



---

# Mesure standardisée LU-01

## Remplacement d'installations de ventilation

### Documentation

Identifiant de la mesure

LU-01

Version

1.0 (11.2024)

---



## 1 Avant-propos

Lors de la session d'automne 2023, le Parlement a fixé aux fournisseurs d'électricité, dans la loi fédérale relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables, une nouvelle obligation à mettre en œuvre des mesures visant à accroître l'efficacité électrique. L'article 46b de la loi sur l'énergie (LEne ; RS 730.0) dispose que les fournisseurs d'électricité doivent mettre en œuvre des mesures visant à accroître l'efficacité énergétique des appareils, installations ou véhicules électriques existants chez les consommateurs finaux suisses, ou acquérir des preuves des mesures prises si elles sont mises en œuvre par des tiers. L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) fournit chaque année une liste des mesures standardisées et des économies d'électricité comptabilisables à l'aide de ces mesures. Les mesures non comprises dans la liste susmentionnée sont soumises à l'OFEN pour approbation en tant que mesures non standardisées.

Pour chaque mesure standardisée, l'OFEN met à disposition un protocole d'économie à l'aide duquel les fournisseurs d'électricité peuvent annoncer les mesures mises en œuvre. La documentation fournie présente en détail la méthode servant à déterminer les économies d'électricité comptabilisables. La méthode décrite ci-après vise à obtenir une estimation globale des économies d'électricité cumulées (énergie finale) pouvant être atteintes sur la durée d'impact par la mise en œuvre d'une mesure donnée visant à accroître l'efficacité électrique. Elle se fonde sur un calcul *ex ante* et fait usage d'hypothèses et de facteurs définis sur la base de normes en vigueur, d'études de marché, d'écrits scientifiques et d'expertises.

La documentation s'adresse aux fournisseurs d'électricité, aux responsables de la mise en œuvre des mesures visant à accroître l'efficacité énergétique et à toutes les personnes s'intéressant aux économies d'électricité dans le cadre des gains d'efficacité visés à l'article 46b LEne.

## 2 Objectif

L'objectif du présent document est d'estimer les économies d'électricité découlant du remplacement ou de la modernisation d'installations de ventilation existantes (d'une puissance nominale mécanique maximale de 18.5 kW) ou de leurs composants.

## 3 Symboles, termes et unités

### Lettres latines

Symbole	Terme	Unité
$E$	Consommation électrique annuelle	kWh/a
$\Delta E_{eco}$	Économies d'électricité imputables	MWh
$f$	Facteur	-
$N_s$	Durée d'impact standard	a
$q_v$	Débit volumique	m <sup>3</sup> /h
$\Delta p$	Pression différentielle globale	Pa
$P_m$	Puissance mécanique	kW
$t$	Heures d'exploitation	h/a

### Lettre grecques

Symbole	Terme	Unité
$\eta$	Rendement	-

### Indices

$x$	État (avant, après)
$i$	Intervalles de charge
$M$	Moteur
$T$	Transmission



<i>V</i>	Ventilateur
<i>CF</i>	Convertisseur de fréquence

## 4 Description du calcul ex ante

### 4.1 Économies d'électricité comptabilisables

Les économies d'électricité comptabilisables  $\Delta E_{eco}$  pouvant être atteintes par la mesure sont déterminées par la différence entre la consommation d'électricité actuelle (état actuel)  $E_{alt}$  et la nouvelle consommation d'électricité (état après assainissement)  $E_{neu}$  sur la durée d'impact standard  $N_s$ .

Afin de tenir compte du taux naturel de renouvellement et d'optimisation des appareils et des installations, qui entraîne une baisse de la consommation d'énergie indépendamment du respect des engagements prévus par la loi, un coefficient de réduction  $f_{eco}$  de 0.75 est appliqué aux économies d'énergie comptabilisables.

$$\Delta E_{eco} = 0.001 \cdot (E_{alt} - E_{neu}) \cdot f_{eco} \cdot N_s$$

$\Delta E_{eco}$	Économies d'électricité comptabilisables, en MWh
$E_{alt}$	Consommation électrique annuelle de l'état existant, en kWh/a
$E_{neu}$	Consommation électrique annuelle de l'état après assainissement, en kWh/a
$f_{eco}$	Durée d'utilisation standard
$N_s$	Facteur de réduction

### 4.2 Consommation énergétique annuelle

Il existe deux méthodes standard, à mettre en œuvre en fonction de la situation initiale, pour remplacer des installations de ventilation. Dans le meilleur des cas, une analyse des besoins ou une analyse de détail est effectuée au préalable afin de dimensionner de manière optimale la nouvelle installation. L'expérience montre que ces systèmes permettent d'économiser davantage d'électricité. Il est aussi possible de calculer les économies d'électricité obtenues à partir des caractéristiques techniques de l'installation. Le simple recours à des composants aujourd'hui plus efficaces permet déjà de réaliser des économies d'électricité.

#### 4.2.1 Remplacement avec analyse de détail

Si une analyse de détail ou des mesures permettent de connaître la consommation d'énergie électrique de l'état existant et du nouvel état  $E_x$ , il est possible d'utiliser ce résultat pour calculer les économies comptabilisables.

#### 4.2.2 Remplacement sans analyse de détail

Cette méthode se limite à une puissance électrique totale installée de 18.5 KW. La consommation d'énergie électrique  $E_x$  d'un système de ventilation dépend du débit volumique  $q_v$ , de la pression différentielle globale  $\Delta p$  et de la durée d'exploitation  $t_{i,x}$  [4]. Les rendements  $\eta$  des composants utilisés influencent directement la consommation d'énergie. Dans les nouvelles installations, le produit des rendements partiels est souvent regroupé en un rendement global  $\eta_{ges}$ . Le rendement global des nouvelles installations compactes figure sur la fiche technique.

En cas de fonctionnement en charge partielle, la puissance électrique absorbée par les ventilateurs diminue proportionnellement à la puissance 2.5 du débit volumique. Ainsi, pour calculer la consommation d'énergie, les durées annuelles de fonctionnement en charge partielle sont réparties en différents intervalles de charge, puis additionnées. Les indices  $i$  et  $x$  désignent, indépendamment l'un de l'autre, les intervalles de charge, respectivement l'état existant (*alt*) ou l'état après assainissement (*neu*). La consommation électrique annuelle est donc exprimée comme suit :



$$E_x = \frac{q_v \cdot \Delta p}{3,6 \cdot 10^6} \cdot \sum_i \frac{t_i}{\eta_{V,x} \cdot \eta_{T,x} \cdot \eta_{M,x} \cdot \eta_{CF,x}} \cdot \left( \frac{q_{V,i}}{q_v} \right)^{2,5}$$

$E_{alt}$	Consommation électrique annuelle de l'état existant, en kWh/a
$q_v$	Débit volumique, en m <sup>3</sup> /h
$\Delta p$	Pression différentielle globale, en Pa
$t_x$	Heures d'exploitation, en h/a
$f_{M,i,x}$	Détérioration du rendement du moteur lors du fonctionnement en charge partielle
$\eta_{V,x}$	Rendement du ventilateur
$\eta_{T,x}$	Rendement de la transmission
$\eta_{M,x}$	Rendement du moteur
$\eta_{CF,x}$	Rendement du convertisseur de fréquence

En l'absence d'indications plus précises concernant l'installation de ventilation existante, il est également possible d'estimer sa consommation d'énergie à l'aide des données nominales du moteur d'origine (plaque signalétique). En raison d'une plus grande imprécision et d'un potentiel surdimensionnement, ce calcul tient compte d'un facteur de réduction forfaitaire de 0.75. La puissance électrique absorbée peut alors être calculée de la manière suivante :

$$E_{alt} = 0.75 \cdot \frac{P_{m,alt}^{nom}}{\eta_{M,alt} \cdot \eta_{CF,alt}} \cdot \sum_i t_i \cdot \left( \frac{q_{V,i}}{q_v} \right)^{2.5}$$

$E_{alt}$	Consommation électrique annuelle de l'état existant, en kWh/a
$t_{i,alt}$	Heures d'exploitation, en h/a
$q_v$	Débit volumique, en m <sup>3</sup> /h
$\eta_{M,alt}$	Rendement du moteur
$\eta_{CF,alt}$	Rendement du convertisseur de fréquence
$P_{m,alt}^{nom}$	Puissance nominale du moteur (arbre), en kW

Le rendement des convertisseurs de fréquence peut être exprimé en tant que fonction de la puissance nominale du moteur (à l'arbre)  $P_{m,x}^{nom}$  [4] :

$$\eta_{CF,x} = 0.79 + 0.22 \cdot \left( 1 - \frac{1}{\log_{10}(40 \cdot P_{m,x}^{nom})} \right)$$

$P_{m,x}^{nom}$	Puissance nominale du moteur (arbre), en kW
$\eta_{CF,i,x}$	Rendement du convertisseur de fréquence

## 5 Variables d'entrée

### Généralités

- Débit volumique en m<sup>3</sup>/h (*nombre*)
- Pression différentielle en Pa (*nombre*)
- Puissance nominale (arbre) du moteur en kW (*nombre*)
- Nombre de pôles (*choix multiple*)
- Année de construction du moteur (*choix multiple*)
- Type de transmission (*choix multiple*)
- Type d'exploitation (*choix multiple*)
- Utilisation des locaux SIA (*choix multiple*)



## 6 Hypothèses et données

### Généralités

- i. La durée d'utilisation standard de la mesure  $N_s$  est de 15 ans.
- ii. Les rendements des moteurs correspondent aux exigences minimales des classes d'efficacité IE selon le règlement européen 2019/1781 [1]. La classe d'efficacité de l'ancien moteur est déterminée en fonction de l'année de construction de l'appareil, conformément au tableau 1.

**Tableau 1** Classes d'efficacité par année de construction [4]

Année de construction	Classe
< 1999	IE1
1999 – 2008	IE2
2008 – 2016	IE3
≥ 2016	IE4

- iii. Les rendements des types de transmission usuels des ventilateurs figurent dans le tableau 2.

**Tableau 2** Rendements des types de transmission usuels [3]

Type de transmission	Rendement $\eta_{T,x}$ [-]
Aucun / direct	1.000
Courroie plate ou crantée	0.980
Courroie trapézoïdale	0.905

- iv. Le calcul du rendement des ventilateurs existants  $\eta_{V,alt}$  fait appel à une valeur unique composée en partie de ventilateurs axiaux ou courbés vers l'arrière et d'un tiers de ventilateurs courbés vers l'avant, exprimée en tant que fonction de la puissance nominale du moteur (à l'arbre)  $P_{m,alt}^{nom}$  [7]. Le calcul de la nouvelle installation se base sur le rendement global  $\eta_{ges,neu}$  selon la fiche technique.

$$\eta_{V,alt} = 0.0357 \cdot \ln(P_{m,alt}^{nom}) + 0.6656$$

- v. Les débits volumiques dans la plage de charge partielle  $q_{V,i}$  des différents types d'exploitation sont exprimés proportionnellement au débit volumique nominal  $q_V$  et sont résumés dans le tableau 3.

- vi. **Tableau 3** Débit en charge partielle selon le type d'exploitation [4]

Intervalles de charge $i$	Une vitesse avec minuterie	Deux vitesses avec minuterie	Modulable, régulation par sonde
0 %	0	0	0
1 % – 25 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.30 \cdot q_V$
25 % – 50 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.50 \cdot q_V$
50 % – 75 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.75 \cdot q_V$
75 % – 100 %	$q_V$	$q_V$	$q_V$

- vii. Les heures d'exploitation aux différents intervalles de charge  $i$  sont déterminées sur la base de la superficie des locaux et de leur utilisation selon le cahier technique SIA 2024 [6]. Par défaut, on utilise la répartition typique des superficies concernant l'utilisation des locaux par catégorie de bâtiment SIA conformément à l'annexe 6 du cahier technique.



## 7 Résultats

Compte tenu des hypothèses et données présentées, les économies d'électricité comptabilisables aux remplacements d'installations de ventilation sont déterminées de manière uniforme. Selon l'étendue des données disponibles, il est possible de déterminer les économies comptabilisables de différentes manières. Cette méthode de calcul standardisée fournit en outre des valeurs standards pour la quasi-totalité des paramètres, qui peuvent être utilisées lorsque les données nécessaires au calcul ne sont pas disponibles. Pour ce faire, on utilise la liste de monitoring LU-01a accessible au public.

## 8 Exemple

Scénario A : remplacement des ventilateurs (y compris le système d'entraînement) de l'ensemble de l'installation de ventilation d'un centre commercial. Les différents paramètres et la consommation électrique annuelle respective avant et après la mise en œuvre sont mesurés ou calculés au moyen d'une analyse de détail.

Utilisation	Consommation électrique annuelle (ancienne) [kWh/a]	Consommation électrique annuelle (nouvelle) [kWh/a]	Économies d'électricité comptabilisables [MWh]
Vente	150'000	100'000	<b>526.5</b>

Scénario B : remplacement d'un ventilateur (y compris le système d'entraînement) de l'installation de ventilation d'un bâtiment scolaire. Les différents paramètres et la consommation électrique annuelle respective avant et après la mise en œuvre sont déduits des fiches techniques et des plaques signalétiques :

### État existant

- Ventilateur : Débit volumique 33'100 m<sup>3</sup>/h, différentiel de pression 750 Pa
- Moteur : puissance nominale 3 kW, 4 pôles, année de construction 1999 – 2008
- Transmission : courroie plate
- Réglage : 2 vitesses, avec minuterie

### État après assainissement

- Ventilateur : Débit volumique 33'000 m<sup>3</sup>/h, différentiel de pression 750 Pa
- Système : efficacité globale 65.2 %

Utilisation	Consommation électrique annuelle (ancienne) [kWh/a]	Consommation électrique annuelle (nouvelle) [kWh/a]	Économies d'électricité comptabilisables [MWh]
École	22.8	13.4	<b>106.2</b>

## 9 Sources

- [1] Commission européenne, *Règlement (UE) 2019/1781 de la Commission du 1<sup>er</sup> octobre 2019 fixant des exigences en matière d'écoconception applicables aux moteurs électriques et aux variateurs de vitesse conformément à la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil, et modifiant le règlement (CE) n° 641/2009 concernant les exigences d'écoconception applicables aux circulateurs sans presse-étoupe indépendants et aux circulateurs sans presse-étoupe intégrés dans des produits et abrogeant le règlement (CE) n° 640/2009 de la Commission*, Bruxelles, 2019



- [2] C. Burt, X. Piao, F. Gaudi, B. Busch, and N. Taufik, *Electric Motor Efficiency under Variable Frequencies and Loads*, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, vol. 134 (2), pages 129-136, avril 2008
- [3] A. Huser, A. Huber et G. Huser, *Ravel Manuel de l'industrie – Notions et données d'économies d'énergie*, Office fédéral de l'énergie (OFEN), Berne, 1994
- [4] *Ersatz eines Lüftungsmonoblock*, Programme PEIK, Berne, 2019
- [5] Commission européenne, *Règlement (UE) n° 327/2011 de la Commission 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 kW et 500 kW*, Bruxelles, 2011
- [6] Société suisse des ingénieurs et des architectes, *Données d'utilisation des locaux pour l'énergie et les installations du bâtiment*, SIA 2024, 2021
- [7] *Projektdaten ProKilowatt Förderprogramme von Lüftungsprojekte im Rahmen von Optivent 1, Optivent 2, OptiFood, OptiTown, OptiCare, OptiAct*, Renera AG, 2024