

ANNEXE I

MODALITÉS DE PRISE EN COMPTE DES SYSTÈMES DE RÉCUPÉRATION INSTANTANÉE DE CHALEUR SUR EAUX GRISES DANS LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012

1. Définition des systèmes de récupération instantanée de chaleur sur eaux grises

Au sens du présent arrêté, le système de récupération instantanée de chaleur sur les eaux grises permet la récupération de l'énergie perdue sous forme de chaleur lors de l'évacuation des eaux grises provenant des douches et baignoires grâce à un échangeur passif qui transfère cette énergie directement à l'eau froide alimentant le système de production d'eau chaude sanitaire du bâtiment. Le système de récupération instantanée de chaleur sur les eaux grises peut assurer le préchauffage de l'eau chaude sanitaire selon trois montages différents :

- montage 1 « montage ballon » : l'eau préchauffée est uniquement envoyée à la génération d'eau chaude sanitaire ;
- montage 2 « montage mitigeur » : l'eau préchauffée est uniquement envoyée aux mitigeurs des douches ;
- montage 3 « montage mitigeur et ballon » : l'eau préchauffée est simultanément envoyée à la génération d'eau chaude sanitaire et aux arrivées d'eau froide des mitigeurs des douches.

Le système peut comporter une pompe de relevage des eaux grises avant leur passage dans l'échangeur.

2. Domaine d'application

Le champ d'application de la présente méthode s'étend aux bâtiments d'habitation, aux établissements sportifs, aux hôtels, aux hébergements et aux établissements sanitaires avec hébergement.

La prise en compte d'un système de récupération instantanée de chaleur sur eaux grises dans le calcul du Cep n'est possible que si :

- la zone de bâtiment équipée du système possède l'un des générateurs suivants pour assurer la production d'eau chaude sanitaire :
 - chaudière individuelle instantanée à combustible gazeux ou liquide ;
 - chaudière individuelle à combustible gazeux ou liquide à accumulation ;
 - chaudière collective à combustible gazeux ou liquide à accumulation ;
 - générateur à effet Joule ;
 - chaudière bois ou biomasse ;
 - systèmes thermodynamiques ;
 - réseau de chaleur ;
 - systèmes avec couplage de capteurs solaires et de pompe à chaleur ;
- la surface d'échange du récupérateur de chaleur sur eaux grises est supérieure à 0,15 m² ;
- l'échange est instantané, c'est-à-dire que le puisage d'eau et son rejet se font de manière simultanée ;
- le système contient moins de 10 litres d'eau
- les canalisations du bâtiment situées hors volume chauffé doivent être au minimum calorifugées de classe 2.

De plus, pour le cas des montages 2 et 3, le volume d'eau préchauffé doit être inférieur à 3 litres entre la sortie de l'échangeur et le point de puisage.

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

La présente méthode propose d'intégrer le système de récupération instantanée de chaleur sur les eaux grises dans les calculs de la RT2012 comme suit :

1. Simuler le bâtiment avec le moteur de calcul Th-BCE sans système récupérateur de chaleur, pour obtenir l'indice de consommations CEP_{simul} .
2. Calculer la consommation en énergie primaire en apportant la correction suivante :

$$CEP_{projet} = CEP_{simul} - CEP_{récup}$$

Où :

$$CEP_{récup} = \frac{GAIN * C_{TEP} - Q_{relevage}}{S_{RT}}$$

Avec :

- GAIN = gain apporté par le système, calculé au 3.1, en kWh_{EP}/an ;
- C_{TEP} = coefficient de transformation de l'énergie finale en énergie primaire de l'énergie utilisée par le générateur d'eau chaude sanitaire, défini à l'article 15 de l'arrêté du 26 octobre 2010 susvisé, en kWh_{EP}/kWh_{EF} ;
- S_{RT} = surface thermique au sens de la RT, en m² ;
- Q_{relevage} = énergie primaire consommée annuellement par le dispositif de relevage des eaux grises mis en œuvre pour le bon fonctionnement du système de récupération de chaleur sur les eaux grises, le cas échéant (voir §4.7), en kWh_{EP}/an.

Si la présente méthode est utilisée distinctement pour plusieurs zones ou bâtiments desservis par des énergies différentes :

$$CEP_{récup} = \sum_{zone} CEP_{récup_zone}$$

Si les appareils sanitaires d'une même zone sont connectés à différents types de récupérateurs de chaleur ou si le bâtiment n'est que partiellement desservi par la récupération de chaleur, la méthode de calcul sera utilisée distinctement pour chaque type de récupérateur :

$$CEP_{récup_zone} = \sum_{récupérateur} CEP_{récup_récupérateur}$$

La S_{RT} associée à chaque type de récupérateur sera calculée comme suit :

$$S_{RT_récupérateur} = S_{RT_zone} \cdot \frac{N_{app_récupérateur}}{N_{app_zone}}$$

Avec :

- $N_{app_récupérateur}$ = Nombre d'appareils sanitaires connectés au type de récupérateur ;
- N_{app_zone} = Nombre d'appareils sanitaires de la zone ou du bâtiment.

Calcul du gain apporté par le système sur la consommation d'eau chaude sanitaire

Le gain apporté par le système est calculé grâce à la formule suivante :

$$GAIN = Q_W * Eff_{récup} * \frac{P * F_{aa} * F_{am} * F_{av} * C_{déph}}{\eta_{tot}}$$

Avec :

- Q_W = besoins d'ECS calculés, conformément à la méthode Th-BCE, au paragraphe 4.1, en kWh_{cr}/an ;
- $Eff_{récup}$ = efficacité globale du système de récupération (voir § 4.2), sans unité ;
- P = proportion d'eau usée traitée par le récupérateur de chaleur (voir § 4.3), en pourcentage ;
- F_{aa} = facteur de pertes dans l'air ambiant pendant la douche (voir § 4.4), sans unité ;
- F_{am} = facteur de pertes en amont du récupérateur de chaleur : entre le siphon de la douche et l'échangeur (voir § 4.5), sans unité ;
- F_{av} = facteur de pertes en aval du récupérateur de chaleur : entre l'échangeur et le ballon et/ou le mitigeur (voir § 4.6), sans unité ;
- $C_{déph}$ = Coefficient de déphasage entre les flux d'eau chaude sanitaire et d'eau grise dans le récupérateur de chaleur (voir § 4.7), sans unité ;
- η_{tot} = rendement de la génération, sans unité, prenant en compte le générateur ainsi que les pertes de distribution et de stockage pris égal à :

Tableau 1
Rendement moyen de génération (η_{tot}) selon le type de générateur

TYPE DE GENERATEUR	η_{tot}
Gaz condensation instantanée	0,91*Rpn
Gaz condensation accumulation individuelle	0,86*Rpn
Gaz condensation accumulation collective	0,93*Rpn
Effet Joule	1
Bois	0,90
Chauffe-eau thermodynamique	0,68*COP _{nom}
Pompe à chaleur	0,63*COP _{nom}
Réseau	0,98
Héliopac	Pgs

- Rpn = rendement PCI à pleine charge défini par la méthode de calcul Th-BCE, en pourcentage ;
- COP_{nom} = efficacité énergétique corrigée du générateur thermodynamique d'ECS, calculée selon la méthode de calcul Th-BCE, sans unité ;
- Pgs = performance globale du système « Héliopac » calculée selon l'arrêté du 14 juin 2016 relatif à l'agrément de la demande de titre V relative à la prise en compte du système « Héliopac® » dans la réglementation thermique 2012, sans unité.

4. Éléments du calcul du gain

4.1 Besoin d'ECS Q_w

Le besoin de base en eau chaude sanitaire du projet Q_w est calculé conformément à la méthode de calcul Th-BCE 2012 (voir § 11.6.3.1) et est basé sur son calcul hebdomadaire Q_{W_hebdo} . Le besoin de base hebdomadaire en Wh d'énergie finale par semaine est donné par :

$$Q_{W_hebdo} = \rho_w * c_w * a * Nu * (\theta_{uw} - \theta_{cw})$$

Où :

- ρ_w = masse volumique de l'eau
= 1 kg/L ;
- c_w = capacité calorifique massique de l'eau
= 1,163 Wh/(kg.K) ;
- a = besoin d'ECS hebdomadaire en litres (voir tableau 210 du paragraphe 11.6.3.2 de la méthode Th-BCE) ;
- Nu = nombre d'unité par émetteur ECS (voir tableau 210 du paragraphe 11.6.3.2 de la méthode Th-BCE) ;
- θ_{uw} = température de l'eau mitigée utilisée au puisage
= 40°C ;
- θ_{cw} = température de l'eau froide entrant dans le système, issue des fichiers climatiques de la RT2012 et donnée dans le tableau 2 (°C) :

Tableau 2

Température de l'eau froide en fonction de la zone climatique

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
θ_{cw}	12,55	11,70	13,02	13,72	14,80	14,58	16,29	17,23

Correction due au type d'émetteurs

Le besoin hebdomadaire corrigé par le type d'émetteurs du bâtiment, $Corr_{em}$ (applicable sur la part des douches P uniquement), en Wh d'énergie finale par semaine :

$$Q_{W_hebdo_corrigé} = (1 - P) * Q_{W_hebdo} + Corr_{em} * P * Q_{W_hebdo}$$

Où :

- P = Proportion d'eau usée traitée par le récupérateur de chaleur (voir §4.3), sans unité ;
- $Corr_{em}$ = $1 - \sum_i M_{part_{em-e}(i)} * gain_{em-e}(i)$
= coefficient de correction des besoins d'ECS calculé conformément au paragraphe 11.5.3.3 de la méthode Th-BCE, sans unité.

Correction due au type d'appareils

Le besoin d'ECS, Q_w , est ensuite déterminé en fonction du type d'appareil sanitaire.

$$Q_w = \frac{F_{occ} * Corr_{app} * Q_{W_hebdo_corrigé}}{1000}$$

Où :

- F_{occ} = nombre de semaines d'occupation du bâtiment pour l'ECS issu de la méthode Th-BCE et récapitulé dans le tableau 3 ci-dessous :

Tableau 3

Nombre de semaines d'occupation du bâtiment pour l'ECS

TYPE DE BÂTIMENT	F_{occ}
Maison individuelle	49
Logement collectif	49
Établissement sportif municipal ou privé	51
Établissement sportif scolaire	36
Hôtel 0* et 1*	52
Hôtel 2*	52
Hôtel 3*	52
Hôtel 4* et 5*	52
Hébergement – enseignement secondaire partie nuit	36
Hébergement – cité universitaire	49,5
Hébergement – foyers de jeunes travailleurs	50,5
Établissement sanitaire avec hébergement	52

$$Corr_{app} = \frac{\sum_{app} S_{app} * \left(\frac{100 - gain_{app}}{100} \right)}{\sum_{app} S_{app}}$$

Avec :

- S_{app} = surface en m² desservie par appareil ;
- $gain_{app}$ = gain en pourcentage dû à l'appareil sanitaire issu du tableau 208 de la méthode Th-BCE et reproduit ci-dessus :

Tableau 4

Gain en pourcentage par appareil sanitaire

(En pourcentage)

App_ECS =	gain _{app-e} =
Douche(s) seule(s)	5
Baignoire sabot (V ≤ 125 L)	2,5
Baignoire standard (125 L < V ≤ 175 L) et autre	0
Grande baignoire (V > 175 L)	-2,5

Remarque : un logement étant desservi par plusieurs types d'appareil est considéré desservi par le plus défavorable aux consommations (gain le plus faible dans le tableau ci-dessus).

4.2 Efficacité globale du récupérateur de chaleur Eff_{recup}

L'efficacité globale de l'échangeur de chaleur Eff_{recup} est obtenue en prenant en compte son efficacité nominale Eff_{nom} ainsi que son temps de chauffe par le biais d'un coefficient C_{trans} . On la calcule de la manière suivante :

- Si les valeurs de C_{trans} et de Eff_{nom} utilisées dans le calcul sont des valeurs certifiées par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN 45011 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base du référentiel CAPE/RECADO-PQE rév. 01 :

$$Eff_{recup} = Eff_{nom} * C_{trans}$$

- Si les valeurs de C_{trans} et de Eff_{nom} utilisées dans le calcul sont des valeurs justifiées par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN 45011 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, sur la base du référentiel CAPE/RECADO-PQE rév. 01 :

$$Eff_{recup} = 0,9 * Eff_{nom} * C_{trans}$$

N.B : Cette formule s'applique aussi dans le cas où une des deux valeurs de C_{trans} ou de Eff_{nom} est justifiée et l'autre certifiée.

- Si les valeurs de C_{trans} et de Eff_{nom} utilisées dans le calcul sont des valeurs déclarées par le fabricant :

$$Eff_{recup} = \min(0,8 * Eff_{nom} * C_{trans}, Valeur_{utile\ max})$$

Où :

Valeur_{utile max} = Efficacité globale de récupération maximale d'un système dont les performances ont été déclarées par un fabricant
= 0,15

N.B : Cette formule s'applique aussi dans le cas où une des deux valeurs de C_{trans} ou de Eff_{nom} est déclarée et l'autre est certifiée ou justifiée.

- Si au moins une des valeurs de C_{trans} ou de Eff_{nom} utilisées dans le calcul n'est pas disponible, la valeur par défaut de Eff_{recup} sera prise égale à :

$$Eff_{recup} = 0,8 * Valeur_{utile\ max}$$

Où :

Valeur_{utile_max} = Efficacité globale de récupération maximale d'un système dont les performances ont été déclarées par un fabricant
= 0,15

4.3. Proportion d'eau usée P

Les valeurs de la proportion d'eau chaude sanitaire consommée dans la zone du bâtiment concernée par le système de récupération de chaleur (P_{app}) sont données selon l'usage de la zone de bâtiment et selon le type d'appareil sanitaire dans le tableau suivant.

Tableau 5
Proportion d'ECS consommée selon l'usage de la zone de bâtiment
et le type d'appareil sanitaire

(En pourcentage)

TYPE DE BÂTIMENT	TYPE D'APPAREIL SANITAIRE			
	Douche(s) Seule(s)	Baignoire sabot	Baignoire standard	Grande baignoire
Maison individuelle	80	66	66	66
Logement collectif	80	66	66	66
Établissement sportif municipal ou privé	90	90	90	90
Établissement sportif scolaire	90	90	90	90
Hôtel 0* et 1*	90	66	66	66
Hôtel 2*	90	66	66	66
Hôtel 3*	90	66	66	66
Hôtel 4* et 5*	90	66	66	66
Hébergement – enseignement secondaire partie nuit	90	66	66	66
Hébergement – cité universitaire	90	66	66	66
Hébergement – foyers de jeunes travailleurs	90	66	66	66
Établissement sanitaire avec hébergement	90	66	66	66

Les valeurs du tableau sont ensuite pondérées pour le projet en fonction des parts surfaciques respectives de chaque appareil sanitaire (douches, baignoires standards, etc.) :

$$P = \frac{\sum_{app} S_{app} * P_{app}}{S_{RT}}$$

Où :

- P_{app} = proportion d'eau chaude sanitaire consommée issue du tableau 5, en pourcentage ;
- S_{app} = surface en m² desservie par appareil dont les eaux grises sont récupérées ;
- S_{RT} = surface thermique au sens de la RT, en m².

Remarque : dans le cas d'un logement équipé de plusieurs appareils sanitaires, on prend le minimum des P_{app} respectif dans le calcul.

4.4. Calcul des pertes dans l'air ambiant

Lors d'une douche, on considère une perte de chaleur de 3 °C entre le pommeau de douche et le siphon. On en déduit un facteur de pertes F_{aa} :

$$F_{aa} = 1 - \frac{3}{40 - \theta_{cw}}$$

Où :

– θ_{cw} = température de l'eau froide annuelle moyenne (en °C) issue des données météorologiques de la RT2012 et récapitulée dans le tableau 6 suivant :

Tableau 6

Valeur de la température de l'eau froide en fonction de la zone climatique

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
θ_{cw}	12,55	11,70	13,02	13,72	14,80	14,58	16,29	17,23

4.5. Calcul des pertes en amont du récupérateur de chaleur

Le coefficient de pertes dans les canalisations entre les siphons et le système, F_{am} , est donné en fonction de L_{vc} et L_{vnc} , les longueurs des canalisations respectivement en volume chauffé et non chauffé, par la formule suivante :

$$F_{am} = 1 - \frac{0,16 * L_{vc}}{100} - \frac{0,30 * L_{vnc}}{100}$$

Où :

- L_{vc} = longueur moyenne de canalisation d'eau usée en volume chauffé entre les douches et le système de récupération de chaleur, en mètres ;
- L_{vnc} = longueur moyenne de canalisation d'eau usée en volume non chauffé entre les douches et le système de récupération de chaleur, en mètres.

Les longueurs à prendre en compte sont les distances moyennes entre la douche la plus éloignée et la plus proche de l'échangeur de chaleur.

4.6. Calcul des pertes en aval du récupérateur de chaleur

Le coefficient de pertes F_{av} permet la prise en compte des pertes entre la récupération de chaleur et la valorisation dans les réseaux en aval du récupérateur de chaleur et est donné par la formule suivante :

$$F_{av} = 1 - \frac{0,05 * L}{100}$$

Où :

- L = longueur moyenne de canalisation entre la récupération de chaleur et le point de valorisation, en mètres.

La distance à prendre en compte est la distance moyenne entre la valorisation la plus éloignée et la plus proche de l'échangeur de chaleur.

4.7. Calcul du coefficient de déphasage

Le coefficient de déphasage permet de prendre en compte les pertes énergétiques dues aux décalages temporels entre les soutirages d'eau sanitaire et le passage du flux d'eau grise dans le récupérateur de chaleur et est donné par la formule suivante :

$$C_{déph} = 1 - \frac{L_{vc} + L_{vnc}}{215,55 * N_{app_récupérateur}^{0,141}}$$

Avec :

L_{vc} = longueur moyenne de canalisation d'eau usée en volume chauffé entre les douches et le système de récupération de chaleur (défini au § 4.5 du présent arrêté), en mètres ;

L_{vnc} = longueur moyenne de canalisation d'eau usée en volume non chauffé entre les douches et le système de récupération de chaleur (défini au § 4.5 du présent arrêté), en mètres ;

$N_{app_récupérateur}$ = nombre d'appareils sanitaires reliés au système de récupération de chaleur.

4.8. Calcul de l'énergie consommée par la pompe de relevage

Dans le cas de l'utilisation d'une pompe de relevage rendue nécessaire par l'utilisation d'un système de récupération de chaleur sur eaux grises, la consommation annuelle en énergie primaire $Q_{relevage}$ de celle-ci doit être décomptée du gain permis par le système de récupération de chaleur et se calcule par la formule suivante :

$$Q_{relevage} = \frac{2.58 * P_{relevage} * F_{occ} * a * Nu * P * Corr_{em} * Corr_{app}}{Q_{app_ECS} * N_{app_récupérateur} * C_{simultanéité}}$$

Avec :

$P_{relevage}$ = puissance électrique nominale de la pompe, telle qu'indiquée sur la fiche technique du constructeur, en kW ;
- Si cette donnée n'est pas disponible, une valeur par défaut de $P_{relevage}$ sera prise égale à :

$$P_{relevage} = 0,25 * N_{app_récupérateur} * C_{simultanéité}$$

F_{occ} = nombre de semaines d'occupation du bâtiment pour l'ECS issu de la méthode Th-BCE
 a = besoin d'ECS hebdomadaire (voir tableau 210 du paragraphe 11.6.3.1 de la méthode Th-BCE), en litre ;

Nu = nombre d'unités, dépend de l'usage du bâtiment (voir tableau 210 du paragraphe 11.6.3.1 de la méthode Th-BCE), sans unité ;

P = proportion d'eau usée traitée par le récupérateur de chaleur (défini au §4.3 du présent arrêté), en pourcentage ;

- $Corr_{em}$ = coefficient de correction dû au type d'émetteurs du bâtiment (défini au §4.1 du présent arrêté), sans unité ;
- $Corr_{app}$ = coefficient de correction dû au type d'appareils sanitaires du bâtiment (défini au §4.1 du présent arrêté), sans unité ;
- Q_{app_ECS} = débit moyen d'un appareil sanitaire
= 480 L/h, conformément au protocole d'essai CAPE/RECADO-PQE rév.01 ;
- $N_{app_récupérateur}$ = nombre d'appareils sanitaires connectés au système de récupération de chaleur ;
- $C_{simultanéité}$ = coefficient de simultanéité de fonctionnement de ces appareils tel que défini dans la DTU 60.11 :

$$C_{simultanéité} = \frac{0,8}{\sqrt{N_{app_récupérateur} - 1}}$$