



Mesure standardisée DL-01

Remplacement de compresseurs d'air

Documentation

Identifiant de la mesure

DL-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 de manière forfaitaire les économies d'énergie réalisées par le remplacement de compresseurs d'air.

3 Symboles, termes et unités

Lettres latines

Symbole	Terme	Unité
E	Consommation électrique annuelle	kWh/a
ΔE_{eco}	Économies d'électricité comptabilisables	MWh
\dot{E}	Puissance électrique nominale (moteur)	kW
N_s	Durée d'impact standard	a
f	Facteur	-
t	Heures de pleine charge	h/a

Indices

x	État (existant, après assainissement)
-----	---------------------------------------

4 Description du calcul *ex ante*

4.1 Économies comptabilisables

Les économies d'électricité comptabilisables ΔE_{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.

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

ΔE_{eco}	Économies d'électricité comptabilisables, en kWh
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}	Facteur de réduction
N_s	Durée d'impact standard, en années

Consommation électrique annuelle

Il existe deux méthodes standard pour remplacer des compresseurs d'air, à appliquer en fonction de la situation initiale. La manière rapide et simple consiste à remplacer forfaitairement un compresseur à l'identique. Cela permet de réaliser des économies d'électricité simplement en installant des compresseurs récents plus efficaces, ces économies étant toutefois limitées du fait de la non prise en compte du système et du besoin effectif en air comprimé. Idéalement, les besoins en air comprimé sont déterminés au préalable. Cela permet de dimensionner le ou les nouveaux compresseurs de manière optimale. L'expérience montre qu'il est possible de réaliser davantage d'économies d'électricité sur ces systèmes.

Approche forfaitaire

La consommation électrique annuelle E_{alt} peut être déterminée de la manière suivante (énumération par ordre décroissant de précision) :

Besoins en électricité inconnus	$E_{alt} = \dot{E}_m \cdot t$
Besoins en électricité connus	$E_{alt} = \text{valeur connue issue du système de commande / point de mesure}$
\dot{E}_m	Puissance électrique nominale du moteur, en kW
E_{alt}	Consommation électrique annuelle de l'état existant, en kWh/a
t	Heures de pleine charge, par année

L'approche forfaitaire peut être appliquée à des petites puissances et est imputée avec le facteur d'économie f_{eff} de la consommation électrique annuelle existante. La consommation électrique annuelle est donc exprimée comme suit :

Économies forfaitaires	$E_{neu} = E_{alt} \cdot (1 - f_{eff})$
E_{neu}	Consommation électrique annuelle de l'état après assainissement, en kWh/a
E_{alt}	Consommation électrique annuelle de l'état existant, en kWh/a
f_{eff}	Facteur d'économie

Approche systémique (analyse du système d'air comprimé)

Il convient de toujours privilégier une analyse du système d'air comprimé, car les économies sont généralement plus importantes que si l'on procède à un remplacement direct à l'identique. L'analyse doit porter sur une semaine au moins, week-end compris. Il est alors important de ne pas modifier l'état existant du système pour l'analyse. L'analyse doit documenter les résultats de l'analyse suivants :

- besoins en air comprimé avec profil ;
- besoins en électricité ;



- extrapolation à un an ;
- proposition de nouvelle installation ;
- documentation ou rapport d'analyse.

Besoins en
électricité
résultant de
l'analyse

E_{alt} = valeur résultant de l'analyse

E_{neu} = valeur résultant de l'analyse

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

5 Variables d'entrée

Généralités

- Puissance du moteur (*nombre entier*)
- Heures de pleine charge (*nombre entier*) ou
- Consommation électrique annuelle de l'état existant (*nombre entier*)

6 Hypothèses et données

Généralités

- La durée d'utilisation standard de la mesure N_s est de 15 ans.

Approche forfaitaire

- Pour les compresseurs d'air, l'approche forfaitaire est plafonnée à 30 kW (puissance nominale du moteur). Si l'on procède au remplacement de plusieurs appareils, la puissance cumulée est plafonnée à 30 kW. Il ne faut alors pas additionner les compresseurs redondants.
- Si la consommation électrique annuelle de l'installation n'est pas connue, il est possible d'estimer les heures de pleine charge conformément au tableau 1.
- La consommation annuelle d'électricité, qui est déterminée au moyen d'une mesure séparée de l'installation d'air comprimé ou d'un système de commande en amont, doit porter sur une période minimale de 12 mois.

Tableau 1 Estimation des heures de pleine charge du compresseur

Système d'air comprimé existant	Compresseur unique	Système multi-compresseur
1 équipe, régime pleine charge/à vide	2'500 h/a	1'500 h/a
2 équipes, régime pleine charge/à vide	5'000 h/a	3'500 h/a
3 équipes, régime pleine charge/à vide	6'500 h/a	4'500 h/a
1 équipes, régime avec CF	2'000 h/a	1'500 h/a
2 équipes, régime avec CF	4'000 h/a	3'000 h/a
3 équipes, régime avec CF	6'000 h/a	5'000 h/a

- Le facteur d'économie f_{eff} est de 10 %. Une étude de marché a permis d'examiner et d'évaluer le remplacement de 200 compresseurs. Il est apparu que le pourcentage d'économies diminuait avec l'augmentation des besoins annuels en électricité [2]. Cela s'explique par le fait que les compresseurs ou les installations de grande taille sont mieux conçus dès l'origine, car l'on est davantage conscient des coûts d'exploitation. L'étude de marché montre également que les



analyses ont permis de réaliser d'importantes économies du fait que les besoins effectifs en volume d'air ont été mesurés et qu'une installation mieux ciblée a donc pu être mise en place. En l'absence d'analyse, l'économie d'électricité résulte uniquement de la meilleure efficacité d'une installation ou d'un compresseur (moteur ou ventilateur de meilleure classe IE, etc.). Par conséquent, l'économie potentielle doit être plafonnée à 10 % lors du calcul forfaitaire. La puissance installée est également plafonnée dans ce cas.

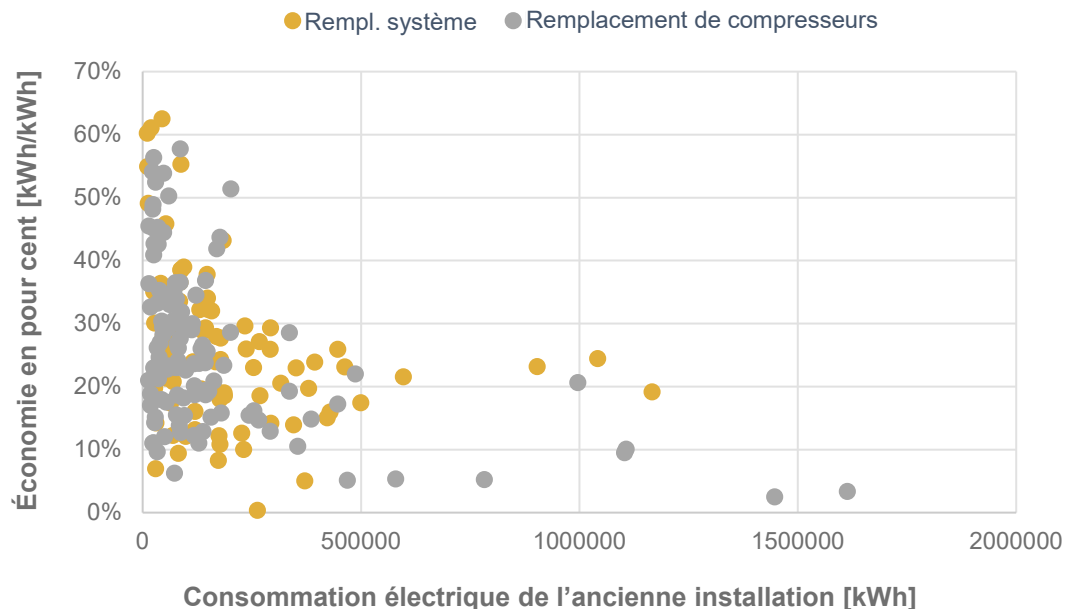


Illustration 1 Analyse de marché concernant le remplacement d'environ 200 compresseurs [2]

Système

- vi. Mesure temporaire des besoins en électricité dans le cadre d'une analyse de l'air comprimé sur une période de production représentative. Extrapolation d'au moins une semaine sur l'année.
- vii. Calcul basé sur les heures de fonctionnement, en charge et à vide, et/ou d'utilisation des compresseurs à régime régulé, indiquées à l'écran ou dans le carnet d'entretien.
- viii. Le facteur d'économie f_{eff} doit être plafonné à 50 %. En outre, il est nécessaire de justifier les valeurs supérieures à 20 %. À titre d'exemple : les économies sont réalisées grâce à l'utilisation de compresseurs plus petits, qui entraînent une réduction de la puissance parce que les précédents étaient surdimensionnés, ou l'utilisation d'un nouveau compresseur à convertisseur de fréquence (CF).

7 Résultats

Eu égard aux hypothèses et données présentées, les économies d'électricité comptabilisables sont calculées, pour le remplacement d'un compresseur, sur la base de la consommation électrique annuelle. Le calcul peut être effectué de manière forfaitaire ou sur la base d'une analyse.

Mesure	Facteur d'économie [%]
<i>Approche forfaitaire</i>	10 % (jusqu'à 30 kW)
<i>Approche systémique</i>	au maximum 50 %



8 Exemple

Scénario A : Un compresseur de 30 kW est remplacé sans analyse et la consommation électrique est estimée sur la base du Tableau 1.

Mesure	Consommation électrique annuelle (existante) [kWh/a]	Facteur d'économie [%]	Économies d'électricité comptabilisables [MWh]
Compresseur unique, 30 kW, 2 équipes	150'000	10 %	168.8

Scénario B : Une installation composée de trois compresseurs est remplacée, la nouvelle n'en comprend plus que deux. Les économies annuelles sont calculées à l'aide d'une analyse et s'élèvent à 14 %.

Mesure	Consommation électrique annuelle (existante) [kWh/a]	Facteur d'économie [%]	Économies d'électricité comptabilisables [MWh]
Système multicompresseur	980'000	14 %	1'462

9 Sources

- [1] Conditions pour la soumission de programmes 2024, *15e appel d'offres publics concernant les mesures d'efficacité dans le domaine de l'électricité*, version de janvier 2024.
- [2] Base de données de l'analyse de marché issue des programmes ProKilowatt (2021-2024)