

# Production SA

---

## Audit – PEIK



PEIK Energieberatungs AG  
N°-PEIK.: O-1234564  
Réf.: KMU 1034XYZ  
Lieu: Le Lieu  
Date de visite: 27.10.2017

## PEIK Energieberatungs AG

Chemin des Poteaux 286a  
1184 Luins

N°-PEIK : O-1234564  
Réf.: KMU 1034XYZ

### Conseiller

Anne Onnyme  
anne.onnyme@energieberatung.com  
Tél.: 072987654

## Production SA

Grand rue 1  
1345 Le Lieu  
production.sa

### Personne de contact

Jean-Marie Schreiner  
jm.schreiner@production.sa  
Tél.: 021 212 52 54  
Mobil: 021 212 52 54

Pour des questions sur PEIK

[info@peik.ch](mailto:info@peik.ch)  
0848 566 566  
[suisseenergie.ch/peik](http://suisseenergie.ch/peik)

# PEIK

La plateforme des PME  
pour l'efficacité énergétique

# AUDIT-PEIK

## L'ESSENTIEL EN BREF

### Production SA

Ici vous trouverez les informations clés du rapport d'audit. Le détail des mesures se trouve dans le rapport.

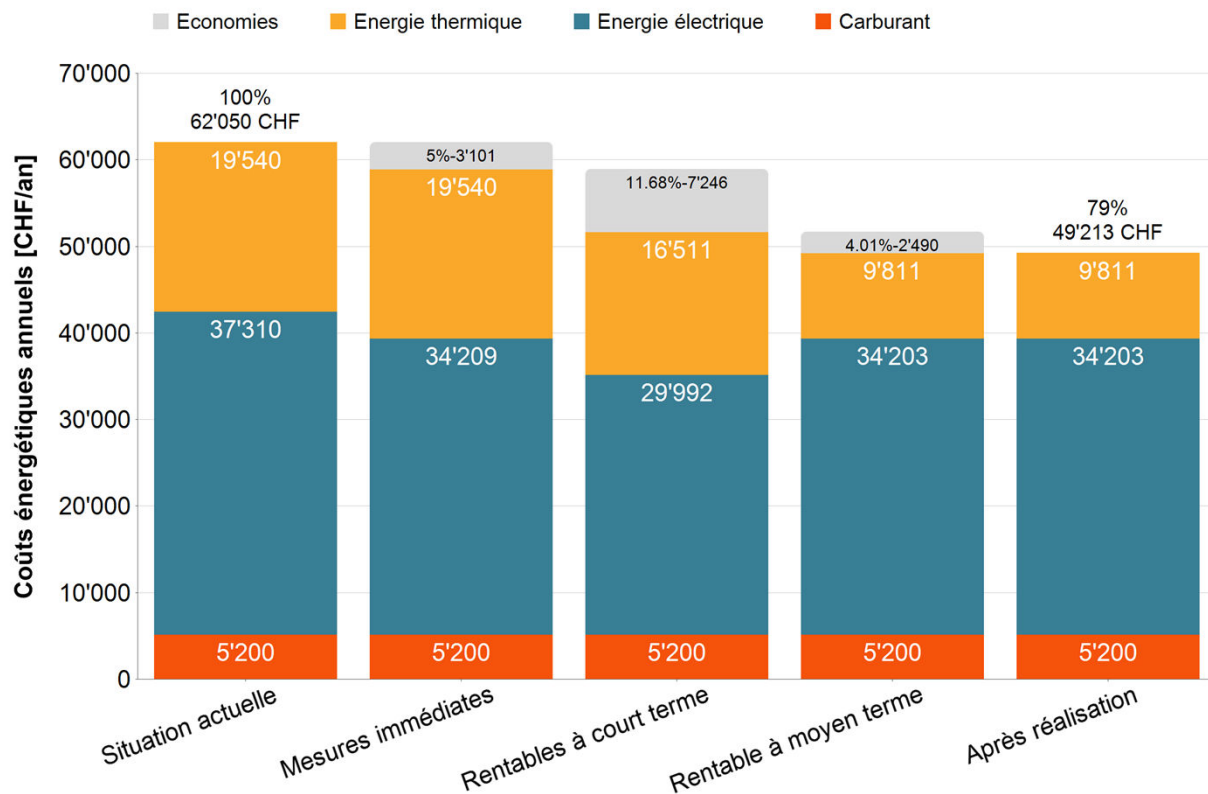


Fig. 1: Coûts énergétiques et leur composition avant et après la réalisation des mesures.

### Recommandations :

Il y a plusieurs mesures intéressantes à mettre en œuvre afin d'augmenter l'efficacité énergétique de l'entreprise. Notamment, l'optimisation du réglage du système de chauffage (circulateur de chauffage) qui devrait directement être mis en œuvre. Pour les autres investissements, qui doivent de toute façon être faits dans le futur (par exemple: remplacement de la chaudière), il est important de ne pas faire un remplacement 1 pour 1, mais prévoir suffisamment tôt un budget afin d'investir dans des technologies efficaces. La proposition du plan d'action montre quelles actions entraînent quelles économies d'énergie et quand les mettre en place.

## Plan d'action proposé (dans l'ordre de réalisation)

| Titre                                                                                         | Économies<br>[CHF/an] | Part des coûts<br>énergétiques [%] | Investissements*<br>[CHF] | Payback*<br>[ans]** |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| <b>Mesures immédiates</b>                                                                     |                       |                                    |                           |                     |
| <b>Somme</b>                                                                                  | <b>3'101</b>          | <b>5.00</b>                        | <b>1'200</b>              |                     |
| 12787 - Recherche et réparation des fuites dans le réseau                                     | 541                   | 0.87                               | 200                       | 0.4                 |
| 12766 - Adaptation du réglage des circulateurs                                                | 1'469                 | 2.37                               | 500                       | 0.3                 |
| 12788 - Adaptation de la consigne de pression du réseau                                       | 1'091                 | 1.76                               | 500                       | 0.5                 |
| <b>Rentables à court terme</b>                                                                |                       |                                    |                           |                     |
| <b>Somme</b>                                                                                  | <b>7'246</b>          | <b>11.68</b>                       | <b>52'500</b>             |                     |
| 12774 - Remplacement des tubes fluorescents dans l'entrepôt du bâtiment B                     | 1'634                 | 2.63                               | 2'500                     | 0.9                 |
| 12778 - Remplacement du moteur de la machine 123                                              | 673                   | 1.08                               | 5'000                     | 1.9                 |
| 12768 - Remplacement du boiler électrique pour les douches par un chauffe-eau pompe à chaleur | 490                   | 0.79                               | 4'000                     | 4.1                 |
| 12776 - Remplacement de la chambre frigorifique par des frigos                                | 956                   | 1.54                               | 15'000                    | 3.9                 |
| 12772 - Isolation des conduites de chauffage - Etage cave                                     | 1'016                 | 1.64                               | 8'000                     | 7.9                 |
| 12784 - Récupération d'énergie sur l'air extrais de la halle de post traitement               | 2'478                 | 3.99                               | 18'000                    | 7.3                 |
| <b>Rentable à moyen terme</b>                                                                 |                       |                                    |                           |                     |
| <b>Somme</b>                                                                                  | <b>2'490</b>          | <b>4.01</b>                        | <b>140'500</b>            |                     |
| 12769 - Remplacement de la chaudière par une pompe à chaleur air-eau                          | 1'702                 | 2.74                               | 110'000                   | 9.7                 |
| 12783 - Remplacement du moteur de ventilation de l'espace "Travaux spéciaux"                  | 459                   | 0.74                               | 5'500                     | 9.0                 |
| 12786 - Remplacement du compresseur d'air comprimé                                            | 329                   | 0.53                               | 25'000                    | 19.0                |
| 12773 - Isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment                                        |                       |                                    | 0                         | 0.0                 |

\*Les investissements figurant dans ce rapport et par voie de conséquence les paybacks sont estimés en toute âme et conscience. Leur exactitude n'est pas garantie.

\*\*Le Payback est calculé en prenant en compte la part énergétique de l'investissement (voir chapitre „Aperçu des mesures“).

# CONTENU

---

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| INTRODUCTION .....                         | 6  |
| SITUATION ACTUELLE .....                   | 7  |
| APERÇU DES MESURES .....                   | 12 |
| PROCHAINES ETAPES ET RECOMMANDATIONS ..... | 19 |
| SUBVENTIONS INTERESSANTES .....            | 20 |
| LES MESURES EN DETAIL .....                | 21 |

# INTRODUCTION

---

Le rapport d'audit PEIK vous donne des indications précieuses pour vous aider à développer vos produits et services avec succès et de façon concurrentielle aujourd'hui comme dans le futur.

Vous trouverez dans ce rapport des propositions de mesures concrètes pour augmenter votre efficacité énergétique, accompagnées de coûts et de temps de payback. Des indications sur les prochaines étapes à suivre et les possibilités de subventionnement dont vous pouvez profiter y figurent également.

A l'évidence, la décision quant à la mise en oeuvre d'une ou plusieurs actions favorisant l'efficacité énergétique vous revient entièrement. SuisseEnergie peut vous accompagner dans vos projets par le biais d'un soutien de votre conseiller PEIK pour une durée jusqu'à une demi-journée pour, par exemple, demander des offres en vue d'une réalisation ou remplir des demandes de subventions.

# SITUATION ACTUELLE

---

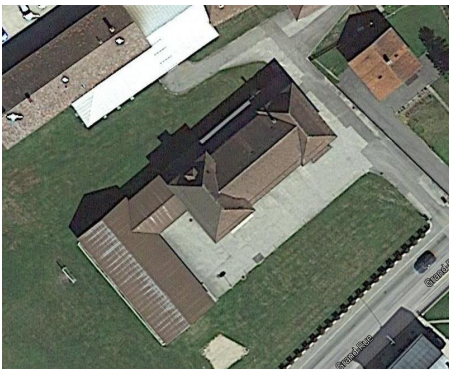
## SITE ANALYSÉ

L'entreprise familiale Production SA située au Lieu a 35 employés dont 27 équivalents plein-temps. Sur le site se trouve deux bâtiments, le bâtiment A comprenant l'administration et la halle de production avec 450 m<sup>2</sup>. Le bâtiment B est composé d'un entrepôt non chauffé et non ventilé. Les deux bâtiments ont été construits en 1864 et sont en bon état. Le bâtiment A a été rénové en 2004, selon les standards énergétiques de l'époque.

Production SA produit des pièces de précision pour l'industrie horlogère. Ces pièces sont produites à base d'acier. En 2016, 53 tonnes d'acier ont été utilisées. Dans les processus de fabrication de l'entreprise interviennent principalement de la chaleur ainsi que la force motrice.

Le but est d'analyser les consommateurs les plus importants et d'identifier la majeure partie des potentiels d'économie.

Date de visite : 27.10.2017



**Fig. 1:** *Vue aérienne du site de l'entreprise.*

## AGENTS ÉNERGÉTIQUES – DONNÉES DE CONSOMMATION

Les tarifs respectifs sont calculés en se basant sur la dernière année pour laquelle des informations suffisantes sont disponibles.

### Energie électrique

|             | 2014<br>[kWh/an] | 2015<br>[kWh/an] | 2016<br>[kWh/an] | Tarif<br>calculé2016<br>[ct./kWh] | Coûts 2016<br>[CHF] |
|-------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Electricité | 235'055          | 249'252          | 252'200          | 14.7                              | 37'310              |

### Energie thermique

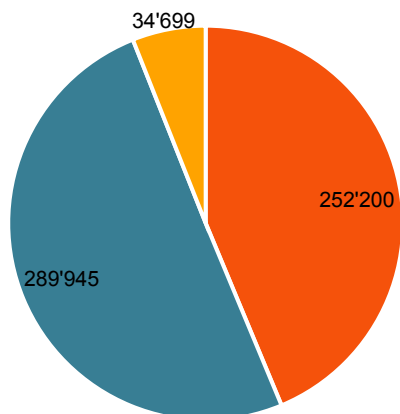
|                             | 2014<br>[kWh/an] | 2015<br>[kWh/an] | 2016<br>[kWh/an] | Tarif<br>calculé2016<br>[ct./kWh] | Coûts 2016<br>[CHF] |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Mazout / Huile extra-légère | 281'147          | 311'941          | 289'945          | 6.7                               | 19'540              |

### Carburant

|        | 2014<br>[kWh/an] | 2015<br>[kWh/an] | 2016<br>[kWh/an] | Tarif<br>calculé2016<br>[ct./kWh] | Coûts 2016<br>[CHF] |
|--------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Diesel | 38'862           | 38'169           | 34'699           | 14.9                              | 5'200               |

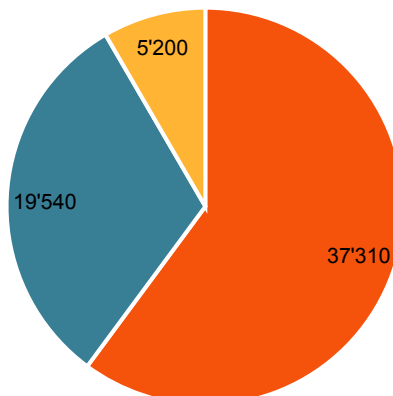
Les coûts énergétiques globaux s'élèvent à **62'050 CHF** en 2016.

## Répartitions de la consommation d'énergie et des coûts



■ Electricité  
■ Mazout / Huile extra-légère  
■ Diesel

Fig. 2: Répartition de la consommation énergétique entre les différents agents pour l'année 2016 [kWh/an].



■ Electricité  
■ Mazout / Huile extra-légère  
■ Diesel

Fig. 3: Répartition des coûts énergétiques entre les différents agents pour l'année 2016 [CHF/an].

## Emissions de CO<sub>2</sub>

|                                  | 2014<br>[t <sub>CO2</sub> /an] | 2015<br>[t <sub>CO2</sub> /an] | 2016<br>[t <sub>CO2</sub> /an] |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| CO <sub>2</sub> -Ausstoss gesamt | 84                             | 92                             | 86                             |
| Energie électrique               | 0                              | 0                              | 0                              |
| Energie thermique                | 74                             | 82                             | 76                             |
| Carburant                        | 10                             | 10                             | 9                              |

## INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES

### Diagramme climatique du le Lieu

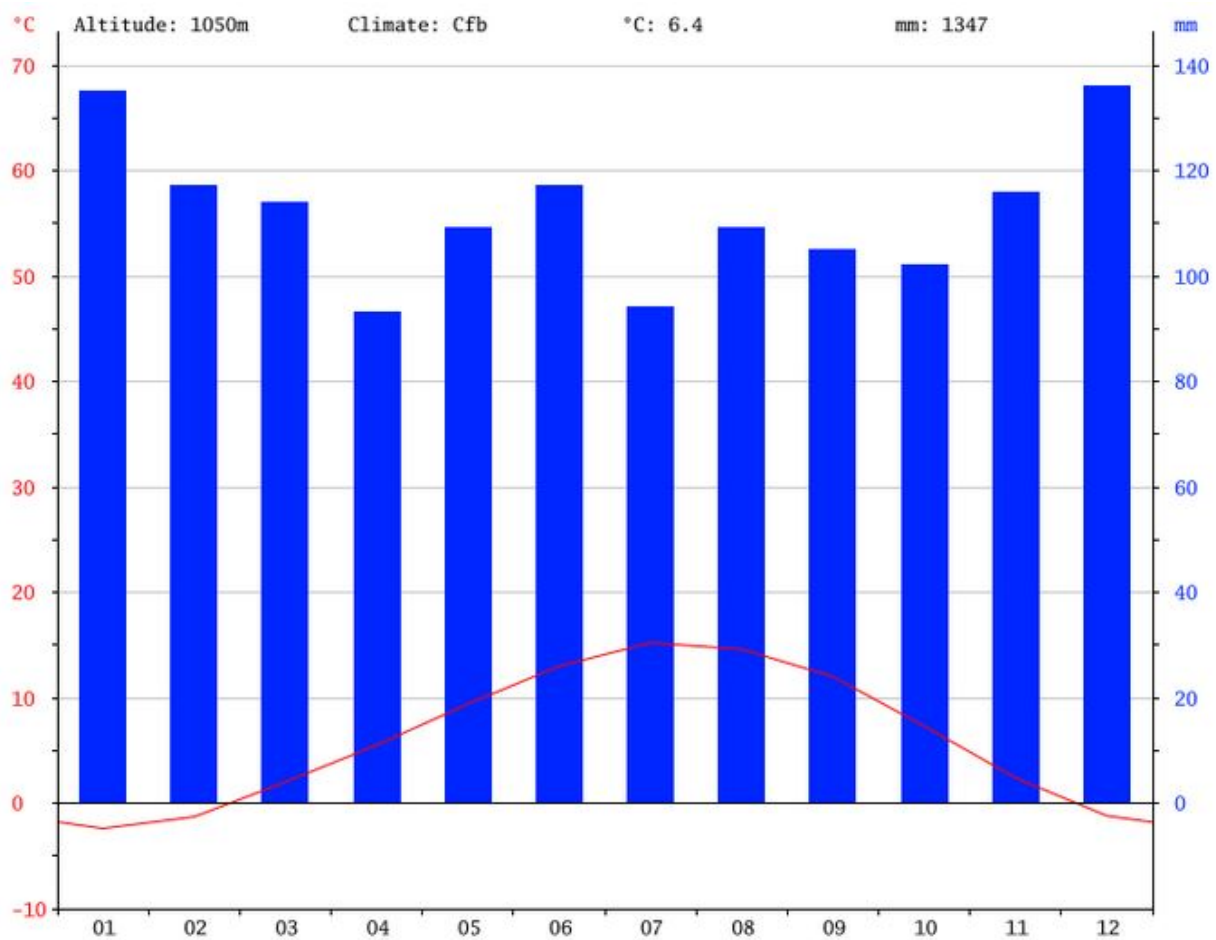


Fig. 4: Moyenne des précipitations et des températures.

Le Lieu se situe à 1040m dans le Jura, de ce fait la température moyenne extérieure de 6.4 °C est relativement faible. Cela se ressent sur la consommation en mazout de la production de chaleur.

## ETAT DES INSTALLATIONS EXISTANTES

### **Chauffage et eau chaude sanitaire**

Potentiel d'économie.

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire ont un potentiel d'économie d'énergie intéressant et il devrait dorénavant être pris en considération pour les investissements.

### **Enveloppe du bâtiment**

Potentiel d'économie.

Le potentiel d'économie de l'enveloppe est important, mais seulement pour l'économie d'énergie, cette mesure n'est pas rentable.

### **Eclairage**

Potentiel d'économie.

Pour des faibles coûts de "Relamping" (remplacement des sources lumineuses), on aurait de rapides économies d'énergie avec un très court temps d'amortissement.

### **Climatisation et réfrigération**

Potentiel d'économie.

La vieille chambre froide n'est plus suffisamment utilisée pour justifier une utilisation ou un assainissement énergétique. Deux gros frigos suffiraient.

### **Moteurs et entraînements**

Potentiel d'économie.

Le remplacement des vieux entraînements par des moteurs modernes IE4 avec variateurs de fréquence apporterait un potentiel d'économie sur les machines de production.

### **Ventilation**

Potentiel d'économie.

Avec une meilleure récupération d'énergie sur la ventilation, du mazout serait économisé.

### **Processus/Machine**

Potentiel d'économie.

Remplacement des moteurs qui ne correspondent plus à l'état de l'art.

### **Air comprimé**

Potentiel d'économie.

Plusieurs possibilités d'optimisation du fonctionnement sont possibles. Le remplacement de l'installation d'air comprimé à sa fin de vie amène des économies d'énergie supplémentaires.

### **Mobilité**

Pas de potentiel.

Les véhicules utilisés ont une haute classe d'efficacité énergétique et ont été changé l'année passée. Pour de prochains achats, l'option de véhicule électrique devrait être analysée.

# APERÇU DES MESURES

---

Les mesures sont divisées en quatre catégories :

- Mesures immédiates (optimisation de l'exploitation)
- Mesures rentables à court terme
- Mesures rentables à moyen terme
- Mesures évaluées de manière qualitative

Le calcul de la rentabilité se base sur la méthode du payback simple. Les mesures sont considérées rentables à court terme si elles s'amortissent en 4 ans (payback < 4 ans) dans la production (processus) et en 8 ans (payback < 8 ans) dans l'infrastructure. Le calcul du payback ne prend pas en compte une annualisation (avec intérêts ou taux d'actualisation). La part énergétique décrit quelle fraction de l'investissement est attribuable à des fins d'économie d'énergie. Ceci peut par exemple être la part non encore amortie d'une installation ou lorsqu'un remplacement est nécessaire, le surcoût relatif d'une technologie plus efficace par rapport à une technologie standard.

## Mesures immédiates (optimisation de l'exploitation)

Cette catégorie comprend les mesures qui peuvent être réalisées sans ou avec un faible budget d'investissement, ce type de mesures est dans la majorité des cas très rentable. Il s'agit typiquement de l'optimisation du fonctionnement des installations, à savoir l'adaptation de leurs paramètres de fonctionnement aux besoins réels.

## Mesures rentables à court terme

Ces mesures ont un payback de moins de 4 ans si elles concernent la production et de moins de 8 ans si elles concernent l'infrastructure.

## Mesures rentables à moyen terme

Ces mesures sont caractérisées par un temps de retour supérieur à 4 ans (production) respectivement 8 ans (infrastructure). Souvent la réalisation de ces mesures ne se justifie pas uniquement par des économies d'énergie. Si toutefois, les installations, machines, moteurs et autres sont en fin de vie ou doivent être remplacés prochainement à cause de changements, de nouvelles demandes techniques ou légales, alors leur réalisation doit être envisagée.

## Mesures qualitatives

Ces mesures sont évaluées de manière qualitative, car leur quantification est possible uniquement avec des efforts importants ou elles sont fortement non-rentables. Le potentiel d'économie est évalué selon l'échelle ci-dessous. L'estimation est basée sur l'expérience et peut différer significativement dans certains cas.

| Estimation du potentiel d'économie |              |      |
|------------------------------------|--------------|------|
| +                                  | ++           | +++  |
| ←                                  | →            |      |
| Faible                             | Significatif | Fort |
| < 10%                              | 10-20%       | >20% |

## Part énergétique de l'investissement

La part énergétique décrit le pourcentage de l'investissement qui est fait pour des raisons d'économies d'énergie. Par exemple la part non amortie d'une installation ou le coût additionnel relatif d'une technologie plus efficace par rapport à la technologie standard.

## PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

| Titre | Économies d'énergie électrique [kWh/an] | Économies d'énergie thermique [kWh/an] | Économies de carburant [kWh/an] | Réduction d'émissions de CO <sub>2</sub> [t/an] | Part énergétique [%] | Économies [CHF/an] | Investissement [CHF] | Payback simple [ans] |
|-------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|-------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|

### Mesures immédiates

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |               |          |          |          |     |              |              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|-----|--------------|--------------|-----|
| <b>Somme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>21'094</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |     | <b>3'101</b> | <b>1'200</b> |     |
| 12787 - Recherche et réparation des fuites dans le réseau - Air comprimé                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3'679         | 0        | 0        | 0        | 100 | 541          | 200          | 0.4 |
| <p>Observation :<br/>Dans la halle de post-traitement, il est possible d'entendre des fuites dans le réseau. Ces fuites doivent provenir des réducteurs de pression.</p> <p>Action :<br/>Une recherche de fuites devrait être faite environ chaque 2 ans sur le réseau. Pour une installation de cette taille, la recherche de fuites devrait durer environ 1 heure. Idéalement ces recherches devraient être faites avec un appareil à ultrason.</p> <p>Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |          |          |          |     |              |              |     |
| 12766 - Adaptation du réglage des circulateurs - Chauffage et eau chaude sanitaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 9'990         | 0        | 0        | 0        | 100 | 1'469        | 500          | 0.3 |
| <p>Observation :<br/>Les circulateurs de chauffage fonctionnent toute l'année sur la vitesse maximale</p> <p>Action :<br/>Position 3 (~880W à la place de 970W) sur 4 suffit au fonctionnement de l'installation. De plus, les circulateurs peuvent être éteints à la fin de la période de chauffage.</p> <p>Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |          |          |          |     |              |              |     |
| 12788 - Adaptation de la consigne de pression du réseau - Air comprimé                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7'425         | 0        | 0        | 0        | 100 | 1'091        | 500          | 0.5 |
| <p>Observation :<br/>La pression dans le réseau d'air comprimé se situe idéalement un peu (environ 0.5 bar, selon l'étanchéité et l'inertie du réseau) au dessus de l'élément nécessitant le plus de pression. Dans le réseau actuel la pression est de 7 barg, et l'élément nécessitant le plus de pression a besoin de 5 barg.</p> <p>Action :<br/>Adaptation de la pression de consigne à la plus faible valeur possible (marche à suivre: Baisse de la pression de façon progressive. A chaque palier, tester le fonctionnement du consommateur. Répéter tant que les consommateurs fonctionnent sans problème). Nous conseillons de ne pas baisser la pression au dessous de 5.1 barg.<br/><i>Des économies supplémentaires peuvent être faites sur les pressions de commutation: Beaucoup de système d'air comprimé fonctionnent sur le principe ON/OFF, avec chaque fois 0.5 bar et une consigne de +0.5 bar (Exemple: Enclenchement pour 5.1 barg et déclenchement pour 6.1 barg (+/- 0.5 bar à 5.6 barg). Cette hystérèse peut, pour un système d'air comprimé moderne (compresseur avec variateurs de fréquence) être baissé à +/- 0.2 bar.</i></p> <p>Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne</p> |               |          |          |          |     |              |              |     |

### Rentables à court terme

| Titre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Économies d'énergie électrique [kWh/an] | Économies d'énergie thermique [kWh/an] | Économies de carburant [kWh/an] | Réduction d'émissions de CO <sub>2</sub> [t/an] | Part énergétique [%] | Économies [CHF/an] | Investissement [CHF] | Payback simple [ans] |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Somme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>28'685</b>                           | <b>45'215</b>                          | <b>0</b>                        | <b>12</b>                                       |                      | <b>7'246</b>       | <b>52'500</b>        |                      |
| 12774 - Remplacement des tubes fluorescents dans l'entrepôt du bâtiment B - Eclairage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 11'116                                  | 0                                      | 0                               | 0                                               | 60                   | 1'634              | 2'500                | 0.9                  |
| Observation :<br>L'éclairage dans l'entrepôt est composé de tubes fluorescents T8 avec ballasts conventionnels. Les luminaires sont en bon état.<br><br>Action :<br>Remplacement des néons par des tubes LED avec sonde de présence intégrée. Coût par tube environ 50 CHF, le travail peut être fait en interne.<br>Un remplacement complet de l'éclairage (Relamping) permettra des économies d'énergie plus importantes, mais les coûts d'installations seront également plus importants.<br><br>Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12778 - Remplacement du moteur de la machine 123 - Moteurs et entraînements                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4'578                                   | 0                                      | 0                               | 0                                               | 25                   | 673                | 5'000                | 1.9                  |
| Observation :<br>Le moteur de la machine 123 est relativement vieux (1985, sans classe énergétique)<br><br>Action :<br>Un moteur moderne de classe énergétique IE4 devrait être installé<br><br>Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12768 - Remplacement du boiler électrique pour les douches par un chauffe-eau pompe à chaleur - Chauffage et eau chaude sanitaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3'333                                   | 0                                      | 0                               | 0                                               | 50                   | 490                | 4'000                | 4.1                  |
| Observation :<br>L'eau chaude sanitaire pour les douches et les lavabos est produite de façon centralisée par un boiler électrique. Le boiler a environ 13 ans et un remplacement dans les 15 ans doit être fait.<br><br>Action :<br>Remplacement par un chauffe-eau pompe à chaleur.<br><br>Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12776 - Remplacement de la chambre frigorifique par des frigos - Climatisation et réfrigération                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6'500                                   | 0                                      | 0                               | 0                                               | 25                   | 956                | 15'000               | 3.9                  |
| Observation :<br>Une vieille chambre frigorifique est disponible, cette chambre servait pour la cuisine qui n'existe actuellement plus. Dans la chambre frigorifique une grande quantité de boissons sont entreposées, ces boissons sont utilisées par les employés lors des pauses. De ce fait, la chambre frigorifique est utilisée en partie comme un frigo (refroidissement des denrées alimentaires). Dans son ensemble, il serait nécessaire de rénover cette chambre frigorifique.<br>Le fluide frigorifique utilisé est du R22, de ce fait la machine frigorifique ne devrait plus être remplie. Si un problème devait survenir, il faudra remplacer tous les éléments de la machine frigorifique qui ne sont pas compatibles avec le nouveau fluide.<br><br>Action :<br>L'installation de deux gros frigos ( au minimum A++) dans le local de pause rendrait la chambre frigorifique superflue. Cela baissera la consommation d'énergie et libérera de la surface disponible supplémentaire. |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |

| Titre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Économies d'énergie électrique [kWh/an] | Économies d'énergie thermique [kWh/an] | Économies de carburant [kWh/an] | Réduction d'émissions de CO <sub>2</sub> [t/an] | Part énergétique [%] | Économies [CHF/an] | Investissement [CHF] | Payback simple [ans] |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12772 - Isolation des conduites de chauffage - Etage cave - Chauffage et eau chaude sanitaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6'910                                   | 0                                      | 0                               | 0                                               | 100                  | 1'016              | 8'000                | 7.9                  |
| Observation :<br>Les conduites de chauffage de l'étage de la cave ne sont pas isolées. Beaucoup de chaleur est perdue dans les pièces non utilisées, on remarque cela aux températures élevées dans les caves.<br><br>Action :<br>Les conduites peuvent être isolées par une entreprise de chauffage ou par le service technique de l'entreprise. Nous conseillons d'isoler les conduites de chauffage au plus vite. Les économies d'énergie sont calculées en prenant en compte la nouvelle chaudière. Avant le remplacement de la chaudière cette mesure est clairement rentable.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12784 - Récupération d'énergie sur l'air extrais de la halle de post traitement - Ventilation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -3'752                                  | 45'215                                 | 0                               | 12                                              | 100                  | 2'478              | 18'000               | 7.3                  |
| Observation :<br>Il y'a déjà une possibilité de recirculer une partie de l'air, le gain énergétique est cependant faible, car il n'est pas possible de réguler l'air neuf. La quantité d'air neuf nécessaire est utilisée pour les besoins de la production.<br><br>Action :<br>Afin de récupérer plus d'énergie, nous proposons d'installer une batterie de récupération avec circuit d'eau glycolée. En pratique, un échangeur de chaleur supplémentaire sera installé.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| <b>Rentable à moyen terme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| <b>Somme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>-28'642</b>                          | <b>100'000</b>                         | <b>0</b>                        | <b>27</b>                                       |                      | <b>2'490</b>       | <b>140'500</b>       |                      |
| 12769 - Remplacement de la chaudière par une pompe à chaleur air-eau - Chauffage et eau chaude sanitaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -33'999                                 | 100'000                                | 0                               | 27                                              | 15                   | 1'702              | 110'000              | 9.7                  |
| Observation :<br>La chaudière à mazout chauffant le bâtiment date de 1981 et n'est plus à jour au niveau technique. Au vu de l'âge de la chaudière et à la nécessité de la remplacer, une part énergétique de l'investissement de 15% est prise en compte.<br>Afin de couvrir les besoins en chaleur, environ la moitié des besoins annuels en mazout est nécessaire pour le chauffage, le reste du mazout est utilisé pour le process. Afin de prendre en compte la future optimisation du système de récupération d'énergie sur la ventilation, les besoins en chaleur seront de 100'000kWh/an et non plus 145'000 kWh/an.<br><br>Action :<br>Les places de production sont chauffées via des aérochauffeurs et les bureaux par du chauffage de sol. La température du réseau de chauffage peut-être baissée et la chaudière peut-être remplacée par une pompe à chaleur. |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| Manière de procéder : Faire faire une étude plus détaillée à un bureau spécialisé en vue d'une réalisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12783 - Remplacement du moteur de ventilation de l'espace "Travaux spéciaux" - Ventilation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3'120                                   | 0                                      | 0                               | 0                                               | 75                   | 459                | 5'500                | 9.0                  |
| Observation :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |

| Titre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Économies d'énergie électrique [kWh/an] | Économies d'énergie thermique [kWh/an] | Économies de carburant [kWh/an] | Réduction d'émissions de CO <sub>2</sub> [t/an] | Part énergétique [%] | Économies [CHF/an] | Investissement [CHF] | Payback simple [ans] |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| <p>La puissance nominale des moteurs d'aspiration du réseau "Travaux spéciaux" est de 30 kW. La puissance moyenne nécessaire est d'environ 8.8 kW. Lors d'un fonctionnement avec une puissance inférieure à 50%, le rendement baisse de façon importante. L'installation d'un variateur de fréquence n'est pas utilisée en ce moment pour une utilisation dynamique/ modulée, mais pour faire fonctionner le gros moteur à charge partielle.</p> <p>Action :</p> <p>Le moteur est remplacé par un moteur avec puissance nominale plus faible et fonctionnant selon les besoins réelle. La classe d'efficacité doit être IE3 ou meilleure. Cela augmentera le rendement global de l'installation.</p> <p>Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées</p> |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12786 - Remplacement du compresseur d'air comprimé - Air comprimé                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2'237                                   | 0                                      | 0                               | 0                                               | 25                   | 329                | 25'000               | 19.0                 |
| <p>Observation :</p> <p>Le compresseur d'air comprimé date de 2004 et a une classe d'efficacité de IE1.</p> <p>Action :</p> <p>Lorsque le compresseur sera en fin de vie, il faudra le remplacer par un compresseur de meilleure efficacité (IE3 ou meilleure).</p> <p>Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |
| 12773 - Isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment - Enveloppe du bâtiment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0                                       | 0                                      | 0                               | 0                                               | 0                    | 0                  | 0                    | 0.0                  |
| <p>Observation :</p> <p>L'enveloppe du bâtiment (notamment le toit et la partie administration) n'est pas isolée thermiquement.</p> <p>Action :</p> <p>Le potentiel d'économie par une isolation du toit et par une isolation intérieure de l'administration (afin de conserver la façade) est très élevé. Cependant, le temps de payback pour de telles mesures est relativement élevée (typiquement jusqu'à 40 ans).</p> <p>Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                         |                                        |                                 |                                                 |                      |                    |                      |                      |

## Potentiels d'économie

Potentiel d'économie des mesures les plus importantes de chaque catégorie

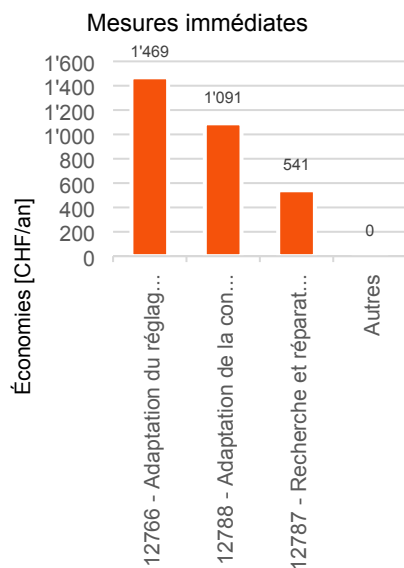


Fig. 5: Économies en CHF/an – Mesures immédiates.

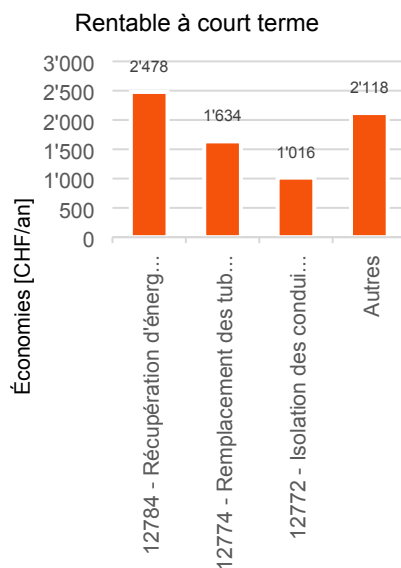


Fig. 6: Économies en CHF/an – Mesures rentables à court terme.

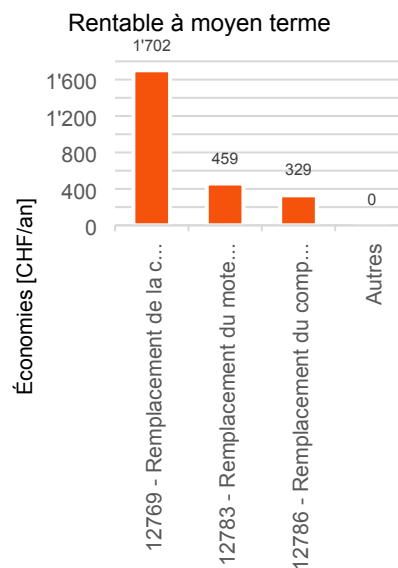


Fig. 7: Économies en CHF/an – Mesures rentables à moyen terme.

Potentiel d'économie par agent énergétique et pour chaque catégorie

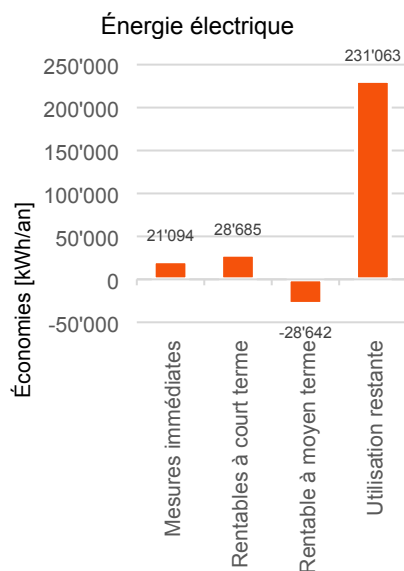


Fig. 8: Économies d'énergie en kWh/an – Énergie électrique.

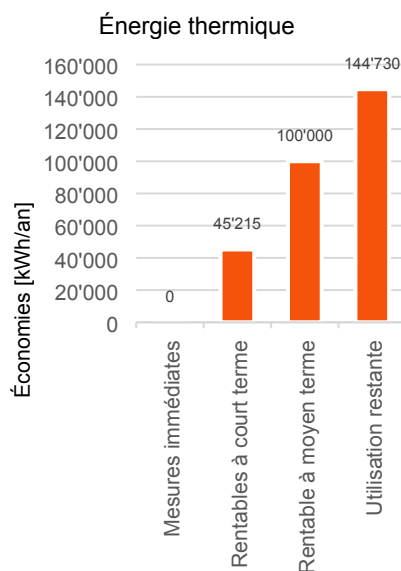


Fig. 9: Économies d'énergie en kWh/an – Énergie thermique.

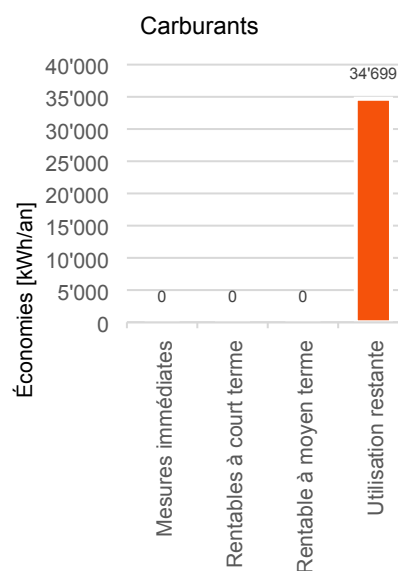


Fig. 10: Économies d'énergie en kWh/an – Carburants.

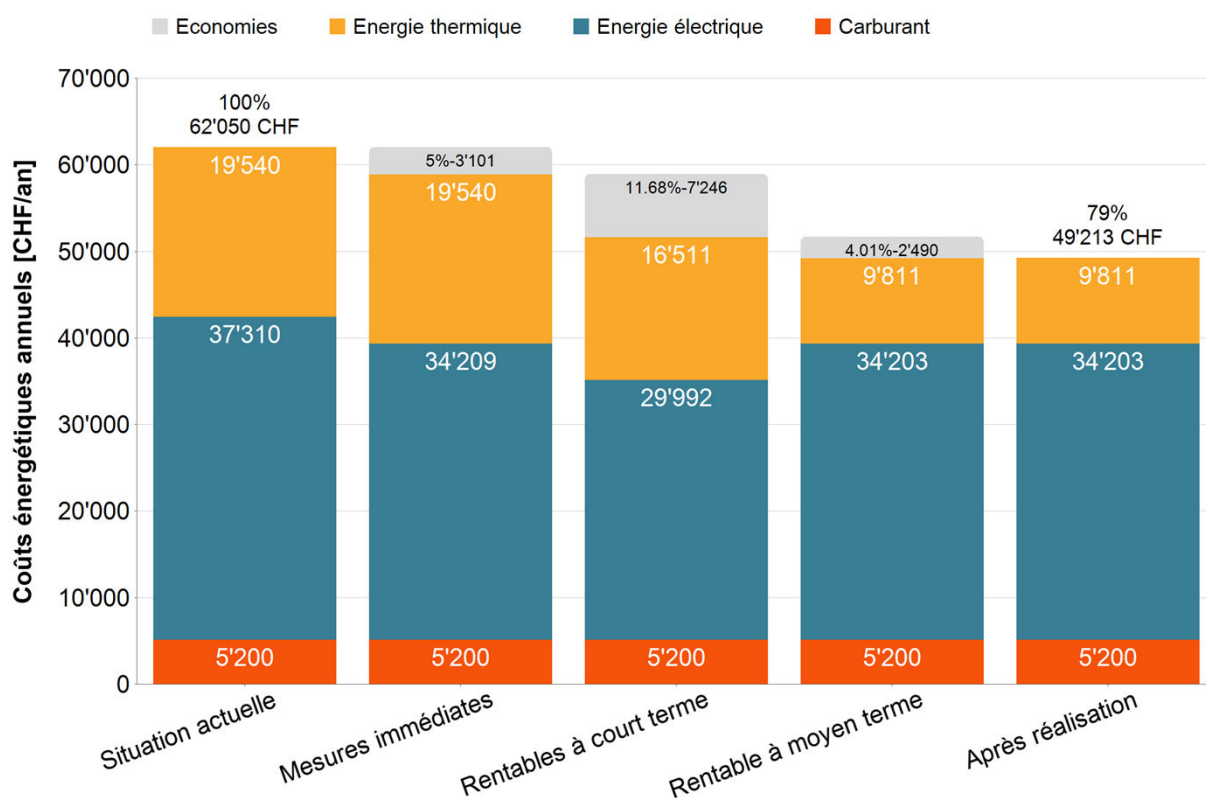


Fig. 11: Impact de la réalisation des mesures sur les coûts énergétiques.

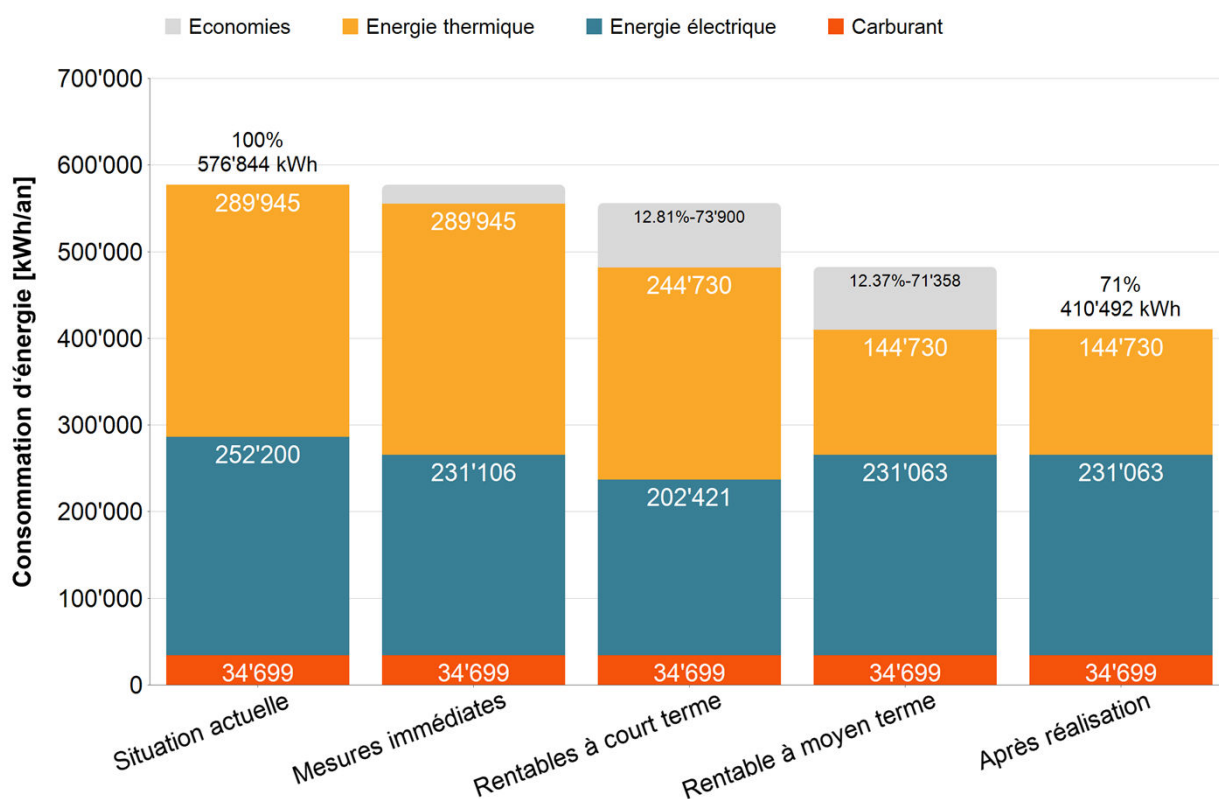


Abb. 12: Impact de la réalisation des mesures sur la consommation d'énergie.

# PROCHAINES ETAPES ET RECOMMANDATIONS

---

En particulier les mesures immédiates (optimisation du fonctionnement) devraient être mises en place rapidement, car elles entraîneront des d'économies d'énergie intéressantes.

Pour tous les futurs investissements, l'efficacité énergétique devrait être prise en compte dans le processus de décision (rénovation du chauffage, remplacement des compresseurs, etc..). Cela réduit également les coûts des installations durant la durée de vie de celles-ci. Pour chaque mesure une proposition de mise en œuvre est donnée, cela vous donne un point de départ afin de les mettre en œuvre.

L'isolation thermique de l'enveloppe conduirait à une conservation du bien immobilier.

# SUBVENTIONS INTERESSANTES

---

Pour améliorer l'efficacité énergétique et passer aux énergies renouvelables, un vaste éventail de soutiens existe. Pour vous faire une idée de ces possibilités, vous pouvez consulter la base de données

<https://www.energie-experten.ch/fr/energiefranken>.

- Le PEIK vous permet de bénéficier jusqu'à hauteur de 500 CHF d'une aide à la mise en œuvre des différentes mesures présents dans ce rapport
- La fondation suisse pour le climat subventionne des éclairages avec sonde de présence ou sonde d'irradiance: [https://www.klimastiftung.ch/fr/economiser\\_de\\_lenergie.html](https://www.klimastiftung.ch/fr/economiser_de_lenergie.html)
- Le programme bâtiment (VD) subventionne des mesures d'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment: <http://www.dasgebaeudeprogramm.ch/index.php/fr/deposer-une-demande-vd>

# LES MESURES EN DETAIL

## Mesure 12766 - Adaptation du réglage des circulateurs

### Chauffage et eau chaude sanitaire

|                                        |       |        |
|----------------------------------------|-------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 0.3   | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 500   | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 100   | %      |
| Économie financière :                  | 1'469 | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15    | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 9'990 kWh/an

### Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne



### Observation :

Les circulateurs de chauffage fonctionnent toute l'année sur la vitesse maximale

### Action:

Position 3 (~880W à la place de 970W) sur 4 suffit au fonctionnement de l'installation. De plus, les circulateurs peuvent être éteints à la fin de la période de chauffage.

### Commentaire concernant le calcul :

Le remplacement des pompes par des circulateurs modernes avec variateurs de fréquences intégrés permettra une économie d'énergie supplémentaire et devrait entre-temps être prévu dans le budget.

### Paramètres du calcul :

Paramètres généraux  
Type d'utilisation

Chauffage alt >  
800 m (295 j/an,  
24 h/j)

|                                                                   |    |   |
|-------------------------------------------------------------------|----|---|
| Fraction du temps de fonctionnement à 100% du débit ( $f_{100}$ ) | 6  | % |
| Fraction du temps de fonctionnement à 75% du débit ( $f_{75}$ )   | 15 | % |
| Fraction du temps de fonctionnement à 50% du débit ( $f_{50}$ )   | 35 | % |
| Fraction du temps de fonctionnement à 25% du débit ( $f_{25}$ )   | 44 | % |

## Données de base - Etat existant

Technologie des pompes

Nombre de pompes ( $n_{alt}$ )Puissance nominale cumulée des pompes ( $dE_{tot,alt}/dt$ )

Puissance nominale moyenne des pompes

Régulation de la vitesse des pompes (caractéristique  $\Delta H$  vs. débit)Heures de fonctionnement annuel de la circulation ( $t_{on,alt}$ ) $\Delta P/\Delta P_{nominal}$  à 25% du débit nominal ( $f_{P,alt}$ )

Puissance hydraulique nominale

Rendement à 100% du débit ( $\eta_{100,alt}$ )Puissance à 100% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{100,alt}/dt$ )Puissance à 75% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{75,alt}/dt$ )Puissance à 50% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{50,alt}/dt$ )Puissance à 25% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{25,alt}/dt$ )Consommation électrique annuelle ( $E_{alt}$ )

Vitesse fixe

5

4'850 W

970 W

Non régulé

8'760 h/an

0 %

561 W

57.80 %

970 W

952 W

892 W

792 W

37'742 kWh/an

## Donnée de base - Etat assaini

Technologie des pompes

Nombre de pompes ( $n_{neu}$ )Puissance nominale cumulée des pompes ( $dE_{tot,neu}/dt$ )

Puissance nominale moyenne des pompes

Régulation de la vitesse des pompes (caractéristique  $\Delta H$  vs. débit)Heures de fonctionnement annuel de la circulation ( $t_{on,neu}$ ) $\Delta P/\Delta P_{nominal}$  à 25% du débit nominal ( $f_{P,neu}$ )

Puissance hydraulique nominale

Rendement à 100% du débit ( $\eta_{100,neu}$ )Puissance à 100% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{100,neu}/dt$ )Puissance à 75% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{75,neu}/dt$ )Puissance à 50% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{50,neu}/dt$ )Puissance à 25% du débit et tenant compte de la régulation ( $dE_{25,neu}/dt$ )Consommation électrique annuelle ( $E_{neu}$ )

Vitesse fixe

5

4'400 W

880 W

Non régulé

7'100 h/an

0 %

508 W

57.70 %

880 W

864 W

810 W

718 W

27'752 kWh/an

## Mesure 12768 - Remplacement du boiler électrique pour les douches par un chauffe-eau pompe à chaleur

### Chauffage et eau chaude sanitaire

|                                        |       |        |
|----------------------------------------|-------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 4.1   | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 4'000 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 50    | %      |
| Économie financière :                  | 490   | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15    | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 3'333 kWh/an

### Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées



### Observation :

L'eau chaude sanitaire pour les douches et les lavabos est produite de façon centralisée par un boiler électrique. Le boiler a environ 13 ans et un remplacement dans les 15 ans doit être fait.

### Action:

Remplacement par un chauffe-eau pompe à chaleur.

### Commentaire concernant le calcul :

Hypothèse: COP de 3.

### Paramètres du calcul :

Données de base - Etat existant

Consommateur N°1: Agent énergétique

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

Electricité  
5'000 kWh/an

Donnée de base - Etat assaini  
Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

1'667 kWh/an

## Mesure 12769 - Remplacement de la chaudière par une pompe à chaleur air-eau

### Chauffage et eau chaude sanitaire

|                                        |         |        |
|----------------------------------------|---------|--------|
| Payback (simple) :                     | 9.7     | ans    |
| Investissement :                       | 110'000 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 15      | %      |
| Économie financière :                  | 1'702   | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15      | ans    |

### Économies d'énergie :

Mazout / Huile extra-légère 100'000 kWh/an

Electricité -33'999 kWh/an



### Manière de procéder :

Faire faire une étude plus détaillée à un bureau spécialisé en vue d'une réalisation

### Observation :

La chaudière à mazout chauffant le bâtiment date de 1981 et n'est plus à jour au niveau technique. Au vu de l'âge de la chaudière et à la nécessité de la remplacer, une part énergétique de l'investissement de 15% est prise en compte. Afin de couvrir les besoins en chaleur, environ la moitié des besoins annuels en mazout est nécessaire pour le chauffage, le reste du mazout est utilisé pour le process. Afin de prendre en compte la future optimisation du système de récupération d'énergie sur la ventilation, les besoins en chaleur seront de 100'000kWh/an et non plus 145'000 kWh/an.

### Action:

Les places de production sont chauffées via des aérochauffeurs et les bureaux par du chauffage de sol. La température du réseau de chauffage peut-être baissée et la chaudière peut-être remplacée par une pompe à chaleur.

### Commentaire concernant le calcul :

Afin de mettre en place cette mesure, la récupération d'énergie sur la ventilation doit être optimisée. Même lorsque la température dans la halle de production est de 17°C, une récupération d'énergie permet d'installer une production de chaleur plus petite. En installant une production de chaleur plus petite les économies d'énergie seront plus faibles mais les frais d'investissement seront également inférieurs.

### Paramètres du calcul :

#### Paramètres généraux

|                                                                                |                 |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|
| Altitude du bâtiment                                                           | 1'042           | m    |
| Utilisation de la chaleur                                                      | chauffage seul. |      |
| Heures de fonctionnement annuel (saison de chauffage ou temps de production)   | 7'100           | h/an |
| Heures annuel d'équivalent pleine charge (pour un générateur bien dimensionné) | 2'600           | h/an |

#### Données de base - Etat existant

|                              |                                                               |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Générateur de chaleur actuel | chaudière à eau<br>alimentée au<br>mazout (Tretour<br>= 60°C) |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|

|                                                                                                    |                                |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Agent énergétique                                                                                  | Mazout / Huile<br>extra-légère |                        |
| Puissance nominale du générateur de chaleur existant ( $dQ_{X,alt}/dt$ )                           | 150                            | kW                     |
| Année de mise en service du générateur de chaleur                                                  | 1'981                          |                        |
| Age du générateur de chaleur                                                                       | 36                             | ans                    |
| Température moyenne annuelle délivrée par le générateur en fonctionnement ( $\theta_n$ )           | 45                             | °C                     |
| Consommation annuelle moyenne d'énergie finale PCI ( $E_{F,1,alt}$ )                               | 100'000                        | kWh <sub>PCI</sub> /an |
| Epoque de construction du générateur                                                               | < 1991                         |                        |
| Rendement énergétique en charge du générateur de chaleur existant (PCS) ( $\eta_{Ho,n,alt}$ )      | 83                             | % <sub>PCS</sub>       |
| Rendement énergétique en charge du générateur de chaleur existant (PCI) ( $\eta_{Hu,n,alt}$ )      | 88.40                          | % <sub>PCI</sub>       |
| Type de modulation du brûleur (applicable aux chaudières uniquement)                               | 1 allure                       |                        |
| Coef. de pertes de maintien en température du générateur de chaleur existant ( $\lambda_{0,alt}$ ) | 2                              | %                      |
| Taux de charge annuelle du générateur existant ( $\tau_{X,alt}$ )                                  | 7                              | %                      |
| Rendement annuel (PCS) du générateur existant ( $\eta_{Ho,alt}$ )                                  | 67.50                          | %                      |
| Rendement annuel (PCI) du générateur existant ( $\eta_{Hu,alt/sub>}$ )                             | 71.90                          | %                      |
| Chaleur utile annuelle délivrée ( $Q_X$ )                                                          | 71'936                         | kWh/an                 |
| Dépense annuelle pour l'achat d'agent énergétique avec le générateur existant                      | 6'700                          | CHF/an                 |
| Donnée de base - Etat assaini                                                                      |                                |                        |
| Nouveau générateur de chaleur                                                                      | PAC Air/Eau                    |                        |
| Agent énergétique                                                                                  | Electricité                    |                        |
| Facteur de surdimensionnement du nouveau générateur de chaleur ( $f_{sd,neu}$ )                    | 20                             | %                      |
| Puissance de chauffe requise pour le nouveau générateur ( $dQ_{X,neu}/dt$ )                        | 33                             | kW                     |
| Rendement énergétique en charge du nouveau générateur de chaleur (PCS) ( $\eta_{Ho,n,neu}$ )       | 211.60                         | % <sub>PCS</sub>       |
| Rendement énergétique en charge du nouveau générateur de chaleur (PCI) ( $\eta_{Hu,n,neu}$ )       | 211.60                         | % <sub>PCS</sub>       |
| Type de modulation du brûleur (applicable aux chaudières uniquement)                               | modulant                       |                        |
| Coef. de pertes de maintien en température du nouveau générateur de chaleur ( $\lambda_{0,neu}$ )  | 0                              | %                      |
| Taux de charge annuel du nouveau générateur de chaleur ( $\tau_{X,neu}$ )                          | 31                             | %                      |
| Rendement énergétique annuel du nouveau générateur de chaleur (PCS) ( $\eta_{Ho,neu}$ )            | 211.60                         | %                      |
| Rendement énergétique annuel du nouveau générateur de chaleur (PCI) ( $\eta_{Hu,neu}$ )            | 211.60                         | %                      |
| Consommation annuelle d'agent énergétique avec le nouveau générateur de chaleur ( $E_{F,Y,neu}$ )  | 33'999                         | kWh <sub>PCI</sub> /an |
| Dépense annuelle pour l'achat d'agent énergétique avec le nouveau générateur                       | 4'998                          | CHF/an                 |

## Mesure 12772 - Isolation des conduites de chauffage - Etage cave

### Chauffage et eau chaude sanitaire

|                                        |       |        |
|----------------------------------------|-------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 7.9   | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 8'000 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 100   | %      |
| Économie financière :                  | 1'016 | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 25    | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 6'910 kWh/an

### Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne

### Observation :

Les conduites de chauffage de l'étage de la cave ne sont pas isolées. Beaucoup de chaleur est perdue dans les pièces non utilisées, on remarque cela aux températures élevées dans les caves.

### Action:

Les conduites peuvent être isolées par une entreprise de chauffage ou par le service technique de l'entreprise. Nous conseillons d'isoler les conduites de chauffage au plus vite. Les économies d'énergie sont calculées en prenant en compte la nouvelle chaudière. Avant le remplacement de la chaudière cette mesure est clairement rentable.

### Paramètres du calcul :

|                                                                                                        |             |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| Paramètres généraux                                                                                    |             |                    |
| Altitude du site                                                                                       | 1'042       | m.s.m              |
| Générateur de chaleur                                                                                  | PAC Air/Eau |                    |
| Agent énergétique concerné                                                                             | Electricité |                    |
| Année de mise en service du générateur de chaleur                                                      | >2007       |                    |
| Rendement énergétique annuel du générateur de chaleur (PCS) ( $\eta_{Ho}$ )                            | 211.60      | %                  |
| Longueur de conduite (aller-retour) à isoler ( $l_{leitung}$ )                                         | 60          | m                  |
| Circulateurs et robinetterie isolées avec épaisseur identiques aux conduites?                          | Oui         |                    |
| Longueur corrigée des conduites pour tenir compte de la robinetterie (l)                               | 69          | m                  |
| Conduite d'eau chaude en [matériau]                                                                    | acier       |                    |
| Diamètre nominal                                                                                       | 32          |                    |
| Diamètre extérieur (D)                                                                                 | 42.20       | mm                 |
| Durée annuelle de fonctionnement ( $t_c$ )                                                             | 7'100       | h/an               |
| Données de base - Etat existant                                                                        |             |                    |
| Température moyenne du caloporteur ( $\theta_h$ )                                                      | 45          | °C                 |
| Température ambiante moyenne du local ( $\theta_o$ )                                                   | 25          | °C                 |
| Épaisseur isolation (e)                                                                                | 0           | mm                 |
| Matériau isolant                                                                                       | Pas isolé   |                    |
| Conductivité thermique de l'isolation ( $\lambda$ )                                                    | 0           | W/mK               |
| Coef. de transfert de chaleur par convection et rayonnement ( $\alpha_{ks}$ ou $\alpha_{ks,isolier}$ ) | 13          | W/m <sup>2</sup> K |
| Déperditions thermiques par mètre courant ( $\psi$ )                                                   | 1.72        | W/mK               |
| Facteur de correction pour le chauffage indirect d'autres locaux ( $f_{Th}$ )                          | 0           | %                  |
| Déperditions thermiques totales ( $Q_{Tx}$ )                                                           | 16'872      | kWh/an             |
| Donnée de base - Etat assaini                                                                          |             |                    |
| Température moyenne du local non chauffé                                                               | 14          | °C                 |

|                                                                                                                      |                                             |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|
| Epaisseur isolation ( $e_{\text{saniert}}$ )                                                                         | 50                                          | mm                 |
| Matériau isolant                                                                                                     | Polyuréthane (PUR) / Polyisocyanurate (PIR) |                    |
| Conductivité thermique de l'isolation ( $\lambda_{\text{saniert}}$ )                                                 | 0.03                                        | W/mK               |
| Coef. de transfert de chaleur par convection et rayonnement ( $\alpha_{\text{ks}}$ ou $\alpha_{\text{ks,isolier}}$ ) | 7.50                                        | W/m <sup>2</sup> K |
| Déperditions thermiques par mètre courant ( $\psi_{\text{saniert}}$ )                                                | 0.15                                        | W/mK               |
| Déperditions thermiques totales ( $Q_{\text{Tx,saniert}}$ )                                                          | 2'251                                       | kWh/an             |
| Economie de chaleur prévisible                                                                                       | 14'621                                      | kWh/an             |
| Economie d'agent énergétique (PCI) ( $Q_{\text{eco}}$ )                                                              | 6'910                                       | kWh/an             |

## Mesure 12774 - Remplacement des tubes fluorescents dans l'entrepôt du bâtiment B

### Eclairage

|                                        |       |        |
|----------------------------------------|-------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 0.9   | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 2'500 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 60    | %      |
| Économie financière :                  | 1'634 | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15    | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 11'116 kWh/an

### Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne



### Observation :

L'éclairage dans l'entrepôt est composé de tubes fluorescents T8 avec ballasts conventionnels. Les luminaires sont en bon état.

### Action:

Remplacement des néons par des tubes LED avec sonde de présence intégrée. Coût par tube environ 50 CHF, le travail peut être fait en interne.

Un remplacement complet de l'éclairage (Relamping) permettra des économies d'énergie plus importantes, mais les coûts d'installations seront également plus importants.

### Paramètres du calcul :

#### Paramètres généraux

Affectation du local (Selon SIA 2024)

Heures hebdomadaires d'utilisation de l'éclairage ( $t_{A,W}$ )

- Dont heures de jour (07h00-18h00) ( $t_{A,W,Tag}$ )

- Dont heures de nuit (18h00-07h00)

Période d'activité réduite ( $w_{RA}$ )

Durée de la période d'activité ( $t_A$ )

Durée de la période d'activité réduite ( $t_{RA}$ )

Durée de la période hors activités ( $t_{KA}$ )

10. Stockage -

Entrepôt

80 h/sem

55 h/sem

25 h/sem

0 sem/an

4'160 h/an

0 h/an

4'600 h/an

Données de base - Etat existant

Année de construction de l'installation existante

1'985

Age de l'installation existante

32 ans

Type de luminaires

Tubes

fluorescents -

Tube 26 mm

(T8) 58W

50

Nombre de luminaires ( $n_{L,alt}$ )

Nombre de sources lumineuses par luminaire ( $n_{LQ/L,alt}$ )

1

Puissance par source lumineuse ( $dE_{LQ,alt}/dt$ )

58 W

Puissance absorbée par le ballast / le transfo ( $dE_{B/T,alt}/dt$ )

12 W

Puissance par luminaire

70 W/luminaires

Taux d'occupation des locaux en période d'activité ( $f_{A,alt}$ )

100 %

Taux d'occupation des locaux en période d'activité réduite ( $f_{RA,alt}$ )

0 %

|                                                                                                                   |        |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|
| Taux d'occupation des locaux hors période d'activités ( $f_{KA,alt}$ )                                            | 0      | %   |
| Réduction liée à la variation continue sur sonde pendant les heures de jour ( $f_{Red Int Tag,alt}$ )             | 0      | %   |
| Puissance électrique totale absorbée par les luminaires ( $dE_{L,alt}/dt$ )                                       | 3.50   | kW  |
| Réduction effective liée à la variation continue sur l'ensemble de la période d'utilisation ( $f_{Red Int,alt}$ ) | 0      | %   |
| Consommation annuelle ( $E_{alt}$ )                                                                               | 14'560 | kWh |

#### Donnée de base - Etat assaini

|                                                                                                                   |           |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| Type de luminaires                                                                                                | Tubes LED |              |
| Nombre de luminaires ( $n_{L,neu}$ )                                                                              | 50        |              |
| Nombre de sources lumineuses par luminaire ( $n_{LQ/L,neu}$ )                                                     | 1         |              |
| Puissance par source lumineuse ( $dE_{LQ,neu}/dt$ )                                                               | 24        | W            |
| Puissance absorbée par le ballast / le transfo ( $dE_{B/T,neu}/dt$ )                                              | 0         | W            |
| Puissance par luminaire                                                                                           | 24        | W/luminaires |
| Taux d'occupation des locaux en période d'activité ( $f_{A,neu}$ )                                                | 80        | %            |
| Taux d'occupation des locaux en période d'activité réduite ( $f_{RA,neu}$ )                                       | 0         | %            |
| Taux d'occupation des locaux hors période d'activités ( $f_{KA,neu}$ )                                            | 0         | %            |
| Réduction liée à la variation continue sur sonde pendant les heures de jour ( $f_{Red Int Tag,neu}$ )             | 20        | %            |
| Puissance électrique totale absorbée par les luminaires ( $dE_{L,neu}/dt$ )                                       | 1.20      | kW           |
| Réduction effective liée à la variation continue sur l'ensemble de la période d'utilisation ( $f_{Red Int,neu}$ ) | 14        | %            |
| Consommation annuelle ( $E_{neu}$ )                                                                               | 3'444     | kWh          |

## Mesure 12776 - Remplacement de la chambre frigorifique par des frigos

### Climatisation et réfrigération

|                                        |        |        |
|----------------------------------------|--------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 3.9    | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 15'000 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 25     | %      |
| Économie financière :                  | 956    | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15     | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 6'500 kWh/an

### Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées



### Observation :

Une vieille chambre frigorifique est disponible, cette chambre servait pour la cuisine qui n'existe actuellement plus. Dans la chambre frigorifique une grande quantité de boissons sont entreposées, ces boissons sont utilisées par les employés lors des pauses. De ce fait, la chambre frigorifique est utilisée en partie comme un frigo (refroidissement des denrées alimentaires). Dans son ensemble, il serait nécessaire de rénover cette chambre frigorifique.

Le fluide frigorifique utilisé est du R22, de ce fait la machine frigorifique ne devrait plus être remplie. Si un problème devait survenir, il faudra remplacer tous les éléments de la machine frigorifique qui ne sont pas compatibles avec le nouveau fluide.

### Action:

L'installation de deux gros frigos ( au minimum A++) dans le local de pause rendrait la chambre frigorifique superflue. Cela baissera la consommation d'énergie et libérera de la surface disponible supplémentaire.

### Commentaire concernant le calcul :

Deux frigos Side-by-Sides seront choisis (environ 2'500 CHF chacun), avec une consommation annuelle de 500 kWh chacun. Le démontage de la chambre frigorifique coûtera 5'000 CHF pour l'élimination des déchets et 5'000 CHF pour la main d'œuvre.

La part énergétique de l'investissement est de 25%, car le remplacement du fluide frigorigène par un fluide adapté permettra à la machine de fonctionner plus longtemps.

**Paramètres du calcul :**

Données de base - Etat existant

Consommateur N°1: Agent énergétique

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

Electricité

7'500 kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

1'000 kWh/an

## Mesure 12778 - Remplacement du moteur de la machine 123

### Moteurs et entraînements

|                                        |       |        |
|----------------------------------------|-------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 1.9   | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 5'000 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 25    | %      |
| Économie financière :                  | 673   | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15    | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 4'578 kWh/an

### Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

### Observation :

Le moteur de la machine 123 est relativement vieux (1985, sans classe énergétique)

### Action:

Un moteur moderne de classe énergétique IE4 devrait être installé

### Paramètres du calcul :

#### Paramètres généraux

|                                                                                                         |                      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|
| Durée annuelle de fonctionnement ( $t_{on}$ )                                                           | 4'000                | h/an |
| Charge entraînée - couple max / couple nominal ( $f_{DM,max/nenn}$ )                                    | 100                  | %    |
| Charge entraînée - tolère une vitesse variable                                                          | Non                  |      |
| Type de service                                                                                         | Service continu (S1) |      |
| Taux de charge recommandé pour le service et la fluctuation de couple sélectionnés ( $T_{TypBetrieb}$ ) | 100                  | %    |

#### Données de base - Etat existant

|                                                                                                               |             |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|
| Type de transmission                                                                                          | Directe     |       |
| Convertisseur de fréquence                                                                                    | Non         |       |
| Année de construction                                                                                         | 1'985       |       |
| Âge du moteur                                                                                                 | 32          | ans   |
| Puissance nominale à l'arbre du moteur ( $dE_{M,alt}/dt$ )                                                    | 22          | kW    |
| Régime (point de fonctionnement nominal)                                                                      | 1500        | 1/min |
| Nombre de pôles                                                                                               | 4 pôles     |       |
| Taux de charge (P moyenne lorsque le moteur tourne / P nominale) ( $\tau_{alt}$ )                             | 60          | %     |
| Classe d'efficacité - calculé                                                                                 | Eff3        |       |
| Classe d'efficacité - ajusté                                                                                  | sans classe |       |
| Rendement nominal du moteur (calculé avec la classe d'efficacité) ( $\eta_{M,alt}$ )                          | 86.82       | %     |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{G,alt}$ )                                                               | 100         | %     |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ )                                                        | 93.53       | %     |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ ) appliqué                                               | 100         | %     |
| Facteur de dégradation du rendement du moteur à charge partielle ( $f_{r,M,alt}$ )                            | 100         | %     |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{r,FU,alt}$ )          | 0.40        | %     |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{r,FU,alt}$ ) appliqué | 0           | %     |

|                                                                                      |        |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Puissance mécanique utile moyenne ( $dE_{N,alt}/dt$ barre)                           | 13.20  | kW     |
| Puissance électrique consommée moyenne ( $dE_{E,alt}/dt$ barre)                      | 15.20  | kW     |
| Rendement global aux conditions moyennes                                             | 86.80  | %      |
| Réduction de la consommation due à l'utilisation d'un convertisseur ( $f_{FU,alt}$ ) | 0      | %      |
| Nombre d'entraînements identiques (n)                                                | 1      |        |
| Consommation électrique annuelle ( $E_{alt}$ )                                       | 60'812 | kWh/an |

#### Donnée de base - Etat assaini

|                                                                                                               |         |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| Année de construction                                                                                         | 2'017   |        |
| Âge du moteur                                                                                                 | 0       | ans    |
| Taux de charge visé pour le dimensionnement de l'entraînement ( $\tau_{neu,Ziel}$ )                           | 100     | %      |
| Puissance nominale à l'arbre du moteur ( $dE_{M,neu}/dt$ )                                                    | 15      | kW     |
| Régime (point de fonctionnement nominal)                                                                      | 1'500   | 1/min  |
| Nombre de pôles                                                                                               | 4 pôles |        |
| Taux de charge effectif (P moyenne lorsque le moteur tourne / P nominale) ( $\tau_{neu}$ )                    | 88      | %      |
| Classe d'efficacité - calculé                                                                                 | IE4     |        |
| Rendement nominal du moteur (calculé avec la classe d'efficacité) ( $\eta_{M,neu}$ )                          | 93.89   | %      |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{G,neu}$ )                                                               | 100     | %      |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ )                                                        | 93.08   | %      |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ ) appliqué                                               | 100     | %      |
| Facteur de dégradation du rendement du moteur à charge partielle ( $f_{T,M,neu}$ )                            | 100     | %      |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{T,FU,neu}$ )          | 0.12    | %      |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{T,FU,alt}$ ) appliqué | 0       | %      |
| Puissance utile moyenne ( $dE_{N,neu}/dt$ barre)                                                              | 13.20   | kW     |
| Puissance électrique moyenne ( $dE_{E,neu}/dt$ barre)                                                         | 14.06   | kW     |
| Rendement global aux conditions moyennes                                                                      | 93.90   | %      |
| Réduction de la consommation due à l'utilisation d'un convertisseur ( $f_{FU,neu}$ )                          | 0       | %      |
| Nombre d'entraînements identiques (n)                                                                         | 1       |        |
| Consommation électrique annuelle ( $E_{neu}$ )                                                                | 56'235  | kWh/an |

## Mesure 12783 - Remplacement du moteur de ventilation de l'espace "Travaux spéciaux"

### Ventilation

|                                        |       |        |
|----------------------------------------|-------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 9.0   | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 5'500 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 75    | %      |
| Économie financière :                  | 459   | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 20    | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 3'120 kWh/an

### Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

### Observation :

La puissance nominale des moteurs d'aspiration du réseau "Travaux spéciaux" est de 30 kW. La puissance moyenne nécessaire est d'environ 8.8 kW. Lors d'un fonctionnement avec une puissance inférieure à 50%, le rendement baisse de façon importante. L'installation d'un variateur de fréquence n'est pas utilisée en ce moment pour une utilisation dynamique/ modulée, mais pour faire fonctionner le gros moteur à charge partielle.

### Action:

Le moteur est remplacé par un moteur avec puissance nominale plus faible et fonctionnant selon les besoins réelle. La classe d'efficacité doit être IE3 ou meilleure. Cela augmentera le rendement global de l'installation.

### Commentaire concernant le calcul :

Les calculs sont basés sur les données lues sur le variateur de fréquence

### Paramètres du calcul :

#### Paramètres généraux

|                                                                                                         |                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|
| Durée annuelle de fonctionnement ( $t_{on}$ )                                                           | 2'500           | h/an |
| Charge entraînée - couple max / couple nominal ( $f_{DM,max/nenn}$ )                                    | 100             | %    |
| Charge entraînée - tolère une vitesse variable                                                          | Oui             |      |
| Type de service                                                                                         | Service continu |      |
|                                                                                                         | (S1)            |      |
| Taux de charge recommandé pour le service et la fluctuation de couple sélectionnés ( $T_{TypBetrieb}$ ) | 100             | %    |

#### Données de base - Etat existant

|                                                                                      |         |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| Type de transmission                                                                 | Directe |       |
| Convertisseur de fréquence                                                           | Oui     |       |
| Année de construction                                                                | 1'990   |       |
| Âge du moteur                                                                        | 27      | ans   |
| Puissance nominale à l'arbre du moteur ( $dE_{M,alt}/dt$ )                           | 30      | kW    |
| Régime (point de fonctionnement nominal)                                             | 1500    | 1/min |
| Nombre de pôles                                                                      | 4 pôles |       |
| Taux de charge (P moyenne lorsque le moteur tourne / P nominale) ( $T_{alt}$ )       | 29      | %     |
| Classe d'efficacité - calculé                                                        | Eff3    |       |
| Rendement nominal du moteur (calculé avec la classe d'efficacité) ( $\eta_{M,alt}$ ) | 88.86   | %     |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{G,alt}$ )                                      | 100     | %     |

|                                                                                                               |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ )                                                        | 93.86  | %      |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ ) appliqué                                               | 93.86  | %      |
| Facteur de dégradation du rendement du moteur à charge partielle ( $f_{T,M,alt}$ )                            | 90.30  | %      |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{T,FU,alt}$ )          | 0.71   | %      |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{T,FU,alt}$ ) appliqué | 0.71   | %      |
| Puissance mécanique utile moyenne ( $dE_{N,alt}/dt$ barre)                                                    | 8.70   | kW     |
| Puissance électrique consommée moyenne ( $dE_{E,alt}/dt$ barre)                                               | 11.64  | kW     |
| Rendement global aux conditions moyennes                                                                      | 74.70  | %      |
| Réduction de la consommation due à l'utilisation d'un convertisseur ( $f_{FU,alt}$ )                          | 20     | %      |
| Nombre d'entraînements identiques (n)                                                                         | 1      |        |
| Consommation électrique annuelle ( $E_{alt}$ )                                                                | 23'281 | kWh/an |

|                                                                                                               |         |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| Donnée de base - Etat assaini                                                                                 |         |        |
| Type de transmission                                                                                          | Directe |        |
| Convertisseur de fréquence                                                                                    | Oui     |        |
| Année de construction                                                                                         | 2'017   |        |
| Âge du moteur                                                                                                 | 0       | ans    |
| Taux de charge visé pour le dimensionnement de l'entraînement ( $\tau_{neu,Ziel}$ )                           | 90      | %      |
| Puissance nominale à l'arbre du moteur ( $dE_{M,neu}/dt$ )                                                    | 11      | kW     |
| Régime (point de fonctionnement nominal)                                                                      | 1500    | 1/min  |
| Nombre de pôles                                                                                               | 4 pôles |        |
| Taux de charge effectif (P moyenne lorsque le moteur tourne / P nominale) ( $\tau_{neu}$ )                    | 79      |        |
| Classe d'efficacité - calculé                                                                                 | IE4     |        |
| Rendement nominal du moteur (calculé avec la classe d'efficacité) ( $\eta_{M,neu}$ )                          | 93.34   | %      |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{G,neu}$ )                                                               | 100     | %      |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ )                                                        | 92.68   | %      |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ ) appliqué                                               | 92.68   | %      |
| Facteur de dégradation du rendement du moteur à charge partielle ( $f_{T,M,neu}$ )                            | 100     | %      |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{T,FU,neu}$ )          | 0.21    | %      |
| Pertes suppl. dues au fonctionnement à charge partielle du convertisseur ( $\Delta\eta_{T,FU,alt}$ ) appliqué | 0.21    | %      |
| Puissance utile moyenne ( $dE_{N,neu}/dt$ barre)                                                              | 8.70    | kW     |
| Puissance électrique moyenne ( $dE_{E,neu}/dt$ barre)                                                         | 10.08   | kW     |
| Rendement global aux conditions moyennes                                                                      | 86.30   | %      |
| Réduction de la consommation due à l'utilisation d'un convertisseur ( $f_{FU,neu}$ )                          | 20      | %      |
| Nombre d'entraînements identiques (n)                                                                         | 1       |        |
| Consommation électrique annuelle ( $E_{neu}$ )                                                                | 20'161  | kWh/an |

## Mesure 12784 - Récupération d'énergie sur l'air extrais de la halle de post traitement

### Ventilation

|                                        |        |        |
|----------------------------------------|--------|--------|
| Payback (simple) :                     | 7.3    | ans    |
| Investissement :                       | 18'000 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 100    | %      |
| Économie financière :                  | 2'478  | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 20     | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 0 kWh/an

Mazout / Huile extra-légère 45'215 kWh/an

### Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

### Observation :

Il y'a déjà une possibilité de recirculer une partie de l'air, le gain énergétique est cependant faible, car il n'est pas possible de réguler l'air neuf. La quantité d'air neuf nécessaire est utilisée pour les besoins de la production.

### Action:

Afin de récupérer plus d'énergie, nous proposons d'installer une batterie de récupération avec circuit d'eau glycolée. En pratique, un échangeur de chaleur supplémentaire sera installé.

### Commentaire concernant le calcul :

L'installation d'un échangeur de récupération d'énergie engendrera une consommation électrique plus importante due aux éléments suivants:

1. Un circulateur d'environ 200 W permettra de transférer l'énergie
2. Les échangeurs de chaleur engendreront une perte de charge supplémentaire côté air et donc une consommation électrique des ventilateurs plus importante (environ 0.5 kW)

Au total, la consommation électrique supplémentaire est estimée à 0.7 kW fonctionnant pendant 5360h/an.

La halle est chauffée au maximum à 17 °C.

### Paramètres du calcul :

#### Paramètres généraux

|                                                                                     |                                  |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Altitude du site (z)                                                                | 1'042                            | m.s.m             |
| Affectation du bâtiment (SIA 2024)                                                  | 9. Industrie - Prod. Travail fin |                   |
| Surface de plancher ventilée ( $A_V$ )                                              | 200                              | m <sup>2</sup>    |
| Aide: Débit d'air neuf nominal requis (selon affectation SIA 2024) ( $dV_{FL}/dt$ ) | 1'660                            | m <sup>3</sup> /h |
| Température extérieure de seuil d'enclenchement du chauffage ( $\theta_{e,ein}$ )   | 15                               | °C                |
| Température extérieure moyenne durant la période de chauffage ( $\theta_e$ )        | 5.50                             | °C                |
| Température des locaux durant la période de chauffage ( $\theta_0$ )                | 17                               | °C                |
| Nombre d'heures annuelles de la période de chauffage ( $t_H$ )                      | 7'180                            | h/an              |

|                                                                                             |                 |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Données de base - Etat existant                                                             |                 |                        |
| Année de mise en service de la ventilation                                                  | 1'990           |                        |
| Age de la ventilation                                                                       | 27              | ans                    |
| Méthode de modulation du débit                                                              | 1 vitesse sur   |                        |
|                                                                                             | horaires        |                        |
| Débit nominal ( $dV_{alt,n}/dt$ )                                                           | 3'500           | m <sup>3</sup> /h      |
| Delta P nominal ( $\Delta P_{alt,n}$ )                                                      | 1'000           | Pa                     |
| Puissance aéraulique nominale ( $dE_{L,alt}/dt$ )                                           | 1               | kW                     |
| Taux de recirculation moyen ( $f_{rezirk,alt}$ )                                            | 5               | %                      |
| Débit d'air neuf (à débit nominal et au taux de recirculation moyen)                        | 3'325           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 1: Débit (taux d'occupation 75% - 100%) ( $dV_{alt,1}/dt$ )                          | 3'500           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 2: Débit (taux d'occupation 50% - 75%) ( $dV_{alt,2}/dt$ )                           | 3'500           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 3: Débit (taux d'occupation 25% - 50%) ( $dV_{alt,3}/dt$ )                           | 3'500           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 4: Débit (taux d'occupation 1% - 25%) ( $dV_{alt,4}$ )                               | 3'500           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 1: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 75% - 100%) ( $t_{alt,1}$ )           | 892             | h/an                   |
| Régime 2: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 50% - 75%) ( $t_{alt,2}$ )            | 1'327           | h/an                   |
| Régime 3: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 25% - 50%) ( $t_{alt,3}$ )            | 2'219           | h/an                   |
| Régime 4: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 1% - 25%) ( $t_{alt,4}$ )             | 1'827           | h/an                   |
| Heures à l'arrêt                                                                            | 2'495           | h/an                   |
| Puissance à l'arbre nominale cumulée des moteurs de ventilateurs ( $dE_{M,alt,Gesamt}/dt$ ) | 6               | kW                     |
| Surdimensionnement des moteurs de ventilateurs ( $f_{überdim,alt}$ )                        | 256             | %                      |
| Nombre de moteurs de ventilateurs ( $n_{M,alt}$ )                                           | 2               |                        |
| Régime nominal des moteurs                                                                  | 1500            | 1/min                  |
| Type de transmission                                                                        | Courroie        |                        |
|                                                                                             | trapézoïdale    |                        |
| Type de turbine                                                                             | Centrifuge à    |                        |
|                                                                                             | aubes inclinées |                        |
|                                                                                             | vers l'avant ou |                        |
|                                                                                             | radiales        |                        |
|                                                                                             | Aucune          |                        |
| Type de récupération de chaleur                                                             | 0               | %                      |
| Rendement de récupération de chaleur ( $\epsilon_{WRG,alt}$ )                               |                 |                        |
| Agent énergétique utilisé pour la production de chaleur                                     | Mazout / Huile  |                        |
|                                                                                             | extra-légère    |                        |
| Rendement moyen de la production de chaleur (PCI) ( $\eta_{Hu,alt}$ )                       | 77.50           | %                      |
| Puissance nominale par moteur de ventilateur ( $dE_{M,alt,n}/dt$ )                          | 3               | kW                     |
| Nombre de pôles                                                                             | 4 pôles         |                        |
| Classe d'efficacité des moteurs - calculé                                                   | Eff3            |                        |
| Rendement nominal des moteurs de ventilateurs ( $\eta_{M,alt,n}$ )                          | 77.80           | %                      |
| Rendement des turbines ( $\eta_{T,alt}$ )                                                   | 63.70           | %                      |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{G,alt}$ )                                             | 90.50           | %                      |
| Rendement nominal des convertisseurs ( $\eta_{FU,alt,n}$ )                                  | 90.40           | %                      |
| Rendement nominal des convertisseurs ( $\eta_{FU,alt,n}$ ) appliqué                         | 100             | %                      |
| Rendement global nominal des ventilateurs ( $\eta_{V,alt,n}$ )                              | 44.80           | %                      |
| Régime 1: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ( $dE_{E,alt,1}/dt$ )              | 2.17            | kW                     |
| Régime 2: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ( $dE_{E,alt,2}/dt$ )              | 2.17            | kW                     |
| Régime 3: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ( $dE_{E,alt,3}/dt$ )              | 2.17            | kW                     |
| Régime 4: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ( $dE_{E,alt,4}/dt$ )              | 2.17            | kW                     |
| Régime 1: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,alt,1}/dt$ )                                  | 3'325           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 2: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,alt,2}/dt$ )                                  | 3'325           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 3: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,alt,3}/dt$ )                                  | 3'325           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 4: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,alt,4}/dt$ )                                  | 3'325           | m <sup>3</sup> /h      |
| Besoins annuels de chaleur ( $E_{Q,alt}$ )                                                  | 58'403          | kWh/an                 |
| Consommation annuelle d'électricité des ventilateurs ( $E_{E,alt}$ )                        | 13'582          | kWh/an                 |
| Consommation d'agent énergétique pour le chauffage ( $E_{F,Y,alt}$ )                        | 75'359          | kWh <sub>PCI</sub> /an |
| Coûts énergétiques annuels                                                                  | 7'046           | CHF/an                 |
| Donnée de base - Etat assaini                                                               |                 |                        |
| Type de récupération de chaleur                                                             | Batterie d'eau  |                        |
|                                                                                             | glycolée        |                        |
| Rendement de récupération de chaleur ( $\epsilon_{WRG,neu}$ )                               | 60              | %                      |
| Régime 1: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,neu,1}/dt$ )                                  | 1'330           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 2: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,neu,2}/dt$ )                                  | 1'330           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 3: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,neu,3}/dt$ )                                  | 1'330           | m <sup>3</sup> /h      |
| Régime 4: Débit thermiquement actif ( $dV_{TW,neu,4}/dt$ )                                  | 1'330           | m <sup>3</sup> /h      |
| Besoins annuels de chaleur ( $E_{Q,neu}$ )                                                  | 23'361          | kWh/an                 |

|                                                                      |        |                        |
|----------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|
| Consommation annuelle d'électricité des ventilateurs ( $E_{E,neu}$ ) | 13'582 | kWh/an                 |
| Consommation d'agent énergétique pour le chauffage ( $E_{F,Y,neu}$ ) | 30'143 | kWh <sub>PCI</sub> /an |
| Coûts énergétiques annuels                                           | 4'016  | CHF/an                 |

## Mesure 12786 - Remplacement du compresseur d'air comprimé

### Air comprimé

|                                        |        |        |
|----------------------------------------|--------|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 19.0   | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 25'000 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 25     | %      |
| Économie financière :                  | 329    | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15     | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 2'237 kWh/an

### Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

### Observation :

Le compresseur d'air comprimé date de 2004 et a une classe d'efficacité de IE1.

### Action:

Lorsque le compresseur sera en fin de vie, il faudra le remplacer par un compresseur de meilleure efficacité (IE3 ou meilleure).

### Paramètres du calcul :

|                                                                                          |                                 |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|
| Paramètres généraux                                                                      |                                 |       |
| Altitude du bâtiment (z)                                                                 | 1'042                           | m.s.m |
| Pression moyenne de l'air aspiré (absolue) ( $P_0$ )                                     | 0.89                            | bar   |
| Données de base - Etat existant                                                          |                                 |       |
| Année de mise en service de l'installation                                               | 2'004                           |       |
| Age de l'installation                                                                    | 13                              | ans   |
| Pression du réseau (absolue) ( $P_{\text{Netz,alt}}$ )                                   | 5.50                            | bar   |
| Importance des fuites dans le réseau                                                     | faibles fuites                  |       |
| Fuites relatives ( $f_{\text{Lkg,alt}}$ )                                                | 15                              | %     |
| Technologie de compresseur                                                               | Vis (avec lubrification)        |       |
| Régime nominal du moteur électrique                                                      | 1500                            | 1/min |
| Type de transmission                                                                     | Directe                         |       |
| Débit nominal du compresseur ("Free air delivery", selon ISO 1217) ( $dV_{0,alt,n}/dt$ ) | 350                             | m³/h  |
| Puissance nominale du moteur ( $dE_{M,alt,n}/dt$ )                                       | 25                              | kW    |
| Puissance utile à débit nominal ( $dE_{\text{nutzbar,alt,n}}/dt$ )                       | 15.79                           | kW    |
| Nombre de pôles                                                                          | 4 pôles                         |       |
| Classe d'efficacité des moteurs - calculé                                                | IE1                             |       |
| Rendement de compression isotherme ( $\eta_{KT,alt}$ )                                   | 60                              | %     |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{G,alt}$ )                                          | 100                             | %     |
| Rendement nominal du moteur ( $\eta_{M,alt,n}$ )                                         | 90.20                           | %     |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ )                                   | 93.67                           | %     |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ ) appliqué                          | 93.67                           |       |
| Rendement global du compresseur ( $\eta_{K,alt}$ )                                       | 50.70                           | %     |
| Répartition des heures de fonctionnement                                                 | Modulant - répartition uniforme |       |
| Temps de fonctionnement global ( $t_{\text{Gesamt,alt}}$ )                               | 3'000                           | h/an  |

|                                                                          |            |        |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
| Temps de fonctionnement à 100% de capacité ( $t_{100,alt}$ )             | 600        | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 80% de capacité ( $t_{80,alt}$ )               | 600        | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 60% de capacité ( $t_{60,alt}$ )               | 600        | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 40% de capacité ( $t_{40,alt}$ )               | 600        | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 20% de capacité ( $t_{20,alt}$ )               | 600        | h/an   |
| Temps de fonctionnement en marche à vide ( $t_{0,alt}$ )                 | 0          | h/an   |
| Volume utile d'air comprimé ( $V_{nutzbar,alt}$ )                        | 535'500    | m³/an  |
| Puissance électrique consommée à 100% de capacité ( $dE_{100,alt}/dt$ )  | 29.60      | kW     |
| Puissance électrique consommée à 80% de capacité ( $dE_{80,alt}/dt$ )    | 24.90      | kW     |
| Puissance électrique consommée à 60% de capacité ( $dE_{60,alt}/dt$ )    | 18.70      | kW     |
| Puissance électrique consommée à 40% de capacité ( $dE_{40,alt}/dt$ )    | 12.50      | kW     |
| Puissance électrique consommée à 20% de capacité ( $dE_{20,alt}/dt$ )    | 6.20       | kW     |
| Puissance électrique consommée en marche à vide ( $dE_{0,alt}/dt$ )      | 6.20       | kW     |
| Puissance électrique consommée par le sécheur d'air ( $dE_{LT,alt}/dt$ ) | 0          | kW     |
| Fonctionnement du sécheur                                                | En continu |        |
| Durée de fonctionnement du sécheur ( $t_{LT,alt}$ )                      | 8'760      | h/an   |
| Consommation annuelle d'électricité du compresseur ( $E_{K,alt}$ )       | 55'121     | kWh/an |
| Consommation annuelle d'électricité du sécheur d'air ( $E_{LT,alt}$ )    | 0          | kWh/an |
| Consommation annuelle d'électricité ( $E_{alt}$ )                        | 55'121     | kWh/an |
| Consommation spécifique d'électricité ( $e_{alt}$ )                      | 0.09       | kWh/m³ |
| Coûts énergétiques annuels                                               | 8'103      | CHF/an |

Donnée de base - Etat assaini

Technologie de compresseur - calculé

Technologie de compresseur - ajusté

Type de transmission

Débit nominal du compresseur ("Free air delivery", selon ISO 1217)

( $dV_{0,neu,n}/dt$ )

Puissance nominale du moteur ( $dE_{M,neu,n}/dt$ )

Puissance utile à débit nominal ( $dE_{nutzbar,neu,n}/dt$ )

Classe d'efficacité des moteurs - calculé

Rendement de compression isotherme ( $\eta_{KT,neu}$ )

Rendement de la transmission ( $\eta_{G,neu}$ )

Rendement nominal du moteur ( $\eta_{M,neu,n}$ )

Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ )

Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ ) appliqué

Rendement global du compresseur ( $\eta_{K,neu}$ )

Répartition des heures de fonctionnement - calculé

Vis (avec  
lubrification)

Vis (avec  
lubrification)

Directe

350 m³/h

25 kW

15.79 kW

IE4

60 %

100 %

94.70 %

93.70 %

93.70 %

53.20 %

Modulant -  
Moyennement  
chargé (moy.

50%)

3'000 h/an

360 h/an

690 h/an

900 h/an

690 h/an

360 h/an

0 h/an

535'500 m³/an

28.20 kW

23.70 kW

17.80 kW

11.90 kW

5.90 kW

5.90 kW

0 kW

Proportionnel au  
volume d'air  
comprimé

1'800 h/an

52'884 kWh/an

0 kWh/an

52'884 kWh/an

0.08 kWh/m³

Durée de fonctionnement du sécheur ( $t_{LT,neu}$ )

Consommation annuelle d'électricité du compresseur ( $E_{K,neu}$ )

Consommation annuelle d'électricité du sécheur d'air ( $E_{LT,neu}$ )

Consommation annuelle d'électricité ( $E_{neu}$ )

Consommation spécifique d'électricité ( $e_{neu}$ )



## Mesure 12787 - Recherche et réparation des fuites dans le réseau

### Air comprimé

|                                        |     |        |
|----------------------------------------|-----|--------|
| <b>Payback (simple) :</b>              | 0.4 | ans    |
| <b>Investissement :</b>                | 200 | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 100 | %      |
| Économie financière :                  | 541 | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 2   | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 3'679 kWh/an

### Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne



### Observation :

Dans la halle de post-traitement, il est possible d'entendre des fuites dans le réseau. Ces fuites doivent provenir des réducteurs de pression.

### Action:

Une recherche de fuites devrait être faite environ chaque 2 ans sur le réseau. Pour une installation de cette taille, la recherche de fuites devrait durer environ 1 heure. Idéalement ces recherches devraient être faites avec un appareil à ultrason.

### Commentaire concernant le calcul :

L'appareil peut-être acheté, emprunté ou loué auprès de différents fournisseurs. Les coûts de l'appareil ne sont ici pas pris en considération.

### Paramètres du calcul :

|                                                                                                 |                          |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Paramètres généraux                                                                             |                          |                   |
| Altitude du site (z)                                                                            | 1'042                    | m.s.m             |
| Pression moyenne de l'air aspiré (absolue) ( $P_0$ )                                            | 0.89                     | bar               |
| Données de base - Etat existant                                                                 |                          |                   |
| Année de mise en service de l'installation                                                      | 2'004                    |                   |
| Age de l'installation                                                                           | 13                       | ans               |
| Pression du réseau (absolue) ( $P_{\text{Netz,alt}}$ )                                          | 8                        | bar               |
| Importance des fuites dans le réseau                                                            | fuites moyennes          |                   |
| Fuites relatives ( $f_{\text{L,kg,alt}}$ )                                                      | 20                       | %                 |
| Technologie de compresseur                                                                      | Vis (avec lubrification) |                   |
| Régime nominal du moteur électrique                                                             | 1500                     | 1/min             |
| Type de transmission                                                                            | Directe                  |                   |
| Débit nominal du compresseur ("Free air delivery", selon ISO 1217) ( $dV_{0,\text{alt},n}/dt$ ) | 350                      | m <sup>3</sup> /h |
| Puissance nominale du moteur ( $dE_{\text{M,alt},n}/dt$ )                                       | 25                       | kW                |
| Puissance utile à débit nominal ( $dE_{\text{nutzbar,alt},n}/dt$ )                              | 19.05                    | kW                |
| Nombre de pôles                                                                                 | 4 pôles                  |                   |
| Classe d'efficacité des moteurs - calculé                                                       | IE1                      |                   |
| Rendement de compression isotherme ( $\eta_{\text{KT,alt}}$ )                                   | 60                       | %                 |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{\text{G,alt}}$ )                                          | 100                      | %                 |
| Rendement nominal du moteur ( $\eta_{\text{M,alt},n}$ )                                         | 90.20                    | %                 |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{\text{FU,alt}}$ )                                   | 93.67                    | %                 |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{\text{FU,alt}}$ ) appliqué                          | 93.67                    |                   |

|                                                                          |                                       |        |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|
| Rendement global du compresseur ( $\eta_{K,alt}$ )                       | 50.70                                 | %      |
| Répartition des heures de fonctionnement                                 | Modulant -<br>répartition<br>uniforme |        |
| Temps de fonctionnement global ( $t_{Gesamt,alt}$ )                      | 3'000                                 | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 100% de capacité ( $t_{100,alt}$ )             | 600                                   | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 80% de capacité ( $t_{80,alt}$ )               | 600                                   | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 60% de capacité ( $t_{60,alt}$ )               | 600                                   | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 40% de capacité ( $t_{40,alt}$ )               | 600                                   | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 20% de capacité ( $t_{20,alt}$ )               | 600                                   | h/an   |
| Temps de fonctionnement en marche à vide ( $t_{0,alt}$ )                 | 0                                     | h/an   |
| Volume utile d'air comprimé ( $V_{nutzbar,alt}$ )                        | 504'000                               | m³/an  |
| Puissance électrique consommée à 100% de capacité ( $dE_{100,alt}/dt$ )  | 29.60                                 | kW     |
| Puissance électrique consommée à 80% de capacité ( $dE_{80,alt}/dt$ )    | 29.60                                 | kW     |
| Puissance électrique consommée à 60% de capacité ( $dE_{60,alt}/dt$ )    | 22.50                                 | kW     |
| Puissance électrique consommée à 40% de capacité ( $dE_{40,alt}/dt$ )    | 15                                    | kW     |
| Puissance électrique consommée à 20% de capacité ( $dE_{20,alt}/dt$ )    | 7.50                                  | kW     |
| Puissance électrique consommée en marche à vide ( $dE_{0,alt}/dt$ )      | 7.50                                  | kW     |
| Puissance électrique consommée par le sécheur d'air ( $dE_{LT,alt}/dt$ ) | 0                                     | kW     |
| Fonctionnement du sécheur                                                | En continu                            |        |
| Durée de fonctionnement du sécheur ( $t_{LT,alt}$ )                      | 8'760                                 | h/an   |
| Consommation annuelle d'électricité du compresseur ( $E_{K,alt}$ )       | 62'546                                | kWh/an |
| Consommation annuelle d'électricité du sécheur d'air ( $E_{LT,alt}$ )    | 0                                     | kWh/an |
| Consommation annuelle d'électricité ( $E_{alt}$ )                        | 62'546                                | kWh/an |
| Consommation spécifique d'électricité ( $e_{alt}$ )                      | 0.10                                  | kWh/m³ |
| Coûts énergétiques annuels                                               | 9'194                                 | CHF/an |

#### Donnée de base - Etat assaini

|                                                                          |                |        |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
| Importance des fuites dans le réseau                                     | faibles fuites |        |
| Fuites relatives ( $f_{Lkg,neu}$ )                                       | 15             | %      |
| Temps de fonctionnement global ( $t_{Gesamt,neu}$ )                      | 2'824          | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 100% de capacité ( $t_{100,neu}$ )             | 565            | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 80% de capacité ( $t_{80,neu}$ )               | 565            | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 60% de capacité ( $t_{60,neu}$ )               | 565            | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 40% de capacité ( $t_{40,neu}$ )               | 565            | h/an   |
| Temps de fonctionnement à 20% de capacité ( $t_{20,neu}$ )               | 565            | h/an   |
| Temps de fonctionnement en marche à vide ( $t_{0,neu}$ )                 | 0              | h/an   |
| Volume utile d'air comprimé ( $V_{nutzbar,neu}$ )                        | 504'000        | m³/an  |
| Puissance électrique consommée à 100% de capacité ( $dE_{100,neu}/dt$ )  | 29.60          | kW     |
| Puissance électrique consommée à 80% de capacité ( $dE_{80,neu}/dt$ )    | 29.60          | kW     |
| Puissance électrique consommée à 60% de capacité ( $dE_{60,neu}/dt$ )    | 22.50          | kW     |
| Puissance électrique consommée à 40% de capacité ( $dE_{40,neu}/dt$ )    | 15             | kW     |
| Puissance électrique consommée à 20% de capacité ( $dE_{20,neu}/dt$ )    | 7.50           | kW     |
| Puissance électrique consommée en marche à vide ( $dE_{0,neu}/dt$ )      | 7.50           | kW     |
| Puissance électrique consommée par le sécheur d'air ( $dE_{LT,neu}/dt$ ) | 0              | kW     |
| Fonctionnement du sécheur                                                | En continu     |        |
| Durée de fonctionnement du sécheur ( $t_{LT,neu}$ )                      | 8'760          | h/an   |
| Consommation annuelle d'électricité du compresseur ( $E_{K,neu}$ )       | 58'867         | kWh/an |
| Consommation annuelle d'électricité du sécheur d'air ( $E_{LT,neu}$ )    | 0              | kWh/an |
| Consommation annuelle d'électricité ( $E_{neu}$ )                        | 58'867         | kWh/an |
| Consommation spécifique d'électricité ( $e_{neu}$ )                      | 0.10           | kWh/m³ |
| Coûts énergétiques annuels                                               | 8'653          | CHF/an |

## Mesure 12788 - Adaptation de la consigne de pression du réseau

### Air comprimé

|                                        |       |        |
|----------------------------------------|-------|--------|
| Payback (simple) :                     | 0.5   | ans    |
| Investissement :                       | 500   | CHF    |
| Part énergétique de l'investissement : | 100   | %      |
| Économie financière :                  | 1'091 | CHF/an |
| Durée de vie (tech.) :                 | 15    | ans    |

### Économies d'énergie :

Electricité 7'425 kWh/an

### Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne

### Observation :

La pression dans le réseau d'air comprimé se situe idéalement un peu (environ 0.5 bar, selon l'étanchéité et l'inertie du réseau) au dessus de l'élément nécessitant le plus de pression. Dans le réseau actuel la pression est de 7 barg, et l'élément nécessitant le plus de pression a besoin de 5 barg.

### Action:

Adaptation de la pression de consigne à la plus faible valeur possible (marche à suivre: Baisse de la pression de façon progressive. A chaque palier, tester le fonctionnement du consommateur. Répéter tant que les consommateurs fonctionnent sans problème). Nous conseillons de ne pas baisser la pression au dessous de 5.1 barg.

*Des économies supplémentaires peuvent être faites sur les pressions de commutation: Beaucoup de système d'air comprimé fonctionnent sur le principe ON/OFF, avec chaque fois 0.5 bar et une consigne de +0.5 bar (Exemple: Enclenchement pour 5.1 barg et déclenchement pour 6.1 barg (+/- 0.5 bar à 5.6 barg). Cette hystérèse peut, pour un système d'air comprimé moderne (compresseur avec variateurs de fréquence) être baissé à +/- 0.2 bar.*

### Commentaire concernant le calcul :

Pour le calcul des économies nous allons prendre une consigne de pression de 5.5 barg. De plus, une deuxième mesure sera prise sous le chapitre : "Recherche et réparation des fuites dans le réseau"

### Paramètres du calcul :

|                                                                                                 |                          |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Paramètres généraux                                                                             |                          |                   |
| Altitude du bâtiment (z)                                                                        | 1'042                    | m.s.m             |
| Pression moyenne de l'air aspiré (absolue) ( $P_0$ )                                            | 0.89                     | bar               |
| Données de base - Etat existant                                                                 |                          |                   |
| Année de mise en service de l'installation                                                      | 2'004                    |                   |
| Age de l'installation                                                                           | 13                       | ans               |
| Pression du réseau (absolue) ( $P_{\text{Netz,alt}}$ )                                          | 8                        | bar               |
| Importance des fuites dans le réseau                                                            | faibles fuites           |                   |
| Fuites relatives ( $f_{\text{Lkg,alt}}$ )                                                       | 15                       | %                 |
| Technologie de compresseur                                                                      | Vis (avec lubrification) |                   |
| Régime nominal du moteur électrique                                                             | 1500                     | 1/min             |
| Type de transmission                                                                            | Directe                  |                   |
| Débit nominal du compresseur ("Free air delivery", selon ISO 1217) ( $dV_{0,\text{alt},n}/dt$ ) | 350                      | m <sup>3</sup> /h |
| Puissance nominale du moteur ( $dE_{\text{M,alt},n}/dt$ )                                       | 25                       | kW                |
| Puissance utile à débit nominal ( $dE_{\text{nutzbar,alt},n}/dt$ )                              | 19.05                    | kW                |
| Nombre de pôles                                                                                 | 4 pôles                  |                   |

|                                                                          |                                       |                    |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Classe d'efficacité des moteurs - calculé                                | IE1                                   |                    |
| Rendement de compression isotherme ( $\eta_{KT,alt}$ )                   | 60                                    | %                  |
| Rendement de la transmission ( $\eta_{G,alt}$ )                          | 100                                   | %                  |
| Rendement nominal du moteur ( $\eta_{M,alt,n}$ )                         | 90.20                                 | %                  |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ )                   | 93.67                                 | %                  |
| Rendement nominal du convertisseur ( $\eta_{FU,alt}$ ) appliqué          | 93.67                                 |                    |
| Rendement global du compresseur ( $\eta_{K,alt}$ )                       | 50.70                                 | %                  |
| Répartition des heures de fonctionnement                                 | Modulant -<br>répartition<br>uniforme |                    |
| Temps de fonctionnement global ( $t_{Gesamt,alt}$ )                      | 3'000                                 | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 100% de capacité ( $t_{100,alt}$ )             | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 80% de capacité ( $t_{80,alt}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 60% de capacité ( $t_{60,alt}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 40% de capacité ( $t_{40,alt}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 20% de capacité ( $t_{20,alt}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement en marche à vide ( $t_{0,alt}$ )                 | 0                                     | h/an               |
| Volume utile d'air comprimé ( $V_{nutzbar,alt}$ )                        | 535'500                               | m <sup>3</sup> /an |
| Puissance électrique consommée à 100% de capacité ( $dE_{100,alt}/dt$ )  | 29.60                                 | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 80% de capacité ( $dE_{80,alt}/dt$ )    | 29.60                                 | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 60% de capacité ( $dE_{60,alt}/dt$ )    | 22.50                                 | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 40% de capacité ( $dE_{40,alt}/dt$ )    | 15                                    | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 20% de capacité ( $dE_{20,alt}/dt$ )    | 7.50                                  | kW                 |
| Puissance électrique consommée en marche à vide ( $dE_{0,alt}/dt$ )      | 7.50                                  | kW                 |
| Puissance électrique consommée par le sécheur d'air ( $dE_{LT,alt}/dt$ ) | 0                                     | kW                 |
| Fonctionnement du sécheur                                                | En continu                            |                    |
| Durée de fonctionnement du sécheur ( $t_{LT,alt}$ )                      | 8'760                                 | h/an               |
| Consommation annuelle d'électricité du compresseur ( $E_{K,alt}$ )       | 62'546                                | kWh/an             |
| Consommation annuelle d'électricité du sécheur d'air ( $E_{LT,alt}$ )    | 0                                     | kWh/an             |
| Consommation annuelle d'électricité ( $E_{alt}$ )                        | 62'546                                | kWh/an             |
| Consommation spécifique d'électricité ( $e_{alt}$ )                      | 0.10                                  | kWh/m <sup>3</sup> |
| Coûts énergétiques annuels                                               | 9'194                                 | CHF/an             |
| Donnée de base - Etat assaini                                            |                                       |                    |
| Pression du réseau (absolue) ( $P_{Netz,neu}$ )                          | 5.50                                  | bar                |
| Puissance utile à débit nominal ( $dE_{nutzbar,neu,n}/dt$ )              | 15.79                                 | kW                 |
| Temps de fonctionnement global ( $t_{Gesamt,neu}$ )                      | 3'000                                 | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 100% de capacité ( $t_{100,neu}$ )             | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 80% de capacité ( $t_{80,neu}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 60% de capacité ( $t_{60,neu}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 40% de capacité ( $t_{40,neu}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement à 20% de capacité ( $t_{20,neu}$ )               | 600                                   | h/an               |
| Temps de fonctionnement en marche à vide ( $t_{0,neu}$ )                 | 0                                     | h/an               |
| Volume utile d'air comprimé ( $V_{nutzbar,neu}$ )                        | 535'500                               | m <sup>3</sup> /an |
| Puissance électrique consommée à 100% de capacité ( $dE_{100,neu}/dt$ )  | 29.60                                 | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 80% de capacité ( $dE_{80,neu}/dt$ )    | 24.90                                 | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 60% de capacité ( $dE_{60,neu}/dt$ )    | 18.70                                 | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 40% de capacité ( $dE_{40,neu}/dt$ )    | 12.50                                 | kW                 |
| Puissance électrique consommée à 20% de capacité ( $dE_{20,neu}/dt$ )    | 6.20                                  | kW                 |
| Puissance électrique consommée en marche à vide ( $dE_{0,neu}/dt$ )      | 6.20                                  | kW                 |
| Puissance électrique consommée par le sécheur d'air ( $dE_{LT,neu}/dt$ ) | 0                                     | kW                 |
| Fonctionnement du sécheur                                                | En continu                            |                    |
| Durée de fonctionnement du sécheur ( $t_{LT,neu}$ )                      | 8'760                                 | h/an               |
| Consommation annuelle d'électricité du compresseur ( $E_{K,neu}$ )       | 55'121                                | kWh/an             |
| Consommation annuelle d'électricité du sécheur d'air ( $E_{LT,neu}$ )    | 0                                     | kWh/an             |
| Consommation annuelle d'électricité ( $E_{neu}$ )                        | 55'121                                | kWh/an             |
| Consommation spécifique d'électricité ( $e_{neu}$ )                      | 0.09                                  | kWh/m <sup>3</sup> |
| Coûts énergétiques annuels                                               | 8'103                                 | CHF/an             |

Détails des mesures – Mesures évalué de manière qualitative

### **Mesure 12773 - Isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment**

**Potentiel d'économie d'énergie : + + +**

**Manière de procéder :**

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

**Observation :**

L'enveloppe du bâtiment (notamment le toit et la partie administration) n'est pas isolée thermiquement.

**Action:**

Le potentiel d'économie par une isolation du toit et par une isolation intérieure de l'administration (afin de conserver la façade) est très élevé. Cependant, le temps de payback pour de telles mesures est relativement élevée (typiquement jusqu'à 40 ans).