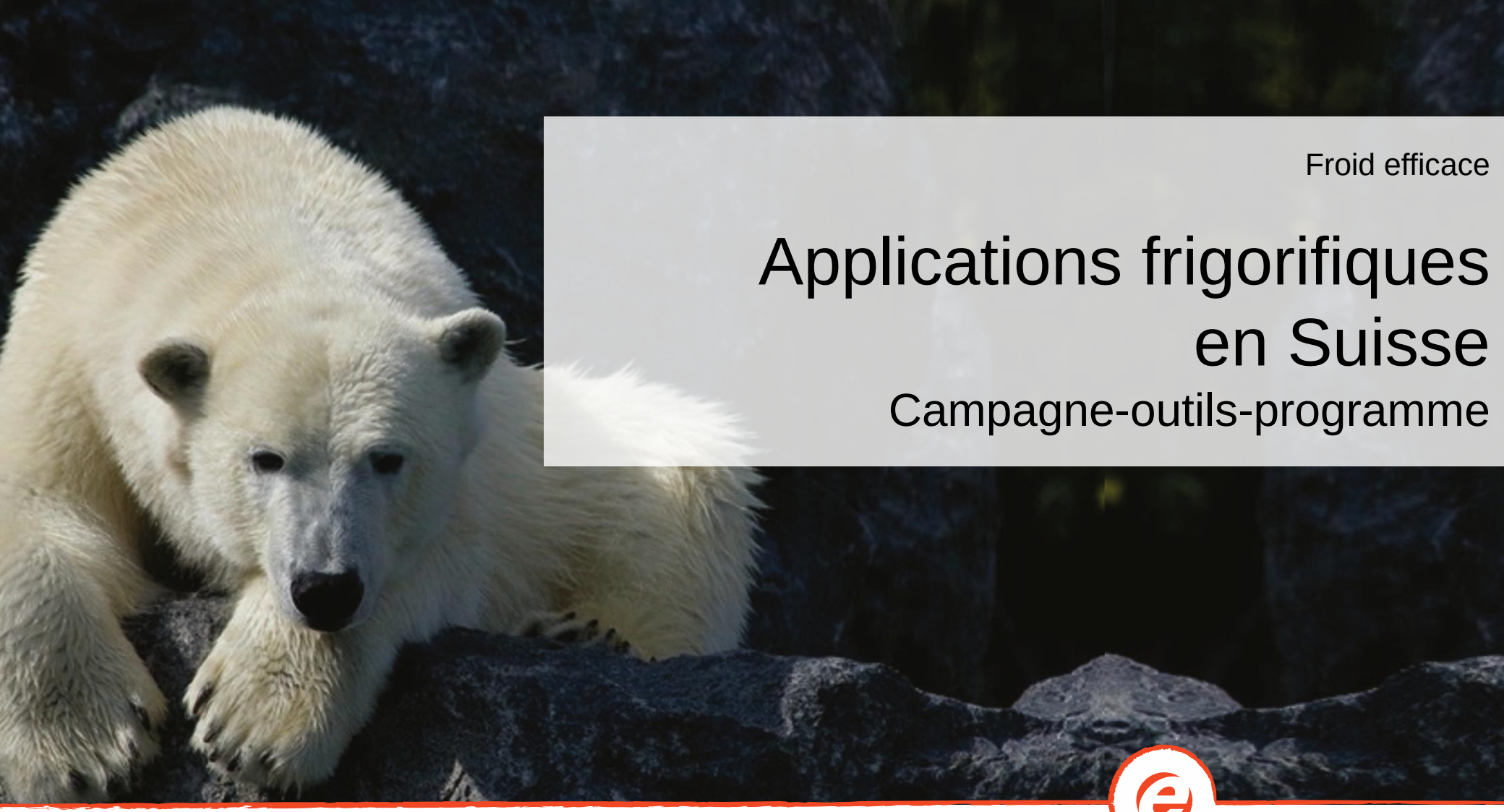


Froid efficace

Applications frigorifiques en Suisse

Campagne-outils-programme

energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

OFEN, M. Stettler/R. Phillips topmotors-Workshop du 31 oct. 2017

Contenu

- **Introduction**
- **Mesures d’efficacité dans les installations de froid**
- **Campagne froid efficace**
- **Fluide frigorigène**
- **ProKilowatt**

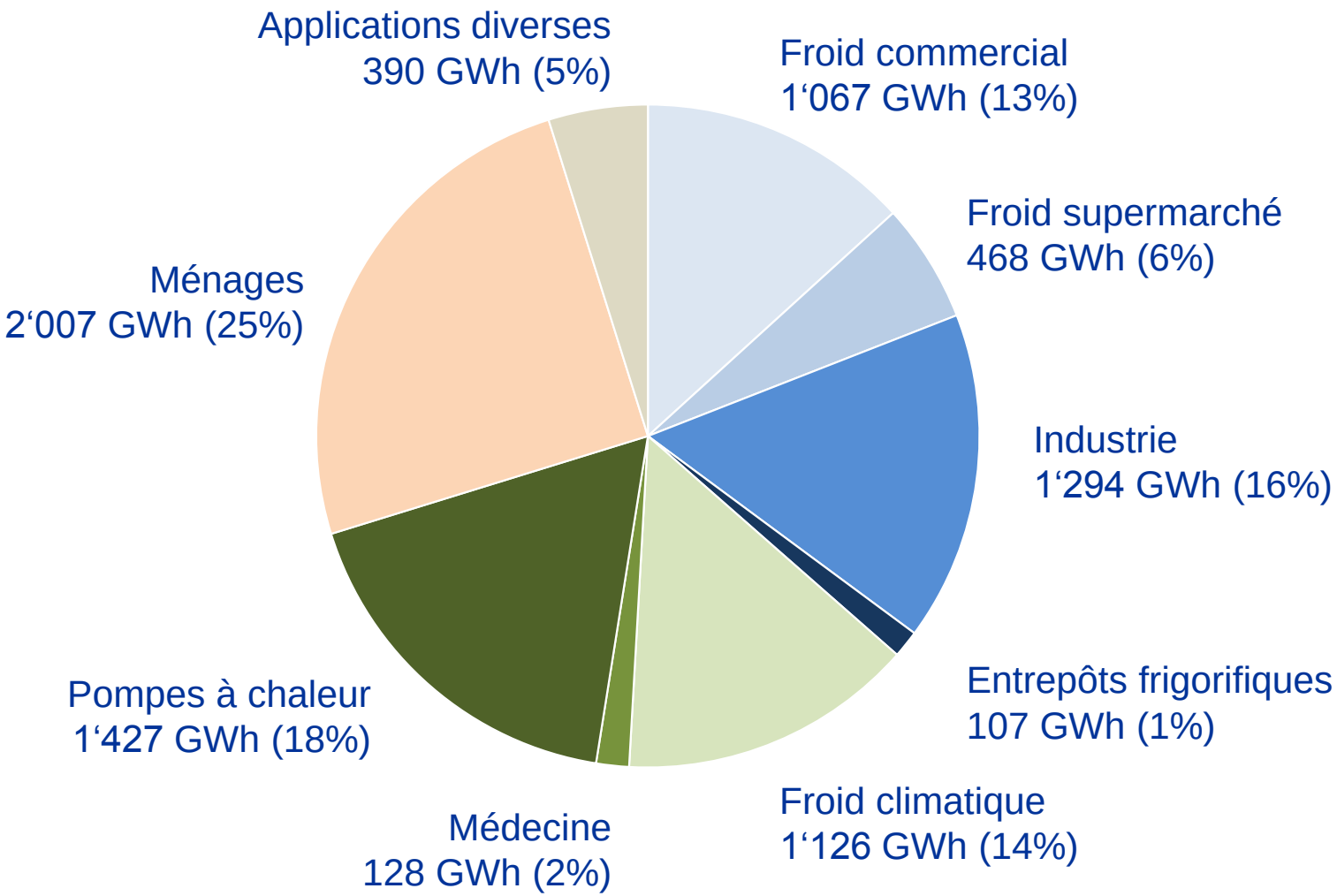
Vue d’ensemble

La consommation électrique des systèmes d’entraînement correspond à 43% (46% avec les PACs) **de la consommation totale en Suisse**

• Pompes	20	%
• **Compresseurs (froid)**	**32**	**%**
• Compresseurs (air comprimé)	6	%
• Machines tournantes	16	%
• Installations de ventilation et autres	26	%
	100	**%**

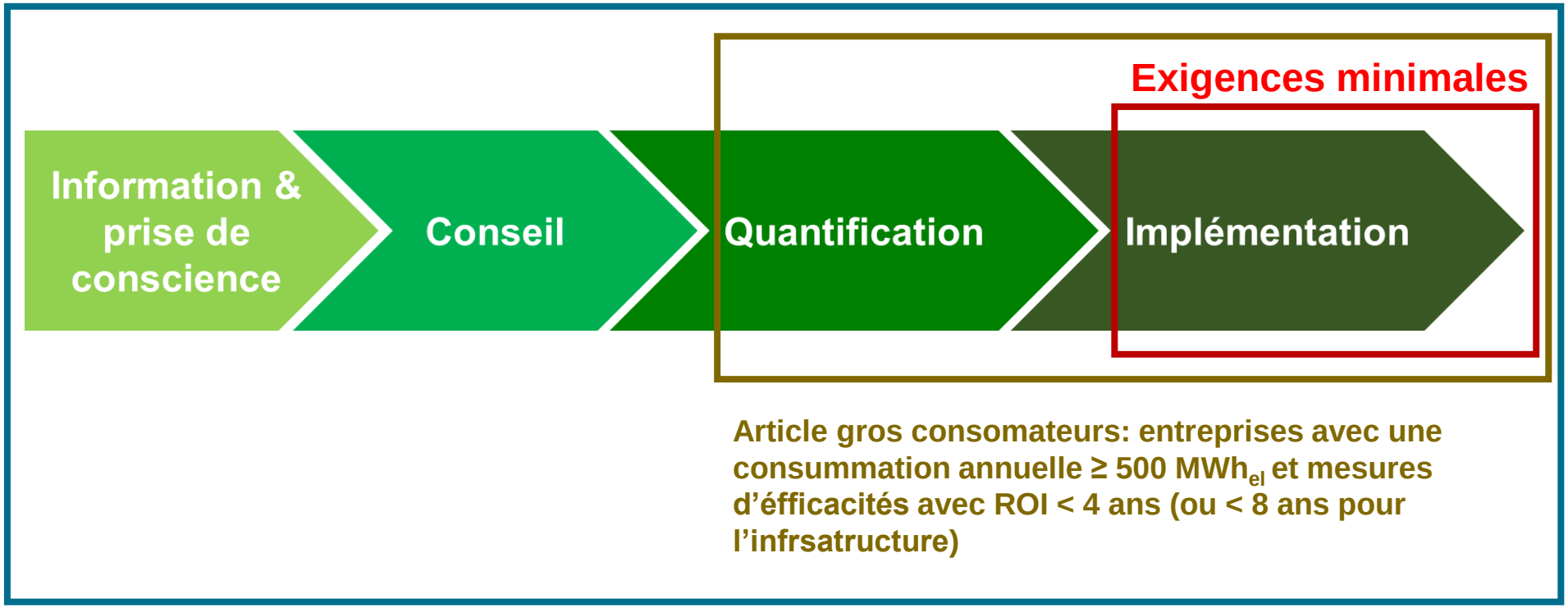
Applications utilisant du froid

et qui consomment pour cela env. 8’000 GWh/a électrique, ce qui correspond à 14% (= 0.46 x 0.32) de la consommation annuelle Suisse d’électricité



Source: Elektrizitätsbedarf fürs Kühlen in der Schweiz, August 2012

Les 4 étapes de la mise en œuvre



Mesures volontaires

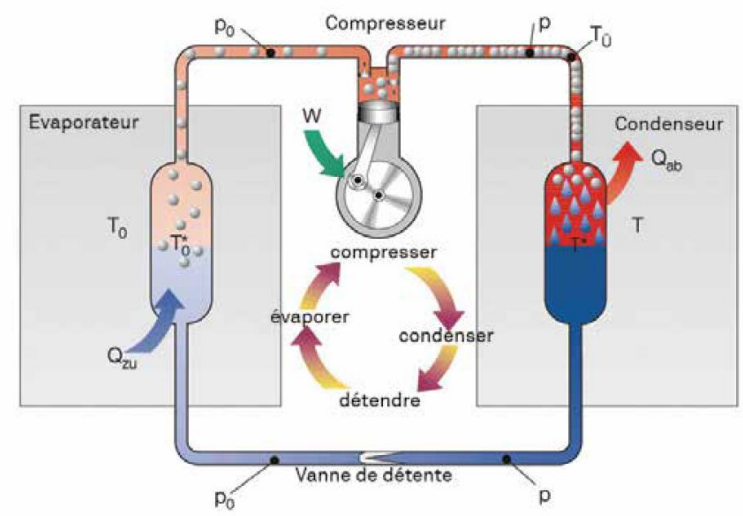
suisse énergie
Notre engagement : notre futur.

ProKilowatt

Facteurs influençant la consommation d'une installation de froid

Facteurs thermodynamiques:

- Choix et dimensionnement des composants (de façon correcte)
- Choix du fluide frigorigène (↑ coeff. de performance frigorifique)
- Dimensionnement des échangeurs de chaleur et des refroidisseurs (grande surface → petit ΔT)
- Entretien des échangeurs de chaleur (propre)
- Dimensionnement de la vanne de détente (suffisamment grande)
- Surchauffe (minimum)
- Sur-refroidissement (maximum)
- Perte dans les conduites de froid (minimum)
- Comportement du compresseur sous charge partielle (de façon efficace)
- Température de condensation (abaissable)
- Besoin en froid variable (Flux variables au niveau du compresseur & de l'échangeur de chaleur)
- Eviter le mode dégivrage (pas plus de glycol que nécessaire)
- Utilisation des rejets de chaleur (à prendre en compte de façon appropriée)



Source: MHG Heiztechnik GmbH, 2017

Facteurs électriques:

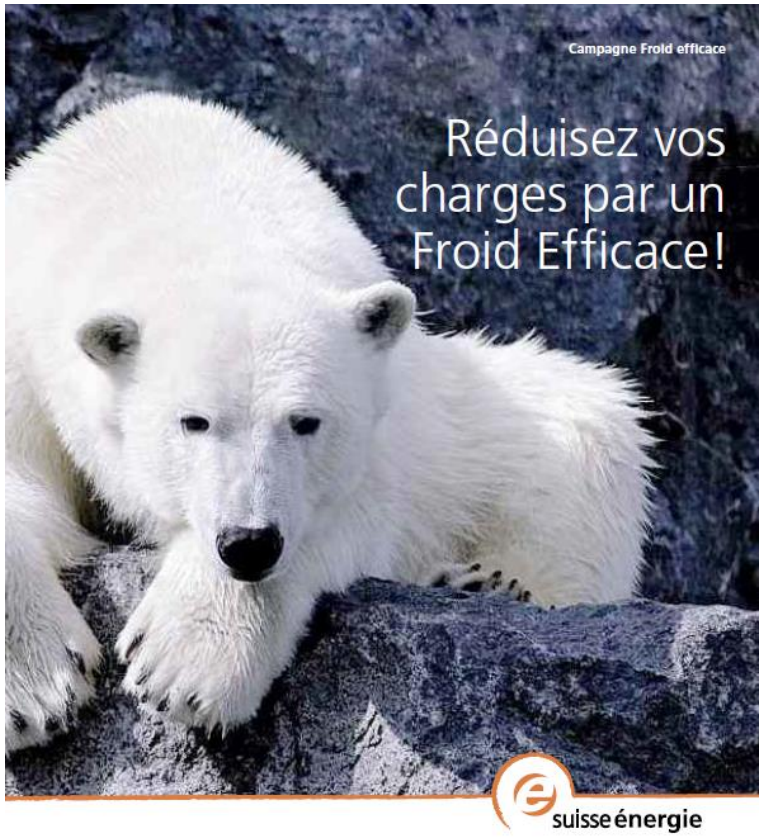
- Rendement des moteurs d'entraînment du compresseur, des ventilateurs et des pompes **exigences légales (0.75 - 375 kW): IE3 ou IE2&FU** (mieux IE3 / IE4 avec FU)
- Dimensionnement des moteurs (max. 20% de surdimensionnement)
- Moteur à vitesses variables pour compresseur/pompes/ventilaleurs (pour des besoins de froid variables)
- Dimensionnement du VdF (éviter le surdimensionnement, voir moteurs)
- Dégivrage électrique (si possible à éviter ou au moins de façon optimisée)

Autre facteur:

- Intégration hydraulique de la machine de froid dans l'ensemble du système (entre autre une bonne gestion du stockage)

Campagne froid efficace

Depuis 2010 (www.froidefficace.ch)



Champs d'action de la campagne

- Optimisation
- Rénovation
- Nouvelles installations
- Aides de planifications (bureaux d'ingénieurs)
- Solutions par branches (supermarchés, patinoires, hôtellerie, etc.)

SVK
ASF
ATF

Outils

Brochures, check listes, bons exemples

Campagne Froid efficace

Manuel des mesures concernant l'optimisation de systèmes frigorifiques

Grâce à des instructions compréhensibles, des conseils judicieux et des informations utiles, vous apprendrez comment mettre en œuvre les principales mesures du contrôle en 5 phases et vous saurez tout sur leur coût et leur rentabilité. Un support judicieux pour décider rapidement des optimisations les mieux adaptées à votre entreprise e à un spécialiste du froid/frigoriste en v

Informations relatives aux investissements et économies 2

Mesure 1:
Nettoyage des échangeurs de chaleur 3–6

Mesure 2:
Optimisation de la valorisation de la chaleur rejetée 7

Mesure 3:
Optimisation du dégivrage électrique 8–9

Mesure 4:
Optimisation de la régulation des postes froids 10

Mesure 5:
Optimisation de la commande des ventilateurs 11

Mesure 6:
Régulation du froid de confort (Froid climatique) 12–13

Mesure 7:
Réglage correct du détendeur 14

Information:
Échangeurs de chaleur et écarts de température 15

Mesure 3: Optimisation du dégivrage électrique

Si l'installation frigorifique givre trop souvent, on consomme de l'électricité inutilement. Si l'installation givre trop rarement, l'évaporateur (refroidisseur) se couvre de glace, le transfert de chaleur se dégrade et le système devient inefficace. C'est en paramétrant correctement l'opération de dégivrage ou en posant après-coup un dispositif de dégivrage à la demande qu'on baissera en plus jusqu'à 50% la consommation énergétique nécessaire au dégivrage.

Règle générale: l'installation frigorifique ne doit pas dégivrer plus de deux fois par jour. Il peut arriver néanmoins que certains espaces avec une hygrométrie élevée (ex. quai de déchargement en été) aient besoin d'être dégivrés plus souvent.

Le thermostat de dégivrage ne déclenche pas le dégivrage mais mesure la température pendant l'opération, et signale le moment où l'évaporateur est dégivré.

La sonde de dégivrage est-elle bien placée?

En cas de glace autour de la sonde, alors qu'elle est installée dans une zone sans givre, la sonde est mal placée. Elle signale trop tôt la fin de dégivrage de l'évaporateur. C'est la raison pour laquelle la sonde doit être disposée dans un endroit givré (en général dans la zone d'injection) et déplacée au besoin. C'est le seul moyen d'assurer que l'évaporateur est «totalement dégivré» après l'opération et qu'il fonctionne à nouveau de manière efficace.

Photo: Évaporateur givré. L'air ne traverse plus qu'une partie de la surface.

Dégivrage de locaux par air de circulation à plus de 4°C

Pour des températures ambiantes supérieures à 4°C, aucun dégivrage électrique ne s'impose puisque le dégivrage peut se faire par circulation d'air. Déconnectez les cordons chauffants de manière à ce que seul le ventilateur fonctionne pendant le dégivrage, et que l'évaporateur soit dégivré par l'air ambiant.

Examiner les alternatives lors du remplacement

Lors du remplacement du dispositif de dégivrage, examinez des solutions alternatives telles que l'usage du glycol chaud de la récupération de chaleur évacuée ou le dégivrage par gaz chauds.

Outils

Software

Avec l'**outil du froid**, Suisse Energie met à disposition un outil simple pour le calcul de deux variantes d'installations:

Besoin en électricité et rapport d'éfficacité

- Froid commercial et industriel
- Froid climatique

TEWI (Total Equivalent Warming Impact)

Rentabilité économique (calcul des Coûts sur le Cycle de Vie CCV)

Sous **froidefficace.ch** «**Aides de planifications pour les installations de froid**»
Téléchargement gratuit

5 Résultats

0 00.01.1900 0 0 Version 3.0 (2017): valable jusqu'au 15 janvier, 2018

Résumé

		Variante A
Type d'installation	-	
Puissance frigorifique besoin	kW	
Puissance frigorifique installée	kW	

Energie

Besoin en énergie frigorifique	kWh/a	
Besoin en électricité	KWh/a	
Facteur	-	
Données consommation d'électricité		
Remarque		

Impacte environnementale (TEWI)

Fluide frigorigène	-	
Bouquet électrique	-	
Type de compensation de CO2	-	Compensation à l'aide de certificats étrangers
Durée de vie de l'installation	Années	
CO2 rejeté par an	**kg CO2**	**0**

Rentabilité

Coûts d'investissement	**CHF**	**0.-**
Prix de l'électricité	ct/kWh	0.0
Coûts d'investissement	CHF/a	0.-
Coûts d'entretien	CHF/a	0.-
Coûts énergétiques	CHF/a	0.-
Coûts annuels	**CHF/a**	**0.-**
Coûts compensation CO2	CHF/a	0.-
Coûts annuels (fonctionnement neutre en CO2)	**CHF/a**	**0.-**

Coûts sur le cycle de vie CCV (Life Cycle Cost LCC)

Coûts sur le cycle de vie CCV	CHF	0.-
CCV fonctionnement neutre en CO2	CHF	0.-

Remarque

Fiche technique

topmotors.ch

Fiche technique 27

topmotors.ch
impulsions efficaces

Froid efficace

Les installations frigorifiques dans l'industrie

Principes essentiels relatifs aux compresseurs de froid efficients

Les cinq principaux points d'optimisation d'un système

- Adapter la puissance frigorifique au niveau réellement nécessaire
- Définir la courbe journalière, hebdomadaire et annuelle du besoin en froid: optimiser le coefficient de performance
- Envisager une régulation de la production de froid en fonction de la charge à l'aide d'un convertisseur de fréquence
- Utiliser un moteur d'entraînement plus efficient (IE3 ou IE4) et le dimensionner en fonction de la charge réellement nécessaire
- Choisir un compresseur efficient approprié à l'application spécifique

Objectif et public cible

La fiche technique Topmotors n° 27 traite des installations frigorifiques industrielles et des compresseurs frigorifiques efficients. Elle s'adresse aux spécialistes du domaine (utilisateurs, planificateurs, installateurs, conseillers en énergie etc.) et leur fournit des informations sur la production de froid efficient, c'est-à-dire la planification de nouvelles installations ainsi que le savoir-faire en matière d'optimisation d'installations existantes. Les installations frigorifiques correctement dimensionnées et réglées en fonction de l'utilisation remplissent, pour une consommation d'énergie électrique minimale, toutes les exigences d'une exploitation quotidienne, par ailleurs la plus économique possible. Cette fiche technique cible la production et l'utilisation efficientes de froid dans l'industrie. Les petites applications (appareils de réfrigération et de congélation ménagers), les installations de froid commercial (p.ex. commerce de détail) ainsi que les climatiseurs d'ambiance ne sont pas traités ici.

Consommation d'énergie des systèmes frigorifiques

Les installations frigorifiques sont responsables à elles seules de 22 % (8 TWh/a)[1] de la consommation d'énergie en Suisse. Elles font partie, à côté des pompes, des ventilateurs et des compresseurs (d'air comprimé), des plus gros consommateurs d'énergie électrique de l'industrie (illustration 1). Environ 40 % de l'énergie électrique dédiée au froid sont utilisés dans les ménages et l'artisanat (réfrigérateurs et congélateurs, climatiseurs

1 OFEN: Besoin en électricité pour le refroidissement en Suisse, Zurich 2012

Agence suisse pour l'efficacité énergétique

S·A·F·E

Fiche technique 27: Les installations frigorifiques dans l'industrie ▮ Avril 2017 ▮ www.topmotors.ch ▮ info@topmotors.ch 27.1

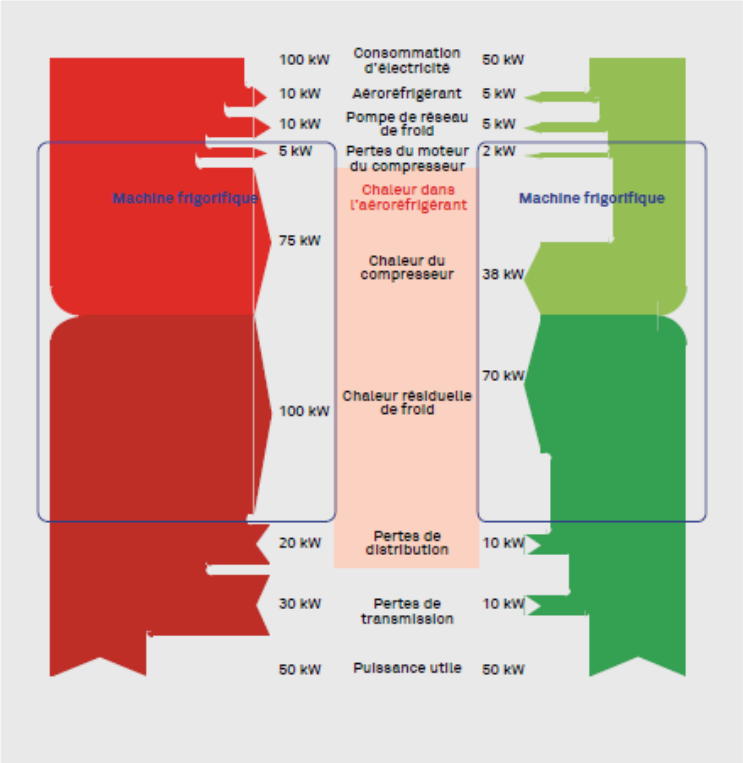


Illustration 3: Flux d'énergie d'une installation frigorifique sous-optimale (rouge, à gauche) et optimale (vert, à droite). (Source: energie.ch, 2017)

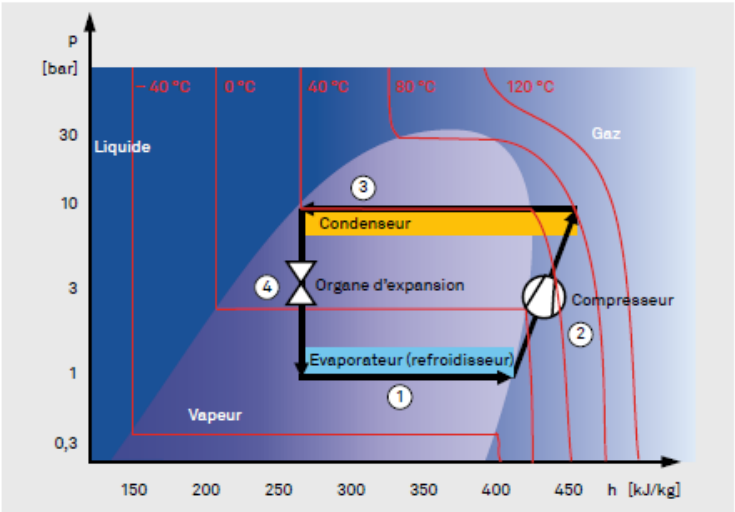
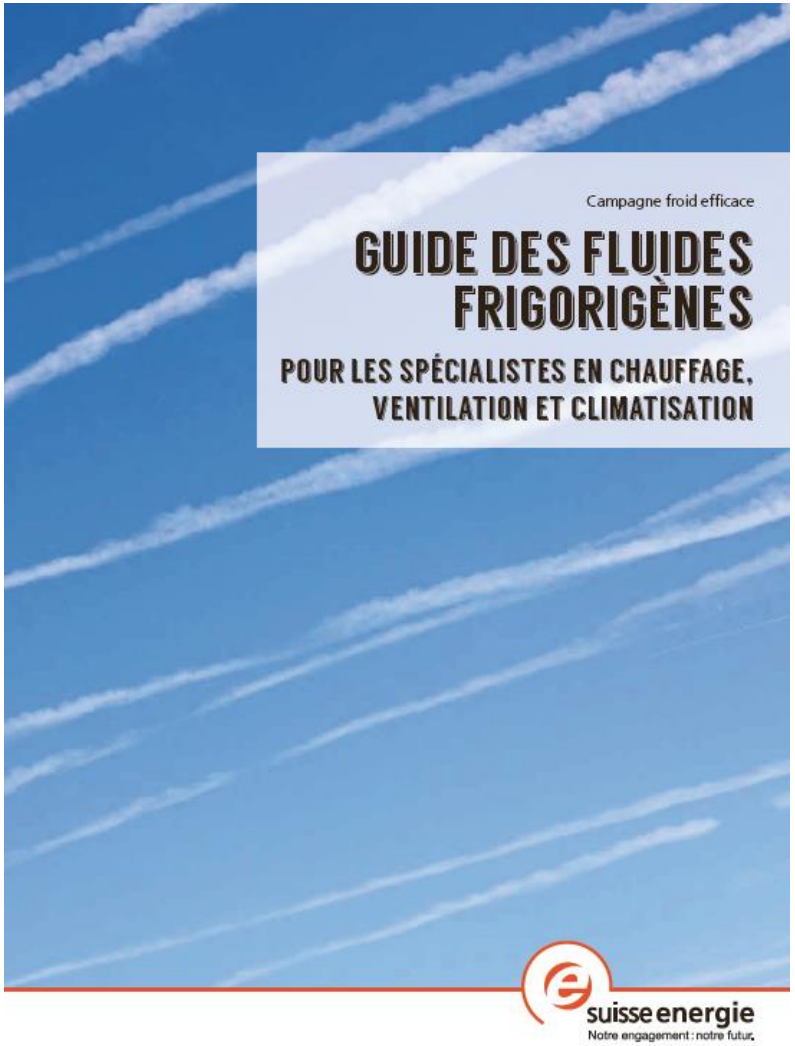


Illustration 11: Diagramme enthalpie-pression d'une machine frigorifique avec une température de refroidissement de – 10 °C et température ambiante de 30 °C. (Source: energie.ch, 2017)

Fluide frigorigènes

Guide pour les spécialistes



«…le fluide est le flux vital indispensable de toute installation de froid…»

Les fluides frigorigènes sont réglementés (restrictions et interdictions) par l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim)

Fluide frigorigènes

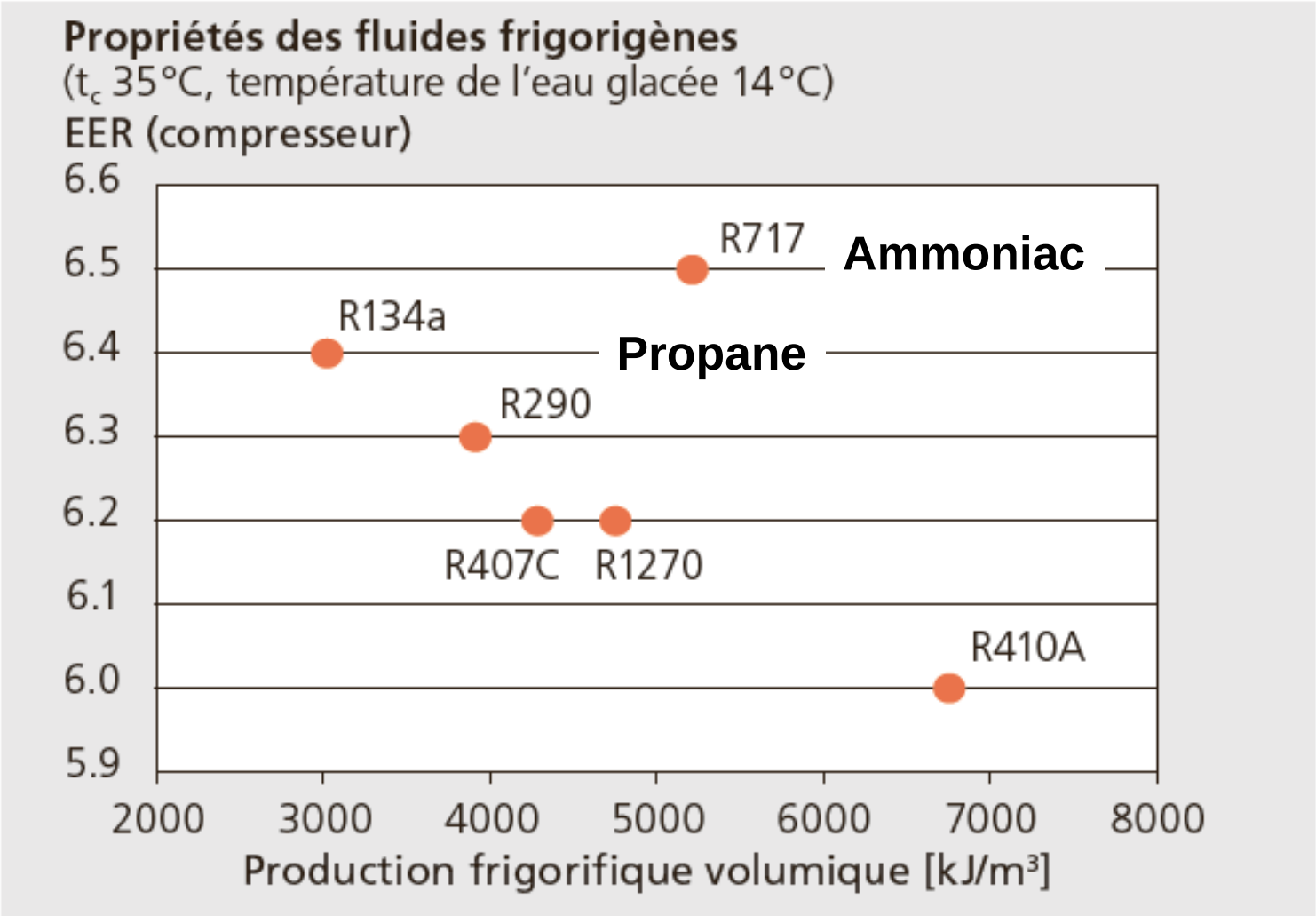
Six fluides typiques

R134a	R290 (Propane)	R410A
Frigorigène synthétique, stable dans l'air	Frigorigène naturel	Frigorigène synthétique, stable dans l'air
+ Frigorigène éprouvé + Non inflammable[1] + Toxicité réduite – PRG élevé (1430)	+ Frigorigène éprouvé – Inflammabilité accrue + Toxicité réduite + PRG bas (3)	+ Frigorigène éprouvé + Non inflammable[1] + Toxicité réduite – PRG élevé (2090) – Pression élevée (30–35 bar)

R717 (Ammoniac)	R744 (CO_2)	R1234ze, R1234yf
Frigorigène naturel	Frigorigène naturel	Frigorigène synthétique, non stable dans l'air
+ Frigorigène éprouvé – Faible inflammabilité – Toxicité accrue + PRG bas (0)	+ Frigorigène éprouvé + Non inflammable[1] + Toxicité réduite + PRG bas (1) – Pression élevée (110 bar)	– Aucune expérience à long terme pour l'instant – Faible inflammabilité + Toxicité réduite + PRG bas (4) ou (7)

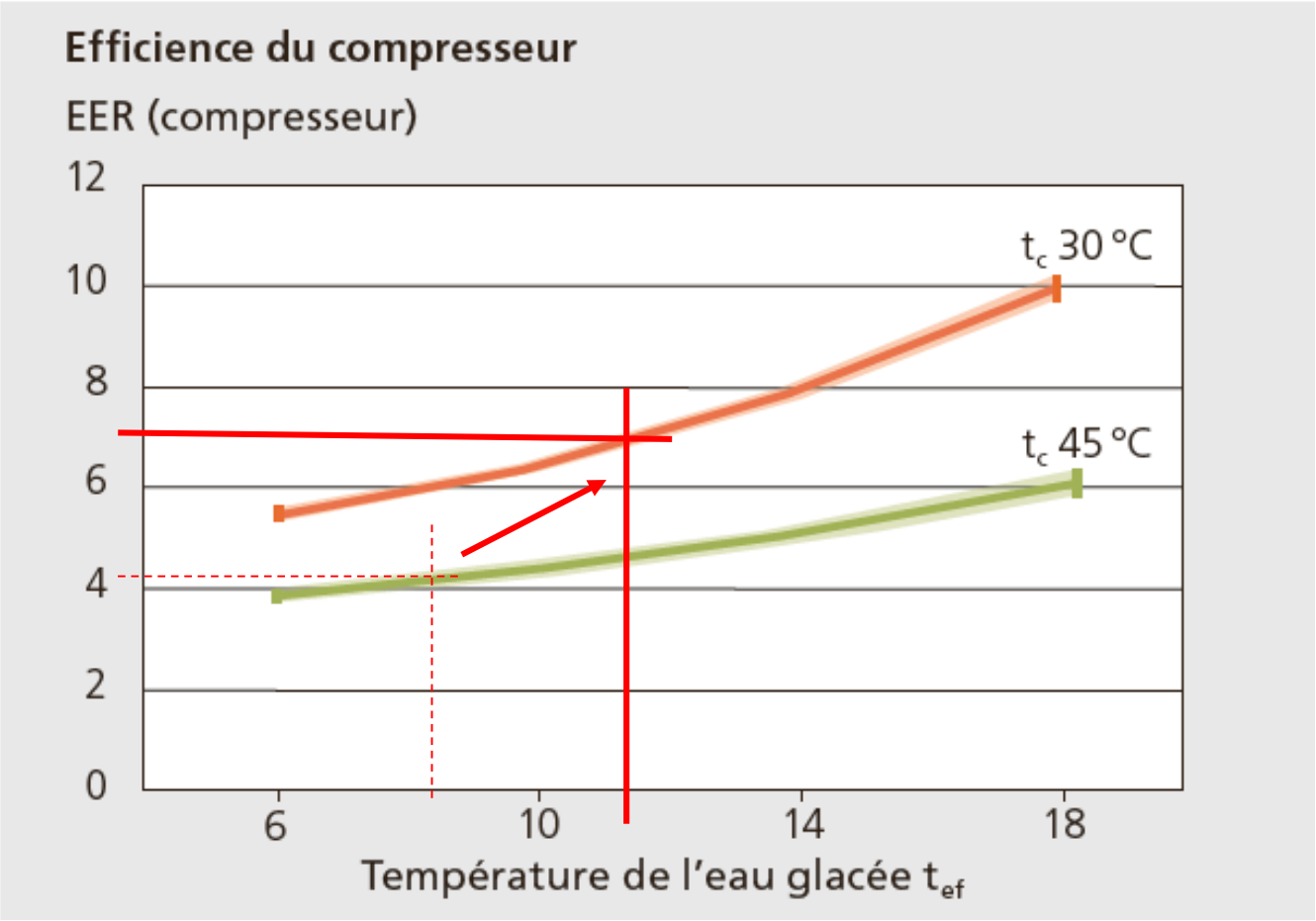
Fluide frigorigènes

Efficacité énergétique



Fluide frigorigènes

Exploitation conformément aux besoins



OFEN – Soutien aux mesures d'efficacité

Approprié pour le remplacement anticipé et l'amélioration des installations de froid

Descripion	**Appels d'offres publiques** pour des mesures d'efficacité électrique, qui n'auraient pas pu être réalisées sans subvention. Mise au concours: les requêtes sont soumises aux enchères, l'attribution de la contribution va aux meilleurs coût efficacité (cts / kWh économisé)
Soumission des programmes et des projets	- Dépôt des projets 1er tour: jusqu'au 9 février 2018 - Dépôt des projets 2ème tour: jusqu'au 7 septembre 2018 - Dépòt des programmes: jusqu'au 9 mai 2018
Information / contact	Prokilowatt.ch – «Vue d'ensemble des programmes en cours» Prokw.ch – Entrée dans le Pj-Webtool/Quickcheck – téléchargement d'aides
Organisme porteur	Privé et/ou partenaire publique
Budget en 2017	20 Mio. CHF les projets (1er tiur: max. 15 Mio. CHF) 30 Mio. CHF pour les programmes
Contribution OFEN	20 – 2'000 kCHF (projets) 150 – 3'000 kCHF (programmes)
Contribution max. OFEN	max. 30% des coûts du projet (l'âge de l'installation ne joue plus aucun rôle)
Types de coûts autorisés	Investissements avec Pay-Back > 4 ans (mesures) Programme: max. 25% de la contribution pour la gestion/com./Monitoring
Durée projets/programmes	Jusqu'à 3 ans

OFEN – Soutien aux mesures d'efficacité

Pro Frio2 Das Förderprogramm für energieeffiziente Kälteanlagen (enerprice.ch/profrio2)

ProKilowatt

Mesures

- Rétrofit dégivrage
- Remplacement du compresseur par un modèle avec VdF
- Remplacement d'une vanne de détente thermostatique par une électrique
- Installation d'un système de réglage de niveau supérieur

Prérequis

- Puissance ≥ $5kW_{froid}$
- Mesures hors du cadre légale obligatoires (p.ex. Convention d'objectif ou subvention d'un tiers)
- Demande remplie par un expert ProFrio

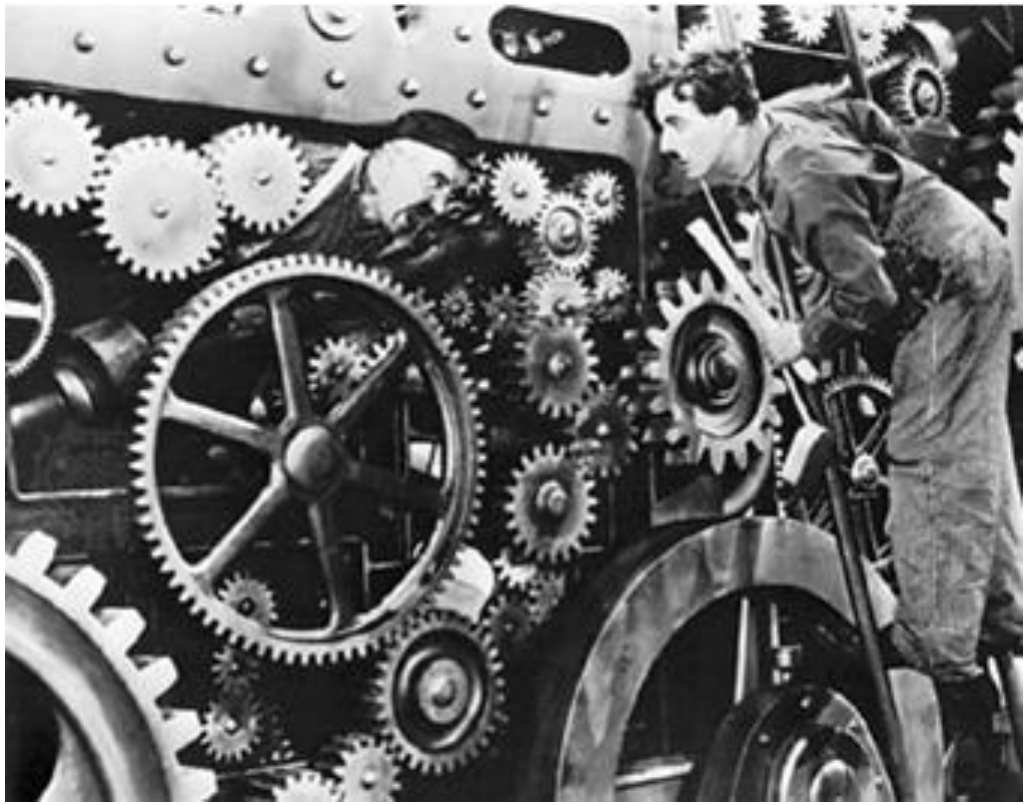
Montant de la contribution

- Jusqu'à 40% des surcoûts, mais 100'000.- CHF au maximum

Merci de votre attention!

www.topmotors.ch

www.froidefficace.ch



www.energieschweiz.ch

www.prokilowatt.ch