



Mesure standardisée LU-01

Installations de ventilation

Documentation

Identifiant de la mesure

LU-01

Version

2.0 (11.2025)

Version	Modifications par rapport à la version précédente
1.0	Première version
2.0	Extension de la méthode pour les mesures d'optimisation de l'exploitation Calcul des économies d'électricité sur la base des heures de fonctionnement effectives pour les installations à une ou deux vitesses et à minuterie Calcul des économies comptabilisables en kWh Diverses adaptations textuelles



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 (RS 730.0; LEne) 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 estimer les économies d'électricité cumulées (énergie finale) pouvant être atteintes sur la durée d'impact par la mise en œuvre de la présente mesure d'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, de la littérature scientifique 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 de l'assainissement d'installations de ventilation existantes ou de leurs composants.

3 Symboles, termes et unités

Lettres latines

Symbole	Terme	Unité
E	Consommation électrique annuelle	kWh/a
ΔE_{eco}	Économies d'électricité cumulées	kWh
f	Facteur	-
N_s	Durée d'impact standard	a
q_v	Débit volumique	m ³ /h
Δp	Pression différentielle globale	Pa
P_m	Puissance mécanique	kW
t	Heures d'exploitation	h/a

Lettre grecques

Symbole	Terme	Unité
η	Rendement	-

Indices

x	État (avant, après)
i	Intervalles de charge
M	Moteur
T	Transmission
V	Ventilateur
CF	Convertisseur de fréquence



4 Description du calcul ex ante

4.1 Économies d'électricité comptabilisables

Les économies d'électricité comptabilisables de la mesure ΔE_{eco} correspondent à la différence entre l'actuelle (état actuel) E_{alt} et la nouvelle consommation électrique annuelle (état après assainissement) E_{neu} , cumulée 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 indépendamment des obligations légales, un coefficient de réduction f_{eco} de 0.75 est appliqué aux économies d'électricité comptabilisables.

$$\Delta E_{eco} = (E_{alt} - E_{neu}) \cdot f_{eco} \cdot N_s \quad (1)$$

ΔE_{eco}	Économies d'électricité cumulées, en kWh
E_{alt}	Consommation électrique annuelle de l'état actuel, en kWh/a
E_{neu}	Consommation électrique annuelle de l'état assaini, en kWh/a
f_{eco}	Durée d'utilisation standard
N_s	Facteur de réduction

4.2 Consommation énergétique annuelle

Deux méthodes standard sont définies pour l'assainissement 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 et/ou réguler 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 (voir Annexe A), 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 20 kW. La consommation d'énergie électrique E_x d'un système de ventilation dépend du débit volumique $q_{v,x}$, de la pression différentielle globale Δp_x et de la durée d'exploitation $t_{i,x}$ [4]. Les rendements η 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 η_{tot} . 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 :

$$E_x = \frac{q_{v,x} \cdot \Delta p_x}{3.6 \cdot 10^6} \cdot \sum_i \frac{t_{i,x}}{\eta_{v,x} \cdot \eta_{T,x} \cdot \eta_{M,x} \cdot \eta_{CF,x}} \cdot \left(\frac{q_{v,i,x}}{q_v} \right)^{2.5} \quad (2)$$

E_x	Consommation électrique annuelle, en kWh/a
$q_{vV,x}$	Débit volumique, en m ³ /h



Δp	Pression différentielle globale, en Pa
$t_{i,x}$	Heures d'exploitation, en h/a
$\eta_{V,x}$	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 consommation électrique annuelle peut alors être calculée de la manière suivante :

$$E_{alt} = 0.75 \cdot \frac{P_{m,alt}^{nom}}{\eta_{M,alt} \cdot \eta_{CF,alt}} \cdot \sum_i t_{i,alt} \cdot \left(\frac{q_{V,i,alt}}{q_{V,alt}} \right)^{2.5} \quad (3)$$

E_{alt}	Consommation électrique annuelle de l'état existant, en kWh/a
$t_{i,alt}$	Heures d'exploitation, en h/a
$q_{V,alt}$	Débit volumique, en m ³ /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] :

$$\eta_{CF,x} = 0.79 + 0.22 \cdot \left(1 - \frac{1}{\log_{10}(40 \cdot P_{m,x}^{nom})} \right) \quad (4)$$

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

5 Variables d'entrée

Généralités

- Débit volumique, en m³/h (*nombre*)
- Pression différentielle, en Pa (*nombre*)
- Heures de fonctionnement, en h/a (*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*)
- Catégorie de bâtiment SIA (*choix multiple*)

6 Hypothèses et données

Généralités

- i. La durée d'impact standard de la mesure N_s selon le type de mise en œuvre est indiquée dans le tableau 1.

**Tableau 1** Durées d'impact standard

Type de mesure	Durée d'impact standard [a]
Optimisation de l'exploitation : adaptation des temps de fonctionnement	1
Optimisation de l'exploitation : installation d'un système de contrôle modulant	4
Remplacement de l'ensemble du système (moteur, transmission et turbine)	15

- 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 2.

Tableau 2 Classes d'efficacité par année de construction [4]

Année de construction	Classe
< 1999	IE1
1999 – 2007	IE2
2008 – 2016	IE3
> 2016	IE4

- iii. Les rendements des types de transmission usuels des ventilateurs figurent dans le tableau 3.

Tableau 3 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 $\eta_{tot,neu}$ selon la fiche technique.

$$\eta_{V,alt} = 0.0357 \cdot \ln(P_{m,alt}^{nom}) + 0.6656 \quad (5)$$

- 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 4.

Tableau 4 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	$0.67 \cdot q_V$	$0.30 \cdot q_V$
26 % – 50 %	q_V	$0.67 \cdot q_V$	$0.50 \cdot q_V$
51 % – 75 %	q_V	$0.67 \cdot q_V$	$0.75 \cdot q_V$
76 % – 100 %	q_V	q_V	q_V



- vi. Les heures d'exploitation aux différents intervalles de charge i pour les installations avec une régulation modulante (sur sondes) 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. Les valeurs sont résumées dans le tableau 5.

Tableau 5 Heures de fonctionnement par intervalle de charge [6]

Catégorie de bâtiment	0 %	1 – 25 %	26 – 50 %	51 – 75 %	76 – 100 %
Habitat collectif	2'774	110	1'843	1'241	2'792
Administration	3'645	579	1'933	355	501
Écoles	3'752	519	2'120	436	310
Commerce	3'072	841	3'072	62	790
Restauration (avec cuisine)	3'837	1'390	1'958	124	477
Lieux de rassemblement	3'297	897	2'511	78	978
Hôpitaux	1'750	973	1'830	141	3'692
Industrie	2'864	1'125	2'109	454	561
Dépôts	1'167	1'485	2'125	1'133	953
Installations sportives	3'158	261	2'117	858	494
Piscines couvertes	3'239	261	1'828	1'518	790
Hôtel*	3'265	830	1'971	2'043	227

* Cette catégorie a été ajoutée à la liste figurant dans la fiche 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 les listes de monitoring LU-01a et LU-01b accessibles 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 [kWh]
Commerce	150'000	100'000	526'500

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 : sans informations
- Moteur (selon la plaquette signalétique) : puissance nominale 10 kW, 4 pôles, année de construction 1999 – 2007
- Transmission : courroie plate
- Réglage : 2 vitesses, avec minuterie
- Heures de fonctionnement : pleine charge 2'280 h/a (240 d/a, 12 h/a), charge partielle 480 h/a (240 d/a, 2 h/a)

État après assainissement

- Ventilateur : Débit volumique 33'000 m³/h, différentiel de pression 750 Pa
- Système : efficacité globale 65.2 %
- Réglage : modulante, avec sondes

Utilisation	Consommation électrique annuelle (ancienne) [kWh/a]	Consommation électrique annuelle (nouvelle) [kWh/a]	Économies d'électricité comptabilisables [kWh]
École	25'607	9'848	188'538

9 Sources

- [1] Commission européenne, *Règlement (UE) 2019/1781 de la Commission du 1^{er} 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



Annexe A

Les analyses de détail des installations de ventilation doivent au moins répondre aux exigences suivantes et/ou inclure les points suivants :

- Lors des analyses du système, l'aspect électrique (puissance absorbée des moteurs électriques) ne doit pas être considéré isolément. La priorité doit être accordée à l'analyse des besoins (exigences relatives aux processus, débit volumétrique, différences de pression, puissance hydraulique, points de fonctionnement effectifs, régime de contrôle, conditions d'exploitation habituelles, etc.).
- Les exigences du processus doivent être discutées avec le personnel d'exploitation responsable de la question. Il s'agit d'une étape importante, car des volumes trop élevés ont un fort impact énergétique, en particulier en ce qui concerne le transport de gaz (lighter than air, LTA) et de fluides dans des circuits fermés.
- *État actuel* : la consommation électrique annuelle du système est établie de manière transparente.
- *État visé* : la consommation électrique visé est calculée de manière claire et plausible à l'aide d'une description des mesures techniques.
- Les travaux effectués doivent être documentés dans un rapport de projet. Celui-ci doit également comporter en introduction un bref résumé des résultats et des recommandations concernant les mesures.

Vous trouverez [ici](#) de plus amples informations sur l'étendue type d'une analyse de détail.