



## **Règlement grand-ducal du 16 mai 2019 modifiant le règlement grand-ducal du 7 août 2015 relatif au fonctionnement du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.**

Nous Henri, Grand-Duc de Luxembourg, Duc de Nassau,

Vu la loi modifiée du 1<sup>er</sup> août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité, et notamment son article 48*bis* ;

Vu la loi modifiée du 1<sup>er</sup> août 2007 relative à l'organisation du marché du gaz naturel, et notamment son article 12*bis* ;

Vu la directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE ;

Vu les avis de la Chambre de commerce et de la Chambre des métiers ;

Les avis de la Chambre des salariés et de la Chambre des fonctionnaires et employés publics ayant été demandés ;

Notre Conseil d'État entendu ;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'Énergie et après délibération du Gouvernement en conseil ;

*Arrêtons :*

### **Art. 1<sup>er</sup>.**

L'article 5 du règlement grand-ducal du 7 août 2015 relatif au fonctionnement du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique est modifié comme suit :

1° Au paragraphe 1<sup>er</sup>, les termes « de 2,5 » sont remplacés par les termes « repris à l'annexe IV de la directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE » ;

2° Au paragraphe 1<sup>er</sup>, la quatrième phrase est remplacée comme suit :

« Sans préjudice des dispositions prévues à l'article 11, paragraphe 1<sup>er</sup>, les lettres h) et i) sont considérées comme des économies d'énergie générées sous forme d'électricité les économies générées par des mesures dont la référence est basée sur l'électricité. » ;

3° À la suite du paragraphe 4, il est inséré un paragraphe 5 nouveau qui prend la teneur suivante :

« (5) Les modifications du coefficient d'énergie primaire par défaut repris à l'annexe IV de la directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE que la Commission européenne est habilitée à prendre au moyen d'un acte délégué en vertu de l'article 22, paragraphe 2 de la directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE, s'appliquent avec effet au jour de la date de l'entrée en vigueur des actes modificatifs afférents de l'Union européenne.

Le membre du Gouvernement ayant l'Énergie dans ses attributions publiera un avis au Journal officiel du Luxembourg, renseignant sur les modifications ainsi intervenues, en y ajoutant une référence à l'acte publié au Journal officiel de l'Union européenne. ».

**Art. 2.**

À l'article 11, paragraphe 1<sup>er</sup>, du même règlement, les lettres h) et i) sont remplacées comme suit :

- « h) Pour les mesures spécifiques dont l'effet est généré par la mise en place d'une centrale de cogénération à haut rendement, telle que définie au règlement grand-ducal modifié du 26 décembre 2012 relatif à la production d'électricité basée sur la cogénération à haut rendement, et celles basées sur les sources d'énergie renouvelables, l'électricité substituée par la centrale de cogénération est à corriger par le biais du coefficient d'énergie primaire par défaut visé à l'article 5, paragraphe 1<sup>er</sup>.
- i) Pour les mesures spécifiques dont l'effet est généré par le remplacement d'une centrale de cogénération, l'électricité produite par la centrale de cogénération remplacée est à corriger au niveau de la référence par le biais du coefficient d'énergie primaire par défaut visé à l'article 5, paragraphe 1<sup>er</sup>. ».

**Art. 3.**

À l'article 13 du même règlement, la lettre a) est complétée par les termes « , exception faite des économies d'énergie générées sous le couvert du programme « Lean and Green » ».

**Art. 4.**

L'annexe II du même règlement est remplacée par l'annexe II du présent règlement, intitulée « Annexe II Catalogue des mesures standardisées ».

**Art. 5.**

Notre ministre de l'Énergie est chargé de l'exécution du présent règlement qui sera publié au Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg.

*Le Ministre de l'Énergie,*  
**Claude Turmes**

Palais de Luxembourg, le 16 mai 2019.  
**Henri**

## **Annexe II**

### **Catalogue des mesures standardisées**

Code : BA-010

## Isolation thermique d'un mur extérieur

### I. Description

Les déperditions thermiques à travers un mur extérieur sont réduites par l'amélioration de l'isolation thermique du mur extérieur.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

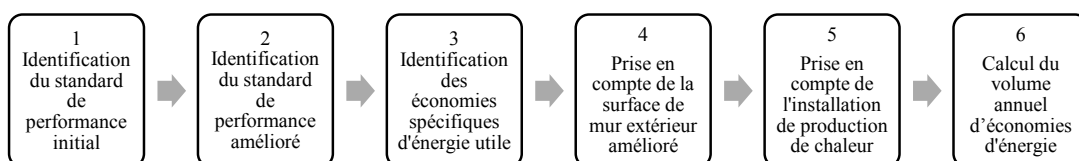
Mur extérieur dans son état initial (avant l'amélioration de l'isolation thermique).

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Mur extérieur dans son état amélioré (après l'amélioration de l'isolation thermique).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Le standard de performance du mur extérieur dans son état initial est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U du mur extérieur dans son état initial ou de l'année de construction du bâtiment.

Tableau 1 : Identification du standard de performance du mur extérieur

Standard de performance du mur extérieur	Valeur U [W/m <sup>2</sup> K]	Année de construction du bâtiment
A / SPI	$U \leq 0,12$	(standard de performance correspondant à une maison passive)
B / SPII	$0,12 < U \leq 0,17$	(standard de performance correspondant à une maison à basse consommation d'énergie)
C / SPIII	$0,17 < U \leq 0,23$	à partir de 2012, (standard de performance correspondant à une maison à économie d'énergie)
D / SPIV	$0,23 < U \leq 0,27$	2008 – 2011
E	$0,27 < U \leq 0,45$	1995 – 2007

F	$0,45 < U \leq 0,60$	1984 – 1994
G	$0,60 < U \leq 0,90$	1973 – 1983
H	$0,90 < U \leq 1,10$	1962 – 1972
I	$1,10 < U$	avant 1962

Note : SPI-IV sont les standards de performance du mur extérieur tels que définis par le règlement grand-ducal modifié du 12 décembre 2012 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables dans le domaine du logement.

2. Le standard de performance du mur extérieur dans son état amélioré est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U du mur extérieur dans son état amélioré.

3. Les économies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  sont identifiées en fonction du standard de performance à l'état initial et du standard de performance à l'état amélioré à l'aide du tableau 2.

Tableau 2 : Economies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  générées par l'amélioration de l'isolation thermique du mur extérieur en kWh/m<sup>2</sup> surface du mur extérieur amélioré a

Standard de performance initial	Standard de performance amélioré							
	A/SPI	B/SPII	C/SPIII	D/SPIV	E	F	G	H
B	3,6	-	-	-	-	-	-	-
C	8,0	4,4	-	-	-	-	-	-
D	11,1	7,5	3,0	-	-	-	-	-
E	26,0	22,1	17,5	14,3	-	-	-	-
F	39,1	35,1	30,2	27,0	12,3	-	-	-
G	62,5	58,5	53,8	50,7	36,3	24,3	-	-
H	80,0	76,0	71,2	67,9	53,3	41,1	16,5	-
I	129,2	125,1	120,2	117,0	102,3	90,1	65,5	49,2

Note : SPI-IV sont les standards de performance du mur extérieur tels que définis par le règlement grand-ducal modifié du 12 décembre 2012 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables dans le domaine du logement.

4. Les économies spécifiques d'énergie utile sont multipliées par la surface du mur extérieur amélioré.

$$Q_c = q_c \cdot A_{mur}$$

avec  $Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$q_c$  : économies spécifiques d'énergie utile en kWh/m<sup>2</sup> surface du mur extérieur amélioré a ;

$A_{mur}$  : surface du mur extérieur amélioré en m<sup>2</sup>.

5. Le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$ , qui est nécessaire pour le calcul du volume annuel d'économies d'énergie, dépend de l'installation de production de chaleur en place. Le facteur est à extraire du tableau 3.

Tableau 3 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$
Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38
Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48
Chauffage urbain	1,01

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 3, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ , indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

6. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé en multipliant les économies d'énergie utile par le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

$$VEEP = \frac{Q_c \cdot e_c}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$e_c$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

#### VI. Durée de vie de la mesure

40 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul est uniquement valable pour les bâtiments d'habitation existants et les bâtiments fonctionnels existants.

#### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 4 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.

Tableau 4 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
<b>BA-010 à BA-090</b>	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
<b>BA-010 à BA-090</b>	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
<b>BA-060 BA-080 BA-090</b>	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
<b>BA-010 à BA-090</b>	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
<b>BA-010 à BA-040</b>	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
<b>BA-010</b>	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
<b>BA-020</b>	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
<b>BA-030</b>	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
<b>BA-040</b>	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
<b>BA-050</b>	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	V débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
<b>BA-060</b>	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
<b>BA-070</b>	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
<b>BA-080</b>	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40



Code: BA-020

## **Isolation thermique d'une toiture ou d'une dalle supérieure contre zone non chauffée**

### I. Description

Les déperditions thermiques à travers une toiture ou une dalle supérieure contre zone non chauffée sont réduites par l'amélioration de l'isolation thermique de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

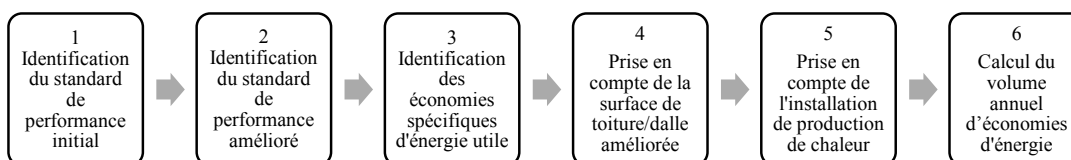
Toiture ou dalle supérieure contre zone non chauffée dans son état initial (avant l'amélioration de l'isolation thermique).

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Toiture ou dalle supérieure contre zone non chauffée dans son état amélioré (après l'amélioration de l'isolation thermique).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Le standard de performance de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée dans son état initial est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée dans son état initial ou de l'année de construction du bâtiment.

Tableau 1 : Identification du standard de performance de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée

Standard de performance de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée	Valeur U [W/m <sup>2</sup> K]	Année de construction du bâtiment
A / SPI	$U \leq 0,10$	(standard de performance correspondant à une maison passive)
B / SPII	$0,10 < U \leq 0,13$	(standard de performance correspondant à une maison à basse consommation d'énergie)
C / SPIII	$0,13 < U \leq 0,17$	à partir de 2012, (standard de performance correspondant à une maison à économie d'énergie)
D / SPIV	$0,17 < U \leq 0,21$	2008 – 2011
E	$0,21 < U \leq 0,30$	1995 – 2007
F	$0,30 < U \leq 0,40$	1984 – 1994
G	$0,40 < U \leq 0,65$	1973 – 1983
H	$0,65 < U \leq 1,23$	1962 – 1972
I	$1,23 < U$	avant 1962

Note : SPI-IV sont les standards de performance de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée tels que définis par le règlement grand-ducal modifié du 12 décembre 2012 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables dans le domaine du logement.

2. Le standard de performance de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée dans son état amélioré est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée dans son état amélioré.

3. Les économies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  sont identifiées en fonction du standard de performance à l'état initial et du standard de performance à l'état amélioré à l'aide du tableau 2.

Tableau 2 : Economies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  générées par l'amélioration de l'isolation thermique de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée en kWh/m<sup>2</sup><sub>surface toiture/dalle améliorée</sub> a

Standard de performance initial	Standard de performance amélioré							
	A/SPI	B/SPII	C/SPIII	D/SPIV	E	F	G	H
B	2,2	-	-	-	-	-	-	-
C	5,1	2,9	-	-	-	-	-	-
D	8,3	6,0	3,0	-	-	-	-	-
E	16,0	13,6	10,4	7,2	-	-	-	-

F	24,7	22,2	18,9	15,6	8,2	-	-	-
G	44,6	42,2	38,9	35,7	28,4	20,3	-	-
H	92,4	90,0	86,7	83,4	76,0	67,8	47,3	-
I	151,7	149,3	146,0	142,7	135,3	127,1	106,6	59,5

Note : SPI-IV sont les standards de performance de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée tels que définis par le règlement grand-ducal modifié du 12 décembre 2012 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables dans le domaine du logement.

4. Les économies spécifiques d'énergie utile sont multipliées par la surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée.

$$Q_c = q_c \cdot A_{toiture/dalle}$$

avec  $Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$q_c$  : économies spécifiques d'énergie utile en kWh/m<sup>2</sup><sub>surface toiture/dalle améliorée a</sub> ;

$A_{toiture/dalle}$  : surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée en m<sup>2</sup>.

5. Le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$ , qui est nécessaire pour le calcul du volume annuel d'économies d'énergie, dépend de l'installation de production de chaleur en place. Le facteur est à extraire du tableau 3.

Tableau 3 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$
Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46

Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38
Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48
Chauffage urbain	1,01

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 3, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ , indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

6. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé en multipliant les économies d'énergie utile par le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

$$VEEP = \frac{Q_c \cdot e_c}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$e_c$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

#### VI. Durée de vie de la mesure

40 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul est uniquement valable pour les bâtiments d'habitation existants et les bâtiments fonctionnels existants.

#### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 4 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.

Tableau 4 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
<b>BA-010 à BA-090</b>	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
<b>BA-010 à BA-090</b>	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
<b>BA-060 BA-080 BA-090</b>	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
<b>BA-010 à BA-090</b>	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
<b>BA-010 à BA-040</b>	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
<b>BA-010</b>	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
<b>BA-020</b>	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
<b>BA-030</b>	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
<b>BA-040</b>	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
<b>BA-050</b>	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	V débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
<b>BA-060</b>	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
<b>BA-070</b>	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
<b>BA-080</b>	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40

Code : BA-030

## Isolation thermique d'une dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol

### I. Description

Les déperditions thermiques à travers une dalle inférieure contre zone non chauffée ou un sol sont réduites par l'amélioration de l'isolation thermique de cet élément de construction.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

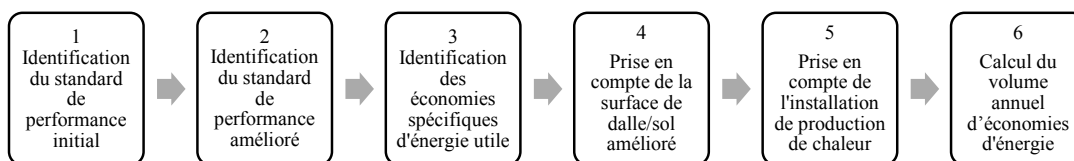
Dalle inférieure contre zone non chauffée ou fermeture horizontale inférieure du bâtiment dans son état initial (avant l'amélioration de l'isolation thermique).

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Dalle inférieure contre zone non chauffée ou sol dans son état amélioré (après l'amélioration de l'isolation thermique).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Le standard de performance de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol dans son état initial est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol dans son état initial ou de l'année de construction du bâtiment.

Tableau 1 : Identification du standard de performance de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou sol

Standard de performance de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol	Valeur U [W/m² K]	Année de construction du bâtiment
A / SPI	$U \leq 0,15$	(standard de performance correspondant à une maison passive)
B / SPII	$0,15 < U \leq 0,22$	(standard de performance correspondant à une maison à basse consommation d'énergie)

C / SPIII	0,22 < U ≤ 0,28	à partir de 2012, (standard de performance correspondant à une maison à économie d'énergie)
D / SPIV	0,28 < U ≤ 0,34	2008 – 2011
E	0,34 < U ≤ 0,50	1995 – 2007
F	0,50 < U ≤ 0,60	1984 – 1994
G	0,60 < U ≤ 0,90	1973 – 1983
H	0,90 < U ≤ 1,00	1962 – 1972
I	1,00 < U	avant 1962

Note : SPI-IV sont les standards de performance de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol tels que définis par le règlement grand-ducal modifié du 12 décembre 2012 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables dans le domaine du logement.

2. Le standard de performance de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol dans son état amélioré est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol dans son état amélioré.

3. Les économies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  sont identifiées en fonction du standard de performance à l'état initial et du standard de performance à l'état amélioré à l'aide du tableau 2.

Tableau 2 : Economies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  générées par l'amélioration de l'isolation thermique de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol en kWh/m<sup>2</sup><sub>surface dalle/sol amélioré</sub> a

Standard de performance initial	Standard de performance amélioré							
	A/SPI	B/SPII	C/SPIII	D/SPIV	E	F	G	H
B	3,7	-	-	-	-	-	-	-
C	6,8	3,2	-	-	-	-	-	-
D	10,4	6,6	3,3	-	-	-	-	-
E	17,2	13,1	9,6	6,1	-	-	-	-
F	23,1	18,9	15,3	11,7	5,4	-	-	-
G	32,8	28,6	25,1	21,5	15,3	10,0	-	-
H	37,9	33,7	30,1	26,5	20,2	14,8	4,7	-
I	41,7	37,5	33,9	30,3	24,0	18,7	8,6	3,9

Note : SPI-IV sont les standards de performance de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol tels que définis par le règlement grand-ducal modifié du 12 décembre 2012 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables dans le domaine du logement.

4. Les économies spécifiques d'énergie utile sont multipliées par la surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée.

$$Q_c = q_c \cdot A_{dalle/sol}$$



avec  $Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$q_c$  : économies spécifiques d'énergie utile en kWh/m<sup>2</sup> surface dalle/sol améliorée a ;

$A_{dalle/sol}$  : surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée en m<sup>2</sup>.

5. Le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$ , qui est nécessaire pour le calcul du volume annuel d'économies d'énergie, dépend de l'installation de production de chaleur en place. Le facteur est à extraire du tableau 3.

Tableau 3 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$
Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38
Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48

Chauffage urbain	1,01
------------------	------

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 3, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ , indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

6. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé en multipliant les économies d'énergie utile par le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

$$VEEP = \frac{Q_c \cdot e_c}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$e_c$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

#### VI. Durée de vie de la mesure

40 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul est uniquement valable pour les bâtiments d'habitation existants et les bâtiments fonctionnels existants.

#### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 4 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.

Tableau 4 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
<b>BA-010 à BA-090</b>	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
<b>BA-010 à BA-090</b>	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
<b>BA-060 BA-080 BA-090</b>	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
<b>BA-010 à BA-090</b>	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
<b>BA-010 à BA-040</b>	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
<b>BA-010</b>	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
<b>BA-020</b>	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
<b>BA-030</b>	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
<b>BA-040</b>	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
<b>BA-050</b>	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	V débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
<b>BA-060</b>	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
<b>BA-070</b>	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
<b>BA-080</b>	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40

Code : BA-040

## Echange de fenêtres

### I. Description

Les déperditions thermiques à travers les fenêtres sont réduites par l'échange de fenêtres existantes par des fenêtres énergétiquement plus performantes.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

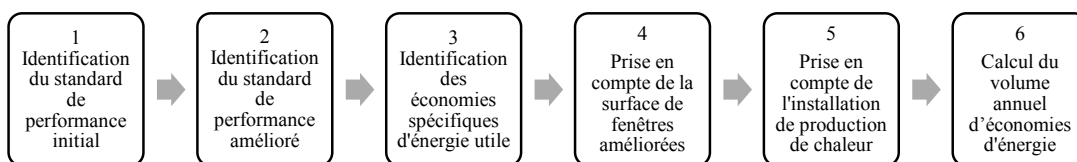
Fenêtres dans leur état initial (avant l'échange).

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Fenêtres dans leur état amélioré (après l'échange).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Le standard de performance des fenêtres dans leur état initial est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U des fenêtres dans leur état initial ou de l'année de construction du bâtiment.

Tableau 1 : Identification du standard de performance des fenêtres

Standard de performance des fenêtres	Valeur U [W/m <sup>2</sup> K]	Année de construction du bâtiment
A	$U \leq 0,78$	(standard de performance correspondant à une maison passive)
B	$0,78 < U \leq 0,92$	(standard de performance correspondant à une maison à basse consommation d'énergie)
C	$0,92 < U \leq 1,12$	à partir de 2012, (standard de performance correspondant à une maison à économie d'énergie)
D	$1,12 < U \leq 1,36$	2008 – 2011
E	$1,36 < U \leq 1,90$	1995 – 2007

F	$1,90 < U \leq 2,30$	1984 – 1994
G	$2,30 < U \leq 2,70$	1973 – 1983
H	$2,70 < U \leq 3,20$	1962 – 1972
I	$3,20 < U$	avant 1962

2. Le standard de performance des fenêtres dans leur état amélioré est identifié à l'aide du tableau 1 par l'intermédiaire de la valeur U des fenêtres dans leur état amélioré.

3. Les économies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  sont identifiées en fonction du standard de performance à l'état initial et du standard de performance à l'état amélioré à l'aide du tableau 2.

Tableau 2 : Economies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  générées par l'échange de fenêtres en kWh/m<sup>2</sup> surface des fenêtres améliorées a

Standard de performance initial	Standard de performance amélioré							
	A	B	C	D	E	F	G	H
B	9,8	-	-	-	-	-	-	-
C	19,6	9,6	-	-	-	-	-	-
D	31,1	20,6	11,8	-	-	-	-	-
E	72,5	61,7	53,9	42,9	-	-	-	-
F	104,9	93,7	86,9	76,8	32,9	-	-	-
G	103,2	91,9	86,3	77,4	32,6	-	-	-
H	140,0	128,6	124,0	116,1	71,0	37,6	41,1	-
I	249,1	237,7	234,7	228,2	183,0	149,5	157,2	115,9

4. Les économies spécifiques d'énergie utile sont multipliées par la surface des fenêtres améliorées.

$$Q_c = q_c \cdot A_{fenêtres}$$

avec  $Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$q_c$  : économies spécifiques d'énergie utile en kWh/m<sup>2</sup> surface des fenêtres améliorées a ;

$A_{fenêtres}$  : surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres) en m<sup>2</sup>.

5. Le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$ , qui est nécessaire pour le calcul du volume annuel d'économies d'énergie, dépendent de l'installation de production de chaleur en place. Le facteur est à extraire du tableau 3.

Tableau 3 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$
Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38
Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48
Chauffage urbain	1,01

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 3, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ , indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen

des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

6. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé en multipliant les économies d'énergie utile par le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

$$VEEP = \frac{Q_c \cdot e_c}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$e_c$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

#### VI. Durée de vie de la mesure

30 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul est uniquement valable pour les bâtiments d'habitation existants et les bâtiments fonctionnels existants.

#### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 4 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.

Tableau 4 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
<b>BA-010 à BA-090</b>	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
<b>BA-010 à BA-090</b>	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
<b>BA-060 BA-080 BA-090</b>	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
<b>BA-010 à BA-090</b>	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
<b>BA-010 à BA-040</b>	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
<b>BA-010</b>	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
<b>BA-020</b>	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
<b>BA-030</b>	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
<b>BA-040</b>	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
<b>BA-050</b>	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	V débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
<b>BA-060</b>	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
<b>BA-070</b>	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
<b>BA-080</b>	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40



Code : BA-050

## Mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée avec récupération de chaleur

### I. Description

Les déperditions thermiques par ventilation sont réduites par la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée avec récupération de chaleur.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Bâtiment d'habitation sans ventilation mécanique contrôlée (ventilation manuelle).

Cas b) Bâtiment fonctionnel sans ventilation mécanique contrôlée (ventilation manuelle).

Cas c) Bâtiment d'habitation ou fonctionnel pourvu d'une ventilation mécanique contrôlée, avec ou sans récupération de chaleur.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

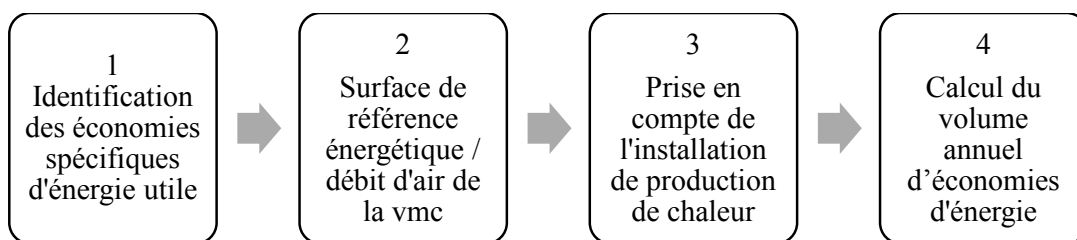
Cas a) Bâtiment d'habitation avec ventilation mécanique contrôlée avec récupération de chaleur.

Cas b) Bâtiment fonctionnel avec ventilation mécanique contrôlée avec récupération de chaleur.

Cas c) Bâtiment d'habitation ou fonctionnel pourvu d'une ventilation mécanique contrôlée avec récupération de chaleur.

### Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Les économies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  dépendent du rendement du système de récupération de chaleur.

Lorsque ce rendement est supérieur ou égal à 80% et dans le cas d'un bâtiment d'habitation, les économies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  peuvent être approximées à  $19 \text{ kWh/m}^2_{\text{surface de référence énergétique}}$  a. Les économies spécifiques d'énergie utile sont donc exprimées par rapport à la surface de référence énergétique ventilée mécaniquement du bâtiment d'habitation.

Lorsque ce rendement est supérieur ou égal à 80% et dans le cas d'un bâtiment fonctionnel, les économies spécifiques d'énergie utile  $q_c$  peuvent être approximées à 19 kWh/(m<sup>3</sup>/h) a. Les économies spécifiques d'énergie utile sont donc exprimées par rapport au débit d'air de la ventilation mécanique contrôlée du bâtiment fonctionnel. A défaut du débit d'air réel, le débit d'air projeté peut être utilisé.

2.

Cas a) Dans le cas d'un bâtiment d'habitation, les économies spécifiques d'énergie utile sont multipliées par la surface de référence énergétique ventilée mécaniquement.

$$Q_c = q_c \cdot A_{nv}$$

avec  $Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$q_c$  : 19 kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a ;

$A_{nv}$  : surface de référence énergétique ventilée mécaniquement en m<sup>2</sup>.

Cas b) Dans le cas d'un bâtiment fonctionnel, les économies spécifiques d'énergie utile sont multipliées par le débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée.

$$Q_c = q_c \cdot V$$

avec  $Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$q_c$  : 19 kWh/(m<sup>3</sup>/h) a ;

$V$  : débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée en m<sup>3</sup>/h.

Cas c) Mise en œuvre d'un système de récupération de chaleur ou amélioration du rendement du système de récupération de chaleur d'une ventilation mécanique contrôlée existante pour un bâtiment d'habitation ou fonctionnel. Les économies d'énergie utile sont obtenues par la formule suivante :

$$Q_c = 0,35 \cdot 65 \cdot (\eta_{VMC,après} - \eta_{VMC,avant}) \cdot V$$

avec  $Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$V$  : débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée en m<sup>3</sup>/h.

$\eta_{VMC,après}$  : rendement du système de récupération de chaleur de la ventilation mécanique contrôlée dans la situation améliorée, d'après les données du constructeur, sans dimension.

$\eta_{VMC,avant}$  : rendement du système de récupération de chaleur de la ventilation mécanique contrôlée dans la situation initiale, d'après les données du constructeur, sans dimension. En cas d'absence de système de récupération de chaleur dans la situation initiale, cette valeur vaut 0 ;

3. Le facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$ , qui est nécessaire pour le calcul du volume annuel d'économies d'énergie, dépend de l'installation de production de chaleur en place. Le facteur est à extraire du tableau 1.

Tableau 1 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage  $e_c$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$
Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38
Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48
Chauffage urbain	1,01

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 1, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ , indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

Cas a) et b)

$$VEEP = \frac{Q_c \cdot e_c - q_v \cdot V}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$e_c$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage ;

$q_v$  : consommation d'électricité spécifique des ventilateurs : 2 kWh/( $m^3/h$ ) a pour bâtiment d'habitation et 2,4 kWh/( $m^3/h$ ) a pour bâtiment fonctionnel ;

$V$  : débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée en  $m^3/h$ .

Cas c)

$$VEEP = \frac{Q_c \cdot e_c}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$Q_c$  : économies d'énergie utile en kWh/a ;

$e_c$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage.

## VI. Durée de vie de la mesure

25 ans.

### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul est uniquement valable pour les bâtiments d'habitation existants et les bâtiments fonctionnels existants.

### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 2 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.

Tableau 2 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
<b>BA-010 à BA-090</b>	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
<b>BA-010 à BA-090</b>	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
<b>BA-060 BA-080 BA-090</b>	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
<b>BA-010 à BA-090</b>	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
<b>BA-010 à BA-040</b>	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
<b>BA-010</b>	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
<b>BA-020</b>	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
<b>BA-030</b>	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
<b>BA-040</b>	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
<b>BA-050</b>	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	V débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
<b>BA-060</b>	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
<b>BA-070</b>	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
<b>BA-080</b>	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40

Code : BA-060

## Remplacement d'une installation de production de chaleur

### I. Description

La consommation d'énergie de la production de chaleur est réduite par le remplacement de l'installation de production de chaleur existante par une installation à rendement plus élevé.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Installation de production de chaleur initiale (avant le remplacement).

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Installation de production de chaleur à rendement plus élevé (après le remplacement).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La classe d'isolation thermique du bâtiment est identifiée par l'intermédiaire du certificat de performance énergétique ou, à défaut, par l'intermédiaire de l'année de construction du bâtiment en tenant compte d'une éventuelle modernisation partielle, antérieure du bâtiment (voir tableau 1).

Tableau 1 : Identification simplifiée de la classe d'isolation thermique du bâtiment

Année de construction du bâtiment	Classe d'isolation thermique	Classe d'isolation thermique en cas de modernisation partielle antérieure
à partir de 2012	C	C
2008 – 2011	D	D
1995 – 2007	E	D
1984 – 1994	F	D
1973 – 1983	G	E

1962 – 1972	H	F
avant 1962	I	G

2. Le besoin spécifique en chaleur de chauffage à prendre en compte est calculé par la formule suivante:

$$q_c = a_0 \cdot A_n^{a_1}$$

avec  $q_c$  : besoin spécifique en chaleur de chauffage en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a ;

$a_0$  : paramètre à extraire du tableau 2 ;

$A_n$  : surface de référence énergétique du bâtiment en m<sup>2</sup> ;

$a_1$  : paramètre à extraire du tableau 2.

A noter qu'il n'est pas permis d'utiliser le besoin spécifique en chaleur de chauffage indiqué dans le certificat de performance énergétique.

Tableau 2 : Paramètres  $a_0$  et  $a_1$

Classe d'isolation thermique du bâtiment	Paramètres	
	$a_0$	$a_1$
A	78,49	-0,2686
B	103,87	-0,2345
C	112,67	-0,1345
D	137,11	-0,1285
E	221,83	-0,1519
F	292,89	-0,1557
G	431,52	-0,1802
H	613,47	-0,1964
I	898,49	-0,1969

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en m<sup>2</sup>, indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$



avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

3. Le besoin spécifique en eau chaude sanitaire  $q_{ec}$  est indiqué au tableau 3 en fonction du type du bâtiment. Il est exprimé en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a.

Tableau 3 : Besoin spécifique en eau chaude sanitaire  $q_{ec}$  en fonction du type du bâtiment

Type du bâtiment	$q_{ec}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]
Habitation EFH	19
Habitation MFH	29
Bâtiments administratifs, écoles, commerces, industrie	11
Centres de manifestation	23
Salles de sport	137
Restaurants	78
Hôpitaux	39

4. Les économies spécifiques d'énergie sont calculées par la formule suivante:

$$\Delta q_c = q_c \cdot (e_{c,e} - e_{c,n}) + q_{ec} \cdot (e_{ec,e} - e_{ec,n})$$

avec  $\Delta q_c$  : économies spécifiques d'énergie en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a ;

$q_c$  : besoin spécifique en chaleur de chauffage en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a ;

$q_{ec}$  : besoin spécifique en eau chaude sanitaire en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a ;

$e_{c,e/n}$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage par l'installation existante/nouvelle ;

$e_{ec,e/n}$  : facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire par l'installation existante/nouvelle.

Les différents facteurs sont à extraire du tableau 4.

Tableau 4 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage / d'eau chaude sanitaire  $e_{c/ec}$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$	Facteur $e_{ec}$

Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$	$1,17 \leq 2,732 \cdot A_n^{-0,09709} \leq 1,82$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$	$1,10 \leq 1,313 \cdot A_n^{-0,02007} \leq 1,21$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$	$1,08 \leq 1,251 \cdot A_n^{-0,01722} \leq 1,17$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$	$1,08 \leq 1,251 \cdot A_n^{-0,01722} \leq 1,17$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23	0,27
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30	0,37
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46	0,54
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54	0,61
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66	0,77
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38	1,38
Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48	1,48
Chauffage urbain	1,01	1,14

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 4, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ .

5. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé en multipliant les économies spécifiques d'énergie par la surface de référence énergétique du bâtiment.

$$VEEP = \frac{\Delta q_c \cdot A_n}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$\Delta q_c$  : économies spécifiques d'énergie en  $kWh/m^2$  surface de référence énergétique a ;

$A_n$  : surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ .

#### VI. Durée de vie de la mesure

20 ans (pompe à chaleur : 15 ans).

#### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul est uniquement valable pour des systèmes monovalents de production de chaleur utilisés pour le conditionnement de bâtiments d'habitation et de bâtiments fonctionnels. La mise en place d'installations de chauffage électrique directs respectivement à accumulation est exclue.

#### VIII. Convergence avec la fiche standardisée BA-090

Si la pompe de circulation de chauffage est remplacée conformément à la fiche BA-090, en même temps que l'installation de production de chaleur, les deux mesures peuvent être considérées comme ne constituant qu'une seule mesure standardisée tombant sous le coup de la présente fiche. Dans ce cas, le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé en additionnant l'économie d'énergie générée par le remplacement de la pompe de circulation de chauffage calculée conformément à la fiche BA-090 à l'économie d'énergie générée par le remplacement de l'unité de production de chaleur calculée conformément à la présente fiche BA-060.

#### IX. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 5 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.

Tableau 5 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
<b>BA-010 à BA-090</b>	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
<b>BA-010 à BA-090</b>	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
<b>BA-060 BA-080 BA-090</b>	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
<b>BA-010 à BA-090</b>	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
<b>BA-010 à BA-040</b>	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
<b>BA-010</b>	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
<b>BA-020</b>	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
<b>BA-030</b>	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
<b>BA-040</b>	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
<b>BA-050</b>	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	V débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
<b>BA-060</b>	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
<b>BA-070</b>	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
<b>BA-080</b>	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40

Code : BA-070

## Mise en place d'une installation solaire thermique avec ou sans appoint du chauffage

### I. Description

La consommation d'énergie de la production de chaleur est réduite par la mise en place d'une installation solaire thermique avec ou sans appoint du chauffage.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Production de chaleur sans installation solaire thermique.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Installation de production de chaleur complétée par une installation solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire ou pour la production d'eau chaude sanitaire avec appoint du chauffage.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Dans le cas d'une installation solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire, le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{q_{sol} \cdot A_c \cdot e_{ec}}{1.000}$$

Dans le cas d'une installation solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire avec appoint du chauffage, le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{q_{sol} \cdot A_c \cdot (0,9 \cdot e_{ec} + 0,1 \cdot e_c)}{1.000}$$

- avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;
- $q_{sol}$  : rendement énergétique du collecteur solaire thermique en kWh/m<sup>2</sup> surface du collecteur solaire à extraire du tableau 1 en fonction du type de l'installation solaire thermique et du type de collecteur solaire thermique ;
- $A_c$  : surface d'ouverture du collecteur solaire thermique (« Aperturfläche ») en m<sup>2</sup> ;
- $e_{ec}$  : facteur de dépense pour la production d'eau chaude sanitaire en fonction de l'installation de production de chaleur existante, à extraire du tableau 2 ;

$e_c$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage en fonction de l'installation de production de chaleur existante, à extraire du tableau 2.

Tableau 1 : Rendement énergétique du collecteur solaire thermique  $q_{sol}$  en kWh/m<sup>2</sup> surface du collecteur solaire  $a$  et en fonction type de l'installation solaire thermique et du type de collecteur solaire thermique

Type de collecteur solaire thermique	Production d'eau chaude sanitaire	Production d'eau chaude sanitaire avec appoint du chauffage
Collecteur plan	350	310
Collecteur tubulaire	450	430

Tableau 2 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage / d'eau chaude sanitaire  $e_c/e_{ec}$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$	Facteur $e_{ec}$
Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$	$1,17 \leq 2,732 \cdot A_n^{-0,09709} \leq 1,82$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$	$1,10 \leq 1,313 \cdot A_n^{-0,02007} \leq 1,21$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$	$1,08 \leq 1,251 \cdot A_n^{-0,01722} \leq 1,17$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$	$1,08 \leq 1,251 \cdot A_n^{-0,01722} \leq 1,17$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23	0,27
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30	0,37
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46	0,54
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54	0,61

Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66	0,77
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38	1,38
Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48	1,48
Chauffage urbain	1,01	1,14

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 3, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ , indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

Si l'installation solaire thermique est intégrée dans un système bivalent de production de chaleur, l'installation de production de chaleur présentant les facteurs de dépense les plus bas doit être appliquée.

#### VI. Durée de vie de la mesure

20 ans.

### VII. Restrictions à l'application

L'application de la méthodologie de calcul présuppose que l'installation solaire thermique soit correctement dimensionnée (surface du collecteur solaire thermique et volume de l'accumulateur de chaleur). A titre indicatif, la surface du collecteur d'une installation solaire thermique de production d'eau chaude sanitaire se situe entre 1,0 et 1,5 m<sup>2</sup>/personne pour un collecteur plan et entre 0,8 et 1,2 m<sup>2</sup>/personne pour un collecteur tubulaire.

### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 3 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.



Tableau 3 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
BA-010 à BA-090	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
BA-010 à BA-090	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
BA-060 BA-080 BA-090	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
BA-010 à BA-090	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
BA-010 à BA-040	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
BA-010	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
BA-020	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
BA-030	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
BA-040	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
BA-050	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	$V$ débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
BA-060	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
BA-070	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
BA-080	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40

Code : BA-080

## **Isolation thermique de conduites de distribution de chaleur de chauffage ou d'eau chaude sanitaire**

### I. Description

Les déperditions thermiques des conduites de distribution de chaleur de chauffage ou d'eau chaude sanitaire situées dans des zones non chauffées du bâtiment sont réduites par l'amélioration de l'isolation thermique des conduites.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Conduites de distribution de chaleur de chauffage ou d'eau chaude sanitaire sans ou avec une isolation thermique minimale (valeur de l'isolation thermique de la conduite  $\geq 0,4 \text{ W}/(\text{K m}_{\text{conduite}})$ ) dans les zones non chauffées du bâtiment.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Toutes conduites de distribution de chaleur de chauffage ou d'eau chaude sanitaire situées dans les zones non chauffées du bâtiment calorifugées avec une isolation thermique de

- $\leq 0,210 \text{ W}/(\text{K m}_{\text{conduite}})$  (correspondant aux exigences minimales de la réglementation relative à la performance énergétique des bâtiments<sup>1</sup>), ou
- $\leq 0,145 \text{ W}/(\text{K m}_{\text{conduite}})$  (correspondant au double des exigences minimales de la réglementation relative à la performance énergétique des bâtiments).

Les exigences minimales concernant l'isolation thermique des tuyaux de distribution de chauffage et d'eau chaude sanitaire peuvent être approximées suivant le tableau 1 :

Tableau 1 : Identification de l'épaisseur d'isolation thermique des tuyaux de distribution de chauffage et d'eau chaude sanitaire en fonction du diamètre intérieur du tuyau et de la conductivité thermique de l'isolant.

<b>Ligne</b>	<b>Type de tuyaux / raccords</b>	<b>Épaisseur minimale de l'isolation thermique, par rapport à la conductivité thermique de 0,035 W/(mK)</b>
1	diamètre intérieur jusqu'à 22 mm	20 mm
2	diamètre intérieur entre 22 et 35 mm	30 mm
3	diamètre intérieur entre 35 et 100 mm	même que le diamètre intérieur

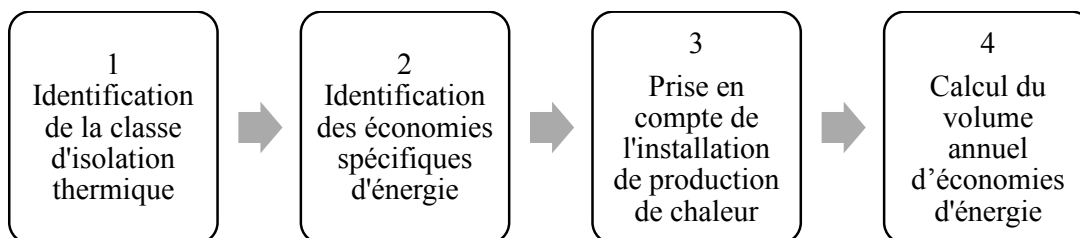
<sup>1</sup> Règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation et règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels

4	diamètre intérieur supérieur à 100 mm	100 mm
---	---------------------------------------	--------

Pour les matériaux ayant des conductivités thermiques autres que 0,035 W/(mK), les épaisseurs minimales des couches isolantes sont à convertir en conséquence. Pour la conversion et la conductivité thermique sont à utiliser les méthodes de calcul et les valeurs suivant les règles techniques reconnues.

V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La classe d'isolation thermique du bâtiment est identifiée par l'intermédiaire du certificat de performance énergétique ou, à défaut, par l'intermédiaire de l'année de construction du bâtiment en tenant compte d'une éventuelle modernisation partielle, antérieure du bâtiment (voir tableau 1).

Tableau 2 : Identification simplifiée de la classe d'isolation thermique du bâtiment

Année de construction du bâtiment	Classe d'isolation thermique	Classe d'isolation thermique en cas de modernisation partielle antérieure
à partir de 2012	C	C
2008 – 2011	D	D
1995 – 2007	E	D
1984 – 1994	F	D
1973 – 1983	G	E
1962 – 1972	H	F
avant 1962	I	G

2. Les économies spécifiques d'énergie  $q_{co}$  sont indiquées aux tableaux 2 à 5 pour les conduites de distribution de chaleur de chauffage et au tableau 6 pour les conduites d'eau chaude sanitaire. Les économies sont exprimées en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a.

Dans le cas des conduites de distribution de chaleur de chauffage, les économies spécifiques d'énergie dépendent du type de la transmission de chaleur de chauffage (radiateurs ou chauffage

au sol), du niveau d'isolation thermique appliquée (distinction entre 2 niveaux), de la classe d'isolation thermique du bâtiment et de la surface de référence énergétique du bâtiment.

Tableau 3 : Economies spécifiques d'énergie  $q_{co}$  générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par **radiateurs**

Classe d'isolation thermique du bâtiment	Surface de référence énergétique du bâtiment en m <sup>2</sup>					
	150	300	500	750	1.500	3.000
A	4,36	2,57	1,80	1,38	0,91	0,63
B	4,69	2,70	1,85	1,40	0,91	0,63
C	5,28	3,02	2,06	1,55	0,99	0,66
D	6,04	3,44	2,34	1,76	1,13	0,75
E	6,52	3,85	2,64	1,98	1,25	0,83
F	6,52	3,85	2,70	2,07	1,36	0,90
G	6,52	3,85	2,70	2,07	1,36	0,94
H	6,52	3,85	2,70	2,07	1,36	0,94
I	6,52	3,85	2,70	2,07	1,36	0,94

Note : Les économies spécifiques d'énergie correspondant à des surfaces de référence énergétique intermédiaires peuvent être calculées par interpolation.

Tableau 4 : Economies spécifiques d'énergie  $q_{co}$  générées par l'application d'une isolation correspondant au **double** des exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par **radiateurs**

Classe d'isolation thermique du bâtiment	Surface de référence énergétique du bâtiment en m <sup>2</sup>					
	150	300	500	750	1.500	3.000
A	5,66	3,34	2,33	1,79	1,18	0,81
B	6,10	3,50	2,40	1,81	1,18	0,81
C	6,86	3,92	2,68	2,02	1,29	0,86
D	7,85	4,47	3,05	2,29	1,46	0,97
E	8,48	5,01	3,43	2,57	1,63	1,08
F	8,48	5,01	3,50	2,69	1,76	1,16
G	8,48	5,01	3,50	2,69	1,77	1,22
H	8,48	5,01	3,50	2,69	1,77	1,22
I	8,48	5,01	3,50	2,69	1,77	1,22

Note : Les économies spécifiques d'énergie correspondant à des surfaces de référence énergétique intermédiaires peuvent être calculées par interpolation.

Tableau 5 : Economies spécifiques d'énergie  $q_{co}$  générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par **chauffage au sol**

Classe d'isolation thermique du bâtiment	Surface de référence énergétique du bâtiment en m <sup>2</sup>					
	150	300	500	750	1.500	3.000
A	3,13	1,85	1,29	0,99	0,65	0,45
B	3,38	1,94	1,33	1,00	0,65	0,45
C	3,80	2,17	1,48	1,12	0,71	0,47
D	4,35	2,48	1,69	1,27	0,81	0,54
E	4,69	2,77	1,90	1,42	0,90	0,60
F	4,69	2,77	1,94	1,49	0,98	0,64
G	4,69	2,77	1,94	1,49	0,98	0,67
H	4,69	2,77	1,94	1,49	0,98	0,67
I	4,69	2,77	1,94	1,49	0,98	0,67

Note : Les économies spécifiques d'énergie correspondant à des surfaces de référence énergétique intermédiaires peuvent être calculées par interpolation.

Tableau 6 : Economies spécifiques d'énergie  $q_{co}$  générées par l'application d'une isolation correspondant au **double** des exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par **chauffage au sol**

Classe d'isolation thermique du bâtiment	Surface de référence énergétique du bâtiment en m <sup>2</sup>					
	150	300	500	750	1.500	3.000
A	4,07	2,40	1,68	1,29	0,85	0,58
B	4,39	2,52	1,73	1,30	0,85	0,58
C	4,94	2,82	1,93	1,45	0,93	0,62
D	5,65	3,22	2,19	1,65	1,05	0,70
E	6,10	3,60	2,47	1,85	1,17	0,77
F	6,10	3,60	2,52	1,93	1,27	0,84
G	6,10	3,60	2,52	1,93	1,27	0,87
H	6,10	3,60	2,52	1,93	1,27	0,87
I	6,10	3,60	2,52	1,93	1,27	0,87

Note : Les économies spécifiques d'énergie correspondant à des surfaces de référence énergétique intermédiaires peuvent être calculées par interpolation.

Dans le cas des conduites d'eau chaude sanitaire, les économies spécifiques d'énergie dépendent du type de bâtiment, du niveau d'isolation thermique appliquée (distinction entre 2 niveaux) et de la surface de référence énergétique du bâtiment.

Tableau 7 : Economies spécifiques d'énergie  $q_{co}$  générées par l'application d'une isolation sur une conduite d'eau chaude sanitaire dans un bâtiment d'habitation (température de l'eau chaude sanitaire de 50°C) et dans un bâtiment fonctionnel (température de l'eau chaude sanitaire de 60°C)

Classe d'isolation thermique du bâtiment	Surface de référence énergétique du bâtiment en m <sup>2</sup>					
	150	300	500	750	1.500	3.000
bâtiment d'habitation et isolation correspondant aux exigences de la réglementation	1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40
bâtiment d'habitation et isolation correspondant au <b>double</b> des exigences de la réglementation	2,25	2,96	3,74	3,88	3,63	3,12
bâtiment fonctionnel et isolation correspondant aux exigences de la réglementation	2,20	2,89	3,65	3,79	3,54	3,05
bâtiment fonctionnel et isolation correspondant au <b>double</b> des exigences de la réglementation	2,85	3,76	4,75	4,93	4,61	3,97

Note : Les économies spécifiques d'énergie correspondant à des surfaces de référence énergétique intermédiaires peuvent être calculées par interpolation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en m<sup>2</sup>, indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

3. Les facteurs de dépense pour la production de chaleur de chauffage / d'eau chaude sanitaire  $e_{c/ec}$ , qui sont nécessaires pour le calcul du volume annuel d'économies d'énergie, dépendent de l'installation de production de chaleur en place. Les facteurs sont à extraire du tableau 7.

Tableau 8 : Facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage / d'eau chaude sanitaire  $e_{c/ec}$  en fonction de l'installation de production de chaleur

Installation de production de chaleur	Facteur $e_c$	Facteur $e_{ec}$
Chaudière à température constante	$1,13 \leq 1,633 \cdot A_n^{-0,04282} \leq 1,38$	$1,17 \leq 2,732 \cdot A_n^{-0,09709} \leq 1,82$
Chaudière à basse température	$1,08 \leq 1,209 \cdot A_n^{-0,01283} \leq 1,15$	$1,10 \leq 1,313 \cdot A_n^{-0,02007} \leq 1,21$
Chaudière à condensation (radiateurs)	$1,01 \leq 1,094 \cdot A_n^{-0,00922} \leq 1,05$	$1,08 \leq 1,251 \cdot A_n^{-0,01722} \leq 1,17$
Chaudière à condensation (chauffage au sol)	$0,98 \leq 1,019 \cdot A_n^{-0,00463} \leq 1,00$	$1,08 \leq 1,251 \cdot A_n^{-0,01722} \leq 1,17$
Chauffage électrique (direct / à accumulation)	1,00	1,00
Pompe à chaleur électrique sol / eau (radiateurs)	0,27	0,27
Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol)	0,23	0,27
Pompe à chaleur électrique air / eau (radiateurs)	0,37	0,37
Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol)	0,30	0,37
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol)	0,46	0,54
Pompe à chaleur à gaz eau / eau (radiateurs)	0,54	0,54
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol)	0,54	0,61
Pompe à chaleur à gaz sol / eau (radiateurs)	0,61	0,61
Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol)	0,66	0,77
Pompe à chaleur à gaz air / eau (radiateurs)	0,77	0,77
Chaudière à bûches de bois	1,75	1,75
Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect	1,38	1,38

Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect	1,48	1,48
Chauffage urbain	1,01	1,14

Alternativement aux valeurs par défaut figurant au tableau 3, les facteurs de dépense  $e_c$  peuvent être déterminés conformément à la norme DIN 4701-10, tout en respectant les conditions-cadres définies par le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ .

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{q_{co} \cdot A_n \cdot e_{c/ec}}{1.000}$$

- avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;  
 $q_{co}$  : économies spécifiques d'énergie en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a ;  
 $A_n$  : surface de référence énergétique du bâtiment en m<sup>2</sup> ;  
 $e_{c/ec}$  : facteur de dépense pour la production de chaleur de chauffage (cas d'une conduite de distribution de chaleur de chauffage) / d'eau chaude sanitaire (cas d'une conduite d'eau chaude sanitaire).

#### VI. Durée de vie de la mesure

15 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul s'applique seulement à des conduites de distribution de chaleur de chauffage ou d'alimentation en eau chaude sanitaire de bâtiments d'habitation ou de bâtiments fonctionnels. Les conduites sans isolation thermique doivent être situées dans des zones non chauffées et leur longueur totale (aller et retour comptés séparément) dans ces zones doit au moins être de 10 m. Sont considérées comme zones non chauffées, les zones des bâtiments dont la température moyenne pendant la période de chauffe est inférieure ou égale à 13°C. Si les conduites se trouvent à l'intérieur de l'enveloppe thermique, aucune économie d'énergie ne pourra être attribuée.

Si la surface de référence énergétique du bâtiment dépasse 3.000 m<sup>2</sup> ou est inférieure à 150 m<sup>2</sup>, le calcul des économies d'énergie doit se faire de façon spécifique (mesure spécifique).

#### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 8 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.



Tableau 8 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
<b>BA-010 à BA-090</b>	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
<b>BA-010 à BA-090</b>	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
<b>BA-060 BA-080 BA-090</b>	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
<b>BA-010 à BA-090</b>	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
<b>BA-010 à BA-040</b>	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
<b>BA-010</b>	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
<b>BA-020</b>	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
<b>BA-030</b>	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
<b>BA-040</b>	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
<b>BA-050</b>	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	V débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
<b>BA-060</b>	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
<b>BA-070</b>	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
<b>BA-080</b>	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40

Code : BA-090

## **Remplacement d'une pompe de circulation de chauffage par une pompe de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure**

### I. Description

La consommation d'électricité d'une pompe de circulation de chauffage est réduite par le remplacement d'une pompe existante par une pompe de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure<sup>2</sup>.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux bâtiments d'habitation existants et aux bâtiments fonctionnels existants.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

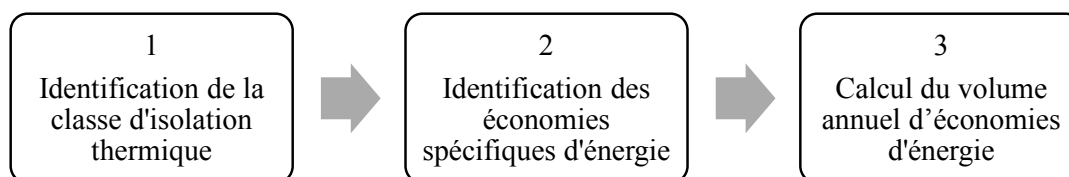
Pompe de circulation de chauffage âgée d'au moins 10 ans et sans régulation.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Pompe de circulation de chauffage de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La classe d'isolation thermique du bâtiment est identifiée par l'intermédiaire du certificat de performance énergétique ou, à défaut, par l'intermédiaire de l'année de construction du bâtiment en tenant compte d'une éventuelle modernisation partielle, antérieure du bâtiment (voir tableau 1).

<sup>2</sup> conformément à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage

Tableau 1 : Identification simplifiée de la classe d'isolation thermique du bâtiment

Année de construction du bâtiment	Classe d'isolation thermique	Classe d'isolation thermique en cas de modernisation partielle antérieure
à partir de 2012	C	C
2008 – 2011	D	D
1995 – 2007	E	D
1984 – 1994	F	D
1973 – 1983	G	E
1962 – 1972	H	F
avant 1962	I	G

2. Les économies spécifiques d'énergie  $q_p$  sont indiquées au tableau 2 en fonction de la classe d'isolation thermique du bâtiment et de la surface de référence énergétique du bâtiment. Les économies sont exprimées en kWh/m<sup>2</sup> surface de référence énergétique a.

Tableau 2 : Economies spécifiques d'énergie  $q_p$  générées par le remplacement de pompes de circulation de chauffage

Classe d'isolation thermique du bâtiment	Surface de référence énergétique du bâtiment en m <sup>2</sup>					
	150	300	500	750	1.500	3.000
A	1,48	0,81	0,52	0,38	0,22	0,13
B	1,63	0,87	0,56	0,40	0,23	0,14
C	1,89	1,02	0,66	0,47	0,27	0,16
D	2,25	1,22	0,79	0,57	0,33	0,20
E	2,52	1,43	0,94	0,67	0,39	0,23
F	2,58	1,47	0,99	0,73	0,44	0,26
G	2,72	1,57	1,06	0,79	0,48	0,30
H	2,84	1,64	1,12	0,83	0,51	0,31
I	3,04	1,78	1,22	0,91	0,55	0,34

Note : Les économies spécifiques d'énergie correspondant à des surfaces de référence énergétique intermédiaires peuvent être calculées par interpolation.

Au cas où le bâtiment est alimenté par plusieurs pompes et que seulement une partie des pompes est remplacée, la surface de référence énergétique à considérer doit être réduite à la surface alimentée par les pompes remplacées.

Au cas où plusieurs systèmes de transmission de chaleur de chauffage sont en place (radiateurs, chauffage au sol,...) avec des écarts de température entre le départ et le retour différents, il faut appliquer l'écart de température du système couvrant la majorité du besoin de chaleur de chauffage du bâtiment.

$A_n$  est la surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ , indiquée dans le certificat de performance énergétique. A défaut du certificat de performance énergétique, la surface de référence énergétique peut soit être calculée par un organisme agréé, soit être estimée au moyen des valeurs indicatives simplifiées du point VIII, soit être calculée de façon simplifiée par la formule suivante (cas d'un bâtiment rectangulaire) :

$$A_n = 0,85 \cdot n_{VG} \cdot L \cdot B$$

avec  $n_{VG}$  : nombre d'étages entiers chauffés (Dans le cas de combles partiellement chauffés, la valeur pour les combles peut être multipliée par 0,5.) ;

$L$  : longueur extérieure du bâtiment en m ;

$B$  : largeur extérieure du bâtiment en m.

3. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{q_p \cdot A_n}{1.000}$$

avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$q_p$  : économies spécifiques d'énergie en  $kWh/m^2$  surface de référence énergétique a ;

$A_n$  : surface de référence énergétique du bâtiment en  $m^2$ . Au cas où seulement une partie des pompes est remplacée, la surface de référence énergétique à appliquer doit être réduite à la surface alimentée par les pompes remplacées.

#### VI. Durée de vie de la mesure

15 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La méthodologie de calcul est uniquement valable pour les bâtiments d'habitation existants et les bâtiments fonctionnels existants.

Si la surface de référence énergétique du bâtiment dépasse  $3.000 m^2$  ou est inférieure à  $150 m^2$ , le calcul des économies d'énergie doit se faire de façon spécifique (mesure spécifique).

#### VIII. Simplifications possibles à l'application de la mesure.

Dans le cas où la mesure est appliquée à un bâtiment d'habitation contenant de 1 à 35 logements dont les caractéristiques sont inconnues ou ne peuvent être déterminées avec une dépense raisonnable en temps ou en moyens : il est possible, sans obligation, de recourir à l'utilisation des valeurs indicatives simplifiées du tableau 3 correspondant à six cas typiques du Luxembourg.

Tableau 3 : Valeurs indicatives simplifiées pouvant être appliquées aux bâtiments d'habitation

Fiches	Paramètre	Unité	Habitation unifamiliale			Habitation multifamiliale		
			Petite	Moyenne	Grande	Petite	Moyenne	Grande
BA-010 à BA-090	$A_n$ Surface de référence énergétique	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
BA-010 à BA-090	Standard de performance énergétique initial de l'élément de construction considéré	-	H					
BA-060 BA-080 BA-090	Classe d'isolation thermique initiale en cas de rénovation partielle antérieure à l'application de la mesure	-	Sans rénovation : H Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière : D Avec rénovation de l'enveloppe thermique entière et installation d'une ventilation mécanique avec récupération thermique: C					
BA-010 à BA-090	Installation de production de chaleur en situation initiale (types admissibles simplifiés)	-	Si combustible initial est gaz naturel ou mazout ou bois : Chaudière à basse température (sauf pour la fiche BA-060) Chaudière à température constante (pour la fiche BA-060) Si chauffage initial est électrique, alors soit : Chauffage électrique direct ou à accumulation ou Pompe à chaleur air / eau (chauffage au sol)					
	Installation de production de chaleur en situation améliorée (types admissibles simplifiés)	-	Chaudière à condensation (radiateurs) Pompe à chaleur électrique sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur électrique air / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz eau / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz sol / eau (chauffage au sol) Pompe à chaleur à gaz air / eau (chauffage au sol) Chaudière à bûches de bois Chaudière à pellets uniquement à dégagement thermique indirect Chaudière à pellets à dégagement thermique direct et indirect Chauffage urbain					
BA-010 à BA-040	Standard de performance énergétique de l'élément de construction considéré en situation améliorée	-	C (Valeur à prendre en compte si le standard de performance de l'élément amélioré est inconnu)					
BA-010	$A_{mur}$ surface du mur extérieur amélioré	m <sup>2</sup>	164	301	435	565	840	1.177
BA-020	$A_{toiture/dalle}$ surface de la toiture ou de la dalle supérieure contre zone non chauffée améliorée	m <sup>2</sup>	148	170	216	272	428	705
BA-030	$A_{dalle/sol}$ surface de la dalle inférieure contre zone non chauffée ou du sol améliorée	m <sup>2</sup>	124	142	180	227	357	587
BA-040	$A_{fenêtres}$ surface des fenêtres améliorées (dimensions extérieures des cadres)	m <sup>2</sup>	30	60	100	150	300	600
BA-050	$A_{nv}$ surface de référence énergétique ventilée mécaniquement = $A_n$	m <sup>2</sup>	150	300	500	750	1.500	3.000
	$V$ débit d'air (projeté) de la ventilation mécanique contrôlée	m <sup>3</sup> /h	131	262	437	656	1.312	2.625
BA-060	$q_{ec}$ besoin spécifique en eau chaude sanitaire	kWh/m <sup>2</sup> .a	19			29		
BA-070	$q_{sol}$ rendement énergétique du collecteur solaire thermique	kWh/m <sup>2</sup> .a	350					
	$A_c$ surface d'ouverture du collecteur solaire thermique	m <sup>2</sup>	4	8	13	31	62	124
BA-080	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites de chauffage, situation améliorée)		Valeurs correspondant au cas suivant : BA-080 - Tableau 2 - Economies spécifiques d'énergie $q_{co}$ générées par l'application d'une isolation correspondant aux exigences minimales de la réglementation pour le cas de la transmission de chaleur par radiateurs					
	$q_{co}$ économies spécifiques d'énergie en kWh/m <sup>2</sup> (conduites d'eau chaude sanitaire, situation améliorée)		1,73	2,27	2,88	2,98	2,79	2,40

Code : AE-010

## Réfrigérateur ou congélateur ménager de classe d'efficacité énergétique A++ ou meilleure

### I. Description

La consommation d'électricité est réduite grâce à l'achat d'un réfrigérateur/congélateur de classe d'efficacité énergétique A<sup>++</sup> ou meilleure<sup>3</sup>.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

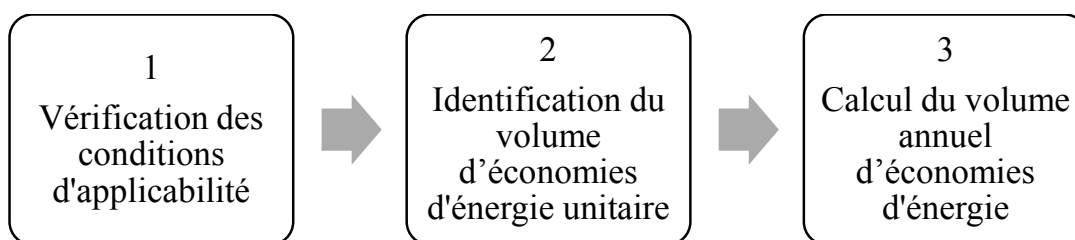
Réfrigérateur ou congélateur ménager existant ou non existant.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Réfrigérateur ou congélateur ménager de classe d'efficacité énergétique A<sup>++</sup> ou meilleure.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie :



1. L'opération est valable à condition que les conditions suivantes soient respectées :

- Le bénéficiaire est la personne morale distribuant l'appareil à l'utilisateur final ;
- L'opération est limitée dans le temps ;
- Le bénéficiaire a la charge d'établir la preuve de réalisation de l'opération. Au terme de celle-ci, il établira un relevé :
  - des types, marques, références et quantités d'appareils distribués,
  - de leur classe d'efficacité énergétique,
  - des lieux de distribution,
  - des périodes de distribution,
  - qui sera daté et signé par le bénéficiaire.
- Cette preuve sera accompagnée d'un document issu du fabricant indiquant :
  - le type, la marque et la référence des appareils ;
  - la classe d'efficacité énergétique des appareils.

<sup>3</sup> conformément à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage

- La preuve du rôle actif et incitatif de la partie obligée détaille les modalités de transmission de la contribution de la partie obligée jusqu'à l'utilisateur final. L'utilisateur final est notamment informé de la contribution de la partie obligée, identifiée via sa raison sociale, et du fait que la partie obligée est à l'origine de la contribution dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.

2. Le volume d'économies d'énergie unitaire est identifié par le tableau 1 :

Tableau 1 : Volume d'économies d'énergie unitaire  $VEE_u$  [MWh] – Réfrigérateurs et congélateurs

		<b>Cat. 1: Réfrigérateur comportant un ou plusieurs compartiments de stockage de denrées alimentaires fraîches</b>	<b>Cat. 6: Réfrigérateur avec compartiment «trois étoiles»</b>	<b>Cat. 7: Réfrigérateur- congélateur</b>	<b>Cat.8 : Congélateur armoire</b>	<b>Cat.9 : Congélateur coffre</b>
<b>Classe d'efficacité énergétique APRES</b>	<b>A<sup>++</sup></b>	0,033	0,052	0,063	0,059	0,054
	<b>A<sup>+++</sup></b>	0,054	0,086	0,103	0,098	0,089

3. Le volume d'économies d'énergie est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = N \cdot VEE_u$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$N$  : nombre de d'appareils identiques ;

$VEE_u$  : volume d'économies d'énergie unitaire d'après le tableau 1 en MWh.

	<b>A<sup>+++</sup></b>	0,148	0,089	0,035
--	------------------------	-------	-------	-------

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure ne s'applique qu'aux appareils de réfrigération ménagers alimentés sur secteur et ayant un volume de stockage maximum de 1.500 litres.

Code : AE-020

## Lave-vaisselle ménager de classe d'efficacité énergétique A++ ou meilleure

### I. Description

La consommation d'électricité est réduite grâce à l'achat d'un lave-vaisselle ménager de classe d'efficacité énergétique A++ ou meilleure<sup>4</sup>.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

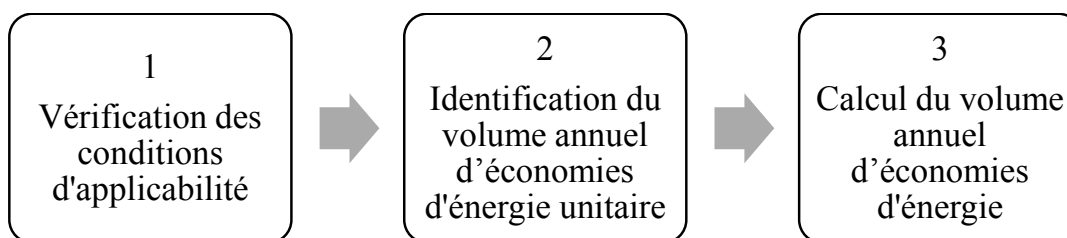
Lave-vaisselle ménager existant ou non existant.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Lave-vaisselle ménager de classe d'efficacité énergétique A++ ou meilleure.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie :



1. L'opération est valable à condition que les conditions suivantes soient respectées :

- Le bénéficiaire est la personne morale distribuant l'appareil à l'utilisateur final ;
- L'opération est limitée dans le temps ;
- Le bénéficiaire a la charge d'établir la preuve de réalisation de l'opération. Au terme de celle-ci, il établira un relevé :
  - des types, marques, références et quantités d'appareils distribués,
  - de leur classe d'efficacité énergétique,
  - des lieux de distribution,
  - des périodes de distribution,
  - qui sera daté et signé par le bénéficiaire.
- Cette preuve sera accompagnée d'un document issu du fabricant indiquant :
  - le type, la marque et la référence des appareils ;
  - la classe d'efficacité énergétique des appareils.
- La preuve du rôle actif et incitatif de la partie obligée détaille les modalités de transmission de la contribution de la partie obligée jusqu'à l'utilisateur final. L'utilisateur

<sup>4</sup> conformément à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage



final est notamment informé de la contribution de la partie obligée, identifiée via sa raison sociale, et du fait que la partie obligée est à l'origine de la contribution dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.

2. Le volume d'économies d'énergie unitaire est identifié par le tableau 1 :

Tableau 1 : Volume d'économies d'énergie  $VEE_u$  [MWh] – Lave-vaisselle ménager

		Lave-vaisselle ménager
Classe d'efficacité énergétique APRES	A <sup>++</sup>	0,030
	A <sup>+++</sup>	0,049

3. Le volume d'économies d'énergie est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = N \cdot VEE_u$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$N$  : nombre de d'appareils identiques ;

$VEE_u$  : volume d'économies d'énergie unitaire d'après le tableau 1 en MWh.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure ne s'applique qu'aux lave-vaisselle ménagers ayant au moins une capacité nominale de 10 couverts et une largeur supérieure à 45 cm.

Code : AE-030

## Lave-linge ménager de classe d'efficacité énergétique A++ ou meilleure

### I. Description

La consommation d'électricité est réduite grâce à l'achat d'un lave-linge ménager de classe d'efficacité énergétique A<sup>++5</sup>.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

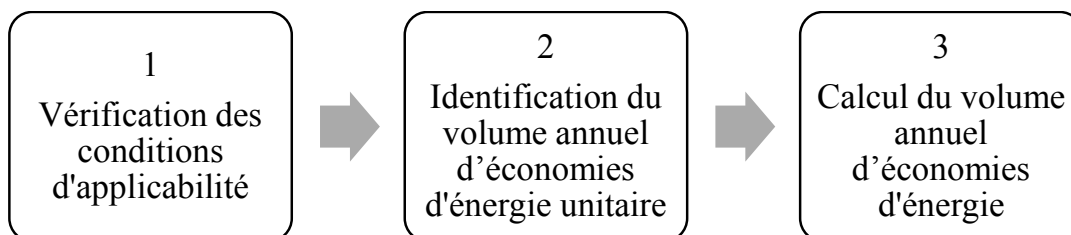
Lave-linge ménager existant ou non existant.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Lave-linge ménager de classe d'efficacité énergétique A<sup>++</sup> ou meilleure.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie :



1. L'opération est valable à condition que les conditions suivantes soient respectées :

- Le bénéficiaire est la personne morale distribuant l'appareil à l'utilisateur final ;
- L'opération est limitée dans le temps ;
- Le bénéficiaire a la charge d'établir la preuve de réalisation de l'opération. Au terme de celle-ci, il établira un relevé :
  - des types, marques, références et quantités d'appareils distribués,
  - de leur classe d'efficacité énergétique,
  - des lieux de distribution,
  - des périodes de distribution,
  - qui sera daté et signé par le bénéficiaire.
- Cette preuve sera accompagnée d'un document issu du fabricant indiquant :
  - le type, la marque et la référence des appareils ;
  - la classe d'efficacité énergétique des appareils.
- La preuve du rôle actif et incitatif de la partie obligée détaille les modalités de transmission de la contribution de la partie obligée jusqu'à l'utilisateur final. L'utilisateur

<sup>5</sup> conformément à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage

final est notamment informé de la contribution de la partie obligée, identifiée via sa raison sociale, et du fait que la partie obligée est à l'origine de la contribution dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.

2. Le volume annuel d'économies d'énergie pour un appareil est identifié par le tableau 1 :

Tableau 1 : Volume d'économies d'énergie unitaire  $VEE_u$  [MWh] –Lave-linge ménager

		Lave-linge ménager
Classe d'efficacité énergétique APRES	A <sup>++</sup>	0,025
	A <sup>+++</sup>	0,040

3. Le volume d'économies d'énergie est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = N \cdot VEE_u$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$N$  : nombre de d'appareils identiques ;

$VEE_u$  : volume d'économies d'énergie unitaire d'après le tableau 1 en MWh.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure ne s'applique qu'aux lave-linge dont la capacité nominale est supérieure ou égale à 4 kg.

La mesure ne s'applique pas aux appareils de type « lavante-séchante domestique combinée ».

Code : AE-040

## Sèche-linge domestique de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure

### I. Description

La consommation d'électricité est réduite grâce à l'achat d'un sèche-linge domestique de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure<sup>6</sup>.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

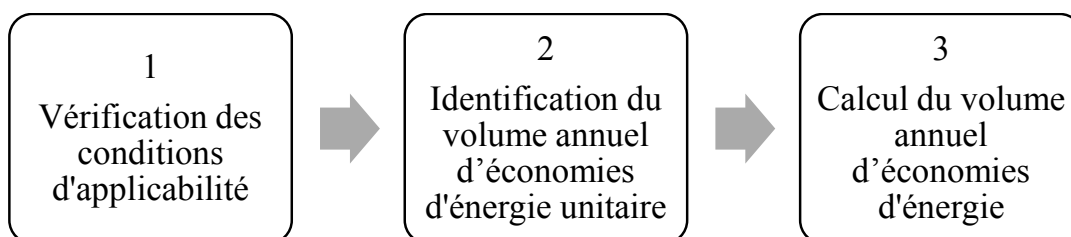
Sèche-linge domestique existant ou non existant.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Sèche-linge domestique de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie :



1. L'opération est valable à condition que les conditions suivantes soient respectées :

- Le bénéficiaire est la personne morale distribuant l'appareil à l'utilisateur final ;
- L'opération est limitée dans le temps ;
- Le bénéficiaire a la charge d'établir la preuve de réalisation de l'opération. Au terme de celle-ci, il établira un relevé :
  - des types, marques, références et quantités d'appareils distribués,
  - de leur classe d'efficacité énergétique,
  - des lieux de distribution,
  - des périodes de distribution,
  - daté et signé par le bénéficiaire.
- Cette preuve sera accompagnée d'un document issu du fabricant indiquant :
  - le type, la marque et la référence des appareils ;
  - la classe d'efficacité énergétique des appareils.
- La preuve du rôle actif et incitatif de la partie obligée détaille les modalités de transmission de la contribution de la partie obligée jusqu'à l'utilisateur final. L'utilisateur

<sup>6</sup> conformément à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage

final est notamment informé de la contribution de la partie obligée, identifiée via sa raison sociale, et du fait que la partie obligée est à l'origine de la contribution dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.

2. Le volume annuel d'économies d'énergie est identifié par le tableau 1 :

Tableau 1 : Volume d'économies d'énergie  $VEE_u$  [MWh] – Sèche-linge domestique

		Sèche-linge domestique
<b>Classe d'efficacité énergétique APRES</b>	<b>A</b>	0,113
	<b>A<sup>+</sup></b>	0,222
	<b>A<sup>++</sup></b>	0,282
	<b>A<sup>+++</sup></b>	0,315

3. Le volume d'économies d'énergie est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = N \cdot VEE_u$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$N$  : nombre de d'appareils identiques ;

$VEE_u$  : volume d'économies d'énergie unitaire d'après le tableau 1 en MWh.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure ne s'applique pas aux appareils de type « lavante-séchante domestique combinée » ni aux «essoreuse centrifuge domestique ».

Code : EB-010

## **Installation d'un bloc multiprises de type « coupe-veille »**

### I. Description

L'utilisation d'un bloc multiprises de type « coupe-veille » permet de réaliser des économies d'électricité en asservissant automatiquement la mise hors tension des appareils non prioritaires (appareils électriques de bureau, audiovisuels,...) à l'extinction de l'appareil principal. Ceci permet d'éviter les consommations en mode de veille.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Absence de bloc multiprises de type « coupe-veille ».

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Un bloc multiprises de type « coupe-veille » est installé.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Cas a) Les appareils alimentés par le bloc multiprises sont des équipements de bureau (ordinateurs, écrans, imprimantes, scanners,...) : 0,090 MWh.

Cas b) Les appareils alimentés par le bloc multiprises sont des équipements audiovisuels (téléviseurs, chaînes hi-fi, consoles de jeux,...) : 0,061 MWh.

### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

### VII. Restrictions à l'application

Cette mesure ne s'applique pas aux blocs multiprises à commande manuelle.

Code : EC-010

## Lampe de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure

### I. Description

La consommation d'électricité d'une lampe est réduite par l'achat d'une lampe neuve de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure ou bien par le remplacement d'une lampe existante par une lampe de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure<sup>7</sup>.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Absence de lampe.

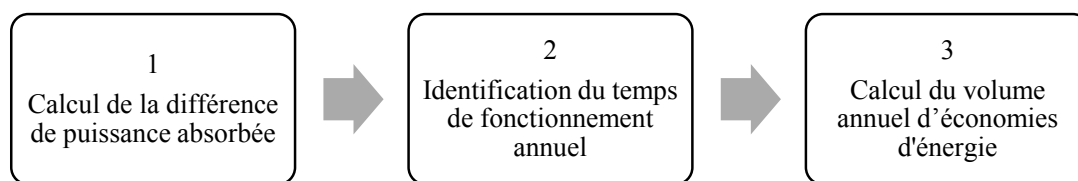
Cas b) Lampe existante.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Lampe de la classe d'efficacité énergétique A ou meilleure.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La différence de puissance absorbée  $\Delta P$  est calculée.

	$\Phi_{utile} < 1300$ lumens	$\Phi_{utile} \geq 1300$ lumens
Situation avant	$P_{av} = (0,88\sqrt{\Phi_{utile,av}} + 0,049 \cdot \Phi_{utile,av}) \cdot IEE_{av}$	$P_{av} = (0,07341 \cdot \Phi_{utile,av}) \cdot IEE_{av}$
Situation après	$P_{ap} = (0,88\sqrt{\Phi_{utile,ap}} + 0,049 \cdot \Phi_{utile,ap}) \cdot IEE_{ap}$	$P_{ap} = (0,07341 \cdot \Phi_{utile,ap}) \cdot IEE_{ap}$

Avec  $P_{av}$  puissance corrigée dans la situation avant en Watt ;

$P_{ap}$  puissance corrigée dans la situation après en Watt ;

<sup>7</sup> conformément à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage

$\Phi_{utile,av}$  : flux lumineux utile unitaire produit par la lampe et obtenu dans la situation avant en lumen. Cette valeur est donnée par l'étiquetage de la lampe, ou à défaut par la documentation technique ou le site Web du fabricant ;

$\Phi_{utile,ap}$  : flux lumineux utile unitaire produit par la lampe et obtenu dans la situation après en lumen. Cette valeur est donnée par l'étiquetage de la lampe, ou à défaut par la documentation technique ou le site Web du fabricant ;

$IEE_{av}$  : Indice d'Efficacité Energétique de la lampe dans la situation avant telle qu'identifiée par le tableau 1 (sans unité) ;

$IEE_{ap}$  : Indice d'Efficacité Energétique de la lampe dans la situation après telle qu'identifiée par le tableau 1 (sans unité).

Tableau 1 : Indices d'efficacité énergétique  $IEE_{av}$  et  $IEE_{ap}$  d'après la classe d'efficacité énergétique des lampes

Lampe non dirigée		Lampe dirigée	
Classe d'efficacité énergétique	IEE	Classe d'efficacité énergétique	IEE
A++	0,11	A++	0,13
A+	0,14	A+	0,16
A	0,21	A	0,29
B	0,42	B	0,68
C ou inférieure	0,70	C ou inférieure	1,08

Une lampe dirigée est une lampe dont au moins 80% de la lumière émise se trouve dans un angle solide de  $\pi$  sr (défini par un cône d'angle  $120^\circ$ ).

L'identification des situations avant et après est réalisée comme suit :

L'approche doit être basée en priorité sur les classes d'efficacité énergétique et les flux lumineux. Si ces informations sont indéterminés, elles peuvent être estimées en tenant compte des caractéristiques techniques des lampes et en référence à des sources documentaires conformes à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage.

Cas a) Dans le cas d'une installation neuve, la classe d'efficacité énergétique avant est remplacée par la classe d'efficacité énergétique de référence, qui est la classe A.

La classe d'efficacité énergétique après est A+ ou meilleure.



Cas b) Dans le cas du remplacement d'une lampe existante, la classe d'efficacité énergétique avant est celle de la lampe remplacée. Le minimum pris en compte est la classe C, même si la lampe remplacée est d'une classe inférieure.

La classe d'efficacité énergétique après est A ou meilleure.

2. Le temps de fonctionnement annuel  $t$  est déterminé d'après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, identifié par le tableau 2.

Tableau 2 : Temps de fonctionnement annuel  $t$  standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760
Bureaux (industrie et tertiaire)	2.500
Commerces	5.000
Ecoles	2.000
Hôtels	5.000
Restaurants	2.500
Hôpitaux et maisons de soins	5.000

3. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{(N_{av} \cdot P_{av} \cdot t) - (N_{ap} \cdot P_{ap} \cdot t)}{1.000.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$N_{av}$  : nombre de lampes identiques dans la situation avant ;

$N_{ap}$  : nombre de lampes identiques dans la situation après ;

$P_{av}$  : puissance corrigée dans la situation avant en Watt ;

$P_{ap}$  puissance corrigée dans la situation après en Watt ;

$t$  : temps de fonctionnement annuel en heures ;

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure est uniquement applicable à l'éclairage intérieur.

Code : EC-020

**Lampe dirigée de classe d'efficacité énergétique A ou meilleure**

Cette fiche est intégrée à EC-010

Code : EC-030

## Installation d'un détecteur de mouvement

### I. Description

L'installation d'un détecteur de mouvement réduit le temps de fonctionnement d'un éclairage. Ceci permet de réaliser des économies d'électricité.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

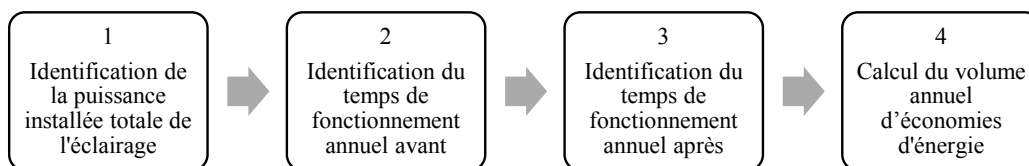
L'éclairage fonctionne sans détecteur de mouvement.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

L'éclairage est commandé grâce à un détecteur de mouvement.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La puissance installée totale de l'éclairage  $P$  [W] est identifiée d'après les puissances des lampes connectées au détecteur de mouvement.

2. Le temps de fonctionnement annuel avant  $t_{av}$  est déterminé d'après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, identifié par le tableau 1.

Tableau 1 : Temps de fonctionnement annuel avant  $t_{av}$  standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064

Industrie, 3 postes en continu	8.760
Bureaux (industrie et tertiaire)	2.500
Commerces	5.000
Ecoles	2.000
Hôtels	5.000
Restaurants	2.500
Hôpitaux et maisons de soins	5.000

3. Le temps de fonctionnement annuel après  $t_{ap}$  est déterminé d'après la situation projetée, avec la recommandation d'appliquer la norme EN 15193.

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{P \cdot (t_{av} - t_{ap})}{1.000.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$P$  : puissance installée totale de l'éclairage en W ;

$t_{av}$  : temps de fonctionnement annuel avant en heures ;

$t_{ap}$  : temps de fonctionnement annuel après en heures.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure est uniquement applicable à l'éclairage intérieur.

Les cas non traités par la mesure sont à évaluer par des méthodes spécifiques.

Code : EC-040

## Installation d'une minuterie

### I. Description

L'installation d'une minuterie réduit le temps de fonctionnement d'un éclairage. Ceci permet de réaliser des économies d'électricité.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

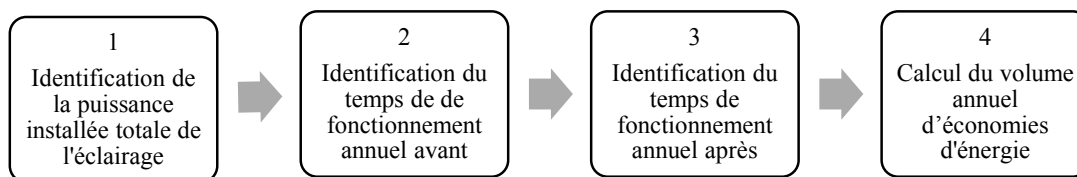
L'éclairage fonctionne sans minuterie.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

L'éclairage est éteint grâce à une minuterie.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La puissance installée totale de l'éclairage  $P$  [W] est identifiée d'après les puissances des lampes connectées à la minuterie.

2. Le temps de fonctionnement annuel  $t_{av}$  est déterminé d'après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, identifié par le tableau 1.

Tableau 1 : Temps de fonctionnement annuel avant  $t_{av}$  standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912

Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760
Bureaux (industrie et tertiaire)	2.500
Commerces	5.000
Ecoles	2.000
Hôtels	5.000
Restaurants	2.500
Hôpitaux et maisons de soins	5.000

3. Le temps de fonctionnement annuel  $t_{ap}$  est déterminé d'après la situation projetée, avec la recommandation d'appliquer la norme EN 15193.

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{P \cdot (t_{av} - t_{ap})}{1.000.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$P$  : puissance installée totale de l'éclairage en W ;

$t_{av}$  : temps de fonctionnement annuel avant en heures ;

$t_{ap}$  : temps de fonctionnement annuel après en heures.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure est uniquement applicable à l'éclairage intérieur.

Les cas non traités par la mesure sont à évaluer par des méthodes spécifiques.

Code : EC-050

## Lampe de classe d'efficacité énergétique A+ ou meilleure (secteur résidentiel)

### I. Description

La consommation d'électricité d'une lampe est réduite par l'achat d'une lampe neuve de classe d'efficacité énergétique A+ ou meilleure.<sup>8</sup>

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur résidentiel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

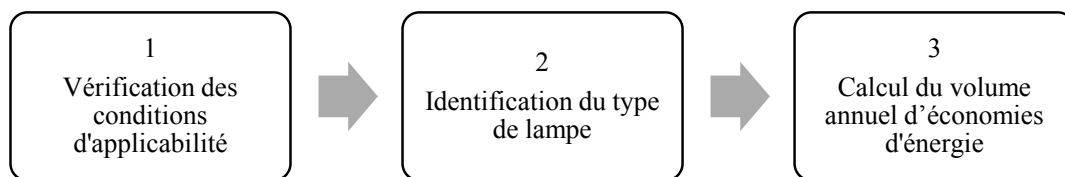
Absence de lampe ou lampe existante hors d'usage

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Lampe de la classe d'efficacité énergétique A+ ou meilleure.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Il faut vérifier que les conditions suivantes soient remplies :

- Les lampes ont une durée de vie d'au moins 8.000 heures ;
- Le bénéficiaire est la personne morale distribuant la lampe à l'utilisateur final ;
- L'opération est limitée dans le temps ;
- Le bénéficiaire a la charge d'établir la preuve de réalisation de l'opération. Au terme de celle-ci, il établira un relevé :
  - des types, marques, références et quantités de lampes distribuées,
  - de leur classe d'efficacité énergétique,
  - des lieux de distribution,
  - des périodes de distribution,
  - qui sera daté et signé par le bénéficiaire.
- Cette preuve sera accompagnée d'un document issu du fabricant indiquant :
  - le type, la marque et la référence des lampes ;
  - la classe d'efficacité énergétique, le flux lumineux et la durée de vie des lampes.

<sup>8</sup> conformément à la réglementation de l'Union Européenne en vigueur en matière d'écoconception et d'étiquetage



- La preuve du rôle actif et incitatif de la partie obligée détaille les modalités de transmission de la contribution de la partie obligée jusqu'à l'utilisateur final. L'utilisateur final est notamment informé de la contribution de la partie obligée, identifiée via sa raison sociale, et du fait que la partie obligée est à l'origine de la contribution dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.

2. Si toutes les conditions sous le point 1 sont remplies, le volume d'économies d'énergie unitaire est identifié par les tableaux 1 et 2.

Tableau 1 : Volume d'économies d'énergie unitaire  $VEE_u$  [kWh] – lampes non-dirigées

Type	Classe d'EE	Flux lumineux indicatif [lm]	$VEE_u$ [kWh]
Tube LED T5	A+	1200	3,7
Tube LED T5	A+	1900	5,9
Tube LED T5	A+	2600	8,0
Ampoule LED	A+	250	8,8
Ampoule LED	A+	470	14,1
Ampoule LED	A+	806	21,7

Tableau 2 : Volume d'économies d'énergie unitaire  $VEE_u$  [kWh] – lampes dirigées

Type	Classe d'EE	Flux lumineux indicatif [lm]	$VEE_u$ [kWh]
LED	A+	230	8,1
LED	A+	350	11,1

3. Le volume d'économies d'énergie est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{N \cdot VEE_u}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$N$  : nombre de lampes identiques ;

$VEE_u$  : volume d'économies d'énergie unitaire d'après les tableaux 1 et 2 en kWh.

#### VI. Durée de vie de la mesure

13 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure est uniquement applicable à l'éclairage intérieur.

Code : MO-010

## **Moteur électrique à haut rendement**

### I. Description

La consommation d'électricité est réduite par

Cas a) l'achat d'un moteur neuf ou le remplacement d'un moteur hors d'état de fonctionnement par un moteur dépassant les exigences minimales de performance énergétique de l'Union Européenne (UE),

ou bien

Cas b) le remplacement anticipé d'un moteur en état de fonctionnement par un moteur dont la performance énergétique égale ou dépasse les exigences minimales de l'UE.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Absence de moteur ou moteur hors d'état de fonctionnement.

Cas b) Moteur en état de fonctionnement.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Moteur neuf dont l'efficacité énergétique dépasse les exigences minimales de l'UE.

Cas b) Moteur neuf dont l'efficacité énergétique égale ou dépasse les exigences minimales de l'UE.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

1. Il faut vérifier que les conditions suivantes soient remplies :

- Le moteur est de type à induction triphasé à cage d'écureuil, mono-vitesse, alimenté à une tension nominale  $U_N$  de maximum 1000 V et une fréquence de 50 Hz, comporte de 2 à 6 pôles ;
- La puissance nominale  $P_N$  du moteur est comprise entre 0,75 kW et 375 kW ;
- Le cas échéant, la puissance nominale et le nombre de pôles du moteur neuf doivent être identiques à ceux du moteur remplacé.
- Les situations avant et après sont identifiées d'après les conditions du tableau 1.

Tableau 1 : Identification des classes de rendement avant et après.

Cas a)

Date	Puissance nominale	Situation avant	Situation après
Au 01/01/2017	$0,75 \text{ kW} \leq P_N \leq 375 \text{ kW}$	rendement IE3	Moteur neuf (meilleur que IE3)

Cas b)

Date	Puissance nominale	Situation avant	Situation après
Au 01/01/2017	$0,75 \text{ kW} \leq P_N \leq 375 \text{ kW}$	Moteur remplacé	Moteur neuf (IE3 ou meilleur)

2. Si les conditions sous le point 1 sont remplies, la différence de puissance absorbée  $\Delta P$  est calculée par la formule suivante :

$$\Delta P = 100 \cdot \left( \frac{P_{nom}}{\eta_{av}} - \frac{P_{nom}}{\eta_{ap}} \right)$$

avec  $\Delta P$  : différence de puissance absorbée en kW ;

$P_{nom}$  : puissance nominale du moteur en kW ;

$\eta_{av}$  : rendement du moteur correspondant à la situation avant (pour le cas a) : d'après le tableau 2) en % ;

$\eta_{ap}$  : rendement du moteur neuf (conformément aux données constructeur, le cas échéant d'après le tableau 2) en %.

Tableau 2 : Rendements électriques minimum de moteur de classe IE2 à IE4 en fonction de la puissance nominale et du nombre de pôles

Puissance nominale [kW]	IE2			IE3			IE4		
	Nombre de pôles			Nombre de pôles			Nombre de pôles		
	2	4	6	2	4	6	2	4	6
0,75	77,4	79,6	75,9	80,7	82,5	78,9	83,5	85,7	82,7
1,1	79,6	81,4	78,1	82,7	84,1	81,0	85,2	87,2	84,5
1,5	81,3	82,8	79,8	84,2	85,3	82,5	86,5	88,2	85,9
2,2	83,2	84,3	81,8	85,9	86,7	84,3	88,0	89,5	87,4
3,0	84,6	85,5	83,3	87,1	87,7	85,6	89,1	90,4	88,6
4,0	85,8	86,6	84,6	88,1	88,6	86,8	90,0	91,1	89,5
5,5	87,0	87,7	86,0	89,2	89,6	88,0	90,9	91,9	90,5
7,5	88,1	88,7	87,2	90,1	90,4	89,1	91,7	92,6	91,3
11	89,4	89,8	88,7	91,2	91,4	90,3	92,6	93,3	92,3
15	90,3	90,6	89,7	91,9	92,1	91,2	93,3	93,9	92,9
18,5	90,9	91,2	90,4	92,4	92,6	91,7	93,7	94,2	93,4
22	91,3	91,6	90,9	92,7	93,0	92,2	94,0	94,5	93,7
30	92,0	92,3	91,7	93,3	93,6	92,9	94,5	94,9	94,2
37	92,5	92,7	92,2	93,7	93,9	93,3	94,8	95,2	94,5
45	92,9	93,1	92,7	94,0	94,2	93,7	95,0	95,4	94,8

<b>55</b>	93,2	93,5	93,1	94,3	94,6	94,1	95,3	95,7	95,1
<b>75</b>	93,8	94,0	93,7	94,7	95,0	94,6	95,6	96,0	95,4
<b>90</b>	94,1	94,2	94,0	95,0	95,2	94,9	95,8	96,1	95,6
<b>110</b>	94,3	94,5	94,3	95,2	95,4	95,1	96,0	96,3	95,8
<b>132</b>	94,6	94,7	94,6	95,4	95,6	95,4	96,2	96,4	96,0
<b>160</b>	94,8	94,9	94,8	95,6	95,8	95,6	96,3	96,6	96,2
<b>200 et +</b>	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8			
<b>200</b>							96,5	96,7	96,3
<b>250</b>							96,5	96,7	96,5
<b>315 et +</b>							96,5	96,7	96,6

Note : Pour des valeurs de puissance nominale intermédiaires, le rendement électrique peut être déterminé par interpolation.

3. Le temps de fonctionnement annuel *t* est identifié d’après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, à l’aide du tableau 3.

Tableau 3 : Temps de fonctionnement annuel *t* standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760
Bureaux (industrie et tertiaire)	2.000
Commerces	3.000
Ecoles	1.440
Hôtels	5.840
Restaurants	2.400
Hôpitaux et maisons de soins	8.760

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par :

$$VEEP = \frac{\Delta P \cdot t}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$\Delta P$  : différence de puissance absorbée en kW ;

$t$  : temps de fonctionnement annuel en heures.

#### VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

Dans le cas de situations ne respectant pas les conditions d'applicabilité décrites ci-avant (point V.1) dont les solutions avec variation de vitesse non reprises par des mesures standardisées, un calcul spécifique doit être réalisé.

Code : MO-020

## Mise en place d'un variateur de vitesse sur une pompe ou un ventilateur

### I. Description

La consommation d'électricité est réduite par la mise en œuvre d'une régulation par variation de vitesse sur une pompe de circulation ou un ventilateur.

L'adoption d'un variateur de vitesse permet d'ajuster le niveau de débit et de pression au plus bas en tenant compte de la caractéristique de la pompe ou du ventilateur. La consommation électrique dépendant du débit et de la pression au refoulement, la variation de vitesse permet de réaliser des économies d'énergie.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Pompe de circulation régulée par étranglement, par bypass ou non régulée

Cas b) Ventilateur avec régulation par coupleur à glissement réglé ou régulation avec gradateur de tension ou un moteur bi-vitesse ou avec une régulation « tout ou rien » ou une régulation par vanes à l'entrée ou une régulation par ventelles à l'entrée ou une régulation par ventelles à la sortie ou sans régulation.

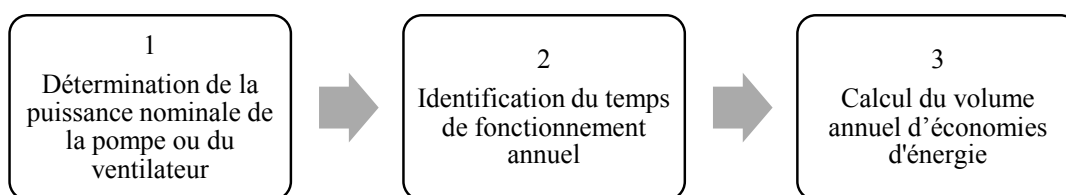
### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Pompe de circulation régulée par un variateur de vitesse.

Cas b) Ventilateur réglé par un variateur de vitesse

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



#### 1. Détermination de la puissance nominale de la pompe ou du ventilateur

La puissance à prendre en compte est la puissance nominale du moteur électrique d'entraînement de la pompe ou du ventilateur. Cette puissance est indiquée sur la fiche technique de la pompe resp. du ventilateur ou sur la plaque signalétique du moteur électrique (ou de la pompe / du ventilateur si celle-ci incorpore le moteur), et est exprimée en kW.

Dans le cas des pompes : pour les puissances de moteurs supérieures à 100 kW, il est recommandé que la puissance soit déterminée de manière précise en ayant recours à des mesures électriques.

2. Le temps de fonctionnement annuel  $t$  est identifié d'après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, à l'aide du tableau 1.

Tableau 1 : Temps de fonctionnement annuel  $t$  standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760
Bureaux (industrie et tertiaire)	2.000
Commerces	3.000
Ecoles	1.440
Hôtels	5.840
Restaurants	2.400
Hôpitaux et maisons de soins	8.760

3. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé d'après la différence entre les consommations électriques initiale et finale :

$$VEEP = \frac{f_{ee} \cdot P_{nom} \cdot t}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$P_{nom}$  : puissance nominale absorbée par la pompe en kW ;

$t$  : temps de fonctionnement annuel en heures ;

$f_{ee}$  : facteur relatif d'économie d'énergie (d'après le tableau 2).

Pour les cas a) et b) le facteur relatif d'économie d'énergie est à déterminer selon le tableau 2 en dépendance de la situation avant la mesure et de l'équipement installé.

Tableau 2 : Facteurs relatifs d'économie d'énergie

<b>Cas a) pompes</b>				
<b>Situation avant</b>	$f_{ee}$			
Régulation par étranglement	0,39			
Régulation par bypass ou absence de régulation	0,60			
<b>Cas b) ventilateurs</b>				
<b>Situation avant</b>	$f_{ee}$			
	Centrifuge à lames inclinaison avant	Centrifuge à lames inclinaison arrière	Centrifuge à pales radiales	Axial
Coupleur à glissement régulé	0,09	0,09	0,09	0,09
Gradateur de tension	0,13	0,13	0,13	0,13
Moteur bi-vitesse	0,22	0,22	0,22	0,22
Pas de régulation	0,56	0,56	0,56	0,56
Régulation tout ou rien	0,25	0,25	0,25	0,25
Vannes entrée	0,16	0,16	0,16	0,00
Ventelles entrée	0,27	0,27	0,27	0,27
Ventelles sortie	0,20	0,39	0,39	0,63

## VI. Durée de vie de la mesure

10 ans



## VII. Restrictions à l'application

Pour les ventilateurs, la mesure est uniquement applicable lorsque la puissance nominale ne dépasse pas 100 kW.

La mesure n'est pas applicable aux pompes de circulation de chauffage ou d'eau chaude sanitaire des bâtiments résidentiels et fonctionnels : ces pompes sont traitées par la mesure BA-090.

Pour les cas non traités par cette mesure, un calcul spécifique doit être réalisé.

Code : PO-010

**Remplacement de la régulation d'une pompe de circulation par un variateur de vitesse**

La mesure est intégrée à MO-020

Code : PO-020

## Réduction du temps de fonctionnement d'une pompe de circulation

### I. Description

En réduisant le temps de fonctionnement d'une pompe de circulation, la consommation électrique est réduite. Ceci peut être réalisé par différents moyens : commande par minuterie, par horloge, ou lors de la mise à l'arrêt des machines de production connectées à la pompe.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

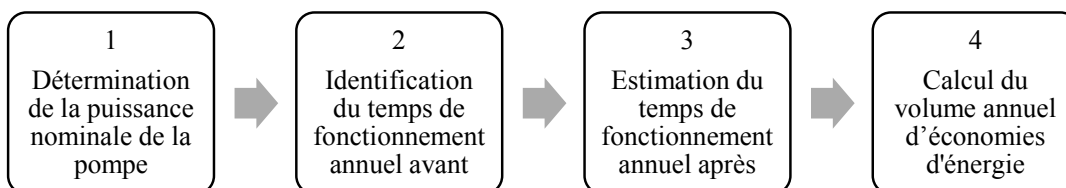
Pompe de circulation sans régulation du temps de fonctionnement.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Pompe de circulation commandée par minuterie, horloge ou déclenchée par l'arrêt d'autres machines.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



#### 1. Détermination de la puissance nominale de la pompe

La puissance à prendre en compte est la puissance nominale absorbée par la pompe, c'est-à-dire la puissance nominale du moteur électrique d'entraînement de la pompe. Cette puissance est indiquée sur la fiche technique de la pompe ou sur la plaque signalétique du moteur électrique (ou de la pompe si celle-ci incorpore le moteur) et est exprimée en kW. Pour les puissances de moteurs supérieures à 100 kW, il est recommandé que la puissance soit déterminée de manière précise en ayant recours à des mesures électriques.

2. Le temps de fonctionnement annuel avant  $t_{av}$  est identifié d'après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, à l'aide du tableau 1.

Tableau 1 : Temps de fonctionnement annuel avant  $t_{av}$  standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920

Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760
Bureaux (industrie et tertiaire)	2.000
Commerces	3.000
Ecoles	1.440
Hôtels	5.840
Restaurants	2.400
Hôpitaux et maisons de soins	8.760

3. Le temps de fonctionnement annuel après la mesure  $t_{ap}$  est estimé d'après les nouvelles conditions de fonctionnement.

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé d'après la différence entre les consommations électriques avant et après :

$$VEEP = \frac{P_{nom} \cdot (t_{av} - t_{ap})}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$P_{nom}$  : puissance nominale absorbée par la pompe en kW ;

$t_{av}$  : temps de fonctionnement annuel de la situation avant en heures ;

$t_{ap}$  : temps de fonctionnement annuel de la situation après en heures.

#### VI. Durée de vie de la mesure

1 an.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure n'est pas applicable aux pompes de circulation de chauffage ou d'eau chaude sanitaire des bâtiments résidentiels et fonctionnels : ces pompes sont traitées par la mesure BA-090.

Code : VE-010

## Ventilateur à haut rendement

### I. Description

La consommation électrique est réduite par :

Cas a) le remplacement anticipé d'un ventilateur en état de fonctionnement faisant partie d'un système de ventilation existant par un ventilateur dont la performance énergétique égale ou dépasse les exigences minimales de l'Union Européenne (UE)

ou bien

Cas b) l'achat d'un ventilateur dépassant les exigences minimales de performance énergétique de l'UE lors de la mise en œuvre d'un nouveau système de ventilation.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Ventilateur en état de fonctionnement faisant partie d'un système de ventilation existant

Cas b) Absence de système de ventilation

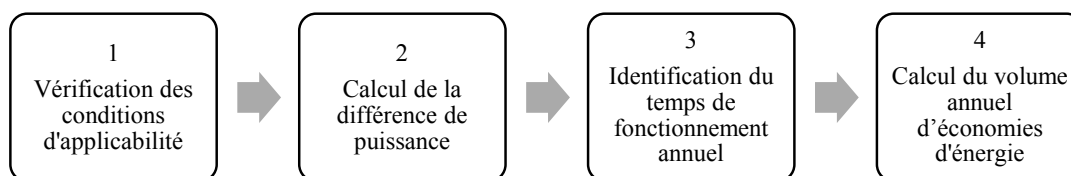
### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Nouveau ventilateur dont l'efficacité énergétique égale ou dépasse les exigences de l'UE

Cas b) Nouveau système de ventilation équipé d'un ventilateur neuf dont l'efficacité énergétique dépasse les exigences minimales de l'UE

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Il faut vérifier que la condition suivante est remplie :

- La puissance nominale du moteur d'entraînement (=puissance mécanique à l'arbre) est comprise entre 125 W et 500 kW

2.

Cas a)

Si la condition sous le point 1 est remplie, la différence de puissance  $\Delta P$  est calculée par la formule suivante :

$$\Delta P = P_{nom} \cdot \left( 1 - \frac{\eta_{av}}{\eta_{ap}} \right)$$

- Avec  $\Delta P$  : différence de puissance en kW ;
- $P_{nom}$  : puissance nominale (d'après la plaque signalétique ou la fiche technique du moteur d'entraînement) en kW ;
- $\eta_{av}$  : rendement énergétique du ventilateur remplacé sur base de la puissance nominale du moteur d'entraînement (d'après la plaque signalétique ou la fiche technique du ventilateur remplacé ou, à défaut, le tableau 1 de l'annexe I du Règlement (UE) No 327/2011 du 30 mars 2011 portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux ventilateurs entraînés par des moteurs d'une puissance électrique à l'entrée comprise entre 125 W et 500 kW) en % ;
- $\eta_{ap}$  : rendement énergétique du nouveau ventilateur sur base de la puissance nominale du moteur d'entraînement (d'après la plaque signalétique ou la fiche technique du ventilateur neuf ou, à défaut, d'après le tableau 1) en %.

Cas b)

Si la condition sous le point 1 est remplie, la différence de puissance  $\Delta P$  est calculée par la formule suivante :

$$\Delta P = P_{nom} \cdot \left( 1 - \frac{\eta_{av}}{\eta_{ap}} \right)$$

- Avec  $\Delta P$  : différence de puissance en kW ;
- $P_{nom}$  : puissance nominale (d'après la plaque signalétique ou la fiche technique du moteur d'entraînement) en kW ;
- $\eta_{av}$  : rendement énergétique minimum du ventilateur conformément à la réglementation UE (d'après le tableau 1) en % ;
- $\eta_{ap}$  : rendement énergétique du nouveau ventilateur sur base de la puissance nominale du moteur d'entraînement (d'après la plaque signalétique ou la fiche technique du ventilateur neuf ou, à défaut, d'après le tableau 1) en %.

Tableau 1 : Exigences de rendement énergétique cible [%] des ventilateurs

<b>Puissance nominale du moteur d'entraînement [kW]</b>	<b>Ventilateur axial</b>	<b>Ventilateur radiaux et centrifuges à aubes inclinées vers l'avant</b>	<b>Ventilateur centrifuge à aubes inclinées vers l'arrière</b>
<b>0,10 - 0,15</b>	46	37	44
<b>0,15 - 0,20</b>	47	38	46
<b>0,20 - 0,30</b>	48	39	47
<b>0,30 - 0,40</b>	49	40	49
<b>0,40 - 0,50</b>	49	40	50
<b>0,50 - 0,75</b>	<b>50</b>	41	51
<b>0,75 - 1,00</b>	51	42	53
<b>1,0 - 1,5</b>	52	43	55
<b>1,5 - 2,0</b>	53	44	56
<b>2,0 - 2,5</b>	54	45	57
<b>2,5 - 3,0</b>	54	45	58
<b>3 - 4</b>	55	46	59
<b>4 - 5</b>	56	47	60
<b>5 - 6</b>	56	47	61
<b>6 - 7</b>	57	48	62
<b>7 - 8</b>	57	48	63
<b>8 - 9</b>	58	49	63
<b>9 - 10</b>	58	49	64
<b>10 - 15</b>	58	49	64
<b>15 - 20</b>	58	49	65
<b>20 - 25</b>	59	50	65
<b>25 - 30</b>	59	50	65
<b>30 - 35</b>	59	50	65
<b>35 - 40</b>	59	50	65
<b>40 - 45</b>	59	50	66
<b>45 - 50</b>	59	50	66
<b>50 - 60</b>	59	50	66
<b>60 - 70</b>	59	50	66
<b>70 - 80</b>	59	50	66
<b>80 - 90</b>	60	51	66
<b>90 - 100</b>	60	51	66
<b>100 - 120</b>	60	51	67
<b>120 - 140</b>	60	51	67
<b>140 - 160</b>	60	51	67
<b>160 - 180</b>	60	51	67
<b>180 - 200</b>	60	51	67
<b>200 - 250</b>	60	51	67
<b>250 - 300</b>	61	52	68

<b>300 - 350</b>	61	52	68
<b>350 - 400</b>	61	52	68
<b>400 - 450</b>	61	52	68
<b>450 - 500</b>	61	52	68

3. Le temps de fonctionnement annuel *t* est identifié d’après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, à l’aide du tableau 2.

Tableau 2 : Temps de fonctionnement annuel *t* standardisé

Type d’activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.536
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.072
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	3.686
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	4.301
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	4.608
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	5.530
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	6.451
Industrie, 3 postes en continu	7.008
Bureaux (industrie et tertiaire)	1.600
Commerces	2.400
Ecoles	1.152
Hôtels	4.672
Restaurants	1.920
Hôpitaux et maisons de soins	7.008

4. Le volume annuel d’économies d’énergie produit par mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{\Delta P \cdot t}{1.000}$$

avec *VEEP* : volume annuel d’économies d’énergie produit par la mesure en MWh ;

$\Delta P$  : différence de puissance en kW ;

*t* : temps de fonctionnement annuel en heures.



VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

VII. Restrictions à l'application

Dans les cas de changement de puissance moteur ou de systèmes de ventilation utilisés pour le transport de matières (poussières, particules,...), un calcul spécifique doit être réalisé.

Dans le cas de situations ne respectant pas les conditions d'applicabilité décrites ci-avant (point V.1), un calcul spécifique doit être réalisé.

Code : VE-020

## Réduction du temps de fonctionnement d'un système de ventilation

### I. Description

En réduisant le temps de fonctionnement d'un système de ventilation, la consommation électrique est réduite. Ceci peut être réalisé au moyen d'une commande par minuterie ou par horloge.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

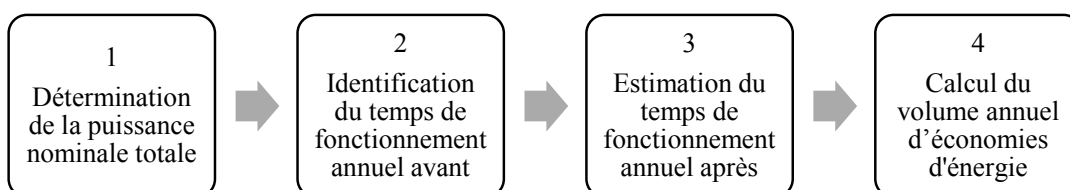
Système de ventilation sans réduction du temps de fonctionnement.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Système de ventilation dont le temps de fonctionnement est réduit.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



#### 1. Détermination de la puissance nominale totale

La puissance à prendre en compte est la puissance nominale totale [kW] des moteurs électriques d'entraînement des ventilateurs du système de ventilation. La puissance nominale est indiquée sur la fiche technique de chaque ventilateur ou sur la plaque signalétique de chaque moteur électrique.

2. Le temps de fonctionnement annuel avant  $t_{av}$  est identifié d'après les conditions réelles de fonctionnement ou, si indéterminées, à l'aide du tableau 1.

Tableau 1 : Temps de fonctionnement annuel avant  $t_{av}$  standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608

Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760
Bureaux (industrie et tertiaire)	2.000
Commerces	3.000
Ecoles	1.440
Hôtels	5.840
Restaurants	2.400
Hôpitaux et maisons de soins	8.760

3. Le temps de fonctionnement annuel après la mesure  $t_{ap}$  est estimé d'après les nouvelles conditions de fonctionnement.

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé d'après la différence entre les consommations électriques avant et après :

$$VEEP = \frac{P_{nom} \cdot (t_{av} - t_{ap})}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$P_{nom}$  : puissance nominale du moteur électrique en kW ;

$t_{av}$  : temps de fonctionnement annuel de la situation avant en heures ;

$t_{ap}$  : temps de fonctionnement annuel de la situation après en heures.

#### VI. Durée de vie de la mesure

1 an.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure ne permet de calculer que les gains en énergie électrique liée à l'entraînement du ventilateur.

Tous les autres cas seront à traiter par un calcul spécifique.

Code : AC-010

## Réduction de la pression d'air comprimé

### I. Description

La pression de l'air produit par le compresseur est réduite, ce qui diminue la consommation spécifique du travail de compression et donc la consommation électrique.

Ceci peut être réalisé grâce à une réduction des pertes de pression parmi les équipements de traitement de l'air, dans les conduites... ou en réduisant les besoins de pression du côté de l'utilisation.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

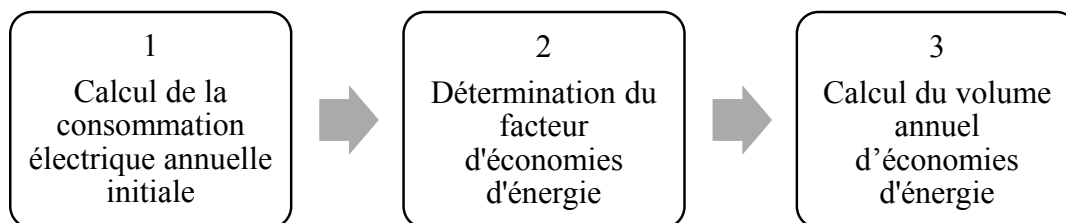
Le niveau de pression en sortie du compresseur est connu.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Le niveau de pression en sortie du compresseur est réduit par rapport à la situation initiale et connue.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La consommation électrique annuelle initiale est calculée :
  - a) Par la formule suivante :

$$E_{av} = \frac{P_{nom} \cdot t_{charge} + P_{vide} \cdot t_{vide}}{1.000}$$

Avec :

- $E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;
- $P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur en kW ;
- $t_{charge}$  : durée annuelle de fonctionnement en charge du compresseur donnée par le panneau de commande du compresseur en heures ;

$P_{vide}$  : puissance électrique en fonctionnement à vide du compresseur en kW ;

$t_{vide}$  : durée annuelle de fonctionnement à vide du compresseur donnée par le panneau de commande du compresseur en heures ;

b) Alternativement, par la formule suivante :

$$E_{av} = \frac{0,8 \cdot P_{nom} \cdot t}{1.000}$$

Avec  $E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;

$P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur en kW ;

$t$  : durée annuelle de fonctionnement du compresseur en heures ou, si indéterminée, donnée par le tableau 1;

Tableau 1 : Durée annuelle de fonctionnement  $t$  standardisée

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760

c) Alternativement, par des mesures électriques si ce procédé permet un meilleur niveau de précision que les formules mentionnées ci-dessus.

2. Le facteur d'économies d'énergie est déterminé à l'aide du tableau 2 en fonction du niveau de pression initial et de la réduction de pression réalisée.

Tableau 2 : Facteur d'économies d'énergie  $k_{EE}$  [%]

Pression initiale relative [barg]	Réduction de pression réalisée [bar]									
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
4	1,6%	4,8%	8,0%	11,4%	15,0%	18,6%	22,4%	26,3%	30,4%	34,6%
5	1,2%	3,6%	6,1%	8,7%	11,3%	14,0%	16,8%	19,7%	22,7%	25,7%
6	1,0%	2,9%	4,9%	7,0%	9,0%	11,2%	13,4%	15,6%	17,9%	20,3%

7	0,8%	2,4%	4,1%	5,8%	7,5%	9,2%	11,0%	12,9%	14,7%	16,6%
8	0,7%	2,1%	3,5%	4,9%	6,4%	7,8%	9,4%	10,9%	12,5%	14,1%
9	0,6%	1,8%	3,0%	4,3%	5,5%	6,8%	8,1%	9,4%	10,8%	12,1%
10	0,5%	1,6%	2,7%	3,8%	4,9%	6,0%	7,1%	8,3%	9,4%	10,6%
12	0,4%	1,3%	2,1%	3,0%	3,9%	4,8%	5,7%	6,6%	7,6%	8,5%

Note : Les facteurs d'économies d'énergie correspondant à des niveaux de pression ou des réductions de pression intermédiaires peuvent être calculés par interpolation.

3. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{E_{av} \cdot k_{EE}}{100}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;

$k_{EE}$  : facteur d'économies d'énergie (d'après le tableau 2) en %.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure n'est valable que si le fluide est de l'air ambiant.

La mesure est cumulable avec la mesure AC-050.

Code : AC-020

## Réduction de la température d'entrée d'air comprimé

### I. Description

La température de l'air aspiré par le compresseur est réduite. Ceci diminue la consommation spécifique du travail de compression et donc la consommation électrique.

Ceci est réalisable en déportant l'aspiration d'air du compresseur de l'intérieur d'un local vers l'extérieur.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

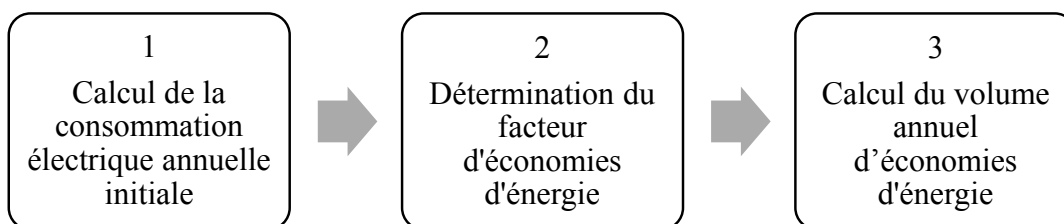
L'air est aspiré à l'intérieur d'un local.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

L'air aspiré est de l'air extérieur.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La consommation électrique annuelle initiale est calculée :

a) Par la formule suivante :

$$E_{av} = \frac{P_{nom} \cdot t_{charge} + P_{vide} \cdot t_{vide}}{1.000}$$

Avec :

$E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;

$P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur en kW ;

$t_{charge}$  : durée annuelle de fonctionnement en charge du compresseur donnée par le panneau de commande du compresseur en heures ;

$P_{vide}$  : puissance électrique en fonctionnement à vide du compresseur en kW ;

$t_{vide}$  : durée annuelle de fonctionnement à vide du compresseur donnée par le panneau de commande du compresseur en heures ;

b) Alternativement, par la formule suivante :

$$E_{av} = \frac{0,8 \cdot P_{nom} \cdot t}{1.000}$$

Avec  $E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;

$P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur en kW ;

$t$  : durée annuelle de fonctionnement du compresseur en heures ou, si indéterminée, donnée par le tableau 1;

Tableau 1 : Durée annuelle de fonctionnement  $t$  standardisée

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064
Industrie, 3 postes en continu	8.760

c) Alternativement, par des mesures électriques si ce procédé permet un meilleur niveau de précision que les formules mentionnées ci-dessus.

2. Le facteur d'économies d'énergie est déterminé à l'aide du tableau 2 en fonction de la température d'air à l'aspiration initiale. Cette température doit correspondre à la moyenne annuelle et être calculée ou estimée le plus précisément possible.

Tableau 2 : Facteur d'économies d'énergie  $k_{EE}$  [%]

Température d'air à l'aspiration - avant [°C]	$k_{EE}$ [%]
14	2
17	3



20	4
23	5
26	6
29	7
32	8
35	9

Note : Les facteurs d'économies d'énergie correspondant à des niveaux de température intermédiaires peuvent être calculés par interpolation.

3. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{E_{av} \cdot k_{EE}}{100}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;

$k_{EE}$  : facteur d'économies d'énergie (d'après le tableau 2) en %.

#### VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure n'est valable que si le fluide est de l'air ambiant et si l'aspiration de l'air du compresseur est déportée de l'intérieur d'un local vers l'extérieur.

Code : AC-030

## Réduction de fuites d'air comprimé

### I. Description

Les fuites présentes sur un réseau d'air comprimé induisent des gaspillages énergétiques correspondant à la quantité d'air comprimé s'échappant par ces fuites. La consommation électrique est réduite par la réparation des fuites d'air comprimé.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

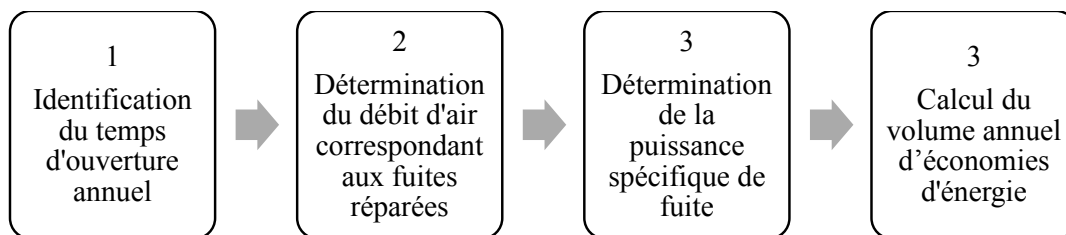
Le réseau d'air comprimé présente des fuites.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Les fuites d'air comprimé ont été réduites.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La durée annuelle d'ouverture d'après les conditions réelles de fonctionnement ou, si inconnues, par le tableau 1.

Tableau 1 : Durée annuelle d'ouverture  $t_{ouv}$  standardisée

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.920
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.840
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	4.608
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	5.376
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	5.760
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	6.912
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	8.064

Industrie, 3 postes en continu	8.760
--------------------------------	-------

2. Le débit d'air comprimé correspondant aux fuites réparées  $Q_{fr}$  doit être déterminé. Il est exprimé en litres par seconde.

Un certain nombre de méthodes permettent de mesurer le débit de fuites d'air comprimé. La « Feuille d'info – Fuites d'air comprimé » (SuisseEnergie, 2006) en présente plusieurs.

Pour déterminer correctement le débit  $Q_{fr}$ , une vérification de l'efficacité des réparations doit être réalisée.

3. La puissance spécifique de fuite  $p_f$  est déterminée à l'aide du tableau 2 en fonction de la pression nominale du réseau d'air comprimé.

Tableau 2 : Puissance spécifique de fuite  $p_f$  [kW/l/s]

Pression nominale relative [barg]	Puissance spécifique [kW/l/s]
4	0,246
6	0,321
8	0,378
10	0,429

Note : Les puissances spécifiques de fuite correspondant à des niveaux de pression intermédiaires peuvent être calculées par interpolation.

4. Calcul du volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{t_{ouv} \cdot Q_{fr} \cdot p_f}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$t_{ouv}$  : durée annuelle d'ouverture en heures ou, si indéterminée, donnée par le tableau 1;

$Q_{fr}$  : débit d'air comprimé correspondant aux fuites réparées en l/s ;

$p_f$  : puissance spécifique de fuite (d'après le tableau 2) en kW/l/s.

#### VI. Durée de vie de la mesure

1 an.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure n'est valable que si le fluide est de l'air ambiant.

Code : AC-040

## Récupération de chaleur d'un système d'air comprimé

### I. Description

Le fonctionnement des compresseurs engendre des déperditions de chaleur significatives. Des économies d'énergie sont réalisées, si cette chaleur est récupérée et valorisée pour d'autres utilisations, notamment le préchauffage de l'air de ventilation ou d'autres utilisations dans le domaine du chauffage.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

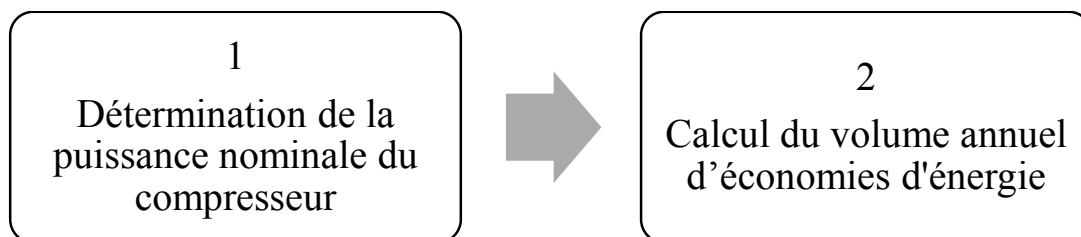
Le compresseur n'est pas équipé d'un système de récupération de chaleur.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Le compresseur est équipé d'un récupérateur de chaleur faisant appel à un fluide (air, eau ou huile thermique).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



#### 1. Détermination de la puissance nominale du compresseur

La puissance à prendre en compte est la puissance électrique nominale du compresseur [kW]. Elle est indiquée sur la fiche technique ou sur la plaque signalétique du compresseur ou du moteur connecté.

2. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{P_{nom} \cdot t_{rec} \cdot 0,7}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur en kW ;

$t_{rec}$  : durée annuelle durant laquelle la récupération de chaleur est réalisée en heures ;

#### VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure n'est valable que si le fluide comprimé est de l'air ambiant.

La mesure est applicable au cas du réchauffement d'un fluide dont la température de retour ne dépasse pas 60°C.

La mesure n'est applicable que si la puissance de la demande en chaleur est supérieure ou égale à la puissance de chaleur maximale récupérable.

La mesure ne s'applique qu'aux compresseurs à vis lubrifiées.

Pour les autres cas, un calcul spécifique est à réaliser.

Code : AC-050

## Compresseur à vitesse variable

### I. Description

Les compresseurs peuvent consommer une part significative d'énergie même lorsqu'ils fonctionnent à vide. Le remplacement d'un compresseur fonctionnant par charge / marche à vide par un modèle équipé d'une variation de vitesse (VSD) permet de réaliser des économies d'énergie.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

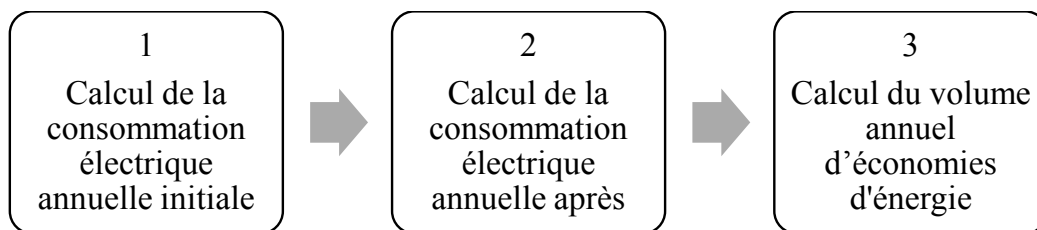
Le compresseur existant fonctionne exclusivement en charge / marche à vide.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Le compresseur est équipé d'un système de variation de vitesse ( « VSD » ou « Variable Speed Drive »).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



#### 1. Détermination de la puissance nominale du compresseur $P_{nom}$

La puissance à prendre en compte est la puissance électrique nominale du compresseur [kW]. Elle est indiquée sur la fiche technique ou sur la plaque signalétique du compresseur.

#### 2. Identification de la situation avant

Les grandeurs caractéristiques du mode de fonctionnement du compresseur sont recueillies et exprimées sur une base annuelle et :

$$E_{av} = \frac{P_{nom} \cdot (t_{charge,av} + t_{vide,av} \cdot 0,35)}{1.000}$$

Avec :

$E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;

- $P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur en kW ;
- $t_{charge,av}$  : durée annuelle de fonctionnement en charge du compresseur dans la situation avant donnée par le panneau de commande du compresseur en heures ;
- $t_{vide,av}$  : durée annuelle de fonctionnement à vide du compresseur dans la situation avant donnée par le panneau de commande du compresseur en heures ;

Alternativement, la valeur  $E_{av}$  peut être obtenue par mesures électriques si ce procédé permet un meilleur niveau de précision que la formule ci-dessus.

### 3. Identification de la situation après

Les grandeurs caractéristiques du mode de fonctionnement du compresseur sont recueillies et exprimées sur une base annuelle :

$$E_{ap} = \frac{P_{nom} \cdot \left( t_{charge,ap} \cdot 1,04 \cdot \frac{k_{u,ap}}{100} \right)}{1.000}$$

- $E_{ap}$  : consommation électrique annuelle dans la situation après en MWh ;
- $P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur en kW ;
- $t_{charge,ap}$  : durée annuelle de fonctionnement en charge du compresseur dans la situation après en heures ;
- $k_{u,ap}$  : taux d'utilisation moyen du compresseur donné par le panneau de commande du compresseur ou estimé en % ;

Si cette valeur est indéterminée, elle peut être estimée par :

$$k_{u,ap} = 100 \times \frac{t_{charge,av}}{t_{charge,av} + t_{vide,av}}$$

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = E_{av} - E_{ap}$$

- Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;
- $E_{av}$  : consommation électrique annuelle initiale en MWh ;
- $E_{ap}$  : consommation électrique annuelle dans la situation après en MWh.

### VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

## VII. Restrictions à l'application

La mesure n'est valable que si le fluide comprimé est de l'air ambiant.

Dans les cas liés à une optimisation de régulation sur une cascade de compresseurs plus complexe, un calcul spécifique sera établi.



Code : CI-010

## **Installation d'un économiseur sur une chaudière industrielle**

### I. Description

Lors du fonctionnement d'une chaudière, une part substantielle d'énergie est perdue au niveau de la cheminée par l'échappement des fumées. L'installation d'un économiseur permet de récupérer une partie de cette chaleur perdue afin de préchauffer un fluide froid, notamment l'eau d'appoint.

Bien que les chaudières modernes intègrent cette technologie dès l'origine, les économiseurs peuvent être installés en tant qu'améliorations sur des chaudières existantes.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

La chaudière industrielle existante (à eau chaude, vapeur ou huile thermique) n'est pas pourvue d'un économiseur.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

La chaudière industrielle existante est munie d'un économiseur.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante:

$$VEEP = 0,05 \cdot E_{chaud,n-1}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{chaud,n-1}$  : consommation en combustible de la chaudière pour la dernière année complète en MWh.

### VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

### VII. Restrictions à l'application

L'eau d'appoint ne doit pas être préchauffée par un autre système avant l'économiseur.

Code : CI-020

## **Chaudière industrielle avec économiseur à condensation**

### I. Description

Lors du fonctionnement d'une chaudière, une part substantielle d'énergie est perdue au niveau de la cheminée par l'échappement des fumées. L'installation d'un économiseur à condensation permet de récupérer une partie de cette chaleur perdue plus importante que par un économiseur sans condensation afin de préchauffer un fluide froid, notamment l'eau d'appoint.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Chaudière industrielle existante hors d'état de fonctionnement et considérée comme non réparable ou bien absence de chaudière industrielle.

Cas b) Chaudière industrielle existante sans économiseur.

Cas c) Chaudière industrielle existante pourvue d'un économiseur standard (sans condensation).

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Chaudière industrielle neuve avec économiseur à condensation.

Cas b) Chaudière industrielle existante pourvue d'un économiseur à condensation.

Cas c) Chaudière industrielle existante pourvue d'un économiseur à condensation.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Cas a)

$$VEEP = 0,01 \cdot E_{chaud,n-1}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{chaud,n-1}$  : consommation en combustible de la chaudière pour la dernière année complète en MWh ou bien consommation projetée (cas de l'absence de chaudière dans la situation initiale) en MWh.

Cas b)

$$VEEP = 0,06 \cdot E_{chaud,n-1}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{chaud,n-1}$  : consommation en combustible de la chaudière pour la dernière année complète en MWh.

Cas c)

$$VEEP = 0,01 \cdot E_{chaud,n-1}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{chaud,n-1}$  : consommation en combustible de la chaudière pour la dernière année complète en MWh.

#### VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

L'eau d'appoint ne doit pas être préchauffée par un autre système avant l'économiseur.

Code : CI-030

## Installation d'une régulation de l'excès d'oxygène sur une chaudière industrielle

### I. Description

L'installation d'une régulation du taux d'oxygène à l'échappement d'une chaudière industrielle permet d'en améliorer le rendement en ajustant précisément le rapport air/combustible. Ceci permet de réaliser des économies d'énergie.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

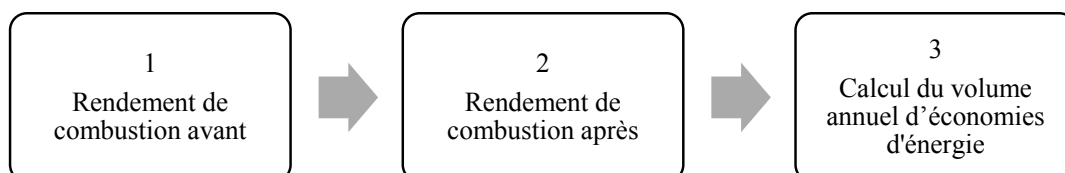
La chaudière industrielle existante (à eau chaude, vapeur ou huile thermique) est en état de fonctionnement et n'est pas pourvue d'un système régulation du taux d'oxygène à l'échappement.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

La chaudière industrielle est équipée d'un dispositif de régulation en continu du taux d'oxygène à l'échappement (appelé aussi sonde lambda). Ce dispositif indique le taux d'oxygène et/ou de CO<sub>2</sub>.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

#### Méthodologie de calcul :



1. Le rendement de combustion dans la situation avant est calculé

$$\eta_{av} = 100 - \left[ (T_{A,av} - T_{L,av}) \cdot \left( \frac{A_1}{CO_{2,av}} + B \right) \right]$$

Ou bien :

$$\eta_{av} = 100 - \left[ (T_{A,av} - T_{L,av}) \cdot \left( \frac{A_2}{21 - O_{2,av}} + B \right) \right]$$

Avec  $\eta_{av}$  : rendement de combustion dans la situation avant en % ;

- $T_{A,av}$  : température des gaz de combustion dans la situation avant en °C ;
- $T_{L,av}$  : température de l'air de combustion dans la situation avant, mesurée au niveau de l'entrée d'air du brûleur, en °C ;
- $CO_{2,av}$  : concentration en anhydride carbonique à l'échappement dans la situation avant en % vol. mesuré ;
- $O_{2,av}$  : concentration en oxygène à l'échappement dans la situation avant en % vol. mesuré ;
- $A_1$  : facteur dépendant du combustible d'après le tableau 1 ;
- $A_2$  : facteur dépendant du combustible d'après le tableau 1 ;
- $B$  : facteur dépendant du combustible d'après le tableau 1 ;

Tableau 1 : Facteurs  $A_1$ ,  $A_2$  et  $B$  dépendants du combustible

Type de combustible	$A_1$	$A_2$	$B$
Gasoil	0,50	0,68	0,007
Gaz naturel	0,37	0,66	0,009
Gaz liquéfié	0,42	0,63	0,008

2. Le rendement de combustion dans la situation après est calculé

$$\eta_{ap} = 100 - \left[ (T_{A,ap} - T_{L,ap}) \cdot \left( \frac{A_1}{CO_{2,ap}} + B \right) \right]$$

Ou bien :

$$\eta_{ap} = 100 - \left[ (T_{A,ap} - T_{L,ap}) \cdot \left( \frac{A_2}{21 - O_{2,ap}} + B \right) \right]$$

- Avec  $\eta_{ap}$  : rendement de combustion dans la situation après en % ;
- $T_{A,ap}$  : température des gaz de combustion dans la situation après en °C ;
- $T_{L,ap}$  : température de l'air de combustion dans la situation après, mesurée au niveau de l'entrée d'air du brûleur, en °C ;
- $CO_{2,ap}$  : concentration en anhydride carbonique dans la situation après en % vol. mesuré ;

$O_{2,ap}$	concentration en oxygène à l'échappement dans la situation après en % vol. mesuré ;
$A_1$	facteur dépendant du combustible d'après le tableau 1 ;
$A_2$	facteur dépendant du combustible d'après le tableau 1 ;
$B$	facteur dépendant du combustible d'après le tableau 1 ;

3. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante:

$$VEEP = E_{chaud,n-1} \left( 1 - \frac{\eta_{av}}{\eta_{ap}} \right)$$

$VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{chaud,n-1}$  : consommation en combustible de la chaudière pour la dernière année complète en MWh.

#### VI. Durée de vie de la mesure

10 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

Code : PI-010

## **Presse à injecter hybride ou tout électrique**

### I. Description

L'élaboration de pièces en matière plastique par le procédé d'injection nécessite de grandes quantités d'énergie afin de fluidifier la matière première puis la mettre en forme par injection dans des moules. La possibilité de moderniser des presses actionnées par des systèmes hydrauliques ou de les remplacer par des presses hybrides ou, pour les plus faibles puissances, actionnées par des mouvements tout électriques, permet de réaliser des économies d'énergie considérables.

Précisions relatives à la terminologie :

Une presse à injecter est dite « toute électrique » lorsque le dosage, l'injection et la fermeture sont réalisés par des moteurs électriques sans recourir à la force hydraulique.

Une presse à injecter est dite « hybride » lorsque, à minima, deux fonctions parmi le dosage, l'injection et la fermeture sont réalisées par des moteurs électriques sans recourir à la force hydraulique.

Une presse à injecter « hybride » peut résulter de l'installation d'un kit d'hybridation sur une presse à injecter hydraulique existante.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable au secteur industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Cas a) Presse d'injection hydraulique, hors d'état de fonctionnement et considérée comme non réparable ou bien absence de presse d'injection.

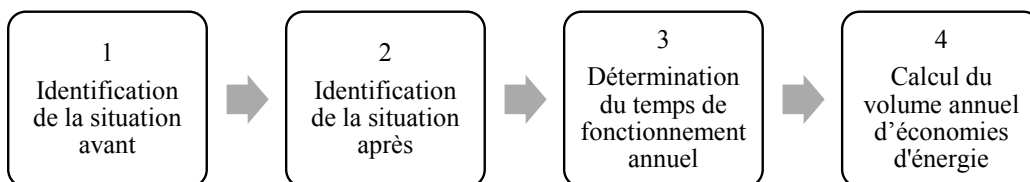
Cas b) Presse d'injection hydraulique existante en état de fonctionnement.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

La presse d'injection est du type hybride ou bien toute électrique.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Identification de la situation avant

Cas a)

La situation avant (c.à.d. la référence) correspond à une presse d'injection hydraulique neuve équivalente, en termes de capacité et de régime de fonctionnement, à la situation après.

Cas b)

La situation avant (c.à.d. la référence) correspond à la presse d'injection hydraulique existante fonctionnant de manière équivalente, en termes de capacité et de régime de fonctionnement, à la situation après.

2. Identification de la situation après

La situation après correspond à la presse d'injection dans la situation après.

3. Le temps de fonctionnement annuel  $t$  provient des conditions de fonctionnement réelles ou, si indéterminées, est identifié à l'aide du tableau 1.

Tableau 1 : Temps de fonctionnement annuel  $t$  standardisé

Type d'activité	[heures / a]
Industrie, 1 poste, 5 jours/semaine	1.536
Industrie, 2 postes, 5 jours/semaine	3.072
Industrie, 2 postes, 6 jours/semaine	3.686
Industrie, 2 postes, 7 jours/semaine	4.301
Industrie, 3 postes, 5 jours/semaine	4.608
Industrie, 3 postes, 6 jours/semaine	5.530
Industrie, 3 postes, 7 jours/semaine	6.451
Industrie, 3 postes en continu	7.008

4. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante:

$$VEEP = \frac{(P_{av} - P_{ap}) \cdot \left(1 + \frac{k_c}{COP}\right) \cdot t}{1.000}$$

Avec :

$VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$P_{av}$  : puissance nominale de la presse correspondant à la situation avant en kW ;

$P_{ap}$  : puissance nominale de la presse correspondant à la situation après en kW ;



- $k_c$  : facteur de perte thermique, sans unité. Par défaut, ce facteur a une valeur de 0,70 ;
- COP : coefficient de performance frigorifique annuel moyen de l'installation de refroidissement relatif à la presse concernée, sans unité. Par défaut, ce coefficient a une valeur de 2 ;
- $t$  : temps de fonctionnement annuel, en heures.

#### VI. Durée de vie de la mesure

Cas a) : 15 ans

Cas b) : 10 ans.

#### VII. Restrictions à l'application

La mise en œuvre de la mesure est réalisée par un prestataire professionnel.

La transformation d'une presse hydraulique en presse toute électrique n'est pas prévue dans le cadre de cette mesure.

Code : SR-010

## **Augmentation de la température de l'évaporateur**

### I. Description

En augmentant la température à l'évaporateur, c'est-à-dire du côté froid d'un système de réfrigération, la consommation d'électricité du système est réduite.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

Le système de réfrigération fonctionne à un niveau de température du côté évaporateur plus bas que nécessaire.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Le niveau de température du côté de l'évaporateur est augmenté.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{0,025 \cdot (T_{\text{évap},ap} - T_{\text{évap},av}) \cdot P_{nom} \cdot t}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$T_{\text{évap},ap}$  : température à l'évaporateur après la mise en œuvre de la mesure en °C ;

$T_{\text{évap},av}$  : température à l'évaporateur avant la mise en œuvre de la mesure en °C ;

$P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur obtenue par mesure ou indiquée sur la fiche technique ou la plaque signalétique du compresseur, en kW ;

$t$  : temps de fonctionnement annuel du compresseur en heures. Par défaut, la mesure s'applique aux installations fonctionnant toute l'année, donc :  $t = 8.760 \times 0,8 = 7.008$  heures. Lorsque l'installation est utilisée suivant un autre régime,  $t$  peut prendre une valeur différente.

### VI. Durée de vie de la mesure

1 an.

## VII. Restrictions à l'application

La mesure ne s'applique qu'aux installations liées à un seul type d'usage et à un seul niveau de température.

La mesure n'est pas applicable aux appareils de réfrigération ménagers. Ces appareils sont traités par la mesure AE-010.

Code : SR-020

## **Abaissement de la température du condenseur**

### I. Description

En abaissant la température au condenseur, c'est-à-dire du côté chaud d'un système de réfrigération, la consommation d'électricité du système est réduite.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs tertiaire et industriel.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

L'installation frigorifique fonctionne à un niveau de température du côté condenseur plus élevé que nécessaire.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Le niveau de température du côté du condenseur est abaissé.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \frac{0,025 \cdot (T_{cond,av} - T_{cond,ap}) \cdot P_{nom} \cdot t}{1.000}$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$T_{cond,av}$  : température au condenseur avant la mise en œuvre de la mesure en °C ;

$T_{cond,ap}$  : température au condenseur après la mise en œuvre de la mesure en °C ;

$P_{nom}$  : puissance électrique nominale du compresseur obtenue par mesure ou indiquée sur la fiche technique ou la plaque signalétique du compresseur, en kW ;

$t$  : temps de fonctionnement annuel du compresseur en heures. Par défaut, la mesure s'applique aux installations fonctionnant toute l'année, donc :  $t = 8.760 \times 0,8 = 7.008$  heures. Lorsque l'installation est utilisée suivant un autre régime,  $t$  peut prendre une valeur différente.

### VI. Durée de vie de la mesure

1 an.

## VII. Restrictions à l'application

La mesure ne s'applique qu'aux installations liées à un seul type d'usage et à un seul niveau de température.

La mesure n'est pas applicable aux appareils de réfrigération ménagers. Ces appareils sont traités par la mesure AE-010.

Code : ME-010

## **Entreprise certifiée ISO 50001**

### I. Description

Mise en œuvre d'un système de management énergétique certifié conformément à la norme ISO 50001.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

L'entreprise ne dispose pas d'un système de management de l'énergie.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

L'entreprise a mis en œuvre un système de management de l'énergie conforme à la norme ISO 50001 certifié par un organisme d'évaluation de la conformité indépendant et accrédité en vertu du règlement (CE) 765/2008.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = \text{minimum} (0,01 \cdot E_{n-1} ; EE_{ISO\ 50001} )$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$E_{n-1}$  : consommation énergétique annuelle adressée par le plan d'action ISO 50001 pour la dernière année complète en MWh ;

$EE_{ISO\ 50001}$  : potentiel total annuel d'économies d'énergie estimé par le plan d'action ISO 50001 en MWh.

### VI. Durée de vie de la mesure

1 an.

### VII. Restrictions à l'application

Les économies d'énergie réalisées lors de la mise en œuvre du plan d'action du système de management de l'énergie sont comptabilisées en-dehors du cadre de cette mesure.

Code : TR-010

## Remplacement d'une voiture par un modèle plus efficace en énergie

### I. Description

La consommation de carburant est réduite en remplaçant une voiture existante par une nouvelle voiture plus efficace en énergie fonctionnant à l'essence, au diesel ou au gaz naturel CNG (y compris une voiture de type hybride non rechargeable).

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux véhicules de catégorie M1<sup>9</sup> (ci-après « voiture(s) »), indépendamment du secteur d'application.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

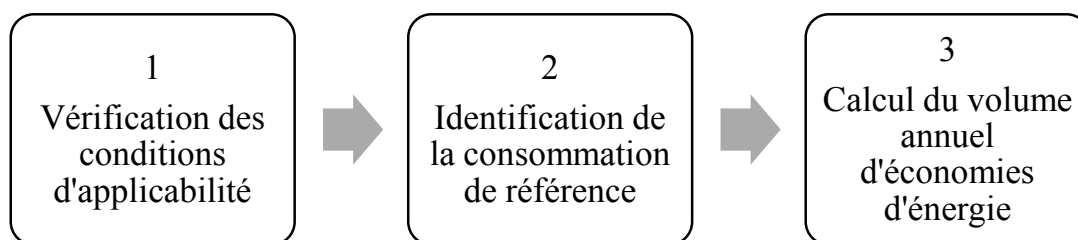
Voiture existante fonctionnant à l'essence ou au diesel.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Nouvelle voiture plus efficace en énergie fonctionnant à l'essence, au diesel ou au gaz naturel CNG (y compris une voiture de type hybride non rechargeable).

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Il faut vérifier que les conditions suivantes soient remplies :

- La nouvelle voiture est plus économe en carburant que la voiture remplacée.
- La consommation de carburant en cycle d'essai standardisé combiné/mixte<sup>10</sup> de la nouvelle voiture ne dépasse pas les valeurs de consommation énoncées au tableau 1.

Tableau 1 : Valeurs-limites de consommation de la nouvelle voiture

Type de voiture	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Voiture fonctionnant à l'essence [l/100 km]	4,8	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7
Voiture fonctionnant au diesel [l/100 km]	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2

<sup>9</sup> conformément à la directive modifiée 2007/46/CE

<sup>10</sup> conformément au certificat de conformité tel que défini par la directive modifiée 2007/46/CE

Voiture fonctionnant au gaz naturel CNG groupe H [kg/100 km]	3,6	3,5	3,3	3,1	3,0	2,8
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. La consommation de référence  $c_{ref}$  est identifiée à l'aide du tableau 2 :

Tableau 2 : Consommation de référence  $c_{ref}$

Type de voiture	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Voiture fonctionnant à l'essence [l/100 km]	5,6	5,4	5,1	4,9	4,6	4,4
Voiture fonctionnant au diesel [l/100 km]	4,9	4,7	4,5	4,3	4,0	3,8
Voiture fonctionnant au gaz naturel CNG groupe H [kg/100 km]	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,7

3. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = (c_{ref} \cdot p_{carb,av} - c_{ap} \cdot p_{carb,ap}) \cdot 0,1$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$c_{ref}$  : consommation de référence (d'après le tableau 2) en l/100 km ;

$c_{ap}$  : consommation de carburant en cycle d'essai standardisé combiné/mixte<sup>11</sup> de la nouvelle voiture en l/100 km (essence et diesel) ou en kg/100 km (CNG-H);

$p_{carb,av}$  : pouvoir calorifique du carburant pour la situation avant :  
essence 9,23 kWh/l ; diesel 9,93 kWh/l ;

$p_{carb,ap}$  : pouvoir calorifique du carburant pour la situation après :  
essence 9,23 kWh/l ; diesel 9,93 kWh/l ; CNG-H 13,1 kWh/kg.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure est uniquement applicable aux véhicules de catégorie M1<sup>12</sup> et sous condition que la voiture existante est mise hors circulation définitivement par le propriétaire.

Le volume d'économies d'énergie est comptabilisé sous condition que la nouvelle voiture n'est pas cédée ou exportée – dans les 6 mois qui suivent la date de première immatriculation au Grand-Duché de Luxembourg – par le premier propriétaire ou, dans le cas d'un contrat de

<sup>11</sup> conformément au certificat de conformité tel que défini par la directive modifiée 2007/46/CE

<sup>12</sup> conformément à la directive modifiée 2007/46/CE



leasing, par le premier détenteur inscrit sur le certificat d'immatriculation ou identifié dans le contrat de leasing. La durée du contrat de leasing doit être supérieure à 6 mois. Pour les voitures de location sans chauffeur, le délai est porté à 12 mois.

L'application de la mesure n'est possible qu'une fois tous les 5 ans pour un même propriétaire ou détenteur.

Code : TR-020

## Remplacement d'une voiture par une voiture électrique ou hybride rechargeable

### I. Description

La consommation de carburant est réduite en remplaçant une voiture existante par une nouvelle voiture électrique pure ou hybride rechargeable.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux véhicules de catégorie M1<sup>13</sup> (ci-après « voiture(s) »), indépendamment du secteur d'application.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

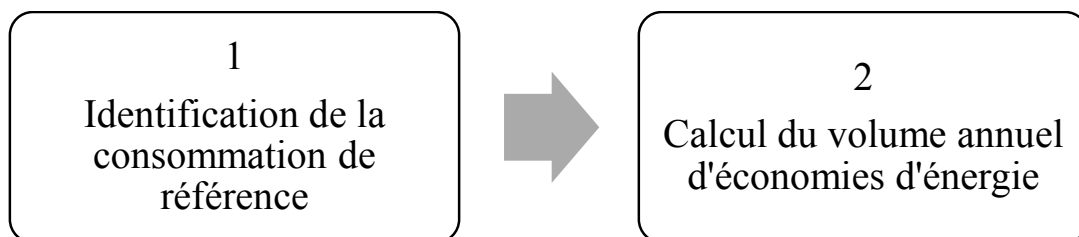
Voiture existante fonctionnant au diesel ou à l'essence

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Nouvelle voiture électrique ou hybride rechargeable

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. La consommation de référence  $c_{ref}$  est identifiée à l'aide du tableau 1 :

Tableau 1 : Consommation de référence  $c_{ref}$  [kWh/100 km]

Type de voiture	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Voiture fonctionnant à l'essence	51,7	49,4	47,1	44,8	42,5	40,2
Voiture fonctionnant au diesel	48,7	46,5	44,4	42,2	40,1	37,9

<sup>13</sup> conformément à la directive modifiée 2007/46/CE

2. Le volume annuel d'économies d'énergie produit par mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = (c_{ref} - (c_{ap,elec} + c_{ap,carb} \cdot pc_{carb})) \cdot 0,1$$

Avec  $VEEP$  : volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure en MWh ;

$c_{ref}$  : consommation de référence (d'après le tableau 1) en kWh/100 km ;

$c_{ap,elec}$  : consommation d'électricité en cycle d'essai standardisé combiné/mixte<sup>14</sup> de la nouvelle voiture en kWh/100 km ;

$c_{ap,carb}$  : consommation de carburant en cycle d'essai standardisé combiné/mixte<sup>15</sup> de la nouvelle voiture en l/100 km (pour les voitures électriques pures  $c_{ap,carb} = 0$ ) ;

$pc_{carb}$  : pouvoir calorifique du carburant : essence 9,23 kWh/l et diesel 9,93 kWh/l.

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure est uniquement applicable aux véhicules de catégorie M1<sup>16</sup> et sous condition que la voiture existante est mise hors circulation définitivement par le propriétaire.

Le volume d'économies d'énergie est comptabilisé sous condition que la nouvelle voiture n'est pas cédée ou exportée – dans les 6 mois qui suivent la date de première immatriculation au Grand-Duché de Luxembourg – par le premier propriétaire ou, dans le cas d'un contrat de leasing, par le premier détenteur inscrit sur le certificat d'immatriculation ou identifié dans le contrat de leasing. La durée du contrat de leasing doit être supérieure à 6 mois. Pour les voitures de location sans chauffeur, le délai est porté à 12 mois.

L'application de la mesure n'est possible qu'une fois tous les 5 ans pour un même propriétaire ou détenteur.

<sup>14</sup> conformément au certificat de conformité tel que défini par la directive modifiée 2007/46/CE

<sup>15</sup> conformément au certificat de conformité tel que défini par la directive modifiée 2007/46/CE

<sup>16</sup> conformément à la directive modifiée 2007/46/CE

Code : TE-010

## **Amélioration de l'efficacité énergétique d'un centre de données**

### I. Description

Les centres de données de toutes tailles représentent une consommation d'énergie en croissance constante due aux besoins informatiques de plus en plus importants.

L'amélioration de la performance énergétique d'un centre de données ou le transfert d'une infrastructure existante vers un centre de données plus efficace en énergie a pour conséquence la réduction de l'indicateur « Power Usage Effectiveness » (PUE) qui est défini comme le rapport entre l'énergie consommée par le centre de données, et l'énergie consommée par les processus informatiques.

### II. Secteur d'application

La mesure est applicable aux secteurs industriel et tertiaire.

### III. Situation avant la mise en œuvre de la mesure

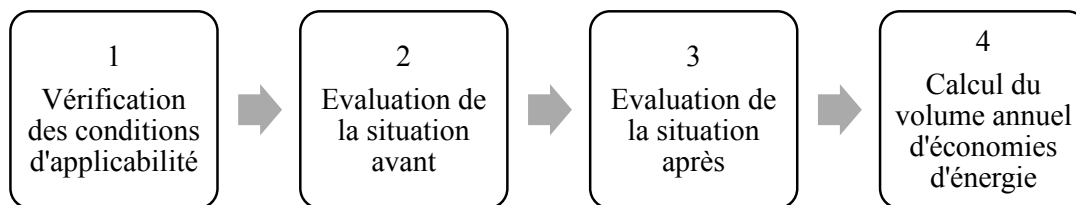
Une Infrastructure existante fonctionne dans un centre de données.

### IV. Situation après la mise en œuvre de la mesure

Une infrastructure existante est transférée vers un autre centre de données optimisé du point de vue de l'efficacité énergétique.

### V. Volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure

Méthodologie de calcul :



1. Il faut vérifier que les conditions suivantes soient remplies :

- La méthode de mesure de l'indicateur PUE (Power usage Effectiveness) doit être suffisamment précise. Cet indicateur est calculé conformément au modèle « PUE Category 2 » ou meilleur, tel que défini par le document « Recommendations for Measuring and Reporting Overall Data Center Efficiency - Version 1 – Measuring PUE at Dedicated Data Centers 15 July 2010 », The Green Grid, 2010. La définition en référence impose la prise en compte des consommations énergétiques sur une période de 12 mois ;
- Le périmètre énergétique tient compte de toutes les sources d'énergie alimentant un centre de données, est défini précisément et ne varie pas entre la situation avant et la situation après ;

- Les méthodes de détermination des consommations énergétiques et du PUE sont identiques entre la situation avant et la situation après ;
- Le niveau de charge  $E_{IT}$  ne varie pas significativement lors de l'application de la mesure du côté de la situation après ;

## 2. Evaluation de la situation avant

Le PUE relatif à la situation avant est calculé par :

$$PUE_{av} = \frac{E_{tot,av}}{E_{IT}}$$

Avec  $PUE_{av}$  : L'indicateur « Power Usage Effectiveness » relatif à la situation avant, sans dimension ;

$E_{tot,av}$  : La consommation énergétique totale sur une période de 12 mois du centre de données dans la situation avant, en MWh ;

$E_{IT}$  : La consommation énergétique des processus informatiques sur une période de 12 mois, en MWh ;

## 3. Evaluation de la situation après

Le PUE relatif à la situation après est calculé par :

$$PUE_{ap} = \frac{E_{tot,ap}}{E_{IT}}$$

Avec  $PUE_{ap}$  : L'indicateur « Power Usage Effectiveness » relatif à la situation après, sans dimension ;

$E_{tot,ap}$  : La consommation énergétique totale sur une période de 12 mois du centre de données dans la situation après, en MWh ;

$E_{IT}$  : La consommation énergétique des processus informatiques sur une période de 12 mois, en MWh ;

Si Le PUE de la situation après est non déterminé, ou dans le cas d'un centre de données neuf,  $PUE_{ap}$  est à extraire du tableau 1.

Tableau 1 : Valeurs de PUE de référence obtenues par interpolation linéaire

Année	2016	2017	2018	2019	2020
$PUE_{ref}$	1,69	1,66	1,64	1,61	1,58

#### 4. Calcul du volume annuel d'économies d'énergie

Si les conditions d'applicabilité sous V.1. sont respectées, le volume annuel d'économies d'énergie produit par la mesure est calculé par la formule suivante :

$$VEEP = E_{IT} \cdot (PUE_{av} - PUE_{ap})$$

$E_{IT}$  : La consommation énergétique annuelle des processus informatiques transférés en MWh ;

#### VI. Durée de vie de la mesure

5 ans

#### VII. Restrictions à l'application

La mesure n'est applicable que sur le territoire luxembourgeois.

En cas de transfert des infrastructures, il est nécessaire de s'assurer de l'absence de double comptage des économies d'énergie réalisées lors de l'application de la mesure.

