

ANNEXE I

MODALITÉS DE PRISE EN COMPTE DES SYSTÈMES DE RÉCUPÉRATION INSTANTANÉE DE CHALEUR SUR EAUX GRISES DANS LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS

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 Réglementation thermique pour les bâtiments existants, comme suit :

1. Obtenir la consommation en énergie primaire du bâtiment selon la méthode Th-C-E ex sans système récupérateur de chaleur, pour obtenir l'indice de consommations $CEP_{\text{projet_sans_récup}}$.
2. Calculer la consommation en énergie primaire en apportant la correction suivante :

$$CEP_{\text{projet}} = CEP_{\text{projet_sans_récup}} - CEP_{\text{récup}}$$

$$\text{Où} \quad CEP_{\text{récup}} = \frac{GAIN * C_{ep-ecs} - Q_{relevage}}{SHON}$$

Avec :

- GAIN = gain apporté par le système, calculé au 3.1, en kWh_{EP}/an ;
- C_{ep-ecs} = 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 41 de l'arrêté du 13 juin 2008 susvisé, en kWh_{EP}/kWh_{EF};
- SHON = surface de plancher hors œuvre nette du bâtiment au sens de l'arrêté du 13 juin 2008 susvisé, 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 :

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

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 :

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

La SHON associée à chaque type de récupérateur sera calculée comme suit :

$$SHON_{\text{récupérateur}} = SHON_{\text{zone}} \cdot \frac{N_{\text{app_récupérateur}}}{N_{\text{app_zone}}}$$

Avec :

- $N_{\text{app_récupérateur}}$ = Nombre d'appareils sanitaires connectés au type de récupérateur ;
- $N_{\text{app_zone}}$ = 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-C-E ex, au paragraphe 4.1, en kWh_{EF}/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*COPnom
Pompe à chaleur	0,63*COPnom
Réseau	0,98
Héliopac	Pgs

Avec :

- Rpn = rendement PCI à pleine charge défini par la méthode de calcul Th-C-E ex en pourcentage
- COPnom = efficacité énergétique corrigée du générateur thermodynamique d'ECS, calculée selon la méthode de calcul Th-C-E ex, sans unité ;
- Pgs = performance globale du système « Héliopac » calculée selon l'arrêté du 13 décembre 2011 relatif à l'agrément de la demande de titre V relative à la prise en compte du système « Heliopac® » dans la réglementation thermique pour les bâtiments existants, 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-C-E ex 2008 (voir § 8.1) et est basé sur son calcul hebdomadaire $Q_{w_heβδο}$. Le besoin de base hebdomadaire en Wh d'énergie finale par semaine est donné par :

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

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 18 du paragraphe 8.1 de la méthode Th-C-E ex 2008) ;
- Nu = nombre d'unité par émetteur ECS (voir tableau 18 du paragraphe 8.1 de la méthode Th-C-E ex 2008) ;
- θ_{uw} = température de l'eau mitigée utilisée au puisage
= 40°C ;
- θ_{cw} = température de l'eau froide entrant dans le système issue du fichier météorologique de la Th-C-E ex 2008 et donnée dans le tableau 2, en degrés Celsius :

Tableau 2

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

	H1	H2	H3
θ_{cw}	10,5	12	14,5

Le besoin annuel en énergie finale pour l'ECS, Q_w , en kWh, est ensuite déterminé en fonction des scénarios d'occupation :

$$Q_w = \frac{F_{occ} * Q_{w_heβδο}}{1000}$$

Où :

- F_{occ} = nombre de semaines d'occupation du bâtiment pour l'ECS issu des scénarios d'occupation de la méthode Th-C-E ex 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}
Zones d'enseignement ou zones d'hébergement et de restauration qui leur sont associées	36
Autres	52

4.2 Efficacité globale du récupérateur de chaleur Eff_{recup}

L'efficacité globale de l'échangeur de chaleur Eff_{rec,ip} 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 :

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

– 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 :

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

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 :

$$Eff_{récup} = \min(0,8 * Eff_{nom} * C_{trans}, Valeur_{utile_max})$$

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 :

$$Eff_{récup} = 0,8 * Valeur_{utile_max}$$

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) sont données selon l'usage de la zone de bâtiment et selon le type d'appareil sanitaire dans le tableau suivant.

Tableau 4
*Proportion d'eau chaude sanitaire traitée par
le récupérateur de chaleur selon l'usage de la zone du bâtiment*

USAGES	Proportion d'ECS (P) traitée par le récupérateur de chaleur (en %)
Logements (individuels et collectifs)	66 %
Hébergement	66 %
Etablissement sanitaire avec hébergement – avec blanchisserie	42 %
Etablissement sanitaire avec hébergement – sans blanchisserie	66 %
Hôtel 1* sans blanchisserie	70 %
Hôtel 1* avec blanchisserie	56 %
Hôtel 2* sans blanchisserie	75 %
Hôtel 2* avec blanchisserie	63 %
Hôtel 3* sans blanchisserie	80 %
Hôtel 3* avec blanchisserie	70 %
Hôtel 4* et GC sans blanchisserie	85 %
Hôtel 4* et GC avec blanchisserie	76 %
Etablissements sportifs	100 %

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 Th-C-E ex 2008 et récapitulée dans le tableau 5 suivant :

Tableau 5
Valeur de la température de l'eau froide en fonction de la zone climatique

	H1	H2	H3
θ_{cw}	10,5	12	14,5

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 paragraphe 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 paragraphe 4.5 du présent arrêté), en mètres ;
- $N_{app_récupérateur}$ = nombre d'appareils sanitaires reliés au système de récupération de chaleur.