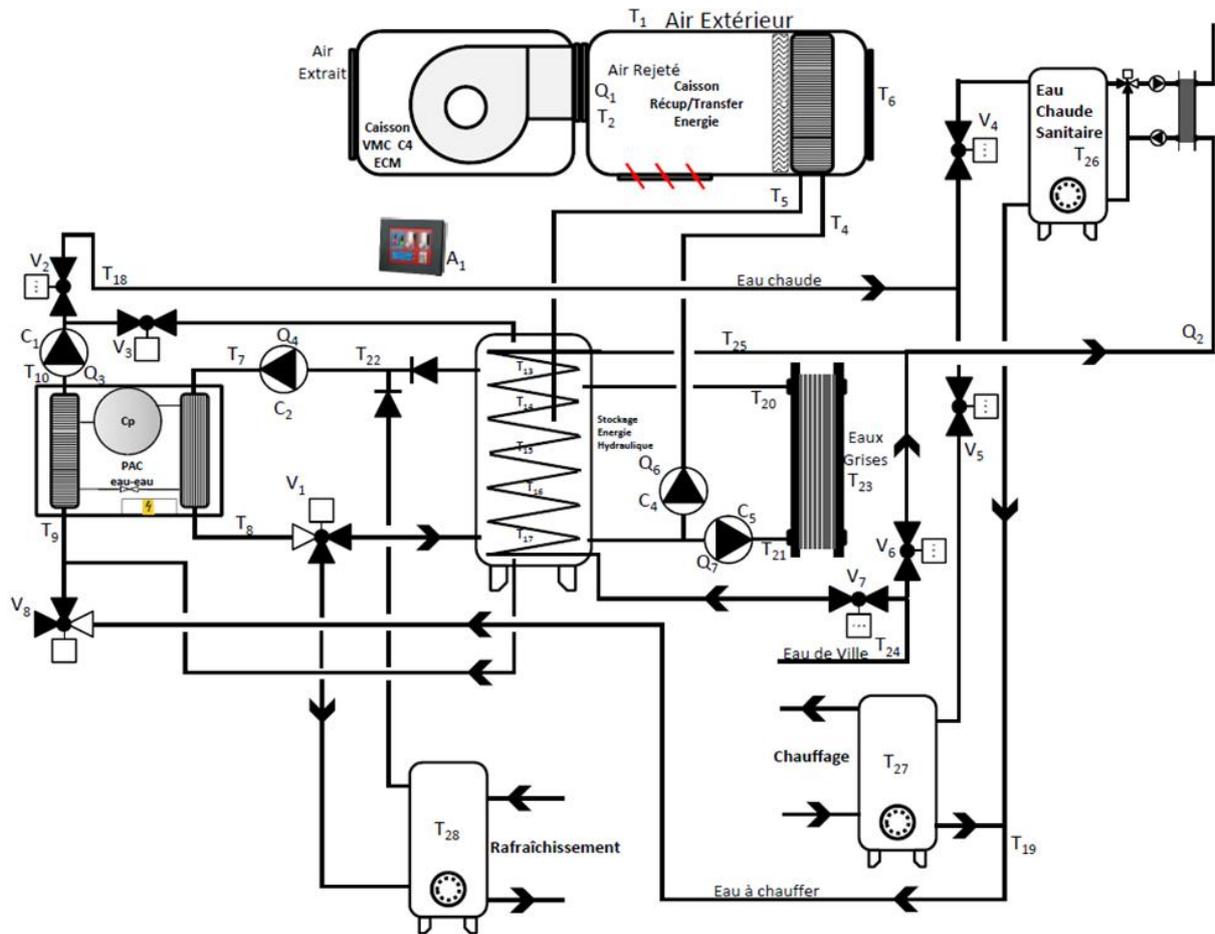


Figure 5 Schéma de principe de la configuration Myriade air extrait & eaux grises

La récupération d'énergie sur les eaux grises se fait soit de façon instantanée, soit avec un stockage des eaux grises dans un ballon ou une cuve.

La récupération d'énergie sur l'air extrait se fait uniquement sur une ventilation de type simple flux. La boucle de récupération de l'air extrait est glycolée ou non suivant la récupération souhaitée sur ce gisement. Si la boucle est glycolée, le taux de propylène glycol est de 20%.

Configuration Myriade air extrait & solaire

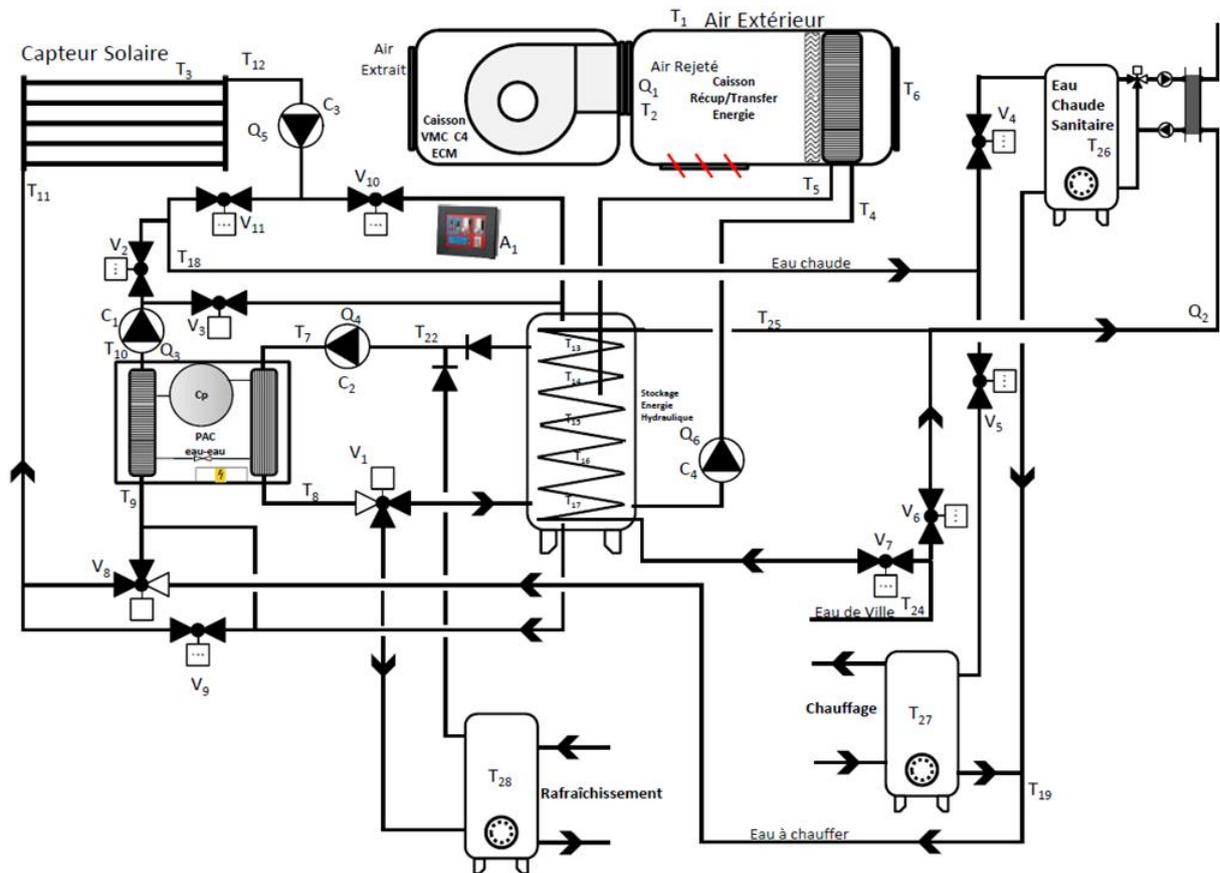


Figure 6 Schéma de principe de la configuration Myriade air extrait & solaire

La récupération d'énergie sur l'air extrait se fait uniquement sur une ventilation de type simple flux. La boucle de récupération de l'air extrait est glycolée ou non suivant la récupération souhaitée sur ce gisement. Si la boucle est glycolée, le taux de propylène glycol est de 20%.

Configuration Myriade eaux grises & solaire

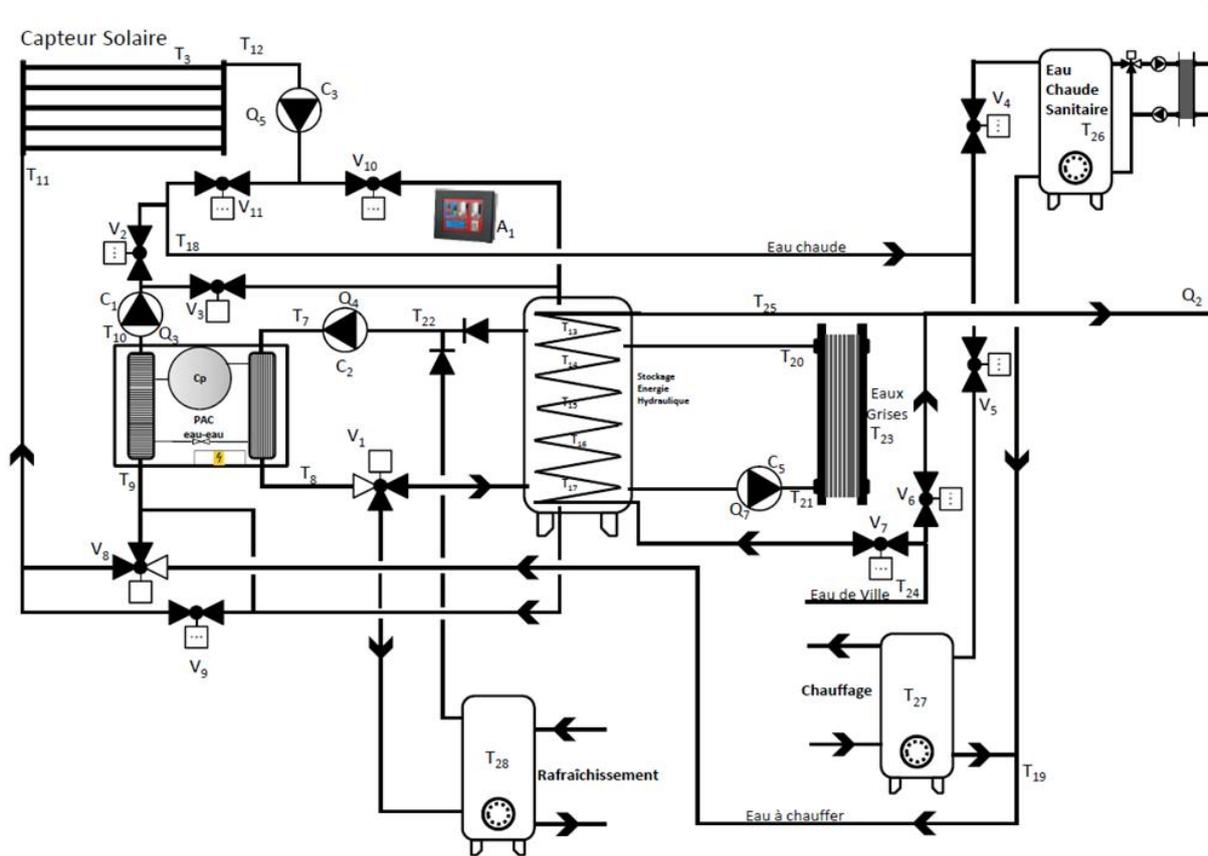


Figure 7 Schéma de principe de la configuration Myriade eaux grises & solaire

La récupération d'énergie sur les eaux grises se fait soit de façon instantanée, soit avec un stockage des eaux grises dans un ballon ou une cuve.

Configuration Myriade air extrait & eaux grises & solaire

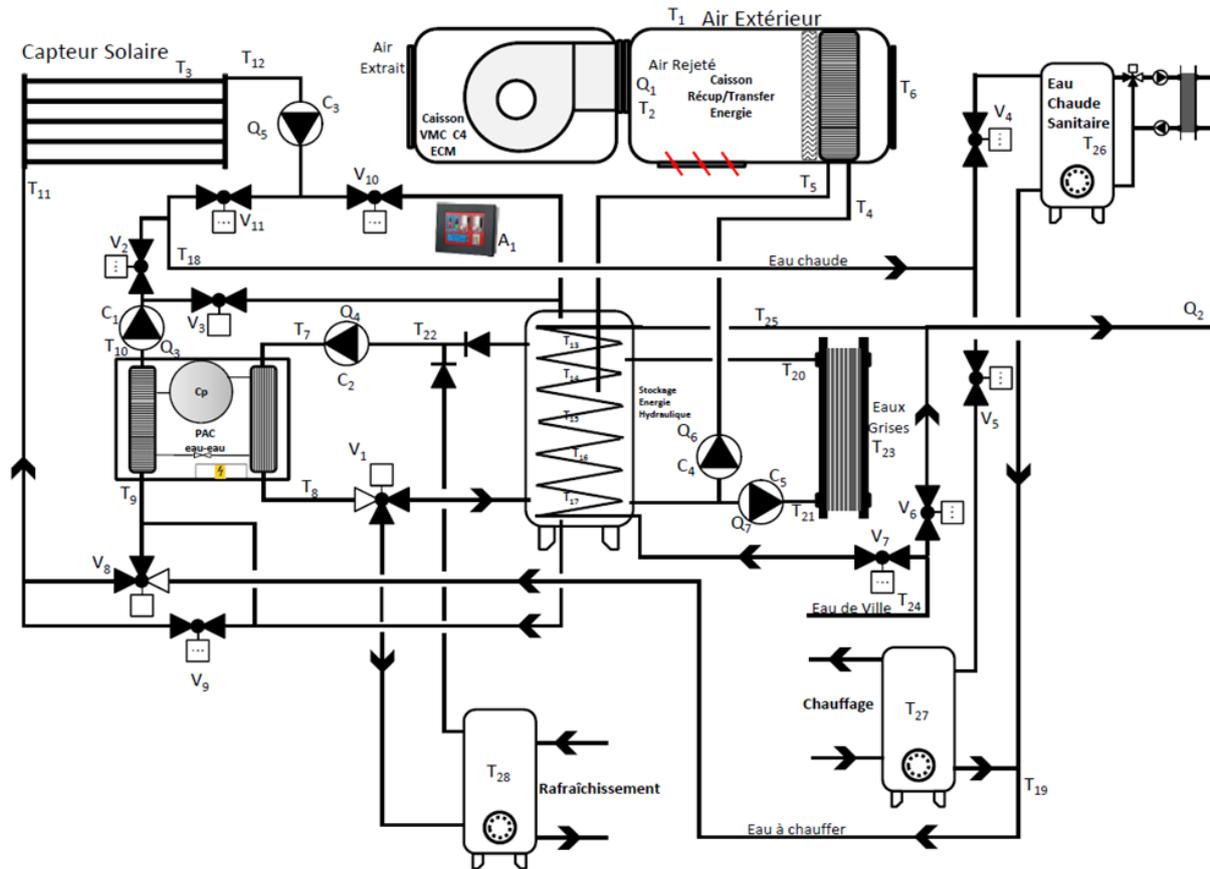


Figure 8 Schéma de principe de la configuration Myriade air extrait & eaux grises & solaire

La récupération d'énergie sur les eaux grises se fait soit de façon instantanée, soit avec un stockage des eaux grises dans un ballon ou une cuve.

La récupération d'énergie sur l'air extrait se fait uniquement sur une ventilation de type simple flux. La boucle de récupération de l'air extrait est glycolée ou non suivant la récupération souhaitée sur ce gisement. Si la boucle est glycolée, le taux de propylène glycol est de 20%.

Normes d'essai

Les performances des pompes à chaleur à compression électrique (puissance et COP nominaux) sont caractérisées sur la base de la NF EN 14511. Les performances des pompes à chaleur à absorption gaz (puissance et COP nominaux) sont caractérisées sur la base de la NF EN 12309-4.

Le coefficient UA des ballons de stockage est calculé en utilisant la norme NF EN 15332.

2. Champ d'application

La méthode d'intégration s'applique aux bâtiments neufs pour lesquels au moins une zone concerne un des usages suivants :

- Les logements collectifs ;
- Les établissements sanitaires avec hébergement ;
- Les hôpitaux ;
- Les foyers de jeunes travailleurs ;
- Les cités universitaires ;
- Tous les types d'enseignement ;
- Tous les types de restauration ;
- Tous les types d'hôtels ;
- Tous les types d'industrie
- Les établissements sportifs ;
- Les crèches.

Dans le cas où la configuration de Myriade utilise l'air extrait comme gisement d'énergie, la récupération d'énergie sur l'air extrait se fait uniquement sur une ventilation simple flux.

L'arrêté ne s'applique pas en cas de présence d'un récupérateur instantané de chaleur sur eaux grises selon l'arrêté du 23 octobre 2017, c'est-à-dire si un récupérateur instantané monté en « montage ballon », en « montage mitigeur » ou en « montage mitigeur et ballon » est présent sur l'opération.

3. Méthode de prise en compte

Le système MYRIADE est modélisé par trois extensions dynamiques. Suivant la configuration du système Myriade du projet, la modélisation fait appel ou non à ces extensions dynamiques.

La première est une extension de type « Source_Amont ». Elle peut être alimentée par l'énergie récupérée sur l'air extrait et/ou récupérée sur les eaux grises.

La deuxième est une extension de type « Générateur Thermodynamique absorption gaz » qui assure les services chauffage et production d'ECS.

La troisième est une extension de type « Production_Stockage » qui est alimenté par un générateur thermodynamique. Le ballon de stockage ECS a été modélisé pour pouvoir prendre en compte le réchauffement de l'eau froide l'alimentant à travers le ballon de stockage d'énergie (en amont de la PAC).

La fonction de production d'eau chaude et d'eau glacée en simultanée n'a pas fait l'objet de développement d'extension dynamique. Cette fonction n'est pas valorisée.

Caractérisation des performances des PAC

Le ou les générateurs thermodynamiques sont ceux de la méthode Th-BCE. Suivant si l'installation est glycolée ou non, la caractérisation des performances du générateur est différente.

Dans le cas où l'installation est glycolée et que le ou les PAC sont électriques, la caractérisation des performances est celle des PAC eau glycolée/eau décrite dans la méthode Th-BCE.

Dans le cas où l'installation est glycolée et que le ou les PAC sont à absorption gaz, la caractérisation des performances est celle des PAC absorption eau glycolée/eau haute température décrite dans la méthode Th-BCE.

Dans le cas où l'installation est non glycolée et que le ou les PAC sont électriques, la caractérisation des performances est celle des PAC eau de nappe/eau décrite dans la méthode Th-BCE.

Dans le cas où l'installation est non glycolée et que le ou les PAC sont à absorption gaz, la caractérisation des performances est celle des PAC absorption eau /eau décrite dans la méthode Th-BCE.

Configuration Myriade air extrait

L'extension « Source_Amont » comprend le ballon de stockage d'énergie qui est alimenté par l'énergie récupérée sur l'air extrait.

Le générateur thermodynamique est le générateur de base d'une production stockage :

- Avec appoint dans le ballon

- Avec appoint dans ballon séparé
- Sans appoint.

L'extension « Production_Stockage » est utilisée lorsqu'il y a préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie.

Configuration Myriade eaux grises

L'extension « Source_Amont » comprend le ballon de stockage d'énergie qui est alimenté par l'énergie récupérée sur les eaux grises.

Le générateur thermodynamique est le générateur de base d'une production stockage :

- Avec appoint dans le ballon
- Avec appoint dans ballon séparé
- Sans appoint.

L'extension « Production_Stockage » est utilisée lorsqu'il y a préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie

Configuration Myriade solaire

Cette configuration n'est pas modélisée dans le cadre du Titre V.

Configuration Myriade air extrait & eaux grises

L'extension « Source_Amont » comprend le ballon de stockage d'énergie qui est alimenté par l'énergie récupérée sur l'air extrait et les eaux grises.

Le générateur thermodynamique est le générateur de base d'une production stockage :

- Avec appoint dans le ballon
- Avec appoint dans ballon séparé
- Sans appoint.

L'extension « Production_Stockage » est utilisée lorsqu'il y a préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie.

Configuration Myriade air extrait & solaire

L'extension « Source_Amont » comprend le ballon de stockage d'énergie qui est alimenté par l'énergie récupérée sur l'air extrait.

Le générateur thermodynamique est le générateur d'appoint d'une production stockage ECS avec pour générateur de base la boucle solaire :

- Si le ou les PAC sont électriques, la modélisation utilisée est avec celle de l'extension dynamique décrite dans l'arrêté du 24 avril 2017 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte des systèmes d'appoint thermodynamique de l'eau chaude sanitaire.
- Si le ou les PAC sont à absorption gaz, l'extension dynamique « Générateur Myriade» est utilisée. Elle consiste au recodage des PAC à absorption gaz en appoint comme appoint de système production ECS à accumulation.

L'extension « Production_Stockage » est utilisée lorsqu'il y a préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie.

Configuration Myriade eaux grises & solaire

L'extension « Source_Amont » comprend le ballon de stockage d'énergie qui est alimenté par l'énergie récupérée sur les eaux grises.

Le générateur thermodynamique est le générateur d'appoint d'une production stockage ECS avec pour générateur de base la boucle solaire.

- Si le ou les PAC sont électriques, la modélisation utilisée est avec celle de l'extension dynamique décrite dans l'arrêté du 24 avril 2017 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte des systèmes d'appoint thermodynamique de l'eau chaude sanitaire.
- Si le ou les PAC sont à absorption gaz, l'extension dynamique « Générateur Myriade » est utilisée. Elle consiste au recodage des PAC à absorption gaz en appoint comme appoint de système production ECS à accumulation.

L'extension « Production_Stockage » est utilisée lorsqu'il y a préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie. La modélisation est réalisée à l'aide d'une production stockage solaire avec appoint dans ballon séparé. Dans ce cas, l'appoint est le générateur thermodynamique connecté à la source amont Myriade. L'appoint complémentaire est alors saisi en série de la production stockage.

Configuration Myriade air extrait & eaux grises & solaire

L'extension « Source_Amont » comprend le ballon de stockage d'énergie qui est alimenté par l'énergie récupérée sur l'air extrait et les eaux grises.

Le générateur thermodynamique est le générateur d'appoint d'une production stockage ECS avec pour générateur de base la boucle solaire :

- Si le ou les PAC sont électriques, la modélisation utilisée est avec celle de l'extension dynamique décrite dans l'arrêté du 24 avril 2017 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte des systèmes d'appoint thermodynamique de l'eau chaude sanitaire.
- Si le ou les PAC sont à absorption gaz, l'extension dynamique « Générateur Myriade » est utilisée. Elle consiste au recodage des PAC à absorption gaz comme appoint de système production ECS à accumulation.

L'extension « Production_Stockage » est utilisée lorsqu'il y a préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage d'énergie. La modélisation est réalisée à l'aide d'une production stockage solaire avec appoint dans ballon séparé. Dans ce cas, l'appoint est le générateur thermodynamique connecté à la source amont Myriade. L'appoint complémentaire est alors saisi en série de la production stockage.

Fiche algorithme

Source amont MYRIADE

1.	<i>DÉFINITION DU SYSTÈME</i>	1
2.	<i>CHAMP D'APPLICATION</i>	10
3.	<i>MÉTHODE DE PRISE EN COMPTE</i>	11
1.	<i>INTRODUCTION</i>	15
2.	<i>DESCRIPTION DU MODULE</i>	15
3.	<i>DESCRIPTION MATHÉMATIQUE</i>	16
1.	<i>INTRODUCTION</i>	38
2.	<i>DESCRIPTION DU MODULE</i>	38
3.	<i>DESCRIPTION MATHÉMATIQUE</i>	39
1.	<i>INTRODUCTION</i>	43
2.	<i>DESCRIPTION DU MODULE</i>	43

1. Introduction

Cette fiche algorithme décrit la prise en compte de la source amont du système « MYRIADE » de la société France AIR, qui transfère l'énergie au ballon de stockage.

Le modèle ci-dessous inclut la boucle de récupération des eaux grises, la boucle de récupération de l'air extrait et le ballon amont de la PAC.

2. Description du module

Cette fiche algorithme « source amont MYRIADE » est découpée en 5 sous-parties qui s'imbriquent les unes dans les autres :

- La boucle de récupération de chaleur sur l'air extrait ;
- La boucle de récupération de chaleur sur les eaux grises ;
- Le ballon de stockage d'énergie en amont de la PAC ;

T14 : Sonde de Température position milieu haut ballon
 T15 : Sonde de Température milieu ballon
 T16 : Sonde de Température milieu bas ballon
 T17 : Sonde de Température bas ballon
 T18 : Sonde de Température Départ Eau Chaude vers production (chauffage/ECS)
 T19 : Sonde de Température Retour Eau Chaude production
 T20 : Sonde de Température Sortie Echangeur Eaux Usées
 T21 : Sonde de Température Entrée dans Echangeur Eaux Usées
 T22 : Sonde de Température [sortie « chaude » ballon de stockage d'énergie OU retour d'eau du ballon de rafraîchissement] vers entrée évaporateur Pac
 T23 : Sonde de Température « source d'énergie » Eaux Usées
 T24 : Sonde de Température Eau Froide de Ville
 T25 : Sonde de Température Eau de Ville sortie ballon stockage d'énergie
 T26 : Sonde de Température Préparation ECS
 T27 : Sonde de Température Chauffage
 T28 : Sonde de Température Rafraîchissement
 T29 : Sonde de Température
 T30 : Sonde de Température

V4 : V2V TOR vers préparation ECS
 V5 : V2V TOR vers Chauffage
 V6 : V2V Eau de ville by-pass le ballon de stockage d'énergie
 V7 : V2V Eau de ville vers le ballon de stockage d'énergie
 V8 : V3V TOR de routage de l'eau à chauffer vers le condenseur PAC ou vers le solaire
 V9 : Vanne 2 voies TOR de prélèvement d'eau du ballon de stockage lorsque la PAC est en production d'eau chaude directe vers le bâtiment et que le solaire peut réchauffer l'eau du ballon sans pouvoir produire l'eau chaude en directe vers la production bâtiment (V11 fermée et V10 ouverte)
 V10 : Vanne 2 voies TOR solaire vers ballon de stockage d'énergie
 V11 : Vanne 2 voies TOR solaire vers production eau chaude bâtiment
 C1 : Circulateur modulant condenseur PAC
 C2 : Circulateur modulant évaporateur PAC
 C3 : Circulateur Solaire
 C4 : Circulateur batterie de récupération sur air
 C5 : Circulateur de récupération sur eaux usées
 A1 : Automate de gestion de production

Voici l'ordre des calculs réalisés dans la fiche algorithme source amont :

1. *Initialisation de la source amont*
2. *Initialisation du ballon de stockage amont*
3. *Initialisation de la boucle ventilation*
4. *Initialisation de la boucle eaux grises*
5. *Initialisation horaire de la source amont*
6. *Initialisation horaire du ballon de stockage amont*
7. *Initialisation horaire de la boucle ventilation*
8. *Calcul du débit d'eau grises pour l'heure en cours (cf. Titre V ERS BIOFLUIDES et PAC F7)*
9. *Calcul horaire de la source amont (des 5 sous-assemblages)*

À l'initialisation de la source amont, suivant la valeur du paramètre $Is_eau_glycolée$, les constantes $C_{p,eau}$ et $C_{pv,eau}$ sont initialisés de la façon suivante :

Si $Is_eau_glycolée = 0$ alors

$$C_{p,eau} = 4180 \text{ J}/(\text{kg.K})$$

$$C_{pv,eau} = 4180/3600 \text{ Wh}/\text{kg.K}$$

Si $Is_eau_glycolée = 1$ alors

$$C_{p,eau} = 3689 \text{ J}/(\text{kg.K})$$

$$C_{pv,eau} = 3689/3600 \text{ Wh}/\text{kg.K}$$

Suivant la valeur des paramètres $Is_recup_ventilation$, la boucle de récupération de l'air extrait est utilisée ou non.

Si $Is_recup_eau_de_ville = 0$ (la fonction de réchauffage de l'eau de ville n'est pas utilisée)

Alors $UA_ech_eau\ de\ ville = 0$ (pas d'échange).

Récupération sur l' air extrait

Nomenclature

Paramètres du module				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
P_{pompe_C4}	Puissance de la pompe C4	W	$[0 ; +\infty[$	
Statut_Eff	Statut de l'efficacité de l'échangeur de la batterie de récupération sur l'air extrait 0 : certifié 1 : justifié 2 : déclaré	-	{0 ; 1; 2}	
ε	Efficacité de la batterie de récupération sur l'air extrait	-	$[0 ; 1]$	
L_{CTA}	Longueur de distribution de la CTA au ballon tampon hors volume chauffé	m	$[0 ; +\infty[$	
U_{boucle_ventil}	Coefficients de pertes linéiques de la distribution de la CTA au ballon tampon hors volume chauffé	W/m.K	$[0 ; +\infty[$	
Q_{eau}	Débit d'eau volumique circulant dans la boucle de récupération sur l'air extrait	m ³ /h	$[0 ; +\infty[$	
m_{eau}	Débit d'eau massique circulant dans la boucle de récupération sur l'air extrait	kg/s	$[0 ; +\infty[$	
Is_recup_ventilation	Indicateur booléen 0 : la fonction de récupération sur l'air extrait n'est pas utilisée 1 : la fonction de récupération sur l'air extrait est utilisée	-	$[0 ; 1]$	

Entrées

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$T_{extrait}(h)$	Température de l'air extrait, récupérée au niveau du moteur de calcul	°C	$]-90 ; +90[$	
$Q_{m_extrait}(h)$	Débit spécifique d'air extrait	kg/s	$[0 ; +\infty[$	

Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
W_{pompe_C4}	Consommation de la pompe C4	Wh	$[0 ; +\infty[$	

$T_5(h)$	Température de sortie de la batterie de récupération sur l'air extrait	°C]-90 ; +90[
----------	--	----	-------------	--

Variables internes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$T_2(h)$	Température de l'air extrait	°C]-90 ; +90[
$T'_5(h)$	Température de sortie de la batterie de récupération sur l'air extrait, avant prise en compte des pertes de distribution	°C]-90 ; +90[
$T_4(h)$	Température entrée dans la batterie de récupération d'énergie sur l'air extrait	°C]-90 ; +90[
id_{C4}	Indice de fonctionnement du circulateur C4 de la batterie de récupération sur l'air extrait		{0 ; 1}	
m'_{air}	Débit spécifique d'air extrait	kg/s	[0 ; +∞[
$C_{p,eau}$	Capacité thermique massique de l'eau (glycolée)	J/(kg.K)	{3689;4180}	

Constantes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$C_{p,air}$	Capacité thermique massique de l'air	J/(kg.K)		1004

Remarque : L'eau de la boucle de récupération d'air extrait est glycolée, la capacité thermique massique de l'eau glycolée est plus faible que l'eau douce.

Initialisation

Les règles de caractérisation de l'efficacité de l'échangeur de la batterie de récupération d'air extrait sont les mêmes que pour l'efficacité d'un échangeur de ventilation double-flux :

Si Statut_Eff = 0 alors la valeur de l'efficacité retenue dans le calcul est la valeur issue d'une certification.

Si Statut_Eff = 1 alors la valeur de l'efficacité retenue dans le calcul est la valeur justifiée multipliée par un coefficient 0,9.

Si Statut_Eff = 0 alors la valeur de l'efficacité retenue dans le calcul est égale au minimum entre la valeur déclarée par le fabricant multipliée par un coefficient 0,8 et la valeur de 0,5.

Initialisation horaire de la boucle ventilation :

On récupère du moteur de calcul la température extraite de la ventilation $T_{\text{extrait}}(h)$.

Calcul horaire de la boucle ventilation :

Ce calcul consiste à déterminer la température de la sortie de batterie de récupération d'énergie de l'air extrait T_5 et la consommation de la pompe $W_{\text{pompe_C4}}$.

Calcul de la température en sortie de batterie de récupération d'air extrait :

Si $id_{C4} = 1$ (boucle de récupération en fonctionnement)

Alors :

$$T_4(h) = T_{17}(h) - U_{\text{boucle_ventil}} \times L_{\text{CTA}} \times \frac{T_{17}(h) - T_{\text{ext}}(h)}{m_{\text{eau}} C_{p,\text{eau}}}$$
$$T'_5(h) = \varepsilon \times \frac{\min(m_{\text{air}} C_{p,\text{air}}; m_{\text{eau}} C_{p,\text{eau}})}{m_{\text{eau}} C_{p,\text{eau}}} (T_2(h) - T_4(h)) + T_4(h)$$

Prise en compte des pertes de distributions entre la batterie de récupération et le ballon :

$$T_5(h) = T'_5(h) - U_{\text{boucle_ventil}} \times L_{\text{CTA}} \times \frac{T'_5(h) - T_{\text{ext}}(h)}{m_{\text{eau}} C_{p,\text{eau}}} \quad 1)$$

La consommation de la pompe sur 10 min est égale à :

$$W_{\text{pompe_C4}} = P_{\text{pompe_C4}}/6 \quad 2)$$

Les calories de l'air extrait sont transférées dans le ballon de stockage d'énergie via une batterie air /eau.

Sinon :

$$W_{\text{pompe_C4}} = 0 \quad 3)$$

Récupération sur les eaux grises

Nomenclature

Paramètres du module				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
P_{pompe_EG}	Puissance de la pompe des eaux grises	W	$[0 ; +\infty[$	
Q_{eau_EG}	Débit d'eau volumique circulant dans la boucle de récupération des eaux grises	m ³ /h	$[0 ; +\infty[$	
UA_{EG}	Coefficient de pertes thermiques de la cuve des eaux grises	W/K	$[0 ; +\infty[$	
V_{cuve}	Volume de la cuve contenant l'échangeur	L	$[0 ; +\infty[$	
L_{canal_hor}	Longueur des réseaux d'eaux usées horizontaux	m	$[0 ; +\infty[$	
U_l	Coefficient de perte linéaire des conduites horizontales d'eaux usées	W/m.K	$[0 ; +\infty[$	
T_{cuve}	Température d'entrée de la cuve des eaux grises	°C	$] -90 ; +90[$	
Q_{eau}	Débit d'eau volumique circulant dans la boucle de récupération	m ³ /h	$[0 ; +\infty[$	
Eff_{nom}	Coefficient d'efficacité instantanée de l'échangeur en régime stabilisé	-	$[0 ; 1]$	
C_{trans}	Coefficient de régime transitoire de l'échangeur	-	$[0 ; 1]$	
$Type_recup_{EG}$	Type de configuration des eaux grises	-	$\{0 ; 1 ; 2\}$	

Sorties

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
W_{pompe_EG}	Consommation de la pompe de la boucle d'eaux grises	Wh	$[0 ; +\infty[$	
Q_w	Energie fourni au ballon d'énergie par la boucle de récupération d'eaux grises	Wh	$[0 ; +\infty[$	
$T_{20}(h)$	Température de retour d'eaux grises	°C	$] -90 ; +90[$	

Variables internes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$Type_recup_{EG}$	Type de configuration des eaux grises	-	$\{0 ; 1 ; 2\}$	

id_{EG}	Indice de fonctionnement de la boucle de récupération des eaux grises		$\{0 ; 1\}$
P_{e_ech}	Pertes de l'échangeur eaux grises	W	$] -\infty ; +\infty[$
$\theta_{ech}(h)$	Température dans la cuve de récupération des eaux grises	°C	$] -90 ; +90[$
$V_{eauxgrises}(h)$	Volume d'eaux grises au pas de temps h	L	$] -\infty ; +\infty[$
V_{cuve}	Volume de la cuve d'eaux grises	L	$[0 ; +\infty[$
$\dot{m}_{EG}(h)$	Débit d'eau massique des eaux grises	kg/s	$[0 ; +\infty[$
\dot{m}_{eau}	Débit d'eau massique circulant dans la boucle de récupération	kg/s	$[0 ; +\infty[$
Q_{pertes_amont}	Déperditions par les distributions horizontales	W	$] -\infty ; +\infty[$
$T_{EG_avant_canalisation}$	Energie contenue dans les eaux grises arrivant dans la cuve	K	$] -\infty ; +\infty[$

Constantes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
C_w	Capacité thermique massique de l'eau	Wh/(kg.K)		4180/3600
$C_{p,eau}$	Capacité thermique massique de l'eau (glycolée) de la boucle de récupération	J/(kg.K)		3689
$C_{p,EG}$	Capacité thermique massique des eaux grises	J/(kg.K)		4180
ρ	Masse volume de l'eau	kg/L		1

Pour les configurations avec récupération d'eaux grises sans stockage, les données d'entrées sont les mêmes que pour l'arrêté du 31 décembre 2013 relatif à la prise en compte des systèmes de récupération instantanée de chaleur sur eaux grises dans la RT2012.

Initialisation

On fixe la température de source des eaux usées à 33°C.

$$T_{cuve} = \theta_{ech}(0) = 33^{\circ}\text{C} \quad 4)$$

Initialisation horaire

Le volume des eaux grises sur 10 min est égal à :

$$V_{EG}(h) = V_{EG}/6 \quad 5)$$

On définit la variable Type_recup_EG suivant la configuration du système MYRIADE.

- Si la configuration est sans récupération des eaux grises : Type_recup_EG = 0 ;
- Si la configuration est avec récupération des eaux grises et sans stockage : Type_recup_EG = 1.
- Si la configuration est avec récupération des eaux grises et avec stockage : Type_recup_EG = 2.

Calcul horaire

Régulation des eaux grises

Calcul des apports et des pertes au pas de 10 min :

$$P_{e_ech} = UA_{cuve} \times (\theta_{ech} - \theta_{amb})/6 \quad 6)$$

Calcul des pertes de distribution (chute de 4K pour la distribution verticale et horizontale) :

$$\begin{aligned} T_{EG_avant_canalisation} &= 40 - 4 \\ Q_{pertes_amont} &= U_1 \times L_{canal_hor} \times (36 - \theta_{amb}) \end{aligned} \quad 7)$$

Calcul de la température de la cuve :

Si $V_{eauxgrises}(h) \neq 0$, alors

$$T_{cuve} = T_{EG_cavant_canalisation} - \frac{Q_{pertes_amont} \times 3600}{\rho \times C_{p,EG} \times V_{eauxgrises}(h)} \quad 8)$$

Calcul des températures dans la cuve de récupération eaux grises :

Si $V_{eauxgrises}(h) \leq V_{cuve}$, alors :

$$\theta_{ech}(i) = \frac{\theta_{ech}(i-1) \times (V_{cuve} - V_{eauxgrises}) + T_{cuve} \times V_{eauxgrises}}{V_{cuve}} \quad 9)$$

Avec pour la première itération au pas de temps de 10 min de l'heure de simulation en cours

$$\theta_{ech}(i-1) = \theta_{ech}(h)$$

$$\theta_{ech}(i) = \theta_{ech}(i) - \frac{P_{e_ech}}{\rho \times C_p \times V_{cuve}}$$

À la fin des itérations au pas de temps de 10min :

$$\theta_{ech}(h) = \theta_{ech}(i)$$

Hystérésis de fonctionnement des eaux grises :

On définit IdEG l'indice de fonctionnement de la boucle de récupération des eaux grises. Si la boucle de récupération des eaux grises fonctionne, IdEG =1 ; sinon IdEG =0.

La boucle de récupération des eaux grises est autorisée à fonctionner si la température des eaux grises est supérieure à la température en bas du ballon de stockage :

Si $T_{17}(h) \leq \theta_{ech}(h)$, alors :

$$id_{EG} = 1 \quad 10)$$

Sinon

$$id_{EG} = 0 \quad 11)$$

Calcul de la température retour d'eau grise et consommation de la pompe EG sur 10 min :

$$T_{21}(i) = T_{17}(i) \quad 12)$$

Si $id_{EG} = 1$ et $type_recup_EG=2$, alors :

$$T_{20}(i) = \min(\theta_{ech}(i); T_{21}(i) + \frac{UA_{EG} \times (\theta_{ech}(i) - T_{21}(i))}{\rho \times C_p \times V_{cuve}})$$

$$\theta_{ech}(i) = \theta_{ech}(i-1) - \frac{\rho \times C_{p,eau} \times V_{EG} \times (T_{20}(i) - T_{21}(i))}{\rho \times C_p \times V_{cuve}} \quad 13)$$

$$W_{pompe_EG} = \frac{P_{pompe_EG}}{6}$$

Sinon :

$$W_{pompe_EG} = 0 \quad 14)$$

Si $id_{EG} = 1$ et $type_recup_EG=1$

$$\dot{m}_{EG}(h) = V_{EG}/3600$$

$$\dot{m}_{eau}(h) = V_{pEG}/3600$$

$$T_{20}(h) = \frac{\min(\dot{m}_{EG} \times C_{p,EG}; \dot{m}_{eau} \times C_{p,eau})}{\dot{m}_{eau}(h) \times C_{p,eau}} \quad 15)$$

$$T_{20}(h) = T_{21}(h) + Eff_{nom} \times C_{trans} \times T_{20}(h) \times (T_{cuve} - T_{21}(h))$$

$$W_{pompe_EG} = \frac{P_{pompe_EG}}{6}$$

Ballon de stockage d' énergie amont

Nomenclature

Paramètres du module				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
V_{tot}	Volume total du ballon	L	$[0 ; +\infty[$	
UA	Coefficient de pertes thermiques du ballon	W/K	$[0 ; +\infty[$	
$\Delta\theta_{\text{évaporateur}}$	Différence de température aux bornes de l'évaporateur de la PAC	K	$[0 ; +\infty[$	
Is_eau_glycolée	Indicateur booléen 0 : l'installation est non glycolée 1 : l'installation est glycolée	-	{0 ;1}	
Entrées				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$\theta_{\text{entrant}}(h)$	Température de l'eau entrant dans le ballon	°C	$]-90 ; +90[$	
$\theta_{bz}(h - 1)$	Température de l'eau entrant dans le ballon au pas de temps précédent (valeur initiale 10°C)	°C	$]-90 ; +90[$	
$V_p(h)$	Volume horaire puisé (à chaque itération, n'excède pas le volume de la zone la plus petite)	L	$[0 ; +\infty[$	
$Q_{iz}(z)$	Chaleur injectée ou prélevée par un échangeur éventuel de la zone z	Wh	$]-\infty ; +\infty[$	
$\theta_{\text{ambient}}(h)$	Température ambiante (de l'endroit où est le ballon)	°C	$]-90 ; +90[$	
φ_{rejet}	Puissance rejetée totale par la PAC : valeur positive en refroidissement et négative en chauffage	W	$]-\infty ; +\infty[$	
Theta_max	Température maximum du ballon de stockage d'énergie	°C	$[0 ; +\infty[$	
Sorties				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$\theta_{bz}(h)$	Températures des zones du ballon à la fin du pas de temps h	°C	$]-90 ; +90[$	

Variables internes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$U_z(z)$	Coefficient de perte thermique de la zone z du ballon	W/K	$[0 ; +\infty[$	
$P_{ez}(z)$	Pertes thermiques de la zone z du ballon	W	$[0 ; +\infty[$	
V_z	Volume de la zone z du ballon	L	$[0 ; +\infty[$	
UA_{util}	Coefficient de pertes thermiques du ballon, retenu pour le calcul	W/K	$[0 ; +\infty[$	
C_r	Constante de refroidissement du ballon	Wh/l.K.24h	$[0 ; +\infty[$	
$P_{ez_{n1}}(z)$	Pertes thermiques de la zone z du ballon à l'heure précédente	W	$[0 ; +\infty[$	
θ_{PAC}	Température du ballon prenant en compte l'impact de la PAC	°C	$] -90 ; +90[$	
V_{PAC}	Débit puisé par la PAC	L	$[0 ; +\infty[$	
$id_{priorité_ventil}$	Indice de priorité de récupération entre les eaux grises et l'air extrait	-	$\{0 ; 1 ; 2\}$	
C_w	Capacité thermique massique de l'eau (glycolée)	Wh/(kg.K)	$\{4180/3600; 3689/3600\}$	

Constantes

Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
ρ	Masse volume de l'eau	kg/m ³		1

Cette partie reprend les équations de la fiche algorithme « C STO Ballon de stockage » de la méthode Th-BCE. Par rapport au modèle présenté dans la méthode Th-BCE, notre modèle de ballon de stockage est divisé en 5 zones afin de prendre en compte les différentes connexions au ballon et la stratification entre ces zones :

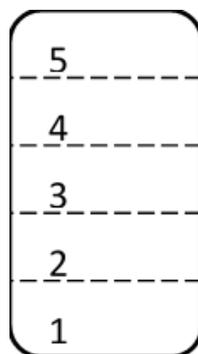


Figure 9 schéma du ballon à 5 zones

A la différence du modèle de la méthode Th-BCE, ce ballon ne comporte pas l'arrivée d'eau froide et la sortie d'eau chaude. Il n'y a pas de serpentin autour d'un volume d'eau sanitaire, mais seulement un volume d'eau « technique ».

Les départs des boucles eaux grises et ventilation se font en zone 1. Les retours se font dans les zones 3 pour la ventilation et la zone 4 pour les eaux grises.

La PAC puise l'eau du ballon en zone 5 et la rejette en zone 1.

Le départ et le retour de la boucle solaire sont des données d'entrées.

Initialisation

Le modèle comporte 5 zones, chacune supposée à température uniforme et de même volume :

$$V_z(1) = V_z(2) = V_z(3) = V_z(4) = V_z(5) = \frac{V_{\text{tot}}}{5} \quad 16)$$

Le coefficient de perte du ballon est réparti proportionnellement entre les zones :

$$U_z = \frac{UA}{5} \quad 17)$$

La donnée d'entrée pour la performance est le coefficient de pertes thermiques du ballon, UA [W/K].

La méthode de calcul offre trois alternatives pour la définition du coefficient UA_{util} , à partir des pertes selon les cas :

La saisie directe de la valeur certifiée par un organisme indépendant accrédité selon la norme ISO 17065 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, sur la base des normes harmonisées relatives au produit concerné :

$$UA_{\text{util}} = UA \quad 18)$$

La saisie de la valeur justifiée, augmentée de 10%, 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 sur la base des normes harmonisées relatives au produit concerné.

$$UA_{\text{util}} = 1,1 \times UA \quad 19)$$

La valeur du UA par défaut est prise comme la valeur d'un ballon solaire dans les règles Th-BCE :

$$UA = Cr \times \frac{V_{\text{tot}}}{24} \quad 20)$$
$$Cr = \frac{1000 \times Q_{\text{pr}}}{45 \times V_{\text{tot}}}$$

$$Q_{pr} = 0,189 \times V_{tot}^{0,55}$$

Pour z allant de 1 à 5 :

$$U_z(z) = UA_{util} \times \frac{U_z(z)}{V_{tot}} \quad 21)$$

$$\theta_{bz}(h-2) = \theta_{bz}(h-1) = \theta_{bz}(h) = 10^\circ\text{C}$$

À l'initialisation du ballon de stockage d'énergie amont, suivant la valeur du paramètre $Is_eau_glycolée$, la constante C_w est initialisée de la façon suivante :

Si $Is_eau_glycolée = 0$ alors
 $C_w = 4180/3600 \text{ Wh}/(\text{kg.K})$

Si $Is_eau_glycolée = 1$ alors
 $C_w = 3689/3600 \text{ Wh}/(\text{kg.K})$

Initialisation horaire (calcul des apports et des pertes)

$$P_{e_tot} = 0$$

Pour z allant de 1 à 5 :

$$P_{ez_{h1}}(z) = P_{ez}(z)$$

$$P_{ez}(z) = U_z(z) \times (\theta_{bz}(z) - \theta_{ambient}) \quad 22)$$

$$P_{e_tot} = P_{e_tot} + P_{ez}(z)$$

Itération

Dans cette partie est calculé l'impact de la boucle de récupération sur l'air extrait ou sur les eaux grises sur le ballon de stockage amont.

Les données entrées pour l'itération sont :

- V_p : le débit puisé ou réinjecté dans le ballon sur l'itération de la gestion régulation ;
- $T_{entrant}$: la température du fluide entrant ;
- $Zone_entrant$: la zone dans laquelle le fluide est injecté.

Ces données proviennent de la boucle itérative de la source amont.

Calcul des températures de chaque zone

Les algorithmes du ballon s'organisent en trois étapes :

1. Calcul des apports et des pertes pour chaque zone avec les températures de la fin du pas de temps précédent ;
2. Calcul des températures de chaque zone après puisage et application des apports et pertes ;
3. Mélange éventuel de zones si la température d'une zone devient supérieure à celle de la zone au-dessus conformément à la norme NF EN 12977-310 §D.3 « une inversion de température à l'intérieur du réservoir, qui signifie $dJ/dz < 0$, peut être supprimée par un algorithme approprié à la fin d'un intervalle de temps ».

Une partie des algorithmes ci-dessous est incluse dans une boucle itérative. Cette boucle est nécessaire pour calculer la totalité du volume puisé dans le ballon en tenant compte de l'évolution des températures de chaque zone du ballon due à l'effet piston.

Températures pendant le puisage :

Pour z allant de 1 à zone_entrant :

Si $z = \text{zone_entrant}$:

$$\theta_{bz}(z) = \frac{\theta_{bz}(z) \times (V_z(z) - V_p) + \theta_{entrant} \times V_p}{V_z(z)} \quad 23)$$

Sinon

$$\theta_{bz}(z) = \frac{\theta_{bz}(z) \times (V_z(z) - V_p) + \theta_{bz}(z+1) \times V_p}{V_z(z)} \quad 24)$$

Ces équations sont identiques à l'équation n°1467 de la méthode Th-BCE.

Mélange de zones en cas d'inversion de température :

Si une zone z est plus chaude que la zone supérieure ($z+1$), les deux zones se mélangent. L'algorithme compare la température de la zone à toutes celles des zones qui lui sont supérieures.

Les équations n° 1468 et 1469 de la méthode Th-BCE sont reprises telles quelles.

Apports et pertes d'énergie dans le ballon

Les données d'entrées sont :

- z : la zone du ballon concernée ;
- $Q_{iz}(z)$: l'énergie fournie à la zone z du ballon.

Si zone_générateur = 0 (calcul des pertes du ballon à la fin de la boucle d'itération), pour z allant de 1 à 5 :

$$\theta_{bz}(z) = \theta_{bz}(z) - \frac{P_{e,z}}{\rho \times C_p \times V_z(z)} \quad 25)$$

Sinon (fourniture de l'énergie solaire dans le ballon), pour z allant de 1 à 5 :

$$Q_{iz}(z_{ap}) = Q_{\text{générateur}} \quad 26)$$

$$\theta_{bz}(z) = \theta_{bz}(z) + \frac{Q_{iz}(z)}{\rho \times C_p \times V_z(z)} \quad 27)$$

Mélange de zones en cas d'inversion de température :

Si une zone z est plus chaude que la zone supérieure (z+1), les deux zones se mélangent. L'algorithme compare la température de la zone à toutes celles des zones qui lui sont supérieures.

Les équations n° 1468 et 1469 de la méthode Th-BCE sont reprises telles quelles pour prendre en compte ce phénomène, à la différence près que les itérations se font sur 5 zones (z variant de 1 à 5).

Gestion régulation du ballon de stockage d'énergie amont

Dans cette partie est calculé l'impact de la boucle de récupération sur l'air extrait ou sur les eaux grises sur le ballon de stockage amont sur le pas de 10 min, ainsi que l'impact du puisage d'énergie de la PAC sur le ballon de stockage amont.

Impact de la boucle de récupération sur l'air extrait ou sur les eaux grises sur le ballon amont

Les données entrées pour l'itération sont :

- V_{p5} : débit puisé ou réinjecté dans le ballon sur le pas de 10 min ;
- $T_{entrant}$: température du fluide entrant ;
- $Zone_{entrant}$: la zone dans laquelle le fluide est injecté

Initialisation

$$\begin{aligned}V_{p,i} &= 0 \\V_p &= 0 \\i &= 1\end{aligned}\tag{28}$$

Itération

Tant que $V_p < V_{p,5}$:

$$\begin{aligned}V_{p,i} &= \min(V_z(1), V_z(2)) \\V_{p,i} &= \min(V_{p,i}, V_z(3)) \\V_{p,i} &= \min(V_{p,i}, V_z(4)) \\V_{p,i} &= \min(V_{p,i}, V_z(5))\end{aligned}\tag{29}$$

$$V_p = V_p + V_{p,i}$$

Si $V_p > V_{p,5}$, alors :

$$\begin{aligned}V_p &= V_p - V_{p,i} \\V_{p,i} &= V_{p,5} - V_p \\V_p &= V_{p,5}\end{aligned}\tag{30}$$

On envoie les données $V_{p,i}$, $T_{entrant}$ et $zone_{entrant}$ à la boucle itérative du ballon de stockage d'énergie.

$$i = i + 1$$

Impact du puisage d'énergie de la PAC sur le ballon de stockage amont (Fonction Run ballon PAC)

Pour z allant de 1 à 6 :

$$\begin{aligned}\theta_{bz,h2}(z) &= \theta_{bz,h1}(z) \\ \theta_{bz,h1}(z) &= \theta_{bz}(z)\end{aligned}\quad 31)$$

Pour z allant de 5 à 1 :

On calcule la température de retour de l'eau de la PAC suivant l'origine de l'eau :

$$\theta_{PAC}(z) = \theta_{bz}(z) - \Delta\theta_{\text{évaporateur}}\quad 32)$$

Si $V_{p,PAC} \neq 0$

Alors une boucle d'itération est lancée prendre en compte le refroidissement du ballon après les puisages de la PAC :

Pour i allant de 1 à 5

$$\begin{aligned}V_{p,i} &= \min(V_z(1) - V_z(2)) \\ V_{p,i} &= \min(V_{p,i} - V_z(3)) \\ V_{p,i} &= \min(V_{p_i} - V_z(4)) \\ V_{p,i} &= \min(V_{p_i} - V_z(5)) \\ V_p &= V_p + V_{p,i}\end{aligned}\quad 33)$$

Les données entrées pour l'itération sont :

- $V_{p,i}$: débit puisé ou réinjecté dans le ballon sur le pas de 10 min ;
- $\theta_{PAC}(6 - i)$: Température du retour de la PAC.

Tant que $V_p < V_{p,PAC}$ et $i < 6$:

$$\begin{aligned}V_{p,i} &= \min(V_z(1) - V_z(2)) \\ V_{p,i} &= \min(V_{p,i} - V_z(3)) \\ V_{p,i} &= \min(V_{p_i} - V_z(4)) \\ V_{p,i} &= \min(V_{p_i} - V_z(5)) \\ V_p &= V_p + V_{p,i}\end{aligned}\quad 34)$$

Si $V_p > V_{p_PAC}$, alors :

$$\begin{aligned} V_p &= V_p - V_{p_i} \\ V_{p_i} &= V_{p_PAC} - V_p \\ V_p &= V_{p_PAC} \end{aligned} \quad 35)$$

Assemblage source amont

Initialisation

Conversion des débits de m³ à litre par 10 min :

$$\begin{aligned} V_p &= Q_{eau} \times 1000/6 \\ V_{p_EG} &= Q_{eau_EG} \times 1000/6 \end{aligned} \quad 36)$$

Itération temporelle par pas de 10 min

On calcule le débit d'eau puisé par la PAC

$$V_{p_PAC} = \frac{-\rho_{rejet}}{\Delta\theta_{\text{évaporateur}} \times C_p} \quad 37)$$

On appelle la fonction Run_Ballon_PAC de la gestion régulation pour prendre en compte le débit de puisage et le rejet de la PAC.

Tant que $t < 7$:

Si $Q_{eau} \neq 0$, alors :

Calcul de $T_5(h)$ (température en sortie de batterie de récupération d'air extrait) suivant la boucle de récupération de l'air extrait (cf. paragraphe récupération sur l'air extrait).

Sinon :

La boucle de récupération sur l'air extrait n'est pas active et la puissance du circulateur de la boucle de récupération de l'air extrait est nulle :

$$id_{c4} = 0 \quad 38)$$

Si $Q_{eau_EG} \neq 0$, alors :

Calcul de $T_{14}(h)$ suivant la boucle de récupération des eaux grises (cf paragraphe récupération sur les eaux grises)

Sinon :

La boucle de récupération sur les eaux grises n'est pas active et la puissance du circulateur de la boucle de récupération des eaux grises est nulle :

$$id_{EG} = 0 \quad 39)$$

Si les deux fonctions sont actives, la priorité de la récupération d'énergie est déterminée suivant une condition (variable $id_{priorité_ventil}$, cf paragraphe calcul de la priorité $id_{priorité_ventil}$).

Si $id_{priorité_ventil} = 1$ (la boucle de ventilation est en fonctionnement)

Alors, on calcule l'impact de la boucle de récupération d'énergie de l'air extrait sur le ballon de stockage amont (cf paragraphe gestion régulation du ballon amont)

Les données suivantes sont alors envoyées à cette fonction :

$$V_{p_5} = V_p$$

$$T_{entrant} = T_5$$

$$Zone_{entrant} = 3$$

Si $id_{priorité_ventil} = 0$ (la boucle d'eau grise est en fonctionnement)

Alors, on calcule l'impact de la boucle de régulation d'énergie des eaux grises sur le ballon de stockage amont (cf paragraphe gestion régulation du ballon amont).

Les données suivantes sont envoyées à cette fonction :

$$V_{p_5} = V_{p_EG}$$

$$T_{entrant} = T_{14}$$

$$Zone_{entrant} = 4$$

On calcule ensuite la température du ballon en prenant en compte les pertes de stockage (boucle d'itération finale). Cette boucle (commencée dans la partie « gestion-régulation du ballon de stockage amont ») est nécessaire pour calculer les températures dans chaque zone du ballon.

Calcul de T-amont :

Initialisation

$$T_{\text{amont}}(0) = 0^{\circ}\text{C}$$

La température amont est la moyenne spatio-temporelle des températures du ballon de stockage amont :

$$T_{\text{amont}} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{\sum_{z=1}^5 \theta_{bz}(z; h)}{5} + \frac{\sum_{z=1}^5 \theta_{bz}(z; h - 1)}{5} \right) \quad 40)$$

Calcul de la fonction priorité id_priorité ventil :

Si $id_{EG} = 1$

Alors

$$id_{\text{priorité ventil}} = 0 \quad 41)$$

La récupération sur les eaux grises est alors prioritaire.

Sinon

Si $id_{C4} = 1$

Alors

$$id_{\text{priorité ventil}} = 1 \quad 42)$$

La récupération sur l'air extrait est alors prioritaire.

Sinon $id_{\text{priorité ventil}} = 2$

Fiche algorithme

Production stockage MYRIADE

1.	<u>INTRODUCTION</u>	38
2.	<u>DESCRIPTION DU MODULE</u>	38
3.	<u>DESCRIPTION MATHÉMATIQUE</u>	39

1. Introduction

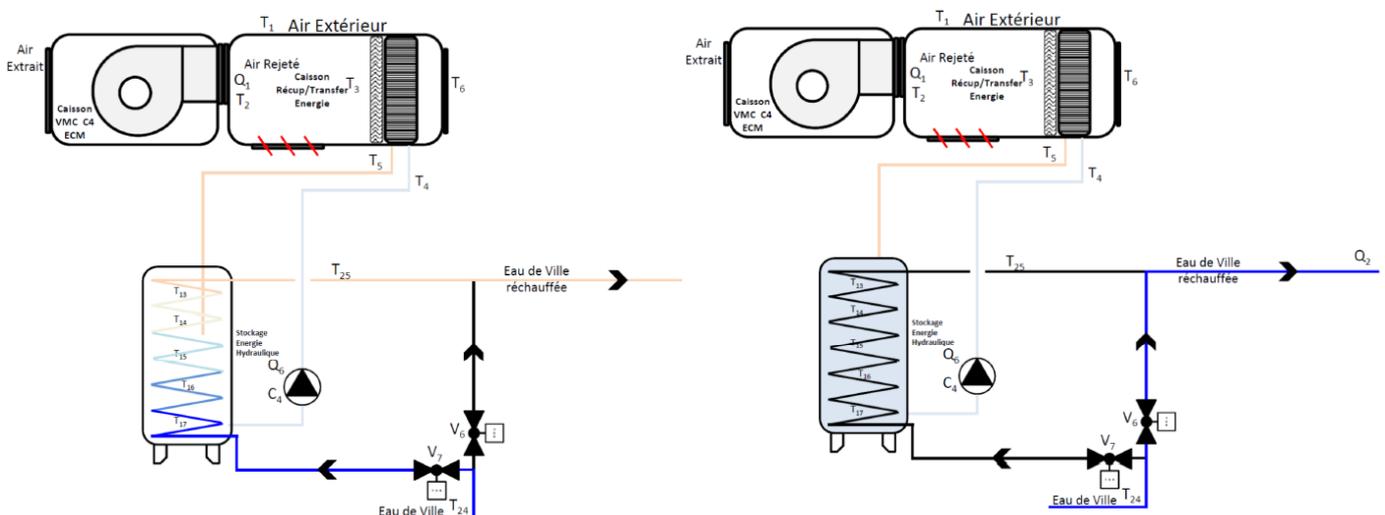
Cette fiche algorithme décrit la prise en compte de l'assemblage de la production stockage de l'eau chaude sanitaire, constitué d'un ballon ECS et d'un appoint. Cette fiche s'appuie en grande partie sur les équations des fiches algorithmes des assemblages {ballon base avec appoint intégré} et {ballon base avec appoint séparé}.

Ces deux assemblages ont été reprogrammés afin de prendre en compte un nouvel élément par rapport à la méthode Th-BCE : le fait que l'eau froide sanitaire entrante dans le ballon de stockage ECS puisse être préalablement réchauffée dans le ballon de stockage d'énergie de la source amont du système MYRIADE.

Cet élément n'était pas permis dans la méthode Th-BCE actuelle.

2. Description du module

Fonction préchauffage de l'eau froide de ville dans le ballon de stockage



L'eau froide de ville comprend une conduite qui est connectée à une batterie d'échange de sorte dans le ballon de stockage d'énergie que cette eau du réseau collectif passe au travers de cette batterie. L'eau froide de ville est réchauffée en passant dans l'échangeur du ballon.

Le ballon de stockage est by-passé si la température du ballon est inférieure à la température de l'eau de ville.

3. Description mathématique

La production-stockage peut être soit un ballon base avec appoint séparé, soit un ballon base avec appoint intégré. Dans la méthode Th-BCE, les différentes étapes permettant de définir les énergies fournies par le générateur de base et d'appoint sont les suivantes (page 1022 de la méthode Th-BCE) :

Étape 1 : Gestion régulation du générateur de base (Volume puisé et énergie requise)

Étape 2 : Le générateur de base

Étape 3 : L'élément de stockage

Étape 4 : Gestion-régulation du générateur de l'appoint du ballon

Étape 5 : Assemblage générateur pour stockage

Étape 6 : L'élément de stockage

C'est dans l'étape 1 que nous intégrons le nouvel élément de cette fiche algorithme.

Gestion régulation de la base du ballon

Nomenclature

Paramètres du module				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$UA_{ech_eauville}$	Coefficient d'échange thermique de l'échangeur eau de ville	W/K	$[0 ; +\infty[$	
$Is_recup_eau_de_ville$	Indicateur booléen 0 : la fonction réchauffage de l'eau de ville n'est pas utilisée 1 : la fonction réchauffage de l'eau de ville est utilisée	-	$\{0 ; 1\}$	
Entrées				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
θ_{cw}	Température de l'eau froide	°C	$] -90 ; +90[$	
$V_p(h)$	Volume horaire puisé (à chaque itération, n'excède pas le volume de la zone la plus petite)	m ³	$[0 ; +\infty[$	
V_z	Volume des zones du ballon	L	$[0 ; +\infty[$	
$V_{\theta z}$	Volume des zones du ballon multiplié par les températures des zones du ballon	L.°C	$[0 ; +\infty[$	
Sorties				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$\theta_{bz}(h)$	Températures des zones du ballon à la fin du pas de temps h	°C	$] -90 ; +90[$	
$Q_{req_sto_base}(h)$	Energie requise à fournir à l'élément de stockage par le générateur	W	$] -\infty ; +\infty[$	
Variables internes				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
$T_{eauville}$	Température des eaux de ville après réchauffage	°C	$] -90 ; +90[$	
T_{ballon_amont}	Température du ballon amont			
$UA_{eauville}$	Coefficient d'échange thermique de l'échangeur eau de ville pour chaque zone du ballon de stockage amont	W/K	$[0 ; +\infty[$	

Constantes				
Nom	Description	Unité	Intervalle	Def
C_p	Capacité thermique massique de l'eau	J/(kg.K)		4180
ρ	Masse volume de l'eau	kg/m ³		1

La description mathématique de la gestion régulation de la fiche d'extension reprend la fiche algorithme 11.10 de la méthode Th-BCE.

Pour les deux assemblages {ballon base avec appoint intégré} et {ballon base avec appoint séparé}, les équations n°1477 à 1491 sont reprises telles quelles.

À la suite de l'équation 1491, on ajoute :

Pour z de la base du ballon à la zone supérieure du ballon :

À l'initialisation, $V_z = 0$; $P_{ez} = 0$ et $V_{\theta z} = 0$.

$$V_z = \sum_{z=1}^5 V_z(z)$$

$$V_{\theta z} = \sum_{z=1}^5 \theta_{bz}(z) \times V_z(z) \quad 1.$$

$$P_{ez} = \sum_{z=1}^5 P_{ez}(z)$$

On introduit $Q_{\text{req_sto_base}}$ tel que :

$$Q_{\text{req_sto_base}}(h) = \max(\rho \times C_p \times (V_z \times (\theta_{\text{base}} - \frac{V_{\theta z}}{V_z})) + P_{ez}; 0)$$

Fonction réchauffage de l'eau de ville

Cette fonction sert à calculer la température entrante dans le ballon ECS θ_{entrant} avant la boucle d'itération du ballon ECS.

Si $V_{p_i} > 0,001$ (on ne met pas 0 pour éviter de diviser par une valeur trop proche de 0)

Pour i allant de 1 à 5 :

$$T_{\text{ballon_amont}}(i) = \theta_{bz}(i)$$

Si $\theta_{cw} > T_{\text{ballon_amont}}(1)$ (condition de bypass dans le ballon de la source amont)

$$\theta_{\text{entrant}} = \theta_{cw}$$

Sinon :

$$UA_{\text{eaudeville}}(i) = \frac{UA_{\text{ech_eaudeville}}}{5}$$

Si $i=1$

Alors :

$$T_{\text{eaudeville}}(i) = \min(\theta_{\text{cw}} + UA_{\text{eaudeville}}(i) \times \frac{T_{\text{ballon_amont}}(i) - \theta_{\text{cw}}}{\rho \times C_p \times V_{p,i}}; T_{\text{ballon_amont}}(i))$$

$$T_{\text{ballon_amont}}(i) = T_{\text{ballon_amont}}(i) - \rho \times C_p \times V_{p,i} \times \frac{T_{\text{eaudeville}}(i) - \theta_{\text{cw}}}{\rho \times C_p \times V_z(i)}$$

Sinon :

$$T_{\text{eaudeville}}(i) = \min(T_{\text{eaudeville}}(i-1) + UA_{\text{eaudeville}}(i) \times \frac{T_{\text{ballon_amont}}(i) - T_{\text{eaudeville}}(i-1)}{\rho \times C_p \times V_{p,i}}; T_{\text{ballon_amont}}(i))$$

$$T_{\text{ballon_amont}}(i) = T_{\text{ballon_amont}}(i) - \rho \times C_p \times V_{p,i} \times \frac{T_{\text{eaudeville}}(i) - T_{\text{eaudeville}}(i-1)}{\rho \times C_p \times V_z(i)}$$

La nouvelle température est communiquée à la source amont.

$$\theta_{\text{entrant}} = T_{\text{eaudeville}}(5)$$

Sinon:

$$\theta_{\text{entrant}} = \theta_{\text{cw}}$$

Fiche algorithme

Générateur MYRIADE

1.	<i>INTRODUCTION</i>	43
2.	<i>DESCRIPTION DU MODULE</i>	43

1. Introduction

Cette fiche algorithme décrit la prise en compte des générateurs du système « MYRIADE » et la caractérisation de leurs performances.

Suivant la configuration de Myriade, le type de pompe à chaleur est à compression électrique ou à absorption gaz. Dans la modélisation, la PAC assure soit une production ECS seule, soit une production mixte ECS/chauffage.

Pour les configurations sans solaire, le générateur thermodynamique est le générateur de base d'une production stockage :

- Avec appoint dans le ballon ;
- Avec appoint dans ballon séparé ;
- Sans appoint.

Pour les configurations avec solaire, le générateur thermodynamique est le générateur d'appoint d'une production stockage :

- Si le ou les PAC sont électriques, la modélisation utilisée est avec celle de l'extension dynamique décrite dans l'arrêté du 24 avril 2017 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte des systèmes d'appoint thermodynamique de l'eau chaude sanitaire ;
- Si le ou les PAC sont à absorption gaz, l'extension dynamique a été développé pour prendre en compte ces générateurs comme appoint de système de production ECS à accumulation ayant comme base une génération solaire.

2. Description du module

Les PAC à absorption gaz ont été reprogrammées pour prendre en compte ces générateurs comme appoint de système de production ECS à accumulation ayant comme base une génération solaire, à l'image ce qui a été développé dans l'arrêté du 24 avril 2017 pour les PAC électriques.

Les PAC à absorption gaz décrites dans la méthode Th-BCE ont été reprogrammées à l'identique.

Pour la caractérisation des performances de la PAC, on distingue si l'installation est glycolée ou non. Dans le cas où l'installation est glycolée, la caractérisation des performances gaz est celle des PAC absorption eau glycolée/eau haute température décrite dans la méthode Th-BCE ou Titre V double service.

Dans le cas où l'installation est non glycolée, la caractérisation des performances gaz est celle des PAC absorption eau /eau décrite dans la méthode Th-BCE ou Titre V double service.

2.1. Caractérisation des performances à pleine charge

La description des données à pleine charge (COP et Pabs) est la même que celle déjà à l'œuvre pour les pompes à chaleur ECS seule (méthode Th-BCE) ou double service (Arrêté Titre V « PAC double service » du 17 avril 2015). Les formats des données d'entrée (matrices) restent les mêmes.

2.1.1. Dans le cas d'une installation non glycolée

- En mode ECS :
 - Pour les PAC absorption : caractérisation selon les matrices Eau / Eau haute température (Voir méthode Th-BCE paragraphe 10.22.3.4.5)
 - Pour les PAC électriques : caractérisation selon la matrice Eau de nappe /eau (Voir méthode Th-BCE paragraphe 10.21.3.4.4)
- En mode chauffage (cas des PAC double service) :
 - Pour les PAC absorption : caractérisation selon la matrice Eau / Eau haute température (Voir arrêté du 17 avril abrogeant et remplaçant l'arrêté du 5 mars 2013 relatif à l'agrément de la demande de titre V relative à la prise en compte du système pompe à chaleur double service dans la réglementation thermique 2012 et méthode Th-BCE paragraphe 10.22.3.3.5.)
 - Pour les PAC électriques : caractérisation selon la matrice Eau de nappe /eau (Voir arrêté du 17 avril abrogeant et remplaçant l'arrêté du 5 mars 2013 relatif à l'agrément de la demande de titre V relative à la prise en compte du système pompe à chaleur double service dans la réglementation thermique 2012 et méthode Th-BCE paragraphe 10.21.3.3.4.)

2.1.2. Dans le cas d'une installation glycolée

- En mode ECS :
 - Pour les PAC absorption : caractérisation selon la matrice Eau glycolée / Eau haute température (Voir méthode Th-BCE paragraphe 10.22.3.4.3.)
 - Pour les PAC électriques : caractérisation selon la matrice Eau glycolée /eau haute température (Voir méthode arrêté du 12 juin 2013 relatif à l'agrément de la demande de Titre V relative à la prise en compte du système « pompe à chaleur eau glycolée/eau

pour la génération d'eau chaude sanitaire » dans la réglementation thermique paragraphe 3.3.3.)

- En mode chauffage (cas des PAC double service) :
 - Pour les PAC absorption : caractérisation selon la matrice Eau glycolée / Eau haute température (Voir arrêté du 17 avril abrogeant et remplaçant l'arrêté du 5 mars 2013 relatif à l'agrément de la demande de titre V relative à la prise en compte du système pompe à chaleur double service dans la réglementation thermique 2012 et méthode Th-BCE paragraphe 10.22.3.3.4.)
 - Pour les PAC électriques : caractérisation selon la matrice Eau glycolée /eau (Voir arrêté du 17 avril abrogeant et remplaçant l'arrêté du 5 mars 2013 relatif à l'agrément de la demande de titre V relative à la prise en compte du système pompe à chaleur double service dans la réglementation thermique 2012 et méthode Th-BCE paragraphe 10.21.3.3.5.)