

Exemple de bon audit - boucherie

Audit – PEIK

AUDIT-PEIK

L'ESSENTIEL EN BREF

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

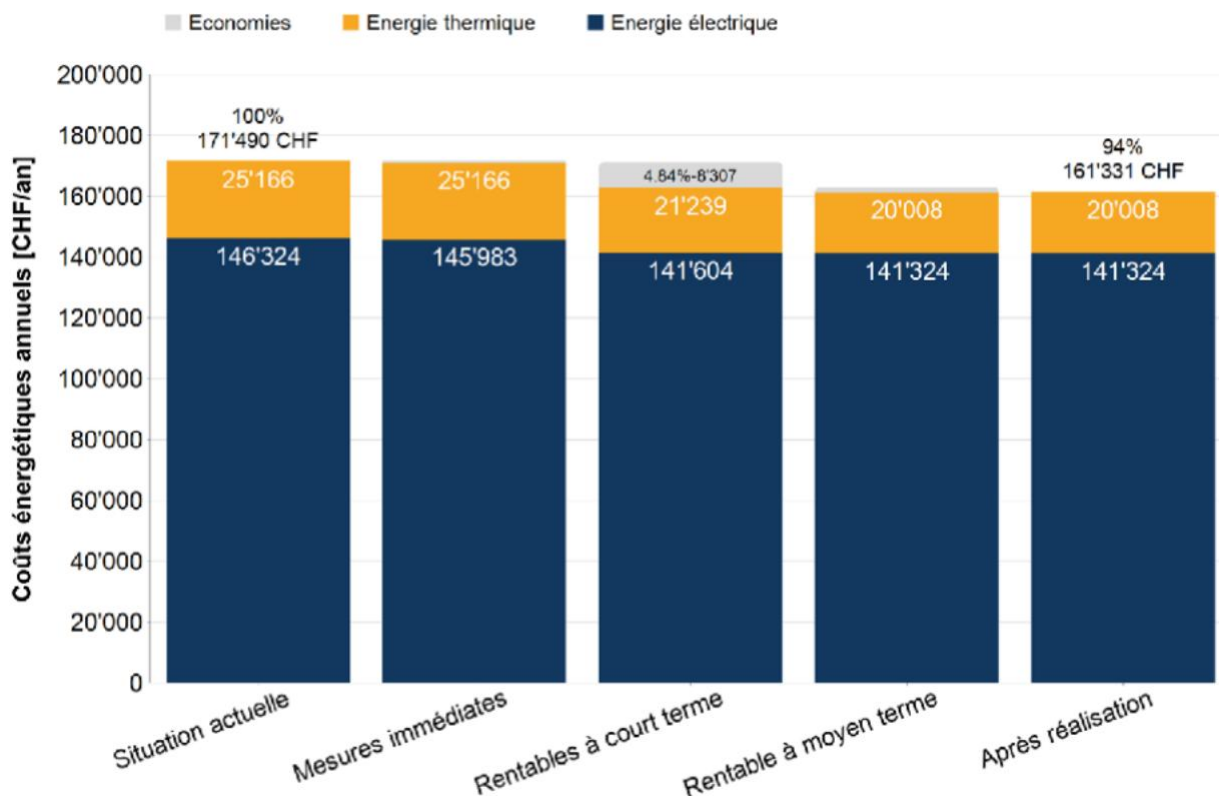


Fig. 1: Coûts énergétiques et leur composition avant et après la réalisation des mesures.

Recommandations :

Le présent audit a pu déterminer des potentiels d'économies principalement sur les éléments suivants:

- Récupération de chaleur sur groupes froid
- Monoblocs secteur 1 et 2 - réajustement de la température de pulsion
- Eclairage - Premier étage - remplacement luminaires

D'autres APE ont aussi été identifiées avec des économies moindres mais qui permettront tout de même de réduire la consommation énergétique du site.

Enfin, des travaux d'amélioration d'envergure sont en cours en lien avec le remplacement de la chaudière, l'installation de nouveaux groupe froid avec récupération de chaleur et l'optimisation des systèmes de ventilation et de chauffage. L'intégration maîtrisée de ces optimisations et nouveaux équipements au besoin énergétique du site et leur bonne mise en service permettront une réduction globale des consommations énergétiques du site.

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

Titre	Économies [CHF/an]	Part des coûts énergétiques [%]	Investissements* [CHF]	Payback* [ans]**
Mesures immédiates				
Somme	341	0.199	210	
49026 - R+1 - augmentation de la consigne froid d'ambiance	45	0.026	0	0.0
49023 - Machine à café - mise hors tension	296	0.172	210	0.7
Rentables à court terme				
Somme	8'307	4.844	19'500	
49156 - Récupération de chaleur sur groupes froid	+++			
49046 - Monoblocs secteur 1 et 2 - contrôle de l'humidité	++			
49188 - Monoblocs secteur 1 et 2 - température de pulsion	6'416	3.741	5'000	0.8
49028 - Eclairage - Premier étage - remplacement luminaires	603	0.351	4'000	1.7
49151 - Remplacement pompe chauffage au sol	176	0.103	1'500	2.1
49029 - Air comprimé - campagne de recherche de fuites	971	0.566	3'000	3.1
49045 - Armoire stérilisation couteaux - remplacement	141	0.082	1'000	3.5
Rentable à moyen terme				
Somme	1'511	0.881	28'400	
49147 - Remplacement pompes chauffage sur batterie de monobloc	126	0.074	2'400	4.8
49165 - Extracteur Cafétéria - arrêt nocturne	92	0.054	500	5.4
49162 - Extracteurs Vestiaires Hommes/Femmes - arrêt nocturne	62	0.036	500	8.1
49041 - Air comprimé - ajout d'une récupération de chaleur	1'231	0.718	25'000	20.3

*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	15
PROCHAINES ETAPES ET RECOMMANDATIONS.....	23
SUBVENTIONS INTERESSANTES	24
LES MESURES EN DETAIL	25

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

Le site est principalement composé de zones de stockage et de préparation de produits carnés, la majorité des surfaces étant dédiée aux activités de préparation de la viande.

La boucherie souhaite réaliser un audit énergétique sur une base volontaire.

L'entreprise est locataire du bâtiment, tandis que les installations techniques (CVC) sont la propriété du bailleur.

Le bâtiment a été construit en xxxx.

Les surfaces de plancher se répartissent comme suit :

- Sous-sol (R-1) : 588 m² - dépôt
- Rez-de-chaussée (R+0) : 1'047 m² - process
- 1er étage (R+1) : 521 m² - administratif / cafétaria / vestiaires / locaux techniques

Les activités de production se déclinent comme suit :

1. Déchargement
2. Évacuation des matériaux de protection (cartons, plastiques, etc.)
3. Préparation de la viande
4. Emballage
5. Stockage.

Environ la moitié de la surface de production est maintenue à une température de 0°C, tandis que l'autre moitié est refroidie à environ 12°C. Le site dispose également de plusieurs espaces de congélation : un grand congélateur à -20°C, un congélateur de plus petite taille également à -20°C, ainsi qu'un autre à -8°C.

Un système de chauffage au sol est installé dans la dalle sous les zones froides afin de prévenir les phénomènes de gel au niveau de la structure du bâtiment et du sol.

Le site est exploité du lundi au vendredi, durant les heures de journée.

- Process : 04h30-16h00 - xx employé.e.s
- Bureaux : horaires conventionnels d'administratif - xx employé.e.s

Toutefois, les zones de production et de stockage frigorifique (réfrigération et congélation) sont maintenues en permanence à leur température de consigne.

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

Date de visite : xx.xx.2026

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

	2023 [kWh/an]	2024 [kWh/an]	2025 [kWh/an]	Tarif calculé2025 [ct./kWh]	Coûts 2025 [CHF]
Electricité	475'833	510'371	485'712	30.1	146'324
	Consommations issues des factures du fournisseur				

Energie thermique

	2023 [kWh/an]	2024 [kWh/an]	2025 [kWh/an]	Tarif calculé2025 [ct./kWh]	Coûts 2025 [CHF]
Gaz naturel	165'292	168'379	165'265	15.2	25'166
	Consommations issues des factures du fournisseur Les données de consommation renseignées correspondent aux périodes suivantes : • 2023 : Période du 22.07.2022 au 27.07.2023 • 2024 : Période du 28.07.2023 au 25.07.2024 • 2025 : Période du 26.07.2024 au 10.09.2025				

Les coûts énergétiques globaux s'élèvent à **171'490 CHF** en 2025.

Répartitions de la consommation d'énergie et des coûts

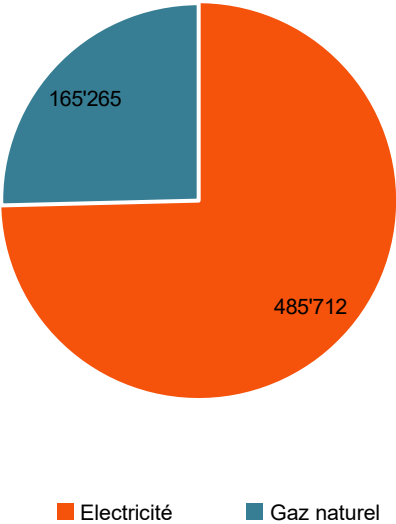


Fig. 3: Répartition de la consommation énergétique entre les différents agents pour l'année 2025 [kWh/an].

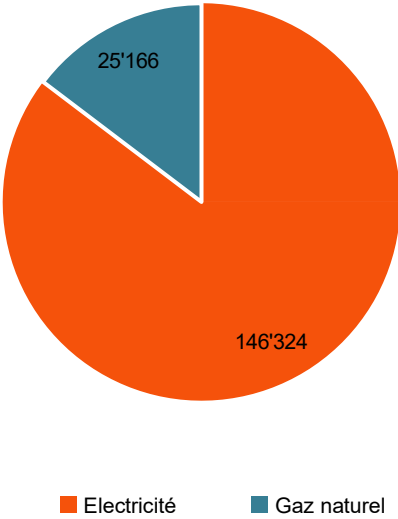


Fig. 4: Répartition des coûts énergétiques entre les différents agents pour l'année 2025 [CHF/an].

Emissions de CO₂

	2023 [tco2/an]	2024 [tco2/an]	2025 [tco2/an]
Emissions CO ₂ , total	33	34	33
Energie électrique	0	0	0
Energie thermique	33	34	33
Carburant	0	0	0

ETAT DES INSTALLATIONS EXISTANTES

Chauffage et eau chaude sanitaire

Potentiel d'économie.

Production de chaleur:

- 1 chaudière au gaz naturel de 110 kW de 1999, marque: Buderus, modèle: GE 324 XZ - 110. Production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Température au primaire maintenue entre 65°C et 70°C
- 1 accumulateur de récupération de chaleur pour préchauffage d'ECS, de 1999, 800l.
- 1 bouilleur ECS 300l, de 1999.

Distribution de chaleur via 4 départs:

- Groupe ventilation (alimentation des batteries chaudes des deux monoblocs)
- Groupe eau chaude sanitaire
- Groupe radiateurs (dans les bureaux, cafétéria, accueil, archives, vestiaires etc.)
- Groupe chauffage de sol (dalle entre le RDC et le sous-sol)

Remarque: un remplacement de la production de chaleur est prévu par une chaudière gaz à condensation (marque: Logano, modèle: KB372-100) avec installation d'un ballon tampon et raccordement de la récupération de chaleur des nouveaux groupes froids installés récemment + installation de 5 compteurs d'énergie (un devis a été signé par la boucherie en date du xx.xx.2026). Une optimisation des réglages du chauffage devra aussi avoir lieu suite à l'installation de la nouvelle chaudière.

Enveloppe du bâtiment

Pas de potentiel.

La boucherie est uniquement locataire du site qui a été construit spécifiquement pour ses activités unique locataire depuis la construction).

Partie production (RDC):

- Peu de fenêtres présentes au RDC (le type et l'année de construction n'ont pas pu être identifiés).
- Une dalle entre le RDC et le 1er étage refroidie avec un réseau de froid:
 - zones maintenues en froid positives: plafond béton
 - zones maintenues en froid négatif ou à 0°C: isolation interne des pièces (épaisseur et type d'isolant non identifié)
- Murs:
 - Une isolation des murs prévues pour le maintien en température des zones en froid négatif ou à 0°C (épaisseur et type d'isolant non identifié).
 - Isolation des murs extérieurs non identifiée
- Isolation du plafond du sous-sol avec des panneaux plâtres légers d'environ 10cm (présence de pont thermiques pour le passage de support de câbles et tuyauterie)
- Toiture avec présence d'eau stagnante non évacuée (l'isolation de la toiture n'a pas pu être identifiée)

Partie administrative (1er):

- Les fenêtres du 1er étage sont en double vitrage avec cadre plastique, état : vétuste.
- Des poteaux/poutres assurent la structure du site et sont à l'origine de pont thermique non traité.

Eclairage

Potentiel d'économie.

- Partie administrative (bureaux, réception, salle de repos): Luminaire sur pied fluorescent (bureaux), tubes fluorescent 58W, commandes manuelles.
- Vestiaires/WC : tubes LED, commandes manuelles
- Local technique : tubes fluorescents, commandes manuelles
- Zone process : tubes LED , commandes manuelles

Climatisation et réfrigération

Potentiel d'économie.

Climatisation de confort

Consigne température dans bureaux : 22°C

- 1 split Aermec, 6.2 kWf, état vétuste, fluide: R22. Traite le Bureau direction.
- 1 split Argo, 5 kWf, de 2004, état vétuste, fluide: R407C. Traite le local Secrétariat. L'isolation des conduites frigorifiques est détériorée.
- 1 split Daikin, de 2014, 6.8 kWf, état moyen, fluide: R410A. Traite le local serveur.

Froid process

- 3 splits Danfoss (n°6, 13 et 14), de max. 10kWf chaque, de 2022, état correct, fluide: R449A. Froid positif process (ambiance à 12°C, locaux emballage et tranchage). Sans récupération de chaleur.
- 1 split (n°11), de 2015, état vétuste, fluide: R404A. Froid négatif process (ambiance -8°C et -20°C, locaux congélation). Sans récupération de chaleur.
- 1 split (n°15), de 2023, état correct, fluide: R449A. Froid positif process (ambiance 12°C, locaux spécialités/chinoise). Sans récupération de chaleur.
- 2 splits (n°16 et 17), état vétuste pour les condenseurs (évaporateurs changés récemment), fluide: R404A. Froid négatif process (ambiance -20°C, local grand congélateur balance). Sans récupération de chaleur.
- 3 nouveaux groupes avec récupération de chaleur viennent d'être installés ou sont en cours d'installation (2 GF à détente direct sur les batteries froides des monoblocs, 58.8kWf chaque et 1 GF à détente direct pour des salles, 53kWe).

Ventilation

Potentiel d'économie.

- 2 Monoblocs Secteur de 1999.
 - Pulsion : 4500/8000 m3/h
 - Reprise : 3366/8000 m3/h
 - Moteurs d'origine, 1.7/5.5 kW
- 1 extracteur 800 m3/h - aiguisage. Etat visuel vétuste.
- 1 extracteur 200 m3/h - matériel + nettoyage - rez. Etat visuel vétuste.
- Autres extracteurs non observés physiquement mais visible sur la supervision :
 - Lavage caisse RDC
 - Vestiaire Int. RDC
 - Sanitaire vestiaires RDC
 - Sanitaires vestiaires Hommes
 - Sanitaires Vestiaires femmes
 - Local déchets 1
 - Local déchets 2
 - Cafétéria

Pompes

Potentiel d'économie.

Pompes sur réseau de chauffage:

- Pompe sur réseau primaire: 1 pompe récente à vitesse variable en bon état (marque: Wilo)
- Pompes sur réseau secondaire:
 - Secteur de chauffage au sol: 1 pompe (marque: Wilo), de 116W (puissance nominale), année inconnue, vitesse constante, état vétuste.
 - Secteur radiateur: 1 pompe (marque: Grundfos, modèle: Alpha2 25-80) à vitesse variable (moteur ECM), de 33W (puissance relevée lors de la visite), bon état.
 - Secteur ECS: 1 pompe départ ECS non observée
 - Secteur ventilation: 1 pompe départ ventilation non observée
- Pompes sur terminaux: chaque monobloc à une batterie de chauffage qui est alimentée par une pompe (marque: Wilo) à vitesse constante, état vétuste.
- Pompe sur réseau ECS: une pompe de recirculation dans le ballon ECS est présente au sous-sol (marque: Grundfos, modèle: Alpha2), état bon, à vitesse variable (moteur ECM)

Pompe de surpression située au sous-sol (marque: Grundfos, modèle: CRE), de 5.5kW (puissance nominale), équipée d'un variateur de vitesse intégré, état bon

Pompe à vide pour process: 4 pompes vacuum (une relevée sur site de 5.5 kW, de 2017, état correct).

Processus/Machine

Pas de potentiel.

Listing des installations process :

2 tapis convoyeur rétractable pour préparation, 2 Aplatisseuses Glass, Scie à Os Mado, 1 tapis arrivage, 1 tapis Prod, 1 operculeuse sous vide (Galaxy), Trancheuse automatique, Plucheuse Maja, Machine automatique TX620 **[17.9 kW de 2022]**, Machine automatique T620 **[13.9 kW de 2023]**, Machine à brochette automatique, Poussoir Vemag **[4 kW]**, Balance étiqueteuse automatique Lech and Mel, Marel L-cut, Machine sous vide ligne automatique VS 20 , Tunnel de lavage Meiko **[39.4 kW de 2022]**, Attendrisseurs Tender Star, Hachoir Cubixx Holag, Cuve de rétraction ligne automatique VS 90 + tapis **[46 kW de 1997]**.

Autres :

Néons UV 36W pour désinfection

Production d'électricité

Pas de potentiel.

- Actuellement, aucune production d'électricité.
- Le bâtiment n'appartenant pas à l'entreprise, il n'est pas possible d'envisager une installation PV.

Air comprimé

Potentiel d'économie.

- 1 Unité de production d'air comprimé CompAir, de 2009, pmax de 13.9 kW, moteur de 30 kW, sans récupération de chaleur
- 1 Unité de production d'air comprimé Almig Kompressor, de 2017, moteur de 28 kW, sans récupération de chaleur
- Pression réseau : 8 bar

Autres

Potentiel d'économie.

Machine à café en location

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 ₂ [t/an]	Part énergétique [%]	Économies [CHF/an]	Investissement [CHF]	Payback simple [ans]
-------	---	--	---------------------------------	---	----------------------	--------------------	----------------------	----------------------

Mesures immédiates

Somme	1'132	0	0	0		341	210	
49026 - R+1 - augmentation de la consigne froid d'ambiance - Climatisation et réfrigération	150	0	0	0	100	45	0	0.0

Observation :

Cette APE concerne la consigne d'ambiance en refroidissement des locaux secrétariat + bureau direction + salle serveur + local "archives":

- Consigne d'ambiance à 22°C sur les thermostats muraux.

Action :

Augmenter les températures de consigne d'ambiance comme suit :

- Dans les espaces administratifs : à 24°C
- Dans la salle serveur : à 26°C.

Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne

49023 - Machine à café - mise hors tension - Autres	982	0	0	0	100	296	210	0.7
---	-----	---	---	---	-----	-----	-----	-----

Observation :

Cette APE concerne la machine "Cafe UNO" présente dans la cafétéria:

- la machine reste en marche hors période d'occupation.

Action :

- Installer une prise programmable industrielle sur l'alimentation de la machine.

Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne

Rentables à court terme

Somme	14'550	25'837	0	5		8'307	14'500	
49156 - Récupération de chaleur sur groupes froid - Chauffage et eau chaude sanitaire	+ + +							

Observation :

Un remplacement de la production de chaleur est prévu par une chaudière gaz à condensation (marque: Logano, modèle: KB372-100) avec installation d'un ballon tampon et raccordement de la récupération de chaleur des nouveaux groupes froids installés récemment + installation de 5 compteurs d'énergie (un devis a été signé par la boucherie en date du xx.xx.2026).

Action :

Il convient de s'assurer que la récupération de chaleur sur les groupes frigorifiques soit valorisée de manière optimale, non seulement pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS), mais également pour les besoins de chauffage du site. En effet, la déshumidification de l'air nécessite un post-chauffage après refroidissement, ce qui génère un besoin de chaleur tout au

Titre	Économies d'énergie électrique [kWh/an]	Économies d'énergie thermique [kWh/an]	Économies de carburant [kWh/an]	Réduction d'émissions de CO ₂ [t/an]	Part énergétique [%]	Économies [CHF/an]	Investissement [CHF]	Payback simple [ans]
long de l'année, y compris durant la période estivale. Compte tenu de ces besoins permanents en chaleur (déshumidification et ECS), limiter l'utilisation de la chaleur récupérée à la seule production d'ECS ne permettrait pas d'exploiter pleinement le potentiel de récupération disponible. Il est donc recommandé de prioriser l'injection de cette chaleur dans un ballon tampon alimentant à la fois les besoins d'ECS et les différents usages de chauffage du site. De manière générale, tout futur remplacement de groupe frigorifique devrait intégrer une solution de récupération de chaleur. Compte tenu des besoins thermiques permanents du site (ECS et déshumidification), cette chaleur peut constituer une source d'énergie significative permettant de réduire la consommation de gaz naturel. Une étude dédiée est toutefois nécessaire afin de définir le concept optimal de récupération, de stockage et de distribution de la chaleur, et ainsi garantir une valorisation maximale de l'énergie récupérée. Manière de procéder : Faire faire une étude plus détaillée à un bureau spécialisé en vue d'une réalisation								
49046 - Monoblocs secteur 1 et 2 - contrôle de l'humidité - Ventilation	+	+						
Observation : Cette APE concerne les monoblocs secteur 1 et 2: - Le site a des conditions strictes à maintenir en terme de température et d'hygrométrie avec des locaux nécessitant une température de 10°C +/-2°C et une humidité relative de 50% +/-5%. Le maintien de température dans les locaux à 10°C +/-2°C est assuré par des splits à détente directe et par une dalle refroidie. De l'air hygiénique est aussi ramené dans les espaces de production via les deux monoblocs. Afin de garantir les conditions ci-dessous, les monoblocs déshumidifient l'air jusqu'à 4°C puis le post chauffe jusqu'à 12°C pour atteindre la condition d'environ 55% d'hum. relative. Dès que cet air traité entre dans les locaux production, il est refroidi pour atteindre 10°C. - Aucune sonde hygrométrique n'est visible sur la supervision. Le contrôle de l'humidité ne semble donc pas être géré par le maintien d'une hygrométrie, mais uniquement par le traitement thermique de l'air hygiénique pulsé par les monoblocs. - Il en résulte un potentiel traitement thermique par les monoblocs non nécessaire si l'humidité extérieure remplit les conditions nécessaires dans les locaux. Action : - Installer des sondes hygrométriques: - Dans les locaux critiques, au à minima, dans les gaines de retour des monoblocs - Dans les gaines pulsion des monoblocs - Dans les gaines d'air frais des monoblocs - Réajuster la régulation du traitement thermique de l'air hygiénique des monoblocs afin de prendre en compte l'humidité présente dans les locaux et l'humidité extérieure. Manière de procéder : Faire faire une étude plus détaillée à un bureau spécialisé en vue d'une réalisation								
49188 - Monoblocs secteur 1 et 2 - température de pulsion - Ventilation	8'268	25'837	0	5	100	6'416	5'000	0.8
Observation : Cette APE concerne les monoblocs secteur 1 et 2: - La consigne de température de pulsion est de 12°C: - En période estivale, les batteries froides des monoblocs déshumidifient l'air en l'amenant à 4°C en sortie de batterie, l'air est ensuite post-chauffé à sa température de consigne de 12°C - En période hivernal (lorsque la température extérieure est inférieure à 4°C), nous n'avons pas pu observer le fonctionnement du monobloc, mais la documentation reçue indique un post-chauffage jusqu'à une température de consigne de 12°C aussi. --> l'air est donc tout le temps post-chauffé à 12°C - La post chauffe a un impact sur l'hygrométrie relative de l'air pulsé mais pas sur l'hygrométrie absolue. Par conséquent, une fois l'air pulsé mélangé à l'air ambiant, la poste chauffe n'aura eu aucun impact sur l'hygrométrie relative de l'air ambiant, puisque celui-ci est de toute manière maintenu à 10°C à l'aide du refroidissement réalisé dans chaque pièce par les splits ou le nouveau groupe froid. - Nous avons donc ici une double consommation d'énergie qui pourrait être économisée si la température de pulsion des monoblocs est réajustée à 10°C (au lieu de 12°C actuellement): - L'énergie consommée par les splits/nouveau groupe froid pour refroidir de 12°C à 10°C l'air pulsé dans les espaces (économie en électricité consommée par les splits/nouveau groupe froid) - L'énergie consommée par la batterie de post-chauffage pour amener l'air de 10°C à 12°C dans les monoblocs (économie en gaz naturel consommé par les chaudières)								

Titre	Économies d'énergie électrique [kWh/an]	Économies d'énergie thermique [kWh/an]	Économies de carburant [kWh/an]	Réduction d'émissions de CO ₂ [t/an]	Part énergétique [%]	Économies [CHF/an]	Investissement [CHF]	Payback simple [ans]
Action : Réajuster la température de pulsion de 12°C à 10°C afin qu'elle corresponde à la température maintenue dans l'ambiance								
Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								
49028 - Eclairage - Premier étage - remplacement luminaires - Eclairage	2'002	0	0	0	25	603	4'000	1.7
Observation : - Sources fluorescentes dans les espaces administratifs et dans la cafétaria - Type : en applique ou suspendu - Puissance : 58W - Nombre : estimé à 20 sources - Commandes manuelles								
Action : Remplacer les luminaires par des luminaires à sources LED.								
Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								
49151 - Remplacement pompe chauffage au sol - Pompes	584	0	0	0	25	176	1'500	2.1
Observation : - La dalle entre le RDC et le sous-sol est réchauffée par un circuit de chauffage au sol afin de prévenir les phénomènes de gel au niveau de la structure du bâtiment et du sol. - La pompe de ce circuit est dans un état vétuste.								
Action : Remplacement de la pompe par une pompe plus récente.								
Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								
49029 - Air comprimé - campagne de recherche de fuites - Air comprimé	3'226	0	0	0	100	971	3'000	3.1
Observation : Cette APE concerne le réseau de distribution d'air comprimé : Dans la documentation reçue, une APE de recherche de fuite datant de xxxx a été identifiée. Aucune action réalisée depuis, la présence d'importantes fuites est probable.								
Action : Réaliser une demande de recherche de fuites sur le réseau d'air comprimé. Une demande de devis a été réalisée au xx.xx.2026 à la société xxx SA.								
Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								
49045 - Armoire stérilisation couteaux - remplacement - Processus/Machine	470	0	0	0	50	141	1'000	3.5
Observation : Cette APE concerne l'armoire de stérilisation des couteaux : L'armoire a 2 tubes fluorescents T8 36 W allumés en permanence lorsque l'armoire est fermée.								
Action : Remplacer l'armoire par un modèle basse consommation. Par exemple, une armoire Sofinor 25 couteaux 15W.								

Titre	Économies d'énergie électrique [kWh/an]	Économies d'énergie thermique [kWh/an]	Économies de carburant [kWh/an]	Réduction d'émissions de CO ₂ [t/an]	Part énergétique [%]	Économies [CHF/an]	Investissement [CHF]	Payback simple [ans]
Manière de procéder : Réaliser les travaux en interne								
Rentable à moyen terme								
Somme	930	8'100	0	2		1'511	28'400	
49147 - Remplacement pompes chauffage sur batterie de monobloc - Pompes	419	0	0	0	25	126	2'400	4.8
Observation : - Les batteries chaudes des deux monoblocs ont une pompe de circulation dédiée. Ces pompes sont dans un état vétuste. Action : - Remplacement des 2 pompes par des pompes plus récentes Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								
49165 - Extracteur Cafétéria - arrêt nocturne - Ventilation	306	0	0	0	100	92	500	5.4
Observation : A l'aide de l'accès à la supervision, nous avons pu constaté que tous les extracteurs hormis l'extracteur "Lavage caisse RDC" reste en marche sans arrêt selon les horaires suivant: - extracteur local matériel nettoyage RdC --> vitesse fixe en marche sans horaire - extracteur Vestiaire Int. RDC --> vitesse fixe en marche sans horaire - extracteur Sanitaire Vestiaires RDC --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps - extracteur Sanitaires Vestiaires Hommes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps - extracteur Sanitaires Vestiaires Femmes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps - extracteur Local déchets 1 --> vitesse fixe en marche sans horaire - extracteur Local déchets 2 --> vitesse fixe en marche sans horaire - extracteur Cafétéria --> pas d'horaire visible, mais PV en tout temps (selon supervision analysée pendant les heures de bureaux et un mardi à 22h30) Cette APE concerne l'extracteur d'air de la cafétéria Action : La présente APE propose l'arrêt en période d'innocupation des extracteurs suivant : - extracteur Cafétéria De plus, cet extracteur étant toujours en petite vitesse, l'APE prévoit aussi un passage en grande vitesse pendant les périodes les plus occupées de la journée (12h à 14h) ce qui améliorera le confort. Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								
49162 - Extracteurs Vestiaires Hommes/Femmes - arrêt nocturne - Ventilation	205	0	0	0	100	62	500	8.1
Observation : A l'aide de l'accès à la supervision, nous avons pu constaté que tous les extracteurs hormis l'extracteur "Lavage caisse RDC" reste en marche sans arrêt selon les horaires suivant: - extracteur local matériel nettoyage RdC --> vitesse fixe en marche sans horaire - extracteur Vestiaire Int. RDC --> vitesse fixe en marche sans horaire - extracteur Sanitaire Vestiaires RDC --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps - extracteur Sanitaires Vestiaires Hommes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps - extracteur Sanitaires Vestiaires Femmes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps - extracteur Local déchets 1 --> vitesse fixe en marche sans horaire - extracteur Local déchets 2 --> vitesse fixe en marche sans horaire								

Titre	Économies d'énergie électrique [kWh/an]	Économies d'énergie thermique [kWh/an]	Économies de carburant [kWh/an]	Réduction d'émissions de CO ₂ [t/an]	Part énergétique [%]	Économies [CHF/an]	Investissement [CHF]	Payback simple [ans]
- extracteur Cafétéria --> pas d'horaire visible, mais PV en tout temps (selon supervision analysée pendant les heures de bureaux et un mardi à 22h30) Cette APE concerne l'extracteur d'air des Sanitaires Vestiaires Hommes et Femmes Action : La présente APE propose l'arrêt en période d'innocuation des extracteurs suivant : - extracteur Sanitaires Vestiaires Hommes - extracteur Sanitaires Vestiaires Femmes Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								
49041 - Air comprimé - ajout d'une récupération de chaleur - Air comprimé	0	8'100	0	2	100	1'231	25'000	20.3
Observation : Cette APE concerne l'unité de production d'air comprimé Almig. Il a été observé les éléments suivants: - Absence de récupération de chaleur sur les unités de production d'air comprimé - La puissance totale des unités semble surdimensionnée. Action : - Tester de ne faire fonctionner que l'unité Almig et de mettre à l'arrêt l'unité Compair, ceci afin de valider que l'unité Almig est en mesure de couvrir les besoins en air comprimé du site. - Si le test est favorable : - Mettre hors service l'unité Compair - Intégrer une récupération de chaleur à l'unité Almig, sur le circuit d'huile. La chaleur récupérée peut s'ajouter au niveau de la récupération de chaleur existante située au niveau de l'entrée du dépôt du R-1, pour production d'ECS. - Bien que l'action ne soit pas rentable avant la fin de vie de l'unité Almig, les installations de récupération de chaleur installées seront utilisables pour la prochaine unité de production d'air comprimé. Manière de procéder : Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées								

Potentiels d'économie

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

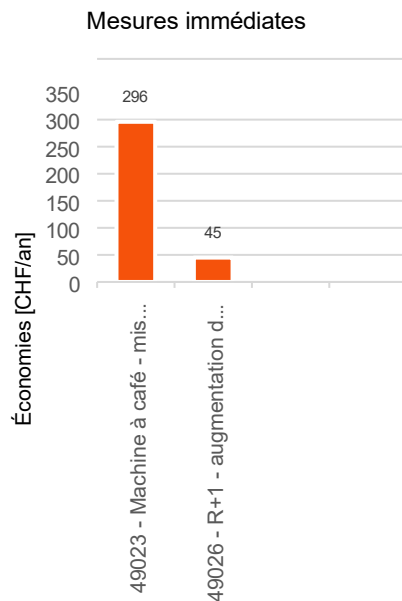


Fig. 5: Économies en CHF/an – Mesures immédiates.

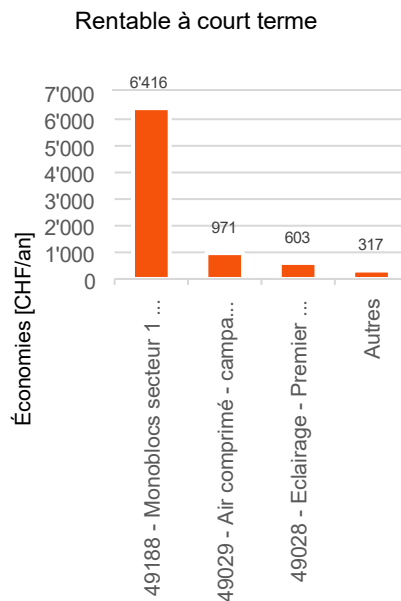


Fig. 6: Économies en CHF/an – Mesures rentables à court terme.

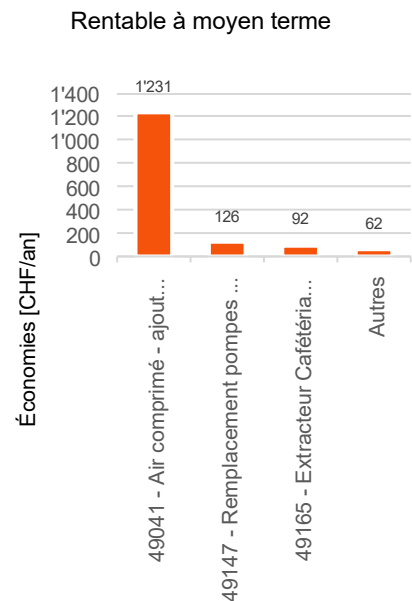


Fig. 7: Économies en CHF/an – Mesures rentables à moyen terme.

Potentiel d'économie par agent énergétique et pour chaque catégorie

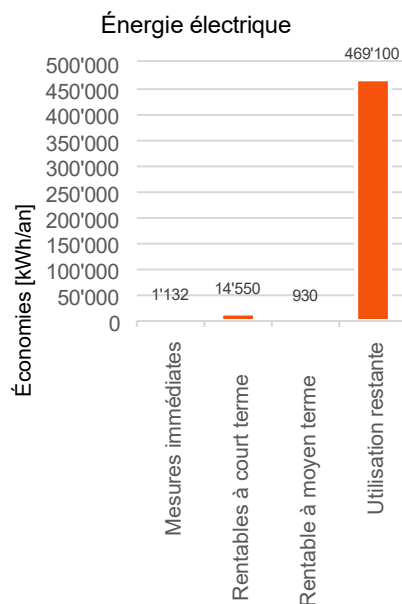


Fig. 8: Économies d'énergie en kWh/an – Énergie électrique.

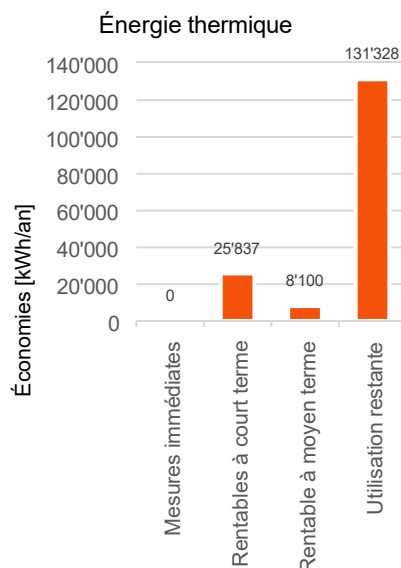


Fig. 9: Économies d'énergie en kWh/an – Énergie thermique.

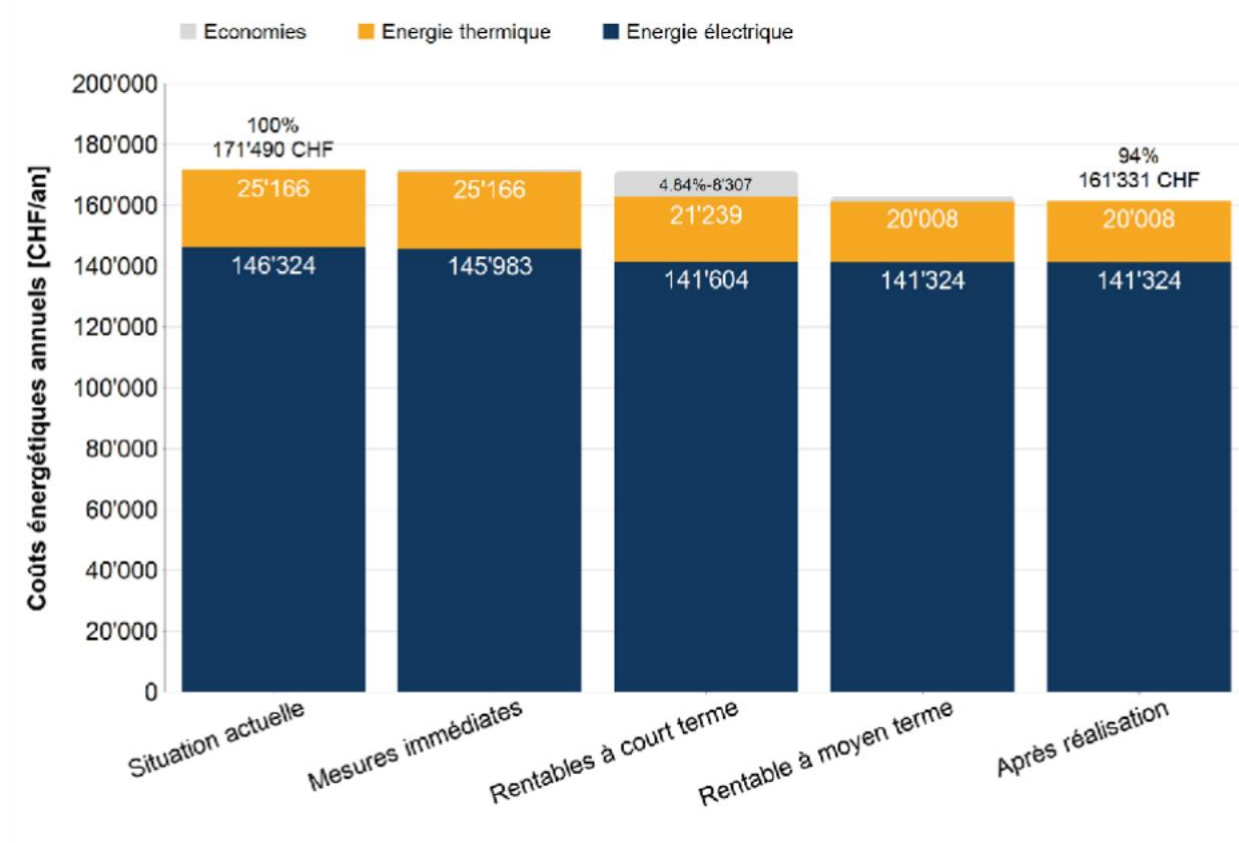


Fig. 10: Impact de la réalisation des mesures sur les coûts énergétiques.

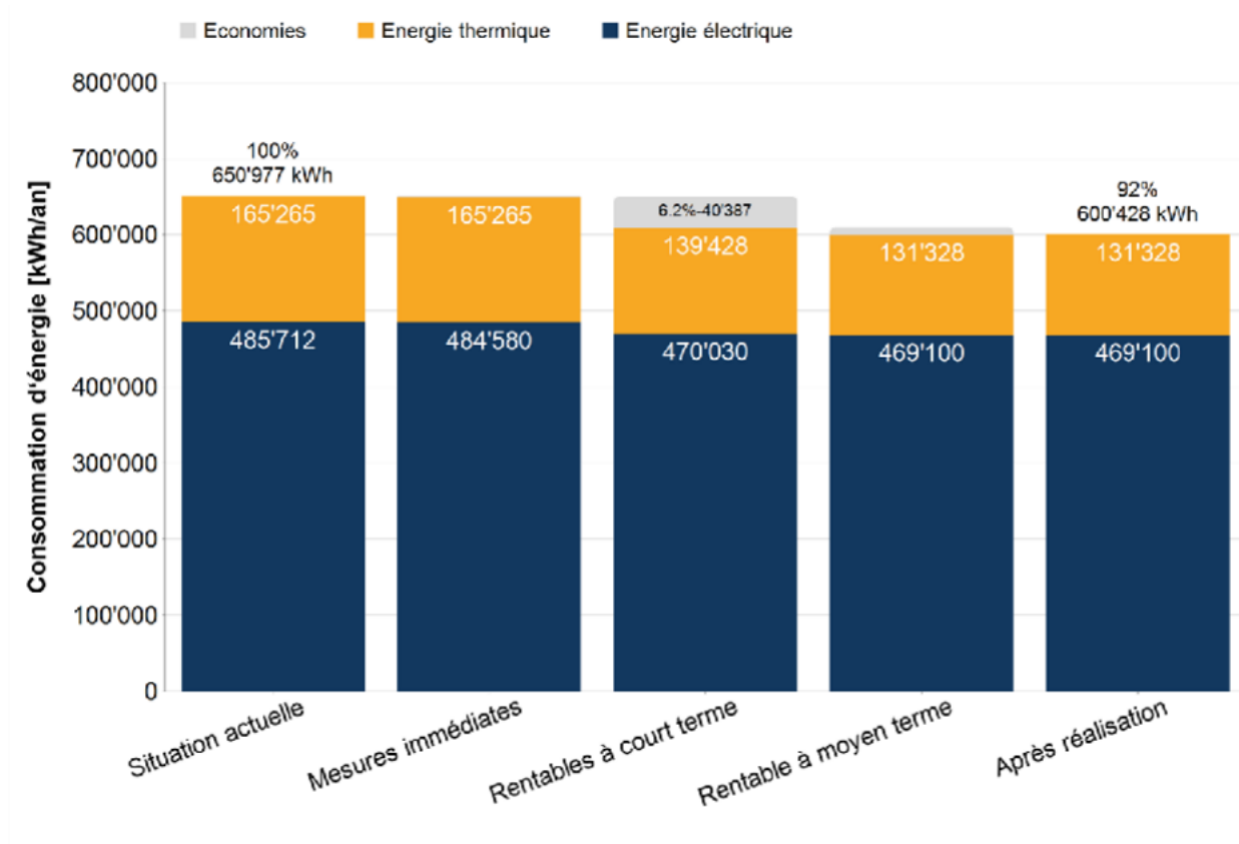


Abb. 11: Impact de la réalisation des mesures sur la consommation d'énergie.

PROCHAINES ETAPES ET RECOMMANDATIONS

Les prochaines étapes recommandées pour ce site sont les suivantes:

- Validation de la bonne intégration de la récupération de chaleur des nouveaux groupes froid (APE: 49156),
- Remplacement de la chaudière et validation de la bonne optimisation des réglages de chauffage incluant la prise en compte de la récupération de chaleur (projet en cours),
- Optimisation de la ventilation via les monoblocs secteur 1 et 2 (APE: 49188 et 49046),
- Réalisation des autres APE proposée dans le présent audit.

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>.

Les subventions suivantes peuvent être intéressantes pour les futurs projets à réaliser sur le site:

- ProFRIO: il s'agit d'un programme d'encouragement pour la construction d'installations frigorifiques économes en énergie et pour l'optimisation d'installations frigorifiques et de systèmes de climatisation à partir de 5 kW (froid)
- ProEDA: il s'agit d'un programme qui soutient par des mesures d'encouragement les rénovations et les optimisations d'installations d'air comprimé dans le domaine des compresseurs, des commandes, des sécheurs et des optimisations de réseau ainsi que des systèmes à basse pression et à vide

Des subventions sont aussi disponibles pour l'accompagnement à la mise en œuvre des APE disponibles pour différentes activités, telles que :

- Assistance à maîtrise d'ouvrage,
- Gestion de projet pour les mesures d'efficacité énergétiques et les énergies renouvelables.

Mais également :

- Concepts de chauffage et de refroidissement, optimisation énergétique de l'exploitation, monitoring énergétique, formation des responsables techniques dans les PME et sensibilisation des collaborateurs, demande et comparaison d'offres pour la mise en œuvre des mesures, demande de subventions et conseils généraux sur les questions énergétiques.

SuisseEnergie prend en charge 50% des frais d'accompagnement du conseiller PEIK (au maximum 13'000CHF). La prise en charge est même augmentée temporairement à 60% au lieu de 50% jusqu'au 30 avril 2027.

D'autres subventions peuvent aussi être consultées sur le site : <https://www.francsenergie.ch/>

LES MESURES EN DETAIL

Mesure 49023 - Machine à café - mise hors tension

Autres

Payback (simple) :	0.7	ans
Investissement :	210	CHF
Part énergétique de l'investissement :	100	%
Économie financière :	296	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	10	ans

Économies d'énergie :

Electricité 982 kWh/an

Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne

Observation :

Cette APE concerne la machine "Cafe UNO" présente dans la cafétéria:

- la machine reste en marche hors période d'occupation.

Action:

- Installer une prise programmable industrielle sur l'alimentation de la machine.

Commentaire concernant le calcul :

Etat existant :

- Puissance estimée en veille ("Standby") : 175W selon la fiche technique CANTO PLUS&TOP UK_L325U3:BRO CANTO UK DEF
- Nombre d'heures de veille :
 - Lu-ve : de 00h00 à 05h00, puis de 17h00 à 00h00, soit 12h00 par jour
 - sa-di : 24h/jour
 - Soit : $(5 \times 12 + 2 \times 24) \times 52 = 5616$ h/an
- Consommation électrique : $175 / 1000 \times 5616 = 982$ kWh/an

Etat futur :

- Consommation électrique : 0 kWh/an
- Coût : 150 CHF de matériel. 0.5h par l'entreprise, soit $0.5 \times 120 \text{ CHF/h} = 60 \text{ CHF}$
- Part des coûts énergétiques : 100%

Paramètres du calcul :

Données de base - Etat existant

Consommateur N°1: Agent énergétique

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

Electricité

982 kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

0 kWh/an

Mesure 49026 - R+1 - augmentation de la consigne froid d'ambiance

Climatisation et réfrigération

Payback (simple) :	0.0	ans
Investissement :	0	CHF
Part énergétique de l'investissement :	100	%
Économie financière :	45	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	10	ans

Économies d'énergie :

Electricité 150 kWh/an

Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne

Observation :

Cette APE concerne la consigne d'ambiance en refroidissement des locaux secrétariat + bureau direction + salle serveur + local "archives":

- Consigne d'ambiance à 22°C sur les thermostats muraux.

Action:

Augmenter les températures de consigne d'ambiance comme suit :

- Dans les espaces administratifs : à 24°C
- Dans la salle serveur : à 26°C.

Commentaire concernant le calcul :

Etat actuel :

- Surface des locaux concernés : xx m2
- Besoin de froid thermique : 14.4 kWh/m2.an selon la norme SIA 2024 - bureau individuel, collectif - valeur standard
- EER estimé : 2.5, les splits sont vétustes.
- Consommation d'électricité pour la production de froid : $100 \text{ m}^2 * 14.4 \text{ kWh/m}^2 / 2.5 = 576 \text{ kWh.an}$

Etat futur :

- Gain énergétique estimé à 13% de la consommation par augmentation de degré
- Consommation d'électricité : $576 \text{ kWh} * (1 - 2*13\%) = 426 \text{ kWh}$
- Coûts : 0 CHF

Paramètres du calcul :

Données de base - Etat existant

Consommateur N°1: Agent énergétique

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

Electricité

576 kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

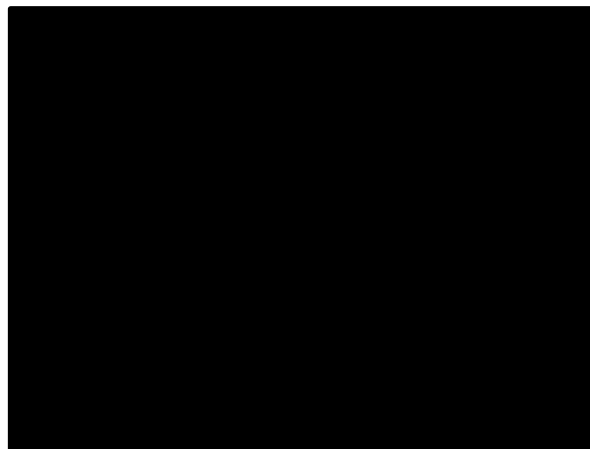
Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

426 kWh/an

Mesure 49028 - Eclairage - Premier étage - remplacement luminaires

Eclairage

Payback (simple) :	1.7	ans
Investissement :	4'000	CHF
Part énergétique de l'investissement :	25	%
Économie financière :	603	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	15	ans



Économies d'énergie :

Electricité 2'002 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

- Sources fluorescentes dans les espaces administratifs et dans la cafétéria
- Type : en applique ou suspendu
- Puissance : 58W
- Nombre : estimé à 20 sources
- Commandes manuelles

Action:

- Remplacer les luminaires par des luminaires à sources LED.

Commentaire concernant le calcul :

Etat existant :

- Affectation : bureau principalement
- Période d'activité réduite : estimée à 2 sem/an, correspondant à une fermeture annuelle.
- Année de construction : xx pour les luminaires, estimation à 5 ans pour les sources lumineuses.
- Puissance absorbée par le ballast : estimée à 10% de la puissance du tube, soit 6W

Etat futur :

- Puissance : 29 W
- Coûts : 200 CHF/luminaire, inclus démontage de l'ancien, soit $200 \times 20 = 4000$ CHF
- Part des coûts énergétiques : 25% en considération que les luminaires sont vétustes.

Paramètres du calcul :

Paramètres généraux

Affectation du local (Selon SIA 2024)

3. Admin -
Bureau
indiv/collectif

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})

55 h/sem

55 h/sem

0 h/sem

2 sem/an

Durée de la période d'activité (t_A)	2'750	h/an
Durée de la période d'activité réduite (t_{RA})	110	h/an
Durée de la période hors activités (t_{KA})	5'900	h/an

Données de base - Etat existant

Année de construction de l'installation existante

Age de l'installation existante

Type de luminaires

		ans
	Tubes fluorescents - Tube 26 mm (T8) 58W	
Nombre de luminaires ($n_{L,alt}$)	20	
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 ($dE_{B/T,alt}/dt$)	6	W
Puissance par luminaire	64	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 ($f_{RA,alt}$)	100	%
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	%
Heures hebdomadaires de fonctionnement du système de commande ($t_{St ein,alt}$)	0	h/sem
Puissance consommée par le système de commande ($dE_{St,alt}/dt$)	0	W
Puissance électrique totale absorbée par les luminaires ($dE_{L,alt}/dt$)	1.30	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})	3'661	kWh

Donnée de base - Etat assaini

Type de luminaires

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

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

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

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

Puissance par luminaire

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

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

Taux d'occupation des locaux hors période d'activités ($f_{KA,neu}$)

Réduction liée à la variation continue sur sonde pendant les heures de jour ($f_{Red Int Tag,neu}$)

Heures hebdomadaires de fonctionnement du système de commande ($t_{St ein,neu}$)

($t_{St ein,neu}$)

Puissance consommée par le système de commande ($dE_{St,neu}/dt$)

Puissance électrique totale absorbée par les luminaires ($dE_{L,neu}/dt$)

Réduction effective liée à la variation continue sur l'ensemble de la période d'utilisation ($f_{Red Int,neu}$)

Consommation annuelle (E_{neu})

	Tubes LED	
Nombre de luminaires ($n_{L,neu}$)	20	
Nombre de sources lumineuses par luminaire ($n_{LQ/L,neu}$)	1	
Puissance par source lumineuse ($dE_{LQ,neu}/dt$)	29	W
Puissance absorbée par le ballast / le transfo ($dE_{B/T,neu}/dt$)	0	W
Puissance par luminaire	29	W/luminaires
Taux d'occupation des locaux en période d'activité ($f_{A,neu}$)	100	%
Taux d'occupation des locaux en période d'activité réduite ($f_{RA,neu}$)	100	%
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 ($f_{Red Int Tag,neu}$)	0	%
Heures hebdomadaires de fonctionnement du système de commande ($t_{St ein,neu}$)	0	h/sem
Puissance consommée par le système de commande ($dE_{St,neu}/dt$)	0	W
Puissance électrique totale absorbée par les luminaires ($dE_{L,neu}/dt$)	0.60	kW
Réduction effective liée à la variation continue sur l'ensemble de la période d'utilisation ($f_{Red Int,neu}$)	0	%
Consommation annuelle (E_{neu})	1'659	kWh

Mesure 49029 - Air comprimé - campagne de recherche de fuites

Air comprimé

Payback (simple) :	3.1	ans
Investissement :	3'000	CHF
Part énergétique de l'investissement :	100	%
Économie financière :	971	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	10	ans

Économies d'énergie :

Electricité 3'226 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

Cette APE concerne le réseau de distribution d'air comprimé:

- Dans la documentation reçue, une APE de recherche de fuite datant de xx a été identifiée. Aucune action réalisée depuis, la présence d'importantes fuites est probable.

Action:

- Réaliser une demande de recherche de fuites sur le réseau d'air comprimé. Une demande de devis a été réalisée au xx.xx.2026 à la société xxx SA.

Commentaire concernant le calcul :

Etat actuel :

- Année de mise en service : xx et xx, moyenne xx
- Pression réseau : 8 bar
- Fuites : estimées à importantes.
- Débit nominal : $5.11 + 4.24 \text{ m}^3/\text{h} = 9.35 \text{ m}^3/\text{min}$, soit $561 \text{ m}^3/\text{h}$
- Puissance moteur : $28 + 30 = 58 \text{ kW}$
- Temps de fonctionnement global : 8760h/an
- Fonctionnement : d'après le panel, l'installation s'enclenche à 100% puis rediminue à 20% de sa puissance. En 1 heure, 7 arrêt/départ sont observés --> l'installation est surdimensionnée.
- Estimation du fonctionnement à 20% du régime pendant 30% du temps de production et 5% du temps hors production
 - Heures de production : 05h00-17h00 du lundi au vendredi, soir $12 \times 5 \times 52 = 3120 \text{ h/an}$
 - Heures à 20% : $30\% \times 3120 \text{ h} = 936 \text{ h/an}$
 - Heures à 100% : estimée à 50h/an
- Puissance sécheur : estimée à 3kW

Etat futur :

- Faibles fuites

- Coûts :
 - Intervention terrain : 1.5 jour, soit 2200 CHF
 - Rapport : 800 CHF
 - Total : 3000 CHF
- Part des coûts énergétiques : 100%

Paramètres du calcul :

Paramètres généraux

Altitude du site (z)

Pression moyenne de l'air aspiré (absolue) (P_0)

m.s.m
bar

Données de base - Etat existant

Année de mise en service de l'installation

Age de l'installation

Pression du réseau (absolue) ($P_{\text{Netz,alt}}$)

Importance des fuites dans le réseau

ans
bar

Fuites relatives ($f_{\text{Lkg,alt}}$)

Technologie de compresseur

8
fuites
importantes
25 %
Vis (avec
lubrification)

Régime nominal du moteur électrique

Type de transmission

Débit nominal du compresseur ("Free air delivery", selon ISO 1217) ($dV_{0,\text{alt},n}/dt$)

Puissance nominale du moteur ($dE_{\text{M,alt},n}/dt$)

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

Nombre de pôles

Classe d'efficacité des moteurs - calculé

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

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

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

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

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

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

Répartition des heures de fonctionnement

3000 1/min
Directe
561 m³/h
58 kW
31.76 kW
2 pôles
IE3
60 %
100 %
94.40 %
94.46 %
94.46 %
53.50 %
Modulant -
Faiblement
chargé (moy.
25%)

Temps de fonctionnement global ($t_{\text{Gesamt,alt}}$)

Temps de fonctionnement à 100% de capacité ($t_{100,\text{alt}}$)

Temps de fonctionnement à 80% de capacité ($t_{80,\text{alt}}$)

Temps de fonctionnement à 60% de capacité ($t_{60,\text{alt}}$)

Temps de fonctionnement à 40% de capacité ($t_{40,\text{alt}}$)

Temps de fonctionnement à 20% de capacité ($t_{20,\text{alt}}$)

Temps de fonctionnement en marche à vide ($t_{0,\text{alt}}$)

Volume utile d'air comprimé ($V_{\text{nutzbar,alt}}$)

Puissance électrique consommée à 100% de capacité ($dE_{100,\text{alt}}/dt$)

Puissance électrique consommée à 80% de capacité ($dE_{80,\text{alt}}/dt$)

Puissance électrique consommée à 60% de capacité ($dE_{60,\text{alt}}/dt$)

Puissance électrique consommée à 40% de capacité ($dE_{40,\text{alt}}/dt$)

Puissance électrique consommée à 20% de capacité ($dE_{20,\text{alt}}/dt$)

Puissance électrique consommée en marche à vide ($dE_{0,\text{alt}}/dt$)

Puissance électrique consommée par le sécheur d'air ($dE_{\text{LT,alt}}/dt$)

Fonctionnement du sécheur

986 h/an
50 h/an
0 h/an
0 h/an
0 h/an
936 h/an
0 h/an
99'802 m³/an
59.40 kW
47.50 kW
35.60 kW
23.70 kW
11.90 kW
11.90 kW
3 kW
Durant les
heures
d'utilisation de
l'air comprimé

Durée de fonctionnement du sécheur ($t_{\text{LT,alt}}$)

Consommation annuelle d'électricité du compresseur ($E_{\text{K,alt}}$)

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

Consommation annuelle d'électricité (E_{alt})

986 h/an
14'082 kWh/an
2'958 kWh/an
17'040 kWh/an

Consommation spécifique d'électricité (e_{ait})	0.13	kWh/m ³
Coûts énergétiques annuels	5'129	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 ($t_{Gesamt,neu}$)	463	h/an
Temps de fonctionnement à 100% de capacité ($t_{100,neu}$)	14	h/an
Temps de fonctionnement à 80% de capacité ($t_{80,neu}$)	51	h/an
Temps de fonctionnement à 60% de capacité ($t_{60,neu}$)	111	h/an
Temps de fonctionnement à 40% de capacité ($t_{40,neu}$)	153	h/an
Temps de fonctionnement à 20% de capacité ($t_{20,neu}$)	134	h/an
Temps de fonctionnement en marche à vide ($t_{0,neu}$)	0	h/an
Volume utile d'air comprimé ($V_{nutzbar,neu}$)	99'802	m ³ /an
Puissance électrique consommée à 100% de capacité ($dE_{100,neu}/dt$)	59.40	kW
Puissance électrique consommée à 80% de capacité ($dE_{80,neu}/dt$)	47.50	kW
Puissance électrique consommée à 60% de capacité ($dE_{60,neu}/dt$)	35.60	kW
Puissance électrique consommée à 40% de capacité ($dE_{40,neu}/dt$)	23.70	kW
Puissance électrique consommée à 20% de capacité ($dE_{20,neu}/dt$)	11.90	kW
Puissance électrique consommée en marche à vide ($dE_{0,neu}/dt$)	11.90	kW
Puissance électrique consommée par le sécheur d'air ($dE_{LT,neu}/dt$)	3	kW

Fonctionnement du sécheur

Durant les

heures

d'utilisation de

l'air comprimé

Durée de fonctionnement du sécheur ($t_{LT,neu}$)	463	h/an
Consommation annuelle d'électricité du compresseur ($E_{K,neu}$)	12'425	kWh/an
Consommation annuelle d'électricité du sécheur d'air ($E_{LT,neu}$)	1'389	kWh/an
Consommation annuelle d'électricité (E_{neu})	13'815	kWh/an
Consommation spécifique d'électricité (e_{neu})	0.12	kWh/m ³
Coûts énergétiques annuels	4'158	CHF/an

Mesure 49041 - Air comprimé - ajout d'une récupération de chaleur

Air comprimé

Payback (simple) :	20.3	ans
Investissement :	25'000	CHF
Part énergétique de l'investissement :	100	%
Économie financière :	1'231	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	11	ans

Économies d'énergie :

Gaz naturel 8'100 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

Cette APE concerne l'unité de production d'air comprimé Almig. Il a été observé les éléments suivants:

- Absence de récupération de chaleur sur les unités de production d'air comprimé
- La puissance totale des unités semble surdimensionnée.

Action:

- Tester de ne faire fonctionner que l'unité Almig et de mettre à l'arrêt l'unité Compair, ceci afin de valider que l'unité Almig est en mesure de couvrir les besoins en air comprimé du site.
- Si le test est favorable :
 - Mettre hors service l'unité Compair
 - Intégrer une récupération de chaleur à l'unité Almig, sur le circuit d'huile. La chaleur récupérée peut s'ajouter au niveau de la récupération de chaleur existante située au niveau de l'entrée du dépôt du R-1, pour production d'ECS.
- Bien que l'action ne soit pas rentable avant la fin de vie de l'unité Almig, les installations de récupération de chaleur installées seront utilisables pour la prochaine unité de production d'air comprimé.

Commentaire concernant le calcul :

- Consommation d'électricité des unités d'AC selon APE "Air comprimé - campagne de recherche de fuites", état assaini : 12400 kWh/an
- Potentiel de récupération de chaleur : 70%
- Pertes de récupération de chaleur de simultanéité entre production et consommation : 70%
- Récupération de chaleur effective : $12400 * 70\% * 70\% = 6100$ kWh/an
- Rendement chaudière pour production d'ECS : 75%
- Gaz économisé : $6100/75\% = 8100$ kWh/an
- Durée de vie de l'action : 6 ans de durée de vie restante de l'unité Almig (2017)
- Coûts :
 - 18 kCHF de matériel (hydraulique + régulation + électricité)
 - 7 kCHF de main d'œuvre
 - Total : 25 kCHF

Paramètres du calcul :

Données de base - Etat existant

Consommateur N°1: Agent énergétique

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

Gaz naturel

8'100 kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

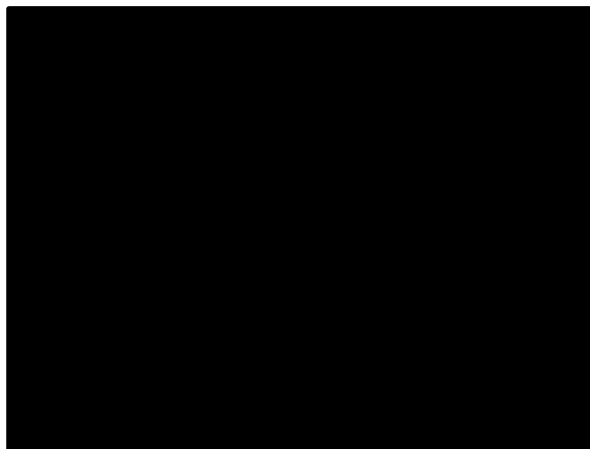
Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

0 kWh/an

Mesure 49045 - Armoire stérilisation couteaux - remplacement

Processus/Machine

Payback (simple) :	3.5	ans
Investissement :	1'000	CHF
Part énergétique de l'investissement :	50	%
Économie financière :	141	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	10	ans



Économies d'énergie :

Electricité 470 kWh/an

Manière de procéder :

Réaliser les travaux en interne

Observation :

Cette APE concerne l'armoire de stérilisation des couteaux:

- L'armoire a 2 tubes fluorescents T8 36 W allumés en permanence lorsque l'armoire est fermée.

Action:

- Remplacer l'armoire par un modèle basse consommation. Par exemple, une armoire Sofinor 25 couteaux 15W.

Commentaire concernant le calcul :

Etat existant :

- Puissance : $2 \times 36 = 72$ W
- Heures de fonctionnement : estimée à 8500 h
- Consommation : $72 / 1000 \times 8500 = 600$ kWh

Etat futur :

- Consommation : $15 / 1000 \times 8500 = 130$ kWh
- Coûts : 1000 CHF
- Part énergétique de l'investissement : estimée à 50%, l'armoire actuelle présentant un état visuel moyen.

Paramètres du calcul :

Données de base - Etat existant

Consommateur N°1: Agent énergétique

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

Electricité
600 kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique

130 kWh/an

Mesure 49147 - Remplacement pompes chauffage sur batterie de monobloc

Pompes

Payback (simple) :	4.8	ans
Investissement :	2'400	CHF
Part énergétique de l'investissement :	25	%
Économie financière :	126	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	15	ans

Économies d'énergie :

Electricité 419 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

- Les batteries chaudes des deux monoblocs ont une pompe de circulation dédiée. Ces pompes sont dans un état vétuste.

Action:

- Remplacement des 2 pompes par des pompes plus récentes

Commentaire concernant le calcul :

Etat actuel :

- Puissance unitaire estimée des pompes: $2 \times 116W = 232W$
- Nombre d'heures de fonctionnement : estimé identique à celui des monoblocs, soit 2517 h

Etat futur :

- Consommation d'électricité économisée : $232W \times 2517 = 584 \text{ kWh}$
- Coût : 2400 CHF

Paramètres du calcul :

Paramètres généraux

Type d'utilisation	Autre	%
Fraction du temps de fonctionnement à 100% du débit (f_{100})	100	%
Fraction du temps de fonctionnement à 75% du débit (f_{75})	-1	%
Fraction du temps de fonctionnement à 50% du débit (f_{50})	-1	%
Fraction du temps de fonctionnement à 25% du débit (f_{25})	-1	%

Données de base - Etat existant

Technologie des pompes	Vitesse fixe
Nombre de pompes (n_{alt})	2
Puissance nominale cumulée des pompes ($dE_{tot,alt}/dt$)	232 W
Puissance nominale moyenne des pompes	116 W
Régulation de la vitesse des pompes (caractéristique ΔH vs. débit)	Non régulé
Heures de fonctionnement annuel de la circulation ($t_{on,alt}$)	2'517 h/an
$\Delta H/\Delta H_{nominal}$ à 25% du débit nominal ($f_{P,alt}$)	0 %
Puissance hydraulique nominale	58 W

Rendement à 100% du débit ($\eta_{100,alt}$)	50.20	%
Puissance à 100% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{100,alt}/dt$)	116	W
Puissance à 75% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{75,alt}/dt$)	114	W
Puissance à 50% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{50,alt}/dt$)	107	W
Puissance à 25% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{25,alt}/dt$)	95	W
Consommation électrique annuelle (E_{alt})	568	kWh/an

Donnée de base - Etat assaini
Technologie des pompes

	Volumétrique -	
	Vitesse variable	
Nombre de pompes (n_{neu})	2	
Puissance nominale cumulée des pompes ($dE_{tot,neu}/dt$)	60	W
Puissance nominale moyenne des pompes	30	W
Régulation de la vitesse des pompes (caractéristique ΔH vs. débit)	Delta P constant	
Heures de fonctionnement annuel de la circulation ($t_{on,neu}$)	2'517	h/an
$\Delta H/\Delta H_{nominal}$ à 25% du débit nominal ($f_{P,neu}$)	100	%
Puissance hydraulique nominale	8	W
Rendement à 100% du débit ($\eta_{100,neu}$)	25.50	%
Puissance à 100% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{100,neu}/dt$)	30	W
Puissance à 75% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{75,neu}/dt$)	23	W
Puissance à 50% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{50,neu}/dt$)	15	W
Puissance à 25% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{25,neu}/dt$)	8	W
Consommation électrique annuelle (E_{neu})	149	kWh/an

Mesure 49151 - Remplacement pompe chauffage au sol

Pompes

Payback (simple) :	2.1	ans
Investissement :	1'500	CHF
Part énergétique de l'investissement :	25	%
Économie financière :	176	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	15	ans

Économies d'énergie :

Electricité 584 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

- La dalle entre le RDC et le sous-sol est réchauffée par un circuit de chauffage au sol afin de prévenir les phénomènes de gel au niveau de la structure du bâtiment et du sol.
- La pompe de ce circuit est dans un état vétuste.

Action:

- Remplacement de la pompe par une pompe plus récente.

Commentaire concernant le calcul :

Etat actuel :

- Puissance unitaire estimée de la pompe: 116W
- Nombre d'heures de fonctionnement : certaines zone de stockage étant gardées à -20°C toute l'année, on prend comme hypothèse que le sol de ces zones devra tout le temps être réchauffé pour éviter le gel, avec un facteur d'utilisation à 80%, donc on aurait un fonctionnement de 8760h/année * 80% = 7008h

Etat futur :

- Coût pour l'installation d'une pompe tout compris : 1500 CHF

Paramètres du calcul :

Paramètres généraux

Type d'utilisation

Fraction du temps de fonctionnement à 100% du débit (f_{100})

Fraction du temps de fonctionnement à 75% du débit (f_{75})

Fraction du temps de fonctionnement à 50% du débit (f_{50})

Autre

100 %

-1 %

-1 %

Fraction du temps de fonctionnement à 25% du débit (f_{25})

-1 %

Données de base - Etat existant

Technologie des pompes

Vitesse fixe

Nombre de pompes (n_{alt})

1

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

116 W

Puissance nominale moyenne des pompes

116 W

Régulation de la vitesse des pompes (caractéristique ΔH vs. débit)

Non régulé

Heures de fonctionnement annuel de la circulation ($t_{on,alt}$)

7'008 h/an

$\Delta H/\Delta H_{nominal}$ à 25% du débit nominal ($f_{P,alt}$)

0 %

Puissance hydraulique nominale

58 W

Rendement à 100% du débit ($\eta_{100,alt}$)

50.20 %

Puissance à 100% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{100,alt}/dt$)

116 W

Puissance à 75% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{75,alt}/dt$)

114 W

Puissance à 50% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{50,alt}/dt$)

107 W

Puissance à 25% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{25,alt}/dt$)

95 W

Consommation électrique annuelle (E_{alt})

791 kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

Technologie des pompes

Volumétrique -

Vitesse variable

Nombre de pompes (n_{neu})

1

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

30 W

Puissance nominale moyenne des pompes

30 W

Régulation de la vitesse des pompes (caractéristique ΔH vs. débit)

Delta P constant

Heures de fonctionnement annuel de la circulation ($t_{on,neu}$)

7'008 h/an

$\Delta H/\Delta H_{nominal}$ à 25% du débit nominal ($f_{P,neu}$)

100 %

Puissance hydraulique nominale

8 W

Rendement à 100% du débit ($\eta_{100,neu}$)

25.50 %

Puissance à 100% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{100,neu}/dt$)

30 W

Puissance à 75% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{75,neu}/dt$)

23 W

Puissance à 50% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{50,neu}/dt$)

15 W

Puissance à 25% du débit et tenant compte de la régulation ($dE_{25,neu}/dt$)

8 W

Consommation électrique annuelle (E_{neu})

207 kWh/an

Mesure 49162 - Extracteurs Vestiaires Hommes/Femmes - arrêt nocturne

Ventilation

Payback (simple) :	8.1	ans
Investissement :	500	CHF
Part énergétique de l'investissement :	100	%
Économie financière :	62	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	10	ans

Économies d'énergie :

Electricité 205 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

A l'aide de l'accès à la supervision, nous avons pu constater que tous les extracteurs hormis l'extracteur "Lavage caisse RDC" reste en marche sans arrêt selon les horaires suivant:

- extracteur local matériel nettoyage RdC --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Vestiaire Int. RDC --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Sanitaire Vestiaires RDC --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps
- extracteur Sanitaires Vestiaires Hommes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps
- extracteur Sanitaires Vestiaires Femmes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps
- extracteur Local déchets 1 --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Local déchets 2 --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Cafétéria --> pas d'horaire visible, mais PV en tout temps (selon supervision analysée pendant les heures de bureaux et un mardi à 22h30)

Cette APE concerne l'extracteur d'air des Sanitaires Vestiaires Hommes et Femmes

Action:

La présente APE propose l'arrêt en période d'innocuation des extracteurs suivant :

- extracteur Sanitaires Vestiaires Hommes
- extracteur Sanitaires Vestiaires Femmes

Commentaire concernant le calcul :

Etat actuel :

Pour les 2 extracteurs Sanitaires Vestiaires:

- Programme horaire : GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps, donc sur une semaine --> 60h de GV et 108h de PV
- Nombre de semaines par an : 52 semaines
- Nombre d'heures de fonctionnement :
 - $GV=60*52=3120h$
 - $PV=8760-3120=5640h$
- Débit nominal: non relevé, estimé selon affectation et surface à 1312m³/h
- Année de mise en service: inconnue, estimée

- Delta P nominal: estimé à 150Pa car peu de réseau

Etat futur :

- Horaire réajusté:
 - $GV=60*52=3120h$
 - Arrêt le reste du temps
- Coût : 500 CHF (principalement de la main d'œuvre de l'entreprise MCR)

Paramètres du calcul :

Paramètres généraux

Altitude du bâtiment (z)		m.s.m
Affectation du bâtiment (SIA 2024)	12. Autre - Vestiaire, douches	
Surface de plancher ventilée (A_v)		m ²
Aide: Débit d'air neuf nominal requis (selon affectation SIA 2024) (dV_{FL}/dt)	1'312	m ³ /h
Température des locaux durant la période de chauffage (θ_0)	23.50	°C
Nombre d'heures annuelles de la période de chauffage (t_H)	0	h/an

Données de base - Etat existant

Année de mise en service de la ventilation		ans
Age de la ventilation		
Méthode de modulation du débit	2 vitesses sur horaires	
Débit nominal ($dV_{alt,n}/dt$)	1'312	m ³ /h
Delta P nominal ($\Delta P_{alt,n}$)	150	Pa
Puissance aéraulique nominale ($dE_{L,alt}/dt$)	0.10	kW
Taux de recirculation moyen ($f_{rezirk,alt}$)	0	%
Débit d'air neuf (à débit nominal et au taux de recirculation moyen)	1'312	m ³ /h
Régime 1: Débit (taux d'occupation 75% - 100%) ($dV_{alt,1}/dt$)	1'312	m ³ /h
Régime 2: Débit (taux d'occupation 50% - 75%) ($dV_{alt,2}/dt$)	879	m ³ /h
Régime 3: Débit (taux d'occupation 25% - 50%) ($dV_{alt,3}/dt$)	879	m ³ /h
Régime 4: Débit (taux d'occupation 1% - 25%) ($dV_{alt,4}$)	879	m ³ /h
Régime 1: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 75% - 100%) ($t_{alt,1}$)	3'120	h/an
Régime 2: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 50% - 75%) ($t_{alt,2}$)	0	h/an
Régime 3: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 25% - 50%) ($t_{alt,3}$)	5'640	h/an
Régime 4: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 1% - 25%) ($t_{alt,4}$)	0	h/an
Heures à l'arrêt	0	h/an
Puissance à l'arbre nominale cumulée des moteurs de ventilateurs ($dE_{M,alt,Gesamt}/dt$)	0.20	kW
Surdimensionnement des moteurs de ventilateurs ($f_{überdim,alt}$)	259	%
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	
Type de récupération de chaleur	Aucune	
Rendement de récupération de chaleur ($\epsilon_{WRG,alt}$)	0	%
Puissance nominale par moteur de ventilateur ($dE_{M,alt,n}/dt$)	0.10	kW
Nombre de pôles	4 pôles	
Classe d'efficacité des moteurs - calculé	IE2	
Rendement nominal des moteurs de ventilateurs ($\eta_{M,alt,n}$)	56.10	%
Rendement des turbines ($\eta_{T,alt}$)	108.60	%
Rendement de la transmission ($\eta_{G,alt}$)	90.50	%
Rendement nominal des convertisseurs ($\eta_{FU,alt,n}$)	64.50	%
Rendement nominal des convertisseurs ($\eta_{FU,alt,n}$) appliqué	100	%
Rendement global nominal des ventilateurs ($\eta_{V,alt,n}$)	55.10	%

Régime 1: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,1}/dt$)	0.10	kW
Régime 2: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,2}/dt$)	0.04	kW
Régime 3: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,3}/dt$)	0.04	kW
Régime 4: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,4}/dt$)	0.04	kW
Régime 1: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,1}/dt$)	1'312	m ³ /h
Régime 2: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,2}/dt$)	879	m ³ /h
Régime 3: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,3}/dt$)	879	m ³ /h
Régime 4: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,4}/dt$)	879	m ³ /h
Consommation annuelle d'électricité des ventilateurs ($E_{E,alt}$)	515	kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

Régime 1: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 75% - 100%) ($t_{neu,1}$)	3'120	h/an
Régime 2: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 50% - 75%) ($t_{neu,2}$)	0	h/an
Régime 3: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 25% - 50%) ($t_{neu,3}$)	0	h/an
Régime 4: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 1% - 25%) ($t_{neu,4}$)	0	h/an
Heures à l'arrêt	5'640	h/an
Consommation annuelle d'électricité des ventilateurs ($E_{E,neu}$)	309	kWh/an

Mesure 49165 - Extracteur Cafétéria - arrêt nocturne

Ventilation

Payback (simple) :	5.4	ans
Investissement :	500	CHF
Part énergétique de l'investissement :	100	%
Économie financière :	92	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	10	ans

Économies d'énergie :

Electricité 306 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

A l'aide de l'accès à la supervision, nous avons pu constater que tous les extracteurs hormis l'extracteur "Lavage caisse RDC" reste en marche sans arrêt selon les horaires suivant:

- extracteur local matériel nettoyage RdC --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Vestiaire Int. RDC --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Sanitaire Vestiaires RDC --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps
- extracteur Sanitaires Vestiaires Hommes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps
- extracteur Sanitaires Vestiaires Femmes --> GV de 5h à 17h du L-V, et PV tout le reste du temps
- extracteur Local déchets 1 --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Local déchets 2 --> vitesse fixe en marche sans horaire
- extracteur Cafétéria --> pas d'horaire visible, mais PV en tout temps (selon supervision analysée pendant les heures de bureaux et un mardi à 22h30)

Cette APE concerne l'extracteur d'air de la cafétéria

Action:

La présente APE propose l'arrêt en période d'innocuation des extracteurs suivant :

- extracteur Cafétéria

De plus, cet extracteur étant toujours en petite vitesse, l'APE prévoit aussi un passage en grande vitesse pendant les périodes les plus occupées de la journée (12h à 14h) ce qui améliorera le confort.

Commentaire concernant le calcul :

Etat actuel :

- Programme horaire : cet extracteur est en PV en tout temps, soit 8760h par année
- Débit nominal: non relevé, estimé selon affectation et surface à 2274m³/h
- Année de mise en service: inconnue, estimée
- Delta P nominal: estimé à 150Pa car peu de réseau

Etat futur :

- Horaire réajusté:
 - GV entre 12h et 14h 5j/semaine --> $2h \times 5j \times 52 \text{ semaines} = 520h$
 - PV le reste du temps, de 5h à 12h puis de 14h à 17h 5j/semaines --> $(7+3)h \times 5j \times 52 \text{ semaines} = 2600h$

- Arrêt le reste du temps, soit 5640h
- Coût : 500 CHF (principalement de la main d'œuvre de l'entreprise MCR)

Paramètres du calcul :

Paramètres généraux

Altitude du bâtiment (z)		m.s.m
Affectation du bâtiment (SIA 2024)	6. Restauration - Cuisine self service	
Surface de plancher ventilée (A_V)	xx	m ²
Aide: Débit d'air neuf nominal requis (selon affectation SIA 2024) (dV_{FL}/dt)	2'274	m ³ /h
Température des locaux durant la période de chauffage (θ_0)	19	°C
Nombre d'heures annuelles de la période de chauffage (t_H)	0	h/an

Données de base - Etat existant

Année de mise en service de la ventilation		ans
Age de la ventilation		
Méthode de modulation du débit	2 vitesses sur horaires	
Débit nominal ($dV_{alt,n}/dt$)	2'274	m ³ /h
Delta P nominal ($\Delta P_{alt,n}$)	150	Pa
Puissance aéraulique nominale ($dE_{L,alt}/dt$)	0.10	kW
Taux de recirculation moyen ($f_{rezirk,alt}$)	0	%
Débit d'air neuf (à débit nominal et au taux de recirculation moyen)	2'274	m ³ /h
Régime 1: Débit (taux d'occupation 75% - 100%) ($dV_{alt,1}/dt$)	2'274	m ³ /h
Régime 2: Débit (taux d'occupation 50% - 75%) ($dV_{alt,2}/dt$)	1'524	m ³ /h
Régime 3: Débit (taux d'occupation 25% - 50%) ($dV_{alt,3}/dt$)	1'524	m ³ /h
Régime 4: Débit (taux d'occupation 1% - 25%) ($dV_{alt,4}$)	1'524	m ³ /h
Régime 1: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 75% - 100%) ($t_{alt,1}$)	0	h/an
Régime 2: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 50% - 75%) ($t_{alt,2}$)	0	h/an
Régime 3: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 25% - 50%) ($t_{alt,3}$)	8'760	h/an
Régime 4: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 1% - 25%) ($t_{alt,4}$)	0	h/an
Heures à l'arrêt	0	h/an
Puissance à l'arbre nominale cumulée des moteurs de ventilateurs ($dE_{M,alt,Gesamt}/dt$)	0.20	kW
Surdimensionnement des moteurs de ventilateurs ($f_{überdim,alt}$)	73	%
Nombre de moteurs de ventilateurs ($n_{M,alt}$)	1	
Régime nominal des moteurs	1500	1/min
Type de transmission	Courroie trapézoïdale	
Type de turbine	Centrifuge à aubes inclinées vers l'avant ou radiales	
Type de récupération de chaleur	Aucune	
Rendement de récupération de chaleur ($\epsilon_{WRG,alt}$)	0	%
Puissance nominale par moteur de ventilateur ($dE_{M,alt,n}/dt$)	0.20	kW
Nombre de pôles	4 pôles	
Classe d'efficacité des moteurs - calculé	IE2	
Rendement nominal des moteurs de ventilateurs ($\eta_{M,alt,n}$)	65.90	%
Rendement des turbines ($\eta_{T,alt}$)	90.30	%
Rendement de la transmission ($\eta_{G,alt}$)	90.50	%
Rendement nominal des convertisseurs ($\eta_{FU,alt,n}$)	76.60	%
Rendement nominal des convertisseurs ($\eta_{FU,alt,n}$) appliqué	100	%
Rendement global nominal des ventilateurs ($\eta_{V,alt,n}$)	53.90	%
Régime 1: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,1}/dt$)	0.18	kW
Régime 2: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,2}/dt$)	0.06	kW
Régime 3: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,3}/dt$)	0.06	kW

Régime 4: Puissance élec. consommée par les ventilateurs ($dE_{E,alt,4}/dt$)	0.06	kW
Régime 1: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,1}/dt$)	2'274	m ³ /h
Régime 2: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,2}/dt$)	1'524	m ³ /h
Régime 3: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,3}/dt$)	1'524	m ³ /h
Régime 4: Débit thermiquement actif ($dV_{TW,alt,4}/dt$)	1'524	m ³ /h
Consommation annuelle d'électricité des ventilateurs ($E_{E,alt}$)	566	kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

Régime 1: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 75% - 100%) ($t_{neu,1}$)	520	h/an
Régime 2: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 50% - 75%) ($t_{neu,2}$)	0	h/an
Régime 3: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 25% - 50%) ($t_{neu,3}$)	2'600	h/an
Régime 4: Heures de fonctionnement (taux d'occupation 1% - 25%) ($t_{neu,4}$)	0	h/an
Heures à l'arrêt	5'640	h/an
Consommation annuelle d'électricité des ventilateurs ($E_{E,neu}$)	259	kWh/an

Mesure 49188 - Monoblocs secteur 1 et 2 - température de pulsion

Ventilation

Payback (simple) :	0.8	ans
Investissement :	5'000	CHF
Part énergétique de l'investissement :	100	%
Économie financière :	6'416	CHF/an
Durée de vie (tech.) :	10	ans

Économies d'énergie :

Electricité 8'268 kWh/an

Gaz naturel 25'837 kWh/an

Manière de procéder :

Demander des offres à des installateurs/entreprises spécialisées

Observation :

Cette APE concerne les monoblocs secteur 1 et 2:

- La consigne de température de pulsion est de 12°C:
 - En période estivale, les batteries froides des monoblocs déshumidifient l'air en l'amenant à 4°C en sortie de batterie, l'air est ensuite post-chauffé à sa température de consigne de 12°C
 - En période hivernal (lorsque la température extérieure est inférieure à 4°C), nous n'avons pas pu observer le fonctionnement du monobloc, mais la documentation reçue indique un post-chauffage jusqu'à une température de consigne de 12°C aussi.
 - --> l'air est donc tout le temps post-chauffé à 12°C
- La post chauffe a un impact sur l'hygrométrie relative de l'air pulsé mais pas sur l'hygrométrie absolue. Par conséquent, une fois l'air pulsé mélangé à l'air ambiant, la poste chauffe n'aura eu aucun impact sur l'hygrométrie relative de l'air ambiant, puisque celui-ci est de toute manière maintenu à 10°C à l'aide du refroidissement réalisé dans chaque pièce par les splits ou le nouveau groupe froid.
- Nous avons donc ici une double consommation d'énergie qui pourrait être économisée si la température de pulsion des monoblocs est réajustée à 10°C (au lieu de 12°C actuellement):
 - L'énergie consommée par les splits/nouveau groupe froid pour refroidir de 12°C à 10°C l'air pulsé dans les espaces (économie en électricité consommée par les splits/nouveau groupe froid)
 - L'énergie consommée par la batterie de post-chauffage pour amener l'air de 10°C à 12°C dans les monoblocs (économie en gaz naturel consommé par les chaudières)

Action:

- Réajuster la température de pulsion de 12°C à 10°C afin qu'elle corresponde à la température maintenue dans l'ambiance

Commentaire concernant le calcul :

Etat actuel :

- Débit unitaire PV en pulsion par monobloc : 4500 m3/h
- Programme horaire : 03:45 à 17:00 du lundi au vendredi
- Nombre d'heures de fonctionnement : 13.25 h/j * 5 j/semaine * 52 semaines/année = 3445 h/année
- Economie de froid:
 - Puissance de froid thermique économisée:

- $Q = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot dT$
 - Q : puissance frigorifique [W]
 - V : débit volumique d'air [m³/s]
 - ρ : masse volumique de l'air (~ 1.2 kg/m³)
 - c_p : chaleur spécifique de l'air (~ 1005 J/kg·K)
 - dT : écart de température [K] (12-10)=2°C
- $Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 \text{ s/h} * 1.2 \text{ kg/m}^3 * 1005 \text{ J/kg} \cdot \text{K} / 1000 \text{ J/kJ} * 2 \text{ K} = 6 \text{ kW}$
- SEER production de froid positive : estimée à 2.5
- Consommation d'électricité sur les splits/groupe froid économisée : $6 \text{ kW} * 3445 \text{ h/année} / 2.5 = \underline{8'268 \text{ kWh}}$
- Economie de chaleur:
 - Puissance de chaud thermique économisée:
 - $Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 \text{ s/h} * 1.2 \text{ kg/m}^3 * 1005 \text{ J/kg} \cdot \text{K} / 1000 \text{ J/kJ} * 2 \text{ K} = 6 \text{ kW}$
 - Rendement estimé de la chaudière: 80%
 - Consommation de gaz naturel économisée: $6 \text{ kW} * 3445 \text{ h/année} / 80\% = \underline{25'837 \text{ kWh}}$

Paramètres du calcul :

Données de base - Etat existant

Consommateur N°1: Agent énergétique	Electricité	
Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique	8'268	kWh/an
Consommateur N°2: Agent énergétique	Gaz naturel	
Consommateur N°2: Consommation annuelle d'agent énergétique	25'837	kWh/an
Consommateur N°3: Consommation annuelle d'agent énergétique	0	kWh/an

Donnée de base - Etat assaini

Consommateur N°1: Consommation annuelle d'agent énergétique	0	kWh/an
Consommateur N°2: Consommation annuelle d'agent énergétique	0	kWh/an
Consommateur N°3: Consommation annuelle d'agent énergétique	0	kWh/an

Mesure 49046 - Monoblocs secteur 1 et 2 - contrôle de l'humidité

Potentiel d'économie d'énergie : + +

Manière de procéder :

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



Observation :

Cette APE concerne les monoblocs secteur 1 et 2:

- Le site a des conditions strictes à maintenir en terme de température et d'hygrométrie avec des locaux nécessitant une température de 10°C +/-2°C et une humidité relative de 50% +/-5%. Le maintien de température dans les locaux à 10°C +/-2°C est assuré par des splits à détente directe et par une dalle refroidie. De l'air hygiénique est aussi ramené dans les espaces de production via les deux monoblocs. Afin de garantir les conditions ci-dessous, les monoblocs déshumidifie l'air jusqu'à 4°C puis le post chauffe jusqu'à 12°C pour atteindre la condition d'environ 55% d'hum. relative. Dès que cet air traité entre dans les locaux production, il est refroidi pour atteindre 10°C.
- Aucune sonde hygrométrique n'est visible sur la supervision. Le contrôle de l'humidité ne semble donc pas être géré par le maintien d'une hygrométrie, mais uniquement par le traitement thermique de l'air hygiénique pulsé par les monoblocs.
- Il en résulte un potentiel traitement thermique par les monoblocs non nécessaire si l'humidité extérieure remplit les conditions nécessaires dans les locaux.

Action:

- Installer des sondes hygrométriques:
 - Dans les locaux critiques, au à minima, dans les gaines de retour des monoblocs
 - Dans les gaines pulsion des monoblocs
 - Dans les gaines d'air frais des monoblocs
- Réajuster la régulation du traitement thermique de l'air hygiénique des monoblocs afin de prendre en compte l'humidité présente dans les locaux et l'humidité extérieure.

Commentaire concernant l'estimation :

- Aucune analyse fonctionnelle n'était présente dans la documentation reçue pour valider le fonctionnement des monoblocs et donc calculer l'économie qui résulterait de cette APE. Le potentiel d'économie d'énergie de l'APE est certain, mais non quantifiable à ce stade.

Mesure 49156 - Récupération de chaleur sur groupes froid

Potentiel d'économie d'énergie : + + +

Manière de procéder :

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

Observation :

Un remplacement de la production de chaleur est prévu par une chaudière gaz à condensation (marque: Logano, modèle: KB372-100) avec installation d'un ballon tampon et raccordement de la récupération de chaleur des nouveaux groupes froids installés récemment + installation de 5 compteurs d'énergie (un devis a été signé par la boucherie en date du xx.xx.2026).

Action:

Il convient de s'assurer que la récupération de chaleur sur les groupes frigorifiques soit valorisée de manière optimale, non seulement pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS), mais également pour les besoins de chauffage du site. En effet, la déshumidification de l'air nécessite un post-chauffage après refroidissement, ce qui génère un besoin de chaleur tout au long de l'année, y compris durant la période estivale. Compte tenu de ces besoins permanents en chaleur (déshumidification et ECS), limiter l'utilisation de la chaleur récupérée à la seule production d'ECS ne permettrait pas d'exploiter pleinement le potentiel de récupération disponible. Il est donc recommandé de prioriser l'injection de cette chaleur dans un ballon tampon alimentant à la fois les besoins d'ECS et les différents usages de chauffage du site.

De manière générale, tout futur remplacement de groupe frigorifique devrait intégrer une solution de récupération de chaleur. Compte tenu des besoins thermiques permanents du site (ECS et déshumidification), cette chaleur peut constituer une source d'énergie significative permettant de réduire la consommation de gaz naturel. Une étude dédiée est toutefois nécessaire afin de définir le concept optimal de récupération, de stockage et de distribution de la chaleur, et ainsi garantir une valorisation maximale de l'énergie récupérée.

Commentaire concernant l'estimation :

Lors de la visite de site, nous avons constaté deux échangeurs permettant de récupérer la chaleur dégagée par les groupes froids récemment installés ou en cours d'installation:

- les 2 nouveaux groupes de 2026 à détente direct sur les batteries froides des 2 monoblocs
- le groupe froid de 2025 à détente direct sur plusieurs évaporateurs dans les salles process.

Le client nous a présenté un devis de xxx SA pour réaliser le raccordement de la récupération de chaleur. Sans plans ou schéma, il est difficile de savoir comment sera faite cette récupération de chaleur, mais nous souhaitons souligner ici l'importance d'utiliser la chaleur récupérée pour l'ensemble des besoins de chaleur du site.