

PRISE EN COMPTE D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE COLLECTIF AVEC « PAC BOOSTER »

Proposition de méthode de calcul alternative pour un système de chauffage collectif avec des pompes à chaleur [eau/eau] individuelles dédiées à la préparation d'eau chaude sanitaire (et éventuellement pour l'eau de chauffage) et dont la source de chaleur est la boucle d'eau primaire ; ce système est régulièrement appelé 'PAC booster'.

CONTEXTE

Une pompe à chaleur « booster » (PAC booster ci-après) est une pompe à chaleur eau/eau qui prépare de l'eau chaude sanitaire (et éventuellement réchauffe l'eau du circuit de chauffage) en puisant de l'énergie depuis un circuit d'eau de chauffage (ou une boucle à plus basse température), lui-même alimenté en amont par un générateur centralisé. Ces pompes à chaleur individuelles sont installées, par exemple, dans des immeubles à appartements alimentés en chauffage central par une pompe à chaleur ou une chaudière au gaz. L'avantage principal de ce type d'installation résulte de la réduction des pertes de distribution d'énergie.

Du fait de la présence d'une boucle de circulation commune servant à la fois au chauffage et à la préparation d'eau chaude sanitaire, ce système est considéré comme un système de distribution de type combilus. Si les systèmes combilus classiques (chaufferie centrale + boucle + sous-stations d'échange) sont pris en compte dans le logiciel PEB actuel, le système 'PAC booster' est un autre type de système combilus (chaufferie centrale + boucle + post-générateurs) qui ne peut pas être encodé nativement dans la PEB.

Dès lors, il est **nécessaire d'introduire une [demande d'équivalence](#)** pour une unité PEB où il est fait usage d'un concept ou technologie de construction novateur. Cette info-fiche propose une méthode d'encodage pouvant être utilisée lors de cette demande auprès de Bruxelles Environnement.

La méthode d'encodage, décrite ci-dessous, peut être utilisée pour introduire une demande d'équivalence, **pour autant que les conditions suivantes soient respectées** :

- La réglementation actuellement en vigueur ne prévoit pas encore d'encodage spécifique destiné à ce système ;
- Les unités « PAC booster » doivent être soumises à la réglementation Eco-Design.

La méthode d'encodage reprend plusieurs étapes, dont certaines effectuées à l'aide d'une feuille de calcul externe, qui sont détaillées ci-après. La procédure est sensiblement différente selon que les unités « PAC booster » sont utilisées pour la production d'eau chaude sanitaire uniquement, ou si elles sont également utilisées pour une production d'eau de chauffage à plus haute température.

1. PAC BOOSTER POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE UNIQUEMENT

La méthode à appliquer est la suivante :

1. Dans le logiciel PEB, encodage d'un 'appareil', dans les 'installations techniques' de l'arbre énergétique, du type du générateur centralisé (pompe à chaleur ou chaudière gaz), et encodage de tous les systèmes d'émission en utilisant la méthode simplifiée. Encodage classique de l'efficacité énergétique du générateur centralisé, pour le mode de chauffage. Le rendement de production du générateur, calculé par le logiciel, sera ensuite utilisé dans la feuille de calcul Excel pour calculer un rendement combiné pour la production d'eau chaude sanitaire. Pour que ce rendement de production soit correctement calculé, les températures de départ et de retour de conception des émetteurs de chaleur doivent avoir été correctement encodées (§ 3) ;
2. Encodage d'un système de distribution combilus avec la boucle de circulation sur le circuit primaire, et des circuits de distribution secondaires pour les unités PEB concernées ;
3. Pour la production d'eau chaude sanitaire, calcul et encodage d'une efficacité énergétique « combinée », de manière à prendre en compte l'efficacité du générateur centralisé combinée à celle de l'unité PAC booster (§ 4) ;
4. Application d'un facteur de réduction aux longueurs des conduites de la boucle primaire pour prendre en compte la plus faible température de cette boucle par rapport à la température par défaut de 60°C utilisée dans le logiciel pour une boucle combilus (§ 6) ;
5. Encodage d'un concept novateur et fourniture des pièces justificatives (§ 7) ;
6. En amont, une demande d'équivalence devra être réalisée (§ 8).

2. PAC BOOSTER POUR LE CHAUFFAGE ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE

La méthode à appliquer est la suivante :

1. Encodage d'un 'appareil', dans les 'installations techniques' de l'arbre énergétique, du type du générateur centralisé (pompe à chaleur ou chaudière gaz), et encodage de tous les systèmes d'émission en utilisant la méthode simplifiée. Encodage classique de l'efficacité énergétique du générateur centralisé, pour le mode de chauffage. Le rendement de production du générateur, calculé par le logiciel, sera ensuite utilisé dans la feuille de calcul excel pour calculer un rendement combiné pour la production d'eau chaude sanitaire. Pour que ce rendement de production soit correctement calculé, les températures de départ et de retour de conception des émetteurs de chaleur doivent avoir été correctement encodées (§ 3) ;
2. Encodage d'un système de distribution combilus avec la boucle de circulation sur le circuit primaire, et des circuits de distribution secondaires pour les unités PEB concernées ;
3. Pour la production d'eau chaude sanitaire, calcul et encodage d'une efficacité énergétique « combinée », de manière à prendre en compte l'efficacité du générateur centralisé combinée à celle de l'unité PAC booster (§ 4) ;
4. **Ensuite**, calcul et encodage d'une efficacité énergétique « combinée » pour le chauffage, de manière à prendre en compte l'efficacité du générateur centralisé combinée à celle de l'unité PAC booster (§ 5) ;
5. Application d'un facteur de réduction aux longueurs des conduites de la boucle primaire pour prendre en compte la plus faible température de cette boucle par rapport à la température par défaut de 60°C utilisée dans le logiciel pour une boucle combilus (§ 6) ;
6. Encodage d'un concept novateur et fourniture des pièces justificatives (§ 7) ;
7. En amont, une demande d'équivalence devra être réalisée (§ 8).

Si des modifications impactant ces résultats sont apportés au fichier de calcul PEB après envoi de la demande d'équivalence, c'est l'ensemble de la procédure qu'il faudra à nouveau réaliser.

3. ENCODAGE DU/DES GÉNÉRATEUR(S) THERMIQUE(S) CENTRALISÉ(S) ET CALCUL DU RENDEMENT DE PRODUCTION PAR LE LOGICIEL

Nous présentons ci-dessous un exemple d'encodage pour deux types de générateurs centralisés différents ; une PAC air-eau et une chaudière gaz, associés chaque fois à un exemple-type de PAC booster. Dans l'exemple les générateurs sont placés en série, mais la méthode d'encodage reste valable pour un seul générateur, ou plusieurs placés en parallèle. La méthode s'applique également de manière similaire avec d'autres générateurs centralisés tels que les PAC géothermiques ou les chaudières biomasse, mais pas en cas de fourniture de chaleur externe. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de faire une proposition basée sur une approche similaire.

La PAC air-eau possède, par exemple, les caractéristiques suivantes :

			030	035	045	055	075	105
Chauffage								
Unité standard Performances à pleine charge*	HA1	Puissance nominale kW	25,9	32,3	43,5	51,6	64,8	102
		COP kW/kW	3,99	3,99	4,32	4,36	3,99	4,26
	HA2	Puissance nominale kW	25,4	32,0	43,0	51,7	66,8	102
		COP kW/kW	3,34	3,32	3,60	3,67	3,43	3,59
	HA3	Puissance nominale kW	25,00	31,50	42,70	52,30	68,00	102,00
		COP kW/kW	2,90	2,88	3,14	3,19	3,01	3,13
	HA4	Puissance nominale kW	24,50	31,30	42,70	53,30	68,00	103,00
		COP kW/kW	2,43	2,42	2,64	2,68	2,54	2,64
Unité standard Efficacité énergétique saisonnière**	HA1	SCOP _{30/35 °C} kWh/kWh	3,33	3,44	3,58	3,66	3,57	3,62
		η _{s heat} _{30/35 °C} %	130	135	140	143	140	142
		SCOP _{47/55 °C} kWh/kWh	2,93	2,94	3,10	3,15	3,00	3,16
	HA3	η _{s heat} _{47/55 °C} %	114	115	121	123	117	123
		P _{rated} kW	19,00	31,00	43,00	55,00	63,00	94,00
		Étiquette énergétique	A+	A+	A+	A+	A+	-
		Power consumption in modes other than active mode						
		Off mode, kW	P _{off}	0.000				
Thermostat-off mode, kW	P _{to}	0.287						
Standby mode, kW	P _{sb}	0.160						
Crankcase heater mode, kW	P _{ck}	0.130						

Figure 1 : Fiche technique pour la pompe à chaleur centralisée (exemple)

La chaudière gaz possède, par exemple, les caractéristiques suivantes :

Marque du produit									
Product ID*	75	80	120	160	200	240	280	320	
Type de générateur	Systèmes de production de chaleur								
Vecteur énergétique	Chaudière à eau chaude à condensation								
Mise sur le marché antérieure au 26/9/2015	Gaz naturel								
Chaudière de type B1	Non								
Puissance (nominale ou thermique) (kW)	69	74	110	146	183	220	258	291	
Valeur par défaut pour le rendement:	Non								
Hors du volume protégé	Oui/Non*								
Chaudière maintenue en température	Non								
Rendement à 30% de charge (PCS)	97,3	97,3	97,7	97,3	97,4	97,4	97,4	97,5	
Température de retour à 30% de charge (°C)	30								

Figure 2 : Fiche technique pour la chaudière gaz (exemple)

L'unité PAC booster est considérée comme ayant une efficacité énergétique η_{wh} de 120% par défaut.

Dans le logiciel, lors de l'encodage du générateur thermique, l'onglet 'chauffage' de ce dernier s'encode de manière classique, sur base de la fiche écodesign des générateurs centralisés. Pour les PAC-booster servant également pour le chauffage, le rendement devra être modifié par la suite (voir § 5).

Pour notre exemple de la pompe à chaleur air-eau, générateur préférentiel, l'encodage est le suivant :

Application d'EcoDesign chauffage

Puissance nominale > 400 kW : ☐ Oui ☒ Non

Pour les générateurs de ce type, la Réglementation PEB utilise les données venant du Règlement Ecodesign n°813/2013.

Puissance (nominale ou thermique) : 94,00 kW

Valeur par défaut pour le rendement : ☐ Oui ☒ Non

Puissance OFF : 0,00 kW

Puissance TO : 0,287 kW

Puissance SB : 0,16 kW

Puissance CCH : 0,13 kW

La PAC est utilisée comme refroidissement actif : ☐ Oui ☒ Non

Température à laquelle est déterminé le SCOP_{on} ou SGUE_n : 55°C (si PAC non déclarée basse t°)

Encodage du SCOP_{on} : Calcul simplifié SCOP_{on}

$\eta_{55^\circ\text{C}}$: 123,00 %

Facteur de correction sur l'augmentation de température à travers le condenseur

Conditions test connue : ☒ Oui ☐ Non

Augmentation de la T° à travers le condenseur : 8,00 °C

Quant à l'encodage pour la chaudière, générateur non préférentiel, le voici :

Application d'EcoDesign chauffage

Puissance nominale > 400 kW : ☐ Oui ☒ Non

Pour les générateurs de ce type, la Réglementation PEB utilise les données venant du Règlement Ecodesign n°813/2013.

Puissance (nominale ou thermique) : 74,00 kW

Valeur par défaut pour le rendement : ☐ Oui ☒ Non

Chaudière maintenue en température : ☐ Oui ☒ Non

Rendement à 30% de charge (par rapport au PCS) : 97,30 %

Température de retour à 30% de charge : 30,00 °C

Il faut ensuite encoder l'ensemble des système d'émission. L'utilisateur **ne peut pas** utiliser la méthode détaillée pour les rendements d'émission. Les températures de départ et de retour de conception **de tous les émetteurs encodés** doivent correspondre aux températures de départ et de retour de la boucle de circulation. En effet ces températures ont un impact sur le rendement de production du générateur centralisés.

Figure 3 : Encodage des systèmes d'émission

Après avoir lancé les calculs PEB via le logiciel, les efficacités $\eta_{\text{gen,heat}}$ du/des générateur(s) encodé(s) se retrouvent dans l'onglet résultat au niveau du « chauffage » de chaque unité. Cette valeur va être utilisée pour le calcul d'un rendement combiné pour l'eau chaude sanitaire, d'où l'importance d'avoir des températures identiques pour tous les systèmes d'émission.

Rendement de production du générateur préférentiel	425 %
Rendement de production du générateur non préf.	98 %

Figure 4 : Rendements de production calculés par le logiciel (dans notre cas, le générateur préférentiel est la PAC, et le non préférentiel la chaudière gaz).

4. CALCUL ET ENCODAGE DU RENDEMENT DE PRODUCTION POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE

Concernant le rendement pour la production d'eau chaude sanitaire, la feuille de calcul *PACboosterWP.xlsx*, onglet « ECS », permet de calculer, sur base de l'efficacité énergétique du/des générateur(s) calculée par le logiciel, une nouvelle efficacité énergétique « combinée », prenant en compte les deux réalités suivantes :

- la valeur par défaut de l'efficacité énergétique de la PAC booster est déterminée sur base d'une eau à 10°C comme source froide (explication du calcul au § 4.1).
- la source froide de la PAC booster n'est pas gratuite mais correspond à de l'énergie produite par le générateur centralisé (explication du calcul au § 4.2).

Les données à encoder dans la feuille de calcul sont reprises dans les cadres verts. Le rendement du générateur « central » est le rendement du générateur ($\eta_{\text{gen,heat}}$) tel que calculé dans le logiciel via les données Eco-Design (voir capture d'écran Figure 4). Les températures de départ et retour de conception de la boucle primaire doivent également être encodées, qui correspondent au température de départ et de retour de conception encodé pour l'ensemble des systèmes d'émission (Figure 3).

Le résultat de la feuille de calcul (cadre jaune) est à encoder directement dans le logiciel PEB comme valeur de η_{wh} dans l'onglet 'eau chaude sanitaire'.

Pour notre exemple, la boucle d'eau de chauffage est conçue pour un fonctionnement avec un régime 35/30 (chauffage par le sol) :

Boucle combilus			
T° départ, design [°C]	35	de la boucle combilus	
T° retour, design [°C]	30	de la boucle combilus	
T° moyenne, design [°C]	32,5		

La combinaison PAC air-eau + booster s'encode de la manière suivante dans la feuille de calcul :

PAC centrale + PAC booster satellite					
PAC centrale	$\eta_{gen,heat}$	425%	PAC Booster	η_{wh}	120%
			Adaptation du η à la T° boucle		219%
Chaleur puisée à l'environnement	325%		4,48227945	Chaleur puisée de la boucle	
Consommation électrique	1		1	Consommation électrique	
				Bilan	
	Adaptation				
	Chaleur livrée à la boucle	4,48227945	Chaleur totale livrée	5,48227945	
	Consommation électrique associée	1,05465399	Consommation élec totale	2,05465399	
				2,668 COP "global"	
				106,7% η_{water_EP}	
				(équivalent η_{wh})	

L'efficacité énergétique de 106,7% doit être encodée dans le logiciel, tel qu'indiqué sur la capture d'écran ci-dessous.

☑ Chauffage ☑ Eau chaude sanitaire ☐ Humidification ☐ Refroidissement Récapitulatif des liaisons

Puissance (nominale ou thermique) : 94,00 kW

Configuration du stockage ou de l'échangeur : Générateur de chaleur avec ballon intégré

Le générateur est soumis à EcoDesign et plus précisément au Règlement délégué n°813/2013.

Avec stockage de chaleur (pas instantané) : ☒ Oui ☐ Non

Configuration du stockage : un ballon de stockage différent, un par producteur

Profil de soutirage déclaré connu : ☐ Oui ☒ Non

Efficacité énergétique connue : ☒ Oui ☐ Non

Efficacité énergétique η_{wh} : 106,70 %

PAC équipée d'une résistance électrique : ☐ Oui ☒ Non

La combinaison chaudière à condensation + booster s'encode de la manière suivante dans la feuille de calcul :

Chaudière centrale + PAC booster satellite					
Chaudière centrale	$\eta_{gen,heat}$	98%	PAC Booster	η_{wh}	120%
			Adaptation du η à la T° boucle		219%
Chaleur puisée à l'environnement	0		4,48227945	Chaleur puisée de la boucle	
Conso gaz	1		1	Conso élec	
				Bilan	
	Adaptation				
	Chaleur livrée à la boucle	4,48227945	Chaleur totale livrée	5,48227945	
	Consommation gaz associée	4,57375454	Consommation totale EP	7,074	
				77,5% η_{water_EP}	
				(équivalent η_{wh})	
				Directement en énergie primaire car combinaison gaz & élec	



L'efficacité énergétique de 77,5% doit être encodée dans le logiciel, tel qu'indiqué sur la capture d'écran ci-dessous.

Explication du calcul réalisé sur base de bilans énergétiques :

Le calcul se fait en deux étapes. Dans un premier temps l'efficacité énergétique de la PAC booster est recalculée (à la hausse) pour prendre en compte le fait que la source froide est de l'eau à la température de la boucle et non à 10°C (condition de mesure Ecodesign). Ensuite un bilan énergétique est réalisé afin de revoir (à la baisse) cette efficacité modifiée pour prendre en compte le fait que la source froide n'est pas issue (gratuitement) de l'environnement mais est produite par le générateur en amont.

4.1. PRISE EN COMPTE DE LA TEMPÉRATURE DE LA SOURCE FROIDE

Pour prendre en compte la température réelle de la source froide, l'efficacité énergétique de la PAC booster issue de la fiche écodesign est multipliée par le rapport des rendements théoriques qui seraient obtenus si ces cycles étaient parcourus par des gaz parfaits. Le rendement théorique maximal d'un tel cycle, ou rendement de Carnot, est calculé comme suit, avec T_f et T_c respectivement les températures des sources froide et chaude :

$$\eta = 1 - \frac{T_f}{T_c} = \frac{T_c - T_f}{T_c}$$

Les conditions de calcul de l'efficacité énergétique de la PAC booster étant une source froide à 10°C et une source chaude à 55°C, et la réalité étant une source froide à la température de boucle et une source chaude à 60°C, le facteur de correction à appliquer est le suivant :

$$f_{corr} = \frac{\eta_{10^\circ/55^\circ}}{\eta_{T_{boucle}/60^\circ}}$$

Dans le cas d'une température d'entrée de boucle à 35°C, le facteur de correction à appliquer est donc égal à 1,83. L'efficacité énergétique écodesign de 120%, donne donc une efficacité énergétique avec source froide à 35°C de 219%. Cette valeur est directement calculée dans la feuille de calcul Excel et reprise pour la suite du calcul, elle ne doit être encodée nulle part dans le logiciel.

4.2. PRISE EN COMPTE DU GÉNÉRATEUR CENTRALISÉ

Partons des données de l'exemple de la PAC air-eau centrale + PAC booster. La PAC centrale, celle en amont, a un coefficient de performance $\eta_{gen,heat}$ de 4,25 et sa source de chaleur est l'air extérieur. La PAC booster, celle en aval a un coefficient de performance recalculé sur base du point précédent de 219%*2,5 soit 5,48 et sa source de chaleur est l'eau de chauffage faisant office de source chaude de la PAC centrale.

Si la PAC booster était seule avec une source issue de l'environnement, on pourrait écrire :

$$COP = 5,48 = (1 \text{ kWh élec} + 4,48 \text{ kWh environnement}) / 1 \text{ kWh élec}$$

Mais, dans la situation discutée, ces 4,48 kWh ne sont pas issus de l'environnement et ne sont donc pas gratuits. En effet, ils sont produits par la PAC air-eau centrale et ont donc un coût énergétique associé (i.e. une consommation d'électricité).



La combinaison PAC centrale + booster s'encode de la manière suivante :

PAC centrale + PAC booster satellite					
PAC centrale	<i>eta,s selon FT</i>	123%	PAC Booster		η_{wh} 120%
			Adaptation du η à la T° boucle		355%
Chaleur puisée à l'environnement		208%		7,86	Chaleur puisée de la boucle
Consommation électrique		1		1	Consommation électrique
	Adaptation				Bilan
	Chaleur livrée à la boucle	7,86	Chaleur totale livrée		8,86
Consommation électrique associée		2,56	Consommation élec totale		3,56
					99,67% <i>eta,s à encoder</i>

Le résultat de 99,67% est à encoder dans le logiciel de la façon suivante :

Application d'EcoDesign chauffage

Puissance nominale > 400 kW : ☐ Oui ☒ Non

Pour les générateurs de ce type, la Réglementation PEB utilise les données venant du Règlement Ecodesign n°813/2013.

Puissance (nominale ou thermique) : 94,00 kW

Valeur par défaut pour le rendement : ☐ Oui ☒ Non

Puissance OFF : 0,00 kW

Puissance TO : 0,287 kW

Puissance SB : 0,16 kW

Puissance CCH : 0,13 kW

La PAC est utilisée comme refroidissement actif : ☐ Oui ☒ Non

Température à laquelle est déterminé le SCOP_{on} ou SGUE_h : 55°C (si PAC non déclarée basse t°)

Encodage du SCOP_{on} : Calcul simplifié SCOP_{on}

$\eta_{S 55^\circ C}$: 99,67 %

La combinaison chaudière à condensation + booster s'encode de la manière suivante :

Chaudière centrale + PAC booster satellite							
Chaudière centrale	rendement selon FT	97,3%	PAC Booster		η_{wh}	120%	
			Adaptation du η à la T° boucle			355%	
Chaleur puisée à l'environnement		0		7,86	Chaleur puisée de la boucle		
Conso gaz		1		1	Conso élec		
	Adaptation				Bilan		
Chaleur livrée à la boucle		7,86	Chaleur totale livrée		8,86		
Consommation gaz associée		8,08	Consommation totale EP		10,58		
					83,8%	rendement à encoder	

Le résultat de 83,8% est à encoder dans le logiciel de la façon suivante :

Application d'EcoDesign chauffage

Puissance nominale > 400 kW : ☐ Oui ☒ Non

Pour les générateurs de ce type, la Réglementation PEB utilise les données venant du Règlement Ecodesign n°813/2013.

Puissance (nominale ou thermique) : 74,00 kW

Valeur par défaut pour le rendement : ☐ Oui ☒ Non

Chaudière maintenue en température : ☐ Oui ☒ Non

Rendement à 30% de charge (par rapport au PCS) : 83,80 %

Température de retour à 30% de charge : 30,00 °C

Ce qui donne finalement les rendement de génération suivants pour les 2 générateurs (après calcul du logiciel) :

Rendement de production du générateur préférentiel	346 %
Rendement de production du générateur non préf.	84 %

Explication du calcul réalisé sur base de bilans énergétiques :

Le calcul se fait en deux étapes. Dans un premier temps l'efficacité énergétique de la PAC booster est recalculée (à la hausse) pour prendre en compte le fait que la source froide est de l'eau à la température de la boucle et non à 10°C (condition de mesure écodesign). Ensuite un bilan énergétique est réalisé afin de revoir (à la baisse) cette efficacité modifiée pour prendre en compte le fait que la source froide n'est pas issue (gratuitement) de l'environnement mais est produite par le générateur en amont.

5.1. PRISE EN COMPTE DE LA TEMPERATURE DE LA SOURCE FROIDE

Le calcul est similaire à ce qui est réalisé pour l'eau chaude sanitaire au § 4.1, mais les températures changent. Les conditions de calcul de l'efficacité énergétique de la PAC booster étant une source froide à 10°C et une source chaude à 55°C, et la réalité étant une source froide à la température de boucle et une source chaude à la température d'entrée de conception du système d'émission, le facteur de correction à appliquer est le suivant :

$$f_{corr} = \frac{\eta_{10^\circ/55^\circ}}{\eta_{T_{boucle}/T_{heat,design}}}$$

Dans le cas d'une température d'entrée de boucle à 35°C et d'une température d'entrée pour les émetteurs de 50°C, le facteur de correction à appliquer est donc égal à 2,95. L'efficacité énergétique écodesign de 120%, donne donc une efficacité énergétique avec source froide à 35°C et source chaude à 50°C de 354%. Cette valeur est directement calculée dans la feuille de calcul Excel et reprise pour la suite du calcul, elle ne doit être encodée nulle part dans le logiciel.

5.2. PRISE EN COMPTE DU GENERATEUR CENTRALISE

Le calcul est similaire à ce que est réalisé pour l'eau chaude sanitaire au § 4.2. Partons des données de l'exemple de la PAC air-eau centrale + PAC booster. La PAC centrale, celle en amont, a un rendement de 123%, et sa source de chaleur est l'air extérieur. La PAC booster, celle en aval, a un coefficient de performance recalculé sur base du point précédent de 354%*2,5 soit 8,86 et sa source de chaleur est l'eau de la boucle primaire faisant office de source chaude de la PAC centrale.

Si la PAC booster était seule avec une source issue de l'environnement, on pourrait écrire :

$$COP = 8,86 = (1 \text{ kWh élec} + 7,86 \text{ kWh environnement}) / 1 \text{ kWh élec}$$

Mais, dans la situation discutée, ces 7,86 kWh ne sont pas issus de l'environnement et ne sont donc pas gratuits. En effet, ils sont produits par la PAC air-eau centrale et ont donc un coût énergétique associé (i.e. une consommation d'électricité). Au niveau de la PAC air-eau centrale, on a le bilan suivant :

$$COP = 123\% * 2,5 = 3,08 = (1 \text{ kWh élec} + 2,08 \text{ kWh environnement}) / 1 \text{ kWh élec}$$

Donc 7,86 kWh de chaleur livrés dans la boucle vers la PAC booster coûtent 2,56 kWh (=7,86/3,08) d'électricité, tandis que 5,3 kWh (=7,86-2,56) viennent de l'environnement. Si on fait le bilan de la chaleur fournie pour le chauffage du logement en aval de la PAC booster, on trouve donc :

$$\begin{aligned}
 & (1 \text{ kWh élec} + 7,86 \text{ kWh issus de la boucle venant de la PAC air-eau centrale}) / (1 \text{ kWh élec} + \text{coût élec des kWh}) \\
 & = (1 \text{ kWh élec} + 2,56 \text{ kWh élec} + 5,3 \text{ kWh environnement}) / (1 \text{ kWh élec} + 2,56 \text{ kWh élec}) \\
 & = 8,86 \text{ kWh de chaleur livrés} / 3,56 \text{ kWh élec consommés} \\
 & = \text{COP global moyen de 2,49 pour le système pour la production de chauffage} \\
 & \quad \text{(combinaison des 2 PAC).}
 \end{aligned}$$

Soit une efficacité énergétique η_s (exprimé par rapport à l'énergie primaire) de $2,49/2,5 = 99,67\%$. C'est bien la valeur que l'on retrouve dans la fiche de calcul et que l'on encode dans le logiciel PEB.

6. ENCODAGE D'UN COMBILUS AVEC REDUCTION DES LONGUEURS DE CONDUITES

La distribution est encodée comme un combilus, en fonctionnement toute l'année, avec un transport de chaleur par eau, et avec stockage local. L'ensemble des conduites primaires sont encodées.

Par défaut, dans le logiciel, la température moyenne d'une boucle de circulation pour l'eau chaude sanitaire et d'une boucle combilus est de 60°C . Cette valeur n'est aujourd'hui ni visible ni éditable dans le logiciel.

Or, si la température de boucle est inférieure à 60°C , les pertes dans la boucle de circulation sont réduites. Dans la méthode de calcul, celles-ci sont calculées comme une quantité d'énergie perdue par mois, qui dépend des longueurs des segments de la boucle, des diamètres des conduites avec et sans isolant, des conductivités thermiques des isolants, et de la différence de température entre la température moyenne de consigne de la boucle et la température moyenne ambiante de l'environnement de chaque segment. Comme les pertes sont directement proportionnelles à cette différence de températures, et que la température de boucle ne peut être modifiée dans le logiciel, il suffit de multiplier un des termes éditables du logiciel par le rapport des différences de températures pour obtenir les pertes associées à une boucle à plus basse température.

Le terme que l'on choisit de modifier pour l'encodage est la **longueur de chaque segment de la boucle de circulation primaire du combilus**. La réduction des pertes de distribution due à une température de boucle inférieure est directement proportionnelle au rapport entre la différence entre la température moyenne de consigne et la température ambiante et la différence entre 60° et la température ambiante.

Le facteur de réduction à appliquer à la longueur de chaque segment est le suivant :

$$f_{\text{reduc, segment } j} = \frac{\Delta T_{\text{réel},j}}{\Delta T_{\text{défaut},j}} = \frac{\theta_{\text{boucle}} - \theta_{\text{amb},j}}{60^\circ - \theta_{\text{amb},j}}$$

La température ambiante moyenne $\theta_{\text{amb},j}$ dépend de l'environnement du segment considéré. On distingue les 4 environnements suivants :

- Dans un EANC : $\theta_{\text{amb},j} = 11^\circ + 0,4 \theta_e$
- Dans le volume protégé : $\theta_{\text{amb},j} = 18^\circ$
- A l'extérieur : $\theta_{\text{amb},j} = \theta_e$
- Sous terre : $\theta_{\text{amb},j} = \theta_e$

Avec θ_e la température extérieure annuelle moyenne = $10,29^\circ$ (calculée sur base du Tableau [1] de l'annexe PER : $\theta_e = \frac{\sum_m t_m \theta_{e,m}}{\sum_m t_m}$).

Les facteurs de réduction à appliquer sont donnés dans la feuille de calcul Excel. Ils sont calculés sur base des températures d'entrée et de sortie encodées. On impose par mesure de sécurité une valeur seuil minimale de 35% pour ce facteur de réduction.

Boucle combilus		
T° départ, design [°C]	35	de la boucle combilus
T° retour, design [°C]	30	de la boucle combilus
T° moyenne, design [°C]	32,5	

Environnement du segment	T° ambiance	Facteur de réduction à appliquer à la longueur de chaque segment de la boucle combilus
Dans un EANC	15,12	0,39
Dans le volume protégé	18,00	0,35
A l'extérieur	10,29	0,45
Sous terre	10,29	0,45

On applique ensuite les facteurs de réduction correspondants à la longueur de chaque segment, **en gardant le détail du calcul dans la cellule**. Ceci permet de garder une trace de la taille réelle de la conduite et du facteur de réduction qui lui a été appliqué. Ci-dessous, un exemple d'encodage :

Segments		
Nom	Longueur du segment [m]	Environnement
Parking aller	6,36	Dans un EANC
Parking retour	6,24	Dans un EANC
Chaudière retour	1,05	Dans le volume protégé
Chaudière aller	1,05	Dans le volume protégé
Trémie GT1 aller	4,73	Dans le volume protégé
Trémie GT1 retour	4,73	Dans le volume protégé
Trémie GT3 aller	4,73	Dans le volume protégé
Trémie GT3 retour	4,73	Dans le volume protégé

+

Parking aller

Nom :

Longueur du segment :

Environnement du segment :

Conductivité thermique de l'isolation thermique :

Diamètre extérieur de l'isolation :

Diamètre extérieur de la conduite non isolée :

Parking aller

16,3*0,39 m

Dans un EANC

0,034 W/(m.K)

160,00 mm

40,00 mm

Enfin, il est nécessaire d'encoder la distribution combilus secondaire. Pour ce faire, il est possible de sélectionner 'ballon de stockage' et d'indiquer une capacité de stockage de 0 litre car l'efficacité énergétique de 120% choisie par défaut pour le booster tient déjà compte des pertes de stockage.

Nom :

combi11

Type :

Ballon de stockage

Pertes statiques du ballon de stockage connues :

☐ Oui
 ☒ Non

Capacité de stockage connue :

☒ Oui
 ☐ Non

Capacité de stockage :

0,00 l

L'élément se trouve dans une unité PER ou PEN, une unité d'habitation qui n'est pas...

☒ Oui
 ☐ Non

Circuit chauffage

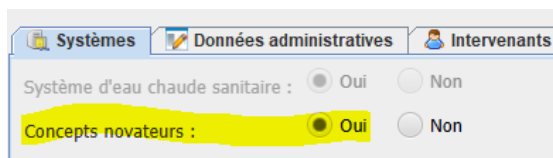
Circuit ECS

Nom : chauffage1

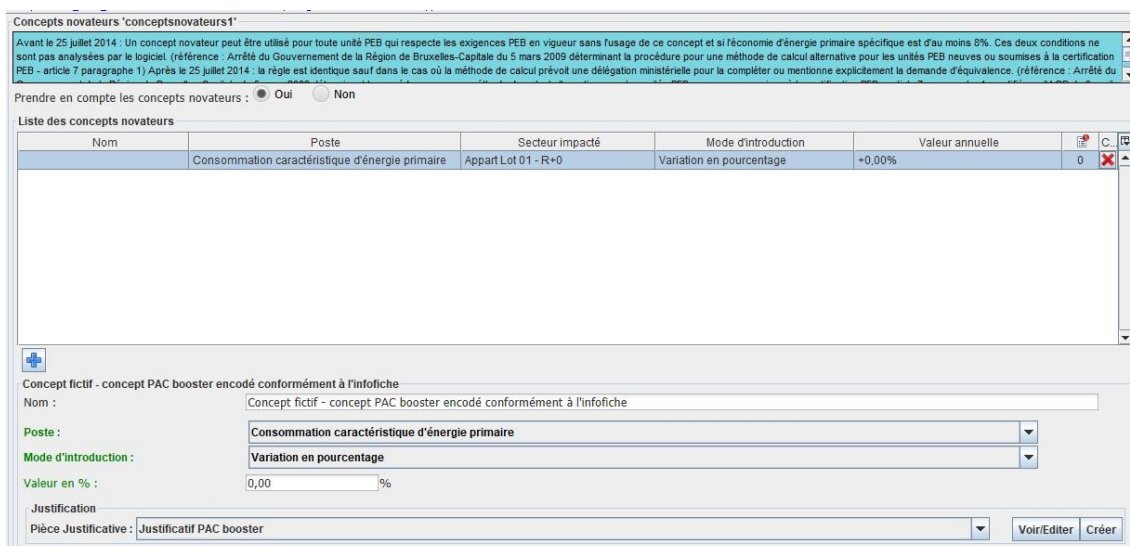
7. ENCODAGE D'UN CONCEPT NOVATEUR ET FOURNITURE DES JUSTIFICATIFS

Cet encodage alternatif peut être utilisé temporairement dans le cadre d'une demande d'équivalence pour une unité PEB où il est fait usage d'un concept ou technologie de construction novateur, considérant qu'à terme, la méthode de calcul et le logiciel PEB devront permettre un encodage du système de manière spécifique.

Lorsqu'un tel encodage est utilisé, il est demandé d'encoder, **pour chaque unité du projet concernée**, la présence d'un concept novateur.



En outre, il est demandé d'encoder un concept novateur fictif étant donné que l'encodage a déjà été modifié à d'autres endroits. Il faut choisir le poste « Consommation d'énergie primaire » et une variation en pourcentage de 0% afin que ce choix n'ait pas d'impact sur les résultats.



Il est, enfin, nécessaire de fournir les justificatifs de cet encodage alternatif, notamment le classeur de calcul Excel ainsi que les preuves relatives (fiches techniques des différents générateurs).

8. PROCEDURE DE DEMANDE D'EQUIVALENCE

Il est nécessaire d'introduire une demande d'équivalence pour une unité PEB où il est fait usage d'un concept ou technologie de construction novateur. La procédure est décrite dans l'arrêté disponible à l'adresse suivante :

<https://www.ejustice.just.fgov.be/eli/arrete/2009/03/05/2009031243/justel>

L'article 9 de cet arrêté reprend la liste des éléments nécessaires à l'introduction d'une telle demande d'équivalence. Les demandes d'équivalence doivent être envoyées par recommandé à :

Bruxelles Environnement
Division Energie, Air, Climat et Bâtiments Durables/Département Travaux PEB/Service Back-office
Avenue du Port 86C/3000
1000 Bruxelles

Etant entendu qu'un tel système est considéré comme un système combilus et que la méthode prévoit une délégation ministérielle pour la compléter, il n'est pas nécessaire que l'usage de ce concept novateur engendre une économie d'énergie primaire totale d'au moins 8 pourcents.

Enfin, lorsqu'il est demandé les résultats obtenus sans usage du concept novateur, il faut entendre la situation suivante : Les générateurs centralisés sont maintenus ; la boucle combilus est remplacée par une boucle de distribution destinée au chauffage uniquement ; les PAC boosters individuelles sont remplacées par des ballons thermodynamiques air-eau individuels.

Index

Contexte.....	1
1. PAC booster pour l'eau chaude sanitaire uniquement.....	2
2. PAC Booster pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.....	2
3. Encodage du/des générateur(s) thermique(s) centralisé(s) et calcul du rendement de production par le logiciel.....	3
4. Calcul et encodage du rendement de production pour l'eau chaude sanitaire.....	5
4.1. Prise en compte de la température de la source froide.....	7
4.2. Prise en compte du générateur centralisé.....	7
5. Calcul et encodage du rendement de production pour le chauffage, dans le cas du pac booster servant au chauffage.....	8
5.1. Prise en compte de la température de la source froide.....	10
5.2. Prise en compte du générateur centralisé.....	10
6. Encodage d'un combilus avec réduction des longueurs de conduites.....	11
7. Encodage d'un concept novateur et fourniture des justificatifs.....	13
8. Procédure de demande d'équivalence.....	13