

# Réduisez vos charges par un Froid Efficace!



SVK Schweizerischer Verein  
für Kältetechnik  
ASF Association Suisse du Froid  
Suisse romande  
ATF Associazione Italiana  
Frigoristi

# Un froid efficace qui vaut le coup!

Pour l'environnement, pour votre entreprise.

Connaissez-vous les quantités d'énergie englouties dans vos chambres froides, meubles frigorifiques et systèmes de climatisation? Une installation frigorifique d'une puissance de 100 kW(froid)\*\* génère 25'000 francs de dépenses énergétiques par an.

Ce qui ressort de l'expérience des experts de la branche du froid? La possibilité d'économiser en moyenne 20 pour cent de ces coûts, soit 5'000 francs par an ou 50'000 francs sur 10 ans.

Ce dossier vous indique comment optimiser l'exploitation du froid par quelques mesures éprouvées, et diminuer ainsi vos frais d'exploitation et d'énergie. Une initiative n'ayant rien de sorcier et à la portée de n'importe quelle entreprise et partout: dans le commerce de détail comme dans l'artisanat pour le refroidissement des processus dans l'univers industriel ou pour le froid climatique.

Saisissez cette opportunité pour réduire vos coûts et doper votre compétitivité!

- \*\* Une installation frigorifique d'une puissance de 100 kW(froid) équivaut approximativement à:
- un supermarché (800 m<sup>2</sup>) avec env. 50 m linéaires de meubles réfrigérants, 22 m.l. de mobilier de congélation et 3 chambres froides,
  - un immeuble de bureaux climatisé d'env. 14'000 m<sup>2</sup> de surface et/ou 600 postes de travail,
  - une boulangerie (atelier de production compris) ou boucherie (local de traitement compris) semi-industrielle.

# Moins de dépenses pour vous, dirigeant d'entreprise

Ce dossier vous indique la marche à suivre pour réussir à améliorer sans effort l'efficacité énergétique de votre installation frigorifique et réduire vos charges d'exploitation. Voici un récapitulatif des quatre principales étapes:

**1. Désignez une personne responsable des installations frigorifiques dans votre entreprise.**  
Donnez à ce responsable la compétence nécessaire pour consulter un spécialiste du froid extérieur (installateur, planificateur, fournisseur) et solliciter des conseils.

**2. Les ressources à l'usage de votre responsable Froid** sont les check-lists ci-jointes pour le contrôle annuel du froid et les manuels contenant les commentaires détaillés des mesures applicables.



**3. Ordonnez à la hiérarchie d'informer son personnel des principales recommandations comportementales.**



**4. Procédez à un contrôle annuel du froid**  
Exigez de votre responsable Froid les résultats du contrôle. Instaurez pour vos employés et leurs supérieurs des incitations à suivre les conseils d'économie d'énergie, et à réaliser le contrôle avec la plus grande minutie.

Ce dossier vous a été transmis par:

# Efficacité énergétique du froid

## Abordez la question dans les règles de l'art!

### 1. Désignez une personne pour être responsable des installations et systèmes frigorifiques

Responsabilité clairement établie et compétences sont les conditions requises pour une exploitation efficace des systèmes de froid. Des prérequis importants aussi pour les petites entreprises qui n'ont fréquemment aucun directeur technique.

Aussi devez-vous nommer une personne pour assumer la responsabilité des systèmes de froid et pour s'en occuper. Il peut s'agir du service de maintenance, d'un concierge compétent, voire d'un collaborateur chevronné ou intéressé sur le plan technique.



### 2. Ordonnez la réalisation d'un contrôle annuel en 5 phases

L'installation frigorifique doit être contrôlée minutieusement et systématiquement une fois par an. Confiez cette tâche à votre responsable Froid – ce dernier devant utiliser pour cette mission la check-list ci-jointe et le manuel contenant les mesures d'optimisation des installations et systèmes de froid. Fixez un mois précis où aura lieu le contrôle en 5 phases.



#### Contrôle annuel du froid

A réaliser systématiquement dans tous les systèmes. Le bilan de ce contrôle montre comment réduire la consommation de froid tout en le produisant efficacement.



#### Manuel des mesures pour l'optimisation de systèmes frigorifiques

Le responsable Froid trouvera dans ce manuel les instructions et informations sur les modes d'optimisation des installations et comment procéder à l'élimination des défauts.



### 3. Rappelez vos collaborateurs à leur devoir

Les économies d'énergie sont l'affaire de tous! Spécifiez clairement aux membres de votre personnel que la gestion responsable de l'énergie compte parmi les priorités de la direction générale. Ordonnez à la hiérarchie de transmettre à ses collaborateurs les recommandations comportementales essentielles, et vérifiez aléatoirement leur respect en bonne et due forme.

Découvrez dans cette documentation trois fiches techniques à l'intention de vos collaborateurs: elles contiennent les principaux conseils pour consommer moins d'énergie.



#### 7 conseils d'économie d'énergie pour chambres froides et locaux de surgélation

Cette notice explicative s'adresse au personnel chargé de la manutention des produits des chambres frigorifiques et locaux de surgélation. La personne responsable du réglage des températures de ces zones est également concernée.



#### 5 conseils pour la climatisation des espaces de travail

Lors d'une réunion de l'équipe, tous les collaborateurs disposant d'un poste de travail fixe doivent être avisés du contenu de ces conseils. En outre, cette note explicative doit être obligatoirement apposée sur le tableau d'affichage de chaque bureau.



#### 7 conseils d'économie d'énergie pour meubles de réfrigération et congélation

Ces recommandations s'adressent aux employés chargés de remplir et/ou de vider les meubles de réfrigération et congélation. Sans oublier les collaborateurs en charge du positionnement des appareils de réfrigération mobiles.

### 4. Consultez si nécessaire des spécialistes externes

Des collaborateurs chevronnés sur le plan technique ou manuel peuvent implémenter une bonne partie des mesures d'optimisation. Demandez au responsable Froid de vous indiquer qui peut et doit intervenir, et pour quelles tâches! En effet, il n'est pas toujours bon de cultiver cette expertise au sein même de l'entreprise.

Pour les mesures que vous ne pouvez appliquer vous-même, il est recommandé de faire appel à un spécialiste compétent. Un conseil valable surtout pour les opérations qui requièrent une qualification professionnelle spécifique, par exemple pour la gestion des fluides frigorigènes.

Par ailleurs, certaines mesures d'optimisation comportent des risques si elles ne sont pas correctement réalisées. Le contrôle en 5 phases signale les mesures pour lesquelles il est bon de se faire conseiller par un spécialiste extérieur à l'entreprise.

---

### Vous recherchez un spécialiste compétent en matière de froid?

Le site Internet de l'ASF/SVK ([www.asf-froid.ch](http://www.asf-froid.ch) / [www.svk.ch](http://www.svk.ch)) vous propose une liste d'experts. Le secrétariat de l'association peut en outre vous indiquer où trouver un spécialiste du froid dans votre région.

---

Vous pouvez télécharger l'ensemble des documents, check-lists, fiches techniques et infos complémentaires relatifs à l'Efficacité Énergétique dans le domaine du Froid depuis le site [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch).

# Meubles frigorifiques

## 7 conseils d'économie d'énergie

Grâce à ces sept mesures, nous réduisons nos besoins en électricité pour la réfrigération et faisons baisser sensiblement nos coûts énergétiques. Participez!

### 1. Dégager les orifices de ventilation

Assurez-vous que les orifices de ventilation ne sont pas bouchés par des marchandises et indicateurs de prix. Enlevez immédiatement les étiquettes et papiers susceptibles d'obstruer ces orifices.

### 2. Respecter la hauteur d'empilage

Lors du chargement des meubles réfrigérés, respectez la hauteur (limite) de stockage. Évitez d'y charger une quantité excessive de produits. Le surplus de marchandise doit être apporté dans la chambre froide. Répartissez toujours les produits de manière égale dans les meubles bahuts, et vérifiez régulièrement leur répartition.

### 3. Ne pas charger de produits chauds

Laissez refroidir les aliments chauds par un passage en chambre froide; une fois la température cible atteinte, transférez la marchandise dans la vitrine de vente. Des produits chauds peuvent en effet perturber localement et de façon sensible la température de réfrigération de la banque réfrigérée ou de congélation – avec pour conséquence une hausse inutile de la consommation d'énergie et des coûts énergétiques.

### 4. Températures correctes

Réglez correctement la température, en fonction de la marchandise que vous mettez en place. Vous trouverez au verso des valeurs indicatives de températures optimales pour le stockage et la vente.

### 5. Protéger meubles et congélateurs

En-dehors des heures d'ouverture, n'oubliez jamais de fermer les rideaux de nuit des meubles réfrigérés et de protéger le bahut de congélation. Si votre vitrine frigorifique



possède des stores automatiques, vérifiez leur bonne fermeture à l'extinction des lumières.

### 6. Halte aux apports thermiques externes

Évitez d'exposer le meuble réfrigéré ou le congélateur (à glaces) au rayonnement direct du soleil. Déplacez-le ou donnez-lui de l'ombre. Installez les banques mobiles (congélateurs utilisés pour une action commerciale en magasin) de manière à ce qu'elles ne subissent pas de courant d'air et que son air chaud évacué ne soit pas pulsé dans d'autres meubles réfrigérés.

### 7. Signaler immédiatement les défauts

Signalez sans attendre au responsable de l'installation frigorifique les défauts, comme des joints de porte défectueux, un dysfonctionnement des mécanismes de fermeture des portes, le givrage du dispositif, des bruits de ventilateur inhabituels ou forts, le non-fonctionnement de la fermeture automatique des rideaux de nuit, voire le manque de couvercles et d'éléments de protection.



## Conseils et compléments d'information

### Orifice de ventilation et hauteur de stockage

Si des clients sèment le désordre dans le meuble de froid ou si le personnel surcharge les rayonnages dans l'urgence (au lieu de ramener la marchandise en chambre froide), il peut s'ensuivre une perturbation sensible de l'équilibre du froid dans le système. Ce qui semble être un problème visuel insignifiant est un obstacle à la bonne circulation de l'air. Le meuble ne produisant plus la puissance escomptée, la qualité des marchandises et les coûts de fonctionnement en sont affectés.

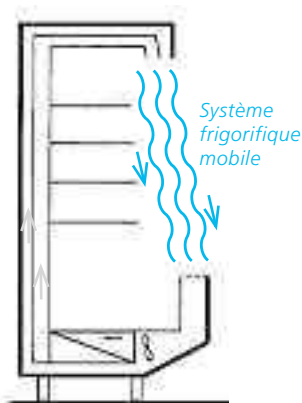


Figure: Pour se protéger, les systèmes frigorifiques dressent un invisible rideau d'air froid qui retient le froid à l'intérieur du meuble réfrigéré. Il garantit une température constante, réduit la consommation énergétique et les coûts de fonctionnement. (Fig.: RAVEL)

### Veiller à installer correctement le mobilier

Les meubles réfrigérés mobiles (congélateurs utilisés pour des actions commerciales dans le magasin, congélateurs-bahuts) sont sans cesse déplacés et repositionnés. Assurez-vous en l'occurrence que l'air chaud évacué par ce mobilier mobile ne soit pas pulsé à l'intérieur d'autres meubles frigorifiques. Du reste, ceux-ci ne doivent pas se trouver au courant d'air, ni proches de bouches de soufflage de l'installation d'aération, car ces deux éléments détruisent le rideau d'air froid.

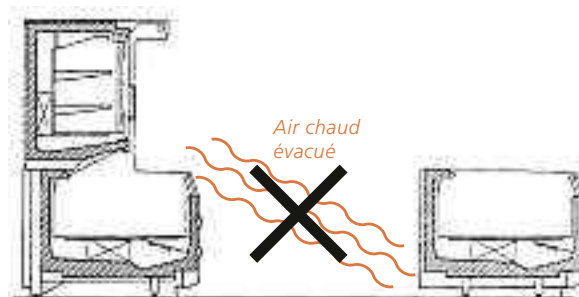


Figure: Installez les systèmes frigorifiques mobiles de manière à ce qu'ils ne pulsent pas d'air chaud à l'intérieur d'autres meubles réfrigérés. (Fig.: RAVEL)

Valeurs indicatives des températures	Stockage	Vente
Produits laitiers, crémiers et fromagers	3–5 °C	3–5 °C
Œufs	sans réfrigération	sans réfrigération
Légumes prêts à cuisiner, salade mêlée	3–5 °C	3–5 °C
Poisson, crustacés, mollusques	0–2 °C	0–2 °C
Viande	0–2 °C	3–5 °C
Pâtisserie, produits de boulangerie frais	3–5 °C	3–5 °C
Produits surgelés	-18 °C	-18 °C
Glaces, crèmes glacées	-22 °C / -25 °C	-20 °C / -22 °C
Fruits, légumes	8–13 °C	–
Fleurs coupées	6–10 °C	–
Plantes	13–15 °C	–

### Réglage correct des températures

Refroidir des produits et marchandises, à des températures plus basses qu'il ne faut, relève inutilement le besoin en énergie et les coûts d'exploitation. Réglez la température à un niveau aussi élevé que possible et aussi bas que nécessaire. L'Ordonnance fédérale sur les denrées alimentaires prescrit certaines températures pour différents aliments.

- ✓ Les coûts énergétiques croissent de 3% pour chaque degré de température abaissé.
- ⚠ Les congélateurs-bahuts et armoires de congélation doivent être généralement refroidis à -18 °C. Un sous-refroidissement à -24 °C requiert environ 20% d'énergie en plus.

Pour plus d'infos sur les économies d'énergie dans les installations et systèmes frigorifiques, rendez-vous sur [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch).

# Chambres froides et de congélation

## 7 astuces pour économiser l'énergie

Les sept mesures suivantes nous permettent de réduire sensiblement la consommation de froid et nos coûts énergétiques. Participez!

### 1. Fermer les portes et éteindre la lumière

Ouvrez les portes quelques instants en vous abstenant de les bloquer avec une cale, y compris pendant le chargement de la chambre froide. Ordre et logique d'organisation de l'espace minimisent votre durée de présence dans ce lieu. N'oubliez jamais d'éteindre la lumière en sortant.

### 2. Respecter la hauteur de stockage

Structurez la chambre froide afin que l'air froid puisse circuler sans obstruction et que la marchandise stockée dans les coins et en hauteur soit suffisamment réfrigérée. Respectez les limites de charge et veillez à ce qu'un ordre adéquat règne dans le local.

### 3. Ne pas charger de produits chauds

Laisser refroidir les aliments chauds par un passage en chambre froide; une fois la température froide atteinte, transférez la marchandise dans la vitrine de vente. Des produits chauds peuvent en effet perturber localement et de façon sensible la température de refroidissement dans l'installation ou le système de réfrigération/congélation – avec pour conséquence une hausse inutile de la consommation d'énergie et des coûts énergétiques.

### 4. -5°C dans les locaux de surgélation vides

Si le local ou la cellule de surgélation est vide, relevez la température à -5°C (cf. verso).

### 5. Arrêter les chambres froides

Si la chambre froide est vide, stoppez son fonctionnement.



### 6. Températures correctes

Réglez correctement la température, en fonction de la marchandise que vous mettez en place. Vous trouverez au verso des valeurs indicatives de températures optimales pour le stockage et la vente.

### 7. Signaler immédiatement les défauts

Signalez sans attendre au responsable de l'installation frigorifique les défauts, comme des joints de porte défectueux, un dysfonctionnement des mécanismes de fermeture des portes, la présence de glace sur les parois et l'évaporateur, du givrage au sol (sécurité) et des bruits de ventilateur inhabituels ou élevés.





## Conseils et compléments d'information

### Portes ouvertes

L'air chaud et humide pénètre dans la chambre froide par l'ouverture de la porte. Dans les locaux de congélation, il y a condensation de cet air qui se transforme ensuite en glace. La formation de glace sur les murs et le sol indique en conséquence que la porte reste trop souvent ouverte.



Figure: Plaques de glace au plafond et sur le mur

### Ne jamais stopper totalement les locaux de congélation!

Pour les locaux de surgélation, il ne faut jamais couper totalement l'installation de production du froid. En effet, l'eau gelée dans l'enveloppe du local peut fondre et s'accumuler sur le sol. Cette eau gèle à nouveau dès la remise en route, d'où le risque d'un soulèvement de la dalle et d'une détérioration de la statique.

### Sécurité des membres du personnel

Les chambres froides où règne une température de moins de zéro degré doivent pouvoir s'ouvrir constamment de l'intérieur comme de l'extérieur. Les locaux d'un volume supérieur à 10 m<sup>3</sup> (c'est-à-dire: longueur 2 m x profondeur 2,5 m x hauteur 2 m) doivent être équipés à l'intérieur d'un interrupteur d'alarme et d'éclairage.

Source: EN 378-1 (2008).

### Éclairage de la chambre froide

Éteignez la lumière dans la chambre froide dès que vous sortez. Voyez avec le responsable Froid s'il serait judicieux d'installer un détecteur de présence. Cet appareil éteint et allume automatiquement la lumière. Aujourd'hui, l'idéal est de recourir dans les chambres froides et locaux de surgélation à des lampes à LED ou éclairages fluorescents. La technologie des LED a l'avantage de fournir une luminosité totale pour un faible rayonnement de chaleur.

### Réglage correct des températures

Refroidir des produits et marchandises, à des températures plus basses qu'il ne faut, relève inutilement le besoin en énergie et les coûts d'exploitation. Réglez la température à un niveau aussi élevé que possible et aussi bas que nécessaire. L'Ordonnance fédérale sur les denrées alimentaires prescrit certaines températures pour différents aliments.

Valeurs indicatives de températures	Stockage	Vente
Produits laitiers, crémiers et fromagers	3–5 °C	3–5 °C
Œufs	sans réfrigération	sans réfrigération
Légumes prêts à cuisiner, salade mêlée	3–5 °C	3–5 °C
Poisson, crustacés, mollusques	0–2 °C	0–2 °C
Viande	0–2 °C	3–5 °C
Pâtisserie, produits de boulangerie frais	3–5 °C	3–5 °C
Produits surgelés	–18 °C	–18 °C
Glaces, crèmes glacées	–22 °C/–25 °C	–20 °C/–22 °C
Fruits, légumes	8–13 °C	–
Fleurs coupées	6–10 °C	–
Plantes	13–15 °C	–

 À noter: Les coûts énergétiques croissent de 3% pour chaque degré de température abaissé.

Pour plus d'infos sur les économies d'énergie dans les installations et systèmes frigorifiques, rendez-vous sur [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch).

# Un agréable climat ambiant

## 5 recommandations pour l'été

Les cinq mesures suivantes peuvent nous permettre de réduire sensiblement notre consommation de froid et nos coûts énergétiques. Participez!

### 1. Des températures correctes

Si vous pouvez régler la température (froide) d'une pièce sur un thermostat d'ambiance, positionnez-le sur 22 à 26 °C en été (cf. verso).

### 2. Minimiser les apports thermiques

Tous les appareils électriques dégagent de la chaleur et réchauffent les pièces. Coupez systématiquement les sources de chaleur internes (lampes, machines à café, rétroprojecteurs etc.) lorsqu'elles sont superflues. De même, il est judicieux d'éteindre l'ordinateur lors de pauses de 15 minutes minimum.

### 3. Tirer parti du refroidissement nocturne

Laissez les fenêtres ouvertes pendant la nuit (ex. ouverture de biais) et utilisez l'air nocturne pour rafraîchir les pièces.



### 4. Donner de l'ombre sans tarder

Ombragez l'espace de bonne heure pour éviter le moindre rayonnement du soleil à l'intérieur. Faites descendre les stores, volets roulants extérieurs etc.

### 5. Fermer portes et fenêtres

Fermez complètement les portes et fenêtres pendant la journée. Vous maintenez ainsi l'air ambiant froid de l'immeuble à un niveau agréable tout en bloquant l'air chaud extérieur. Pour produire des courants d'air, ouvrez la fenêtre du côté ombragé ou la porte menant au couloir. Dans les bureaux climatisés, les fenêtres doivent rester closes.

### Usage ciblé et correct des petits climatiseurs.

Suivez les recommandations suivantes pour les petits climatiseurs (blocs compacts ou climatiseurs split):

**Usage ciblé:** Refroidissez uniquement la pièce que vous utilisez. La durée de pré-refroidissement ne doit pas excéder 1 à 2 heures.

**Positionnement adéquat:** Placez le climatiseur dans la pièce de manière à ce que l'air puisse circuler librement et sans encombre.

**Fermeture des fenêtres:** Fermez portes et fenêtres lorsque le petit climatiseur fonctionne.

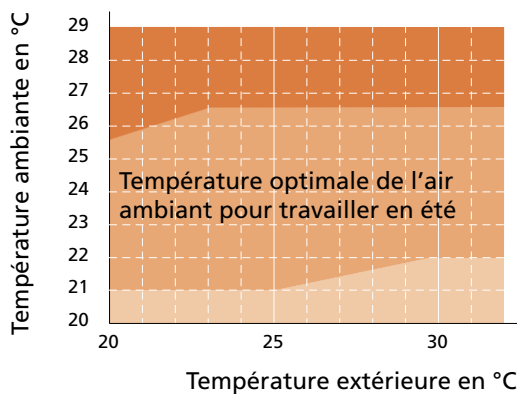


## Conseils et compléments d'information

### Température ambiante correcte en été

Lorsqu'il fait chaud dehors pendant la période estivale, il est fréquent que la température ambiante «monte» aussi au bureau. S'il vous est possible de régler vous-même la température de la pièce, reportez-vous aux valeurs mentionnées dans le tableau ci-dessous.

La température de travail optimale se situe entre 22 et 26 °C, les températures plus basses devant être évitées. Car rien n'est plus désagréable que de sortir d'un bureau frisquet (18°C) pour affronter la pesante chaleur estivale.



*Courbe de confort pour diverses températures extérieures. La zone centrale désigne la température ambiante optimale pour travailler durant l'été. (Source: SIA).*

À noter: votre climatiseur ne refroidit pas plus rapidement si vous réglez le thermostat au plus bas niveau possible. Pour obtenir une température ambiante de 24 °C, vous devez placer le thermostat sur 24 °C et non sur 18 °C.

### Ombrage

L'idéal est une ombre extérieure apportée par des stores, volets traditionnels ou volets roulants. Des fenêtres ombragées ne laissent passer qu'un cinquième de la chaleur solaire. Si vous avez des stores à lamelles, orientez-les de manière à empêcher le rayonnement direct du soleil tout en filtrant encore un peu de lumière vers l'intérieur. Vous pouvez renoncer à l'éclairage électrique et éviter tout

chauffage intérieur. Si les éléments permettant d'apporter de l'ombre à l'intérieur d'une pièce (ex. stores ou rideaux) sont moins efficaces – parce que la lumière du soleil et l'énergie (chaude) ont déjà investi les lieux – cela vaut mieux que pas de protection du tout.



### Refroidissement nocturne

C'est peu avant le lever du soleil que l'air est le plus froid. Si vous laissez les fenêtres ouvertes la nuit en été (ex. ouverture en imposte), les espaces seront agréablement frais au matin grâce à l'air nocturne. Si vous êtes obligé de clore les fenêtres de votre entreprise pendant la nuit (protection contre les effractions), la première chose à faire le matin est de les ouvrir. Faites circuler l'air transversalement d'une pièce à l'autre. Ainsi vous profitez de l'air revigorant de la nuit!

✓ La consommation d'énergie et les coûts énergétiques du refroidissement augmentent de 3% pour chaque 1°C de température ambiante inférieure!

⚠ Attention – N'oubliez pas la pluie ni le vent!  
Ne laissez pas les fenêtres ouvertes la nuit que si les conditions météorologiques le permettent.

Pour plus d'infos sur les économies d'énergie dans les installations et systèmes frigorifiques, rendez-vous sur [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch). Cette notice explicative a été conçue en collaboration avec la SICC.

# Le contrôle du froid annuel

## Optimisation des systèmes et installations frigorifiques en 5 phases



### Check-list à l'intention du responsable Froid

Emplacement de l'installation/du système

Responsable

Date

# Le contrôle en 5 phases

## Exploitez le potentiel d'économies que recèle votre installation frigorifique, sans grands investissements!

Même des entreprises bien gérées consomment souvent trop d'énergie pour les systèmes de froid. Cela vaut donc la peine d'agir car les coûts de fonctionnement baissent lorsqu'on économise l'énergie. Saisissez cette opportunité et profitez du contrôle en 5 phases pour optimiser à peu de frais vos installations et systèmes frigorifiques.

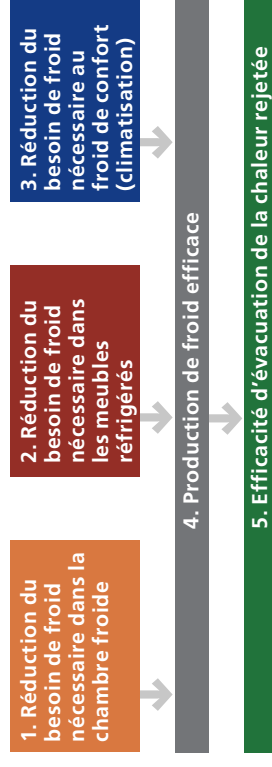
Le contrôle en 5 phases vous présente une sélection de mesures qui ont fait leurs preuves dans la pratique d'une part, et qui sont financièrement rentables d'autre part. Il vous permet en plus d'instaurer une base solide pour une optimisation réussie. En fonction de l'entreprise et de la situation, il est bon de prendre des dispositions supplémentaires. Toutes les mesures proposées en vue du contrôle énergétique se caractérisent en principe par un bon rapport coût-efficacité. Dans la check-list, les étoiles désignent le potentiel d'économies, à savoir la quantité de kWh susceptible d'être épargnée (\* = \*\* = \*\*\* = gros potentiel; \* = faible potentiel). Cette estimation vise à vous aider à choisir les mesures que vous voulez mettre en œuvre en premier.

### Sollicitez des spécialistes du froid (frigoristes) extérieurs et demandez conseil

Un collaborateur chevronné sur le plan technique ou manuel peut mettre en œuvre de nombreuses mesures d'optimisation. Toutefois, il n'est pas toujours opportun que cette personne s'approprie toute cette expertise. Voilà pourquoi on a recours à bon escient à des spécialistes extérieurs.

Ceux-ci doivent appliquer les mesures que vous ne pouvez que rarement exécuter vous-même: un conseil valable en particulier pour les opérations qui requièrent une qualification professionnelle spécifique, comme la gestion des fluides frigorigènes. Par ailleurs, certaines mesures d'optimisation comportent des risques si elles ne sont pas réalisés dans les règles de l'art. Le contrôle en 5 phases met en avant les mesures pour lesquelles il vaut mieux se faire conseiller par un expert externe à l'entreprise.

Réalisé une fois par an, le contrôle d'énergie en 5 phases cible les objectifs suivants:



Le contrôle en 5 phases est structuré pour vous permettre d'en tirer parti quelle que soit votre branche ou la taille de votre organisation. Ignorez la phase 2 par exemple si vous ne possédez aucun mobilier frigorifique. En fonction de la configuration de votre entreprise et selon votre niveau de connaissances, il est judicieux que vous (en tant que responsable Froid) parcouriez la check-list en interne, voire avec le support d'un spécialiste externe.

## Votre mode opératoire suivant pour le contrôle en 5 phases

- > Discutez de cette check-list lors du prochain contact avec votre spécialiste du froid/frigoriste (ex. lors d'une de ses interventions).
- > Fixez une date à laquelle vous réaliserez ce contrôle.
- > Parcourez la check-list point par point. Vous pouvez cocher les points étudiés et noter les actions nécessaires définies.
- > Demandez conseil à un expert pour certaines mesures sur lesquelles vous avez des doutes.
- > Déterminez le délai sous lequel vous voulez régler les points appelant une action, et consignez ces dates dans votre échéancier annuel ou votre agenda électronique.
- > A la rubrique Remarques, vous pouvez indiquer d'éventuels motifs, recommandations, informations sur le matériel utile et autres.
- > Renouvelez le contrôle d'énergie l'année suivante.

# Réduction du froid utilisé

## 1. Contrôle de la chambre froide

■ Nous n'avons pas de chambre froide. Le contrôle est nul et non avenue.

Mesure	Potentiel	A été contrôlé(e)	Action indispensable	À régler d'ici	Remarques
<b>1.1 Vérification des portes</b> Examinez si la fermeture des portes est bien hermétique. En cas de détérioration des joints en caoutchouc ou de rupture/sectionnement des bandes magnétiques, ordonnez leur remplacement.	<b>**</b>	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Remplacer les joints d'étanchéité en caoutchouc <input type="checkbox"/> Remplacer les bandes magnétiques <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>1.2 Vérification de l'éclairage</b> L'éclairage est-il correctement utilisé par les employés? Si tel n'est pas le cas, informez-en vos collaborateurs. > Remettre les informations pour le personnel concernant la chambre froide.  Examinez s'il est possible d'installer un détecteur de mouvement. Notez que le monteur-frigoriste doit toujours avoir la possibilité d'enclencher la lumière par un interrupteur fixe (sécurité).	<b>**</b>	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Informer les membres du personnel <input type="checkbox"/> Installer après-coup un détecteur de mouvement <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>1.3 Nettoyer le refroidisseur</b> Examinez si le refroidisseur est sale et nettoyez-le au besoin: > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	<b>**</b>	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Procéder soi-même au nettoyage <input type="checkbox"/> Faire intervenir une société de nettoyage-spécialisée <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>1.3 Redresser les ailettes du refroidisseur</b> Vérifiez si les ailettes du refroidisseur (échangeur de chaleur) sont déformées. Redressez-les si nécessaire. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	<b>**</b>	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Redresser soi-même les ailettes <input type="checkbox"/> Faire intervenir une société spécialisée <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....



### Optimiser le froid des processus de fabrication / production

Il existe des possibilités d'optimisation même en cas d'organisation parfaite des processus de fabrication/production. Après une modification du cycle de production, peut-être a-t-on seulement besoin d'air à -6 °C, au lieu de l'air froid initial à -12°C. C'est la raison pour laquelle il est sage de contrôler régulièrement ces opérations et de les optimiser au regard de la technique du froid.

1. Vérifiez s'il est encore utile d'utiliser du froid. Arrêtez à bon escient les applications non exploitées.
2. Réglez la température aussi basse que nécessaire, et aussi haute que possible. La consommation énergétique augmente de 3% pour chaque degré de température abaissé.
3. Contrôlez les écarts de température dans le système (voir aussi: Manuel, installations et systèmes frigorifiques, Info 1: Écarts de température des échangeurs de chaleur).
4. Vérifiez si le refroidisseur peut aspirer l'air sans obstruction (voir aussi: Manuel, Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 5: Optimisation de la commande des ventilateurs).

## Réduction du froid nécessaire

### 2. Contrôle des meubles réfrigérés (vitrines, banques, armoires, etc.)

■ Nous n'avons pas de meuble réfrigéré. Le contrôle est nul et non avénu.

Mesure	Potentiel	A été contrôlé(e)	Action indispensable	À régler d'ici	Remarques
<b>2.1 Vérification des portes</b>					
Examinez si la fermeture des portes est bien hermétique.	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Remplacer les joints d'étanchéité en caoutchouc <input type="checkbox"/> Remplacer les bandes magnétiques <input type="checkbox"/>	..... ..... .....	..... ..... .....
En cas de détérioration des joints en caoutchouc ou de rupture/sectionnement des bandes magnétiques, ordonnez leur remplacement.					
<b>2.2 Contrôle des orifices de sortie du système de ventilation</b>					
Contrôlez si les orifices de sortie du système de ventilation sont correctement réglés. Ils doivent être ajustés de telle sorte que l'air soufflé ne soit pas pulsé directement dans le meuble réfrigéré.	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Réorienter les orifices de sortie <input type="checkbox"/> Faire analyser les flux d'air au moyen d'un test fumigène	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>2.3 Contrôle du mobilier frigorifique mobile</b>					
Assurez-vous que le mobilier mobile (ex. banques pour des actions commerciales) est installé de manière à ce que l'air chaud soufflé ne soit pas aspiré par d'autres systèmes réfrigérés.	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Tourner la banque réfrigérée ou la changer de place <input type="checkbox"/>	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>2.4 Nettoyer le condenseur</b>					
Examinez si le condenseur est sale et nettoyez-le au besoin: > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Nettoyer le condenseur <input type="checkbox"/> Faire intervenir une société de nettoyage spécialisée <input type="checkbox"/>	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>2.5 Nettoyer le refroidisseur</b>					
Examinez si le refroidisseur est sale et nettoyez-le au besoin: > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Nettoyer le refroidisseur <input type="checkbox"/> Faire intervenir une société de nettoyage spécialisée <input type="checkbox"/>	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>2.6 Éteignez l'éclairage des étagères et devantures</b>					
Vérifiez si les étagères sont éclairées. Si c'est le cas, coupez le système d'éclairage.	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Éteindre soi-même <input type="checkbox"/> Confier ce travail à un spécialiste <input type="checkbox"/>	..... ..... .....	..... ..... .....



Les meubles réfrigérés ont-ils des rideaux de nuit ou des portes? Tous les congélateurs-bahuts ont-ils un couvercle vitré permanent?

La nuit et le week-end, il faut systématiquement fermer les meubles réfrigérés et congélateurs-bahuts. Cette précaution permet en effet de minimiser les pertes de froid et de diminuer sensiblement la consommation d'énergie. Vérifiez si le mobilier frigorifique possède des rideaux de nuit, voire des portes. Tous les congélateurs-bahuts ont-ils un couvercle? Si ce n'est pas le cas, songez à faire monter ces dispositifs et demandez une offre de prix à votre fournisseur.

# Réduction du froid nécessaire

## 3. Contrôle du climat de confort

■ Nous n'avons pas de froid de confort (climatisation). Le contrôle est nul et non avenu.

Mesure	Potentiel	A été contrôlé(e)	Action indispensable	À régler d'ici	Remarques
<b>3.1 Vérification des valeurs de consignes de la température d'eau glacée</b> Ajustez la courbe de refroidissement du régulateur de manière à ce qu'elle s'adapte aux différentes températures extérieures en hiver comme en été (glissement selon la température extérieure).	****	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Réajuster la courbe de refroidissement <input type="checkbox"/> Faire réajuster la courbe de refroidissement par un spécialiste* de la technique de réglage MCR	..... .....	..... ..... .....
<b>3.2 Contrôle des durées d'exploitation</b> Contrôlez si les durées d'exploitation de l'installation frigorifique et les horaires d'occupation du bâtiment sont coordonnés (fonctionnement jour & nuit, resp. en week-end, jours fériés ou pendant les vacances). Réglez l'interrupteur horaire en conséquence.	****	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Régler à nouveau les durées d'exploitation <input type="checkbox"/> Faire régler les durées d'exploitation par un spécialiste* de la technique de réglage MCR <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>3.3 Contrôle de la valeur de libération du froid climatique (climatisation)</b> Contrôlez la valeur de la température extérieure à laquelle l'installation frigorifique est libérée et réglez-la sur une valeur aussi élevée que possible. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 6: Régulation du froid de confort	****	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Régler à nouveau les valeurs de libération <input type="checkbox"/> Faire régler à nouveau les valeurs de libération par un spécialiste* MCR <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>3.4 Éviter chauffage et refroidissement simultanés</b> Assurez-vous, à l'aide d'un dispositif de verrouillage, que chauffage et refroidissement ne fonctionnent pas simultanément. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 6: Régulation du froid de confort	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Installer un dispositif de verrouillage <input type="checkbox"/> Faire installer un dispositif de verrouillage par un spécialiste* MCR <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>3.5 Sélectionner la température optimale de sortie d'eau glacée</b> Assurez-vous que la température de l'eau glacée de la machine de production de froid correspond exactement à la température nécessaire au système émetteur (plafond réfrigérant, panneau réfrigérant, activation de composant, etc.). Évitez tout écart ultérieur de la température d'eau froide (ex. de 6 °C à 8 °C).	****	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Régler à nouveau la température de sortie de l'eau glacée <input type="checkbox"/> Faire régler à nouveau la température de sortie d'eau glacée par un spécialiste ..... <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>3.6 Vérifier le point de transition (commutation) du refroidissement libre</b> Déterminez le point de transition (commutation) optimum de fonctionnement: du refroidissement libre au refroidissement mécanique. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 6: Régulation du froid de confort	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Paramétrer le point de transition (commutation) <input type="checkbox"/> Faire paramétrer le point de transition par un spécialiste* MCR	..... .....	..... ..... .....
<b>3.7 Redresser les ailettes de l'échangeur de chaleur</b> Redressez les ailettes déformées de l'échangeur de chaleur. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Redresser soi-même les ailettes <input type="checkbox"/> Confier ce travail au spécialiste du froid/frigoriste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....

\* En règle générale, il est judicieux de faire intervenir le spécialiste de la technique de réglage MCR (Mesure, Commande, Réglage) en même temps que le frigoriste (ex. collaborateur expert du fournisseur de la machine).



# Réduction du froid nécessaire

## 4. Contrôle des points de refroidissement et production de froid

Mesure	Potentiel	A été contrôlé(e)	Action indispensable	À régler d'ici	Remarques
<b>4.1 Optimiser la régulation du condenseur HP-Flottante</b> Veillez à ce que la température de condensation s'ajuste automatiquement à la température extérieure correspondante. En utilisant la régulation, ciblez un écart de température aussi faible que possible. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 6: Régulation du froid de confort	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Faire régler la température de condensation par un spécialiste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>4.2 Nettoyer le condenseur</b> Vérifiez si le condenseur est sale et nettoyez-le au besoin. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	**(*)	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Nettoyer le condenseur <input type="checkbox"/> Faire intervenir une société de nettoyage spécialisée <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>4.3 Redresser les ailettes du condenseur</b> Redressez les ailettes déformées de l'échangeur de chaleur. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Redresser soi-même les ailettes <input type="checkbox"/> Confier cette tâche au frigoriste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>4.4 Contrôler le chauffage du carter</b> Contrôlez si le chauffage du carter est constamment en fonctionnement. Il ne doit être en service que lorsque le compresseur est arrêté. Vérifier le verrouillage.	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Confier cette tâche au frigoriste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>4.5 Vérifier le ventilateur additionnel</b> Si le compresseur est refroidi par un ventilateur additionnel, vérifiez si celui-ci est nécessaire. Assurez-vous qu'il fonctionne uniquement pendant le fonctionnement du compresseur.	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Confier cette tâche au frigoriste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>4.6 Vérifier le filtre d'aspiration</b> Vérifiez si le filtre d'aspiration a été démonté après la mise en service. Si ce n'est pas le cas, démontez-le.	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Confier cette tâche au frigoriste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>4.7 Optimiser l'opération de dégivrage</b> Optimisez l'opération de dégivrage de manière à ce que l'installation frigorifique dégivre lorsque cela s'impose, idéalement pas plus de 2 fois par jour. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 3: Dégivrage électrique	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Faire régler le système de dégivrage par un spécialiste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>4.8 Régler correctement la surchauffe au niveau du détendeur</b> Réglez correctement la surchauffe au niveau du détendeur. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 7: Détendeur	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Faire régler le détendeur par un spécialiste <input type="checkbox"/> .....	..... ..... .....	..... ..... .....

# Efficacité d'évacuation de la chaleur rejetée

## 5. Contrôle de la chaleur rejetée

Mesure	Potentiel	A été contrôlé(e)	Action indispensable	À régler d'ici	Remarques
<b>5.1 Optimiser la valorisation de la chaleur rejetée</b> Vérifiez votre procédure de valorisation de la chaleur rejetée et optimisez-la en cas de besoin. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 2: Valorisation de la chaleur rejetée	**(*)	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Contrôler les températures <input type="checkbox"/> Faire contrôler les températures par un spécialiste <input type="checkbox"/> .....	..... .....	<input type="checkbox"/> pas de valorisation de la chaleur rejetée ..... .....
<b>5.2 Éviter que la chaleur rejetée produise un court-circuit</b> Assurez-vous que chaque condenseur ou aéro-refroidisseur aspire bien l'air frais. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 5: Commande des ventilateurs	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Cloisonner à l'aide de plaques en tôle ou changer de place <input type="checkbox"/> .....	..... .....	..... .....
<b>5.3 Contrôler la pompe calo porteur (pompe d'aéro-refroidisseur)</b> La pompe de l'aéro-refroidisseur ne doit fonctionner que lorsque la chaleur a besoin d'être évacuée.		<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Faire régler à nouveau les valeurs de déblocage par un spécialiste de la technique de réglage MCR <input type="checkbox"/> .....	.....	<input type="checkbox"/> pas de pompe d'aéro-refroidissement ..... .....
<b>5.4 Optimiser l'interaction des ventilateurs</b> Assurez-vous que les ventilateurs sont mis en service / hors service dans le bon ordre. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 5: Commande des ventilateurs	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Régler à nouveau la commande <input type="checkbox"/> Faire régler à nouveau la commande par un spécialiste <input type="checkbox"/> .....	..... .....	..... .....
<b>5.5 Vérifier la valeur d'enclenchement de l'aéro-refroidisseur</b> Assurez-vous que le ventilateur de l'aéro-refroidisseur ne s'enclenche pas trop tardivement. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 5: Commande des ventilateurs	**	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Régler à nouveau la commande <input type="checkbox"/> Faire régler à nouveau la commande par un spécialiste de la technique de réglage (MSR/froid) <input type="checkbox"/> .....	..... .....	<input type="checkbox"/> pas de ventilateur d'aéro-refroidisseur ..... .....
<b>5.6 Nettoyer l'échangeur de chaleur du système d'aéro-refroidissement</b> Nettoyer l'échangeur de chaleur à ailettes du système d'aéro-refroidissement. > Manuel Installations et systèmes frigorifiques, Mesure 1: Nettoyage	***	<input type="checkbox"/> en interne <input type="checkbox"/> en externe	<input type="checkbox"/> Nettoyer l'aéro-refroidisseur <input type="checkbox"/> Faire intervenir une société de nettoyage spécialisée <input type="checkbox"/> .....	..... .....	..... .....



### Échangeurs de chaleur: cibler des écarts de températures minimum

Évaporateur, condenseur, aéro-refroidisseur: plus l'écart de température est faible dans les échangeurs de chaleur, plus l'installation travaille efficacement. En même temps, les flux de masse (débit d'air, fluide frigorigène, réfrigérant) croissent en passant par l'échangeur de chaleur, ce qui entraîne une consommation d'énergie en sus dans les groupes auxiliaires (pompes, ventilateurs, etc.). Les gros échangeurs de chaleur exigent du reste de la place, et génèrent des coûts d'investissement plus élevés.

> Vérifiez régulièrement les écarts de température des échangeurs de chaleur. Suivez les écarts de température standards qui sont décrits dans le Manuel du Froid, Information (page 15) pour les types d'échangeurs les plus courants.

# Découvrez plus d'infos à propos du rapport coût-efficacité énergétique sur: [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch)

Le but de la Campagne Froid efficace est de montrer aux exploitants d'installations et systèmes frigorifiques, ainsi qu'aux frigoristes, comment optimiser leurs infrastructures de froid existantes par des mesures réalisables dans la pratique, et leur indiquer aussi comment planifier durablement des installations neuves. Du même coup, nous désirons sensibiliser les monteuses et constructeurs de ces infrastructures à l'efficacité énergétique, et promouvoir leurs compétences dans ce domaine. La campagne Froid efficace est un partenariat de l'Association suisse du froid ASF et de l'Office fédéral de l'énergie OFEN. En outre, le projet est cofinancé par les partenaires suivants:

Toutes les informations  
sont gracieusement mises  
à disposition sur le site  
[www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch)

Sponsor of



AMSTEIN + WALTHERT



COFELY  
GDF SVEZ



Sponsor argent

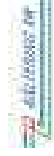


MIGROS

scheco  
nicht  
himmelsart

SSP | KÄLTEPLANER.CH |

Sponsor bronze



SuisseEnergie

Office fédéral de l'énergie OFEN  
CH-3003 Berne  
T 058 462 56 11, F 058 463 25 00  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.suisseenergie.ch](http://www.suisseenergie.ch)

Association Suisse du Froid ASF

Association suisse du froid  
[secretaire@asf-froid.ch](mailto:secretaire@asf-froid.ch), [www.asf-froid.ch](http://www.asf-froid.ch)

# 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 et repérer les situations où recourir à un spécialiste du froid/frigoriste en vue d'une collaboration compétente.



Le manuel contient des informations sur les thèmes suivants

<b>Informations relatives aux investissements et économies</b>	2
<b>Mesure 1:</b> Nettoyage des échangeurs de chaleur	3–6
<b>Mesure 2:</b> Optimisation de la valorisation de la chaleur rejetée	7
<b>Mesure 3:</b> Optimisation du dégivrage électrique	8–9
<b>Mesure 4:</b> Optimisation de la régulation des postes froids	10
<b>Mesure 5:</b> Optimisation de la commande des ventilateurs	11
<b>Mesure 6:</b> Régulation du froid de confort (Froid climatique)	12–13
<b>Mesure 7:</b> Réglage correct du détendeur	14
<b>Information:</b> Échangeurs de chaleur et écarts de température	15

# Ce que ça coûte?

# Ce que ça rapporte?

---

Concernant l'application des mesures d'optimisation, la première question que se pose tout exploitant est celle-ci: quel en est le coût et combien puis-je économiser? Pour que le responsable Froid que vous êtes puisse avoir une première idée des frais d'investissement, des économies possibles et de la durée d'amortissement, des experts chevronnés ont évalué les données ci-dessous pour trois tailles d'installation distinctes:

petite installation	=	10 kW <sub>froid</sub>
installation moyenne	=	100 kW <sub>froid</sub>
grande installation	=	200 kW <sub>froid</sub>

**À noter SVP:** Ces informations font apparaître une tendance. En fonction de la situation, vous pouvez réaliser dans votre entreprise plus ou moins d'économies, et la mise en œuvre peut être de même diversement avantageuse. En conséquence, ces indications ne se substituent aucunement aux conseils individuels.



# Mesure 1: Nettoyage de l'échangeur de chaleur

Les refroidisseurs d'air et condenseurs à l'ailettes se salissent au fil du temps. Il se forme sur l'échangeur de chaleur une pellicule sale qui ne cesse de s'étendre. Cette saleté dégradant la bonne transmission de chaleur, la situation entraîne une augmentation de la consommation énergétique et des coûts d'exploitation. Des bactéries et spores peuvent par ailleurs s'agréger sur la pellicule sale et causer de sérieux problèmes d'hygiène, tout spécialement dans le secteur des denrées alimentaires. En conséquence, il est bon de prêter particulièrement attention au nettoyage de l'échangeur de chaleur.

## A quelle fréquence faut-il nettoyer l'échangeur de chaleur?

On recommande de nettoyer régulièrement tous les échangeurs de chaleur. L'intervalle de nettoyage dépend largement des influences sur site. Ainsi, les évaporateurs de la zone de livraison des camions sont exposés à une salissure plus forte à cause des gaz d'échappement des véhicules et de la poussière de bois des palettes. La poussière de farine, la terre adhérent aux salades, les vapeurs grasses, bouloches dans le cas des blanchisseries ou plumes dans celui des abattoirs, peuvent également souiller les refroidisseurs. En revanche, l'ambiance régnant dans un entrepôt de fromages induit une fréquence de salissure plutôt faible.

### Valeurs indicatives concernant les intervalles de nettoyage

	minimum
– Sites avec un grand nombre de matières étrangères	1 x par an
– Zone de denrées alimentaires exposée à la saleté	1 x par an
– Zone de denrées alimentaires modérément exposée à la saleté	tous les deux ans
– Zone de denrées alimentaires faiblement exposée à la saleté	tous les trois ans

## Vue d'ensemble des diverses possibilités de nettoyage pour une sélection d'échangeurs de chaleur

Échangeur de chaleur	Méthode de nettoyage					
	Surface	Vapeur	Nettoyeur haute pression (eau)	Eau (tuyau d'arrosage)	Air comprimé	Brosse et Aspirateur
<b>1. Refroidisseur d'air (évaporateur)</b>						
> à lames	Humide	oui	oui	jusqu'à 30 cm	non	non
> lisse (mobilier réfrigérant)	Humide	sous condition	non	oui	non	non
<b>2. Condenseur</b>						
> à l'intérieur	Sèche	oui	sous condition	oui	oui, jusqu'à 30 cm (nuage de poussière!)	oui, jusqu'à 10 cm
> à l'extérieur	Sèche	oui	oui	jusqu'à 30 cm	oui	oui, jusqu'à 10 cm

## Quelles sont les méthodes de nettoyage éprouvées?

**Vapeur à haute pression.** L'échangeur de chaleur (y compris thermique) est nettoyé à la vapeur chaude d'une température de 90°C environ. L'opération élimine largement les bactéries. Il faut veiller à ne pas exposer trop longtemps l'évaporateur aux fortes températures car cette exposition peut nuire au fluide frigorigène.<sup>1</sup>

Seuls des spécialistes expérimentés peuvent nettoyer des systèmes au CO2 par la méthode de la vapeur haute pression.

**Nettoyeur à haute pression (Kärcher).** On peut réaliser l'opération avec un nettoyeur à eau sous haute pression. Il est important de toujours diffuser l'eau perpendiculairement sur l'évaporateur pour éviter de déformer les ailettes.<sup>1</sup>

**Air comprimé.** Le nettoyage par air comprimé convient partout où la souillure n'adhère pas. Il est essentiel que l'air soit toujours soufflé directement sur l'évaporateur pour éviter de déformer les ailettes. Attention: à l'intérieur, l'air comprimé souffle de l'air sec dans la pièce, ce qui constitue un problème notamment pour les denrées alimentaires.<sup>1</sup>

**Eau du réseau.** Le nettoyage à l'eau du réseau (tuyau d'arrosage) fonctionne pour des évaporateurs humides d'une profondeur de 30 cm maximum.

**Pinceau et aspirateur.** Concernant les condenseurs d'une profondeur inférieure à 30 cm, le nettoyage (dépoussiérage) peut être effectué avec un pinceau et un aspirateur. Cette méthode ne s'applique pas aux refroidisseurs présentant une surface humide.

<sup>1</sup> Pour toutes les méthodes de nettoyage à haute pression, prière de suivre impérativement les consignes du constructeur. En effet, elles renseignent généralement sur la pression maximale, la distance minimale à respecter (ex. 200 mm) et l'orientation durant le travail (ex. verticalement par rapport au registre de gaines, variation  $\pm 5^\circ$  maximum).



Photo: Refroidisseur d'air souillé, les lamelles se ferment lentement.

## Comment nettoyer un évaporateur

L'air humide condense dans l'évaporateur froid (refroidisseur d'air) qui reste toujours un peu humide. Il en résulte que des particules sales de l'air y restent collées. Pour le nettoyage, veuillez procéder comme suit:

1. Dégivrer l'évaporateur
2. Couper l'alimentation électrique de l'évaporateur (mettre hors tension), arrêter le ventilateur et débrancher l'électrovanne pour empêcher le gel du refroidisseur pendant l'opération (l'installation frigorifique restante peut continuer à fonctionner)
3. Démonter le ventilateur, enlever le bac de récupération
4. Envelopper l'évaporateur de film plastique pour protéger le milieu contre les salissures
5. Nettoyer les ailettes sur les deux faces (nettoyage à contre-courant)
6. Utiliser un nettoyant doux qui doit être dégraissant et biodégradable. Il doit être compatible aussi bien avec les denrées alimentaires qu'avec le cuivre et l'aluminium.
7. Nettoyer le bac de récupération et le siphon, puis remonter le tout
8. Nettoyer les pales et grilles du ventilateur, puis remonter le tout
9. Brancher l'électrovanne et réenclencher l'évaporateur

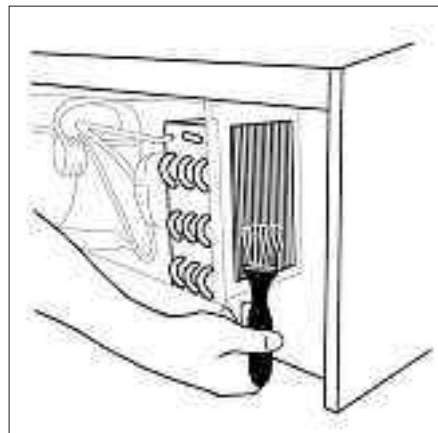


Le meilleur moment pour nettoyer les condenseurs est la période suivant la pollinisation (juin).

## Comment nettoyer un condenseur extérieur

Les condenseurs placés à l'extérieur se salissent à cause des particules en suspension dans l'air (ex. poussières, pollens, feuilles ou gaz d'échappement). Pour le nettoyage, veuillez procéder comme suit:

1. Arrêter condenseur et ventilateur, et couper l'alimentation électrique
2. Démontez le ventilateur
3. Nettoyer les deux faces des ailettes à la vapeur, à l'air comprimé ou avec un nettoyeur haute pression («nettoyage à contre-courant»)
4. Utiliser un nettoyeur doux dégraissant et biodégradable. Il doit être compatible aussi bien avec les denrées alimentaires qu'avec le cuivre et l'aluminium.
5. Nettoyer la carrosserie et les grilles
6. Remettre en service le condenseur et le ventilateur



*Schéma: Nettoyage du condenseur au pinceau, avec un aspirateur.*

✓ Des sociétés spécialisées proposent un service de nettoyage/dégivrage pour le mobilier frigorifique. D'autres interviennent tout particulièrement dans le domaine du nettoyage professionnel de condenseurs, évaporateurs et aérorefroidisseurs.

## Déformation des ailettes – que faire?

Si les ailettes de l'échangeur de chaleur sont déformées, celui-ci n'est plus traversé par le flux d'air dans sa totalité. Son «rendement» baisse et l'efficacité énergétique en pâtit. Les déformations proviennent de dommages mécaniques (ex. pulvérisation oblique des ailettes avec le nettoyeur haute pression). Si plus d'un quart d'entre elles sont déformées, il est conseillé de les redresser/réorienter pour améliorer l'efficacité de l'échangeur de chaleur et de l'installation frigorifique.

Des ailettes déformées peuvent être redressées avec les dénommés «peignes à ailettes». Si vous possédez cet ustensile ou si les ailettes sont excessivement déformées, elles peuvent être redressées manuellement. Procédez au redressement ailette après ailette à l'aide d'une pince et d'un tournevis. Notez toutefois que ce travail prend du temps.

⚠ Important: Confier le nettoyage des tours de refroidissement à un spécialiste!

Nettoyer des tours de refroidissement est un travail complexe qui nécessite certaines connaissances sur la qualité de l'eau (dureté, dosage, inoculation). Des essais autonomes infructueux peuvent revenir chers. En effet, détériorer la tour suite à une manipulation erronée peut coûter jusqu'à 100'000 Fr. Voilà pourquoi on doit faire nettoyer la tour de refroidissement régulièrement par un spécialiste.



## 1.5 Condenseur de meubles frigorifiques

Le condenseur est souillé par l'air intérieur pollué, la graisse et les poussières qui se trouvent dans l'échangeur de chaleur. En général, les salissures déposées sur le condenseur du mobilier frigorifique sont sèches. Pour le nettoyage, veuillez procéder comme suit:

1. Vider l'appareil
2. Débrancher l'appareil. Unité centrale: couper l'interrupteur principal
3. Démonter la grille ou le couvercle
4. Nettoyer le condenseur à sec:
  - à l'aide d'un pinceau, retirer la poussière des ailettes de refroidissement et aspirer avec un aspirateur
  - le cas échéant, souffler le refroidisseur à l'air comprimé (attention: cela peut provoquer un nuage de poussière!)
5. Nettoyer le logement intérieur de la carrosserie et la grille, remonter la grille
6. Mettre l'appareil en service
7. Remettre les produits dans l'appareil.

## Nettoyage de l'évaporateur sur des meubles frigorifiques

L'évaporateur (refroidisseur) est sali par la poussière, l'écoulement de denrées, la graisse, des étiquettes ou des supports de prix tombés à l'intérieur. Pour le nettoyage, veuillez procéder comme suit:

1. Vider le meuble frigorifique
2. Débrancher le meuble. Unité centrale: couper l'interrupteur principal
3. Démonter les tôles du fond / grilles pour accéder au logement de l'évaporateur
4. Nettoyer l'évaporateur à l'eau, avec une éponge. Retirez les supports de prix et étiquettes collés à l'évaporateur
5. Rincer à l'eau chaude la goulotte de récupération de l'eau de givrage et le système d'écoulement (si existant)
6. Nettoyer le logement intérieur de la carrosserie et la grille, puis remonter les tôles du fond
7. Mettre le meuble frigorifique en service
8. Remettre les produits dans le meuble.

Tous les deux ans, il faut également démonter la paroi arrière et nettoyer le canal de guidage d'air.

## Ce que ça coûte – ce que ça rapporte?

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Nettoyage par refroidisseur [CHF]	800	2'400	3'800
Nombre de refroidisseurs [unité]	2	12	20
Économie d'énergie [CHF/an]	200	1'500	2'200
Durée d'amortissement [années]	4	< 2	< 2

## Mesure 2: Optimisation de la valorisation de chaleur évacuée

Si la chaleur évacuée par l'installation frigorifique est valorisée, ce peut être une précieuse contribution à la réduction des coûts d'énergie pour le chauffage du bâtiment, l'eau chaude ou les processus industriels. Pour que cela soit rentable, le système frigorifique et le récepteur de chaleur à évacuer doivent être exploités à l'unisson. Cela n'est pas fréquent dans la pratique car la chaleur extraite ne fait pas l'objet d'une valorisation optimale, voire entraîne des frais indésirables.

### Fonctionnement à des températures aussi basses que possible

Plus la température de la chaleur évacuée peut être basse, plus le rendement de l'installation est élevé. Vérifier les températures nécessaires pour les récepteurs de chaleur évacuée et baisser les températures à un minimum.

Avancez alors avec précaution jusqu'au point optimum: baissez la température de condensation de 1 °C, attendez quelques jours et observez alors les applications et locaux exposés. Recommencez jusqu'à ce que vous receviez des réclamations ou que vous ne puissiez plus maintenir les températures pour les applications et locaux exposés.

Augmentez la température de condensation de 1 °C (retour d'un pas).

### Périodes sans besoin de chaleur évacuée: pas de fonctionnement à une température de condensation supérieure

Assurez-vous que la température de condensation n'est augmentée qu'artificiellement si la chaleur évacuée peut être valorisée aussi à 100%. Dans les périodes où cette chaleur n'est pas valorisée mais extraite vers l'extérieur, l'installation frigorifique ne doit pas fonctionner à une température de condensation plus élevée que nécessaire.

---

### Astuce supplémentaire


#### Étudiez l'installation d'un système de valorisation de la chaleur à évacuer

Si vous ne valorisez pas la chaleur évacuée de votre installation frigorifique, cela peut valoir la peine d'envisager la pose d'un tel système de valorisation. Condition de base:

l'existence d'un besoin de chaleur à proximité immédiate de l'installation - que ce soit pour le chauffage, la production d'eau chaude ou le préchauffage (ex. boucheries, cuisines industrielles), pour le chauffage de rampes, la chaleur industrielle (blanchisseries) ou d'autres applications.

Si vous avez besoin de chaleur, procédez comme suit:

1. Examinez les sources de chaleur à disposition dans l'entreprise (installation frigorifique, installation à air comprimé, chaleur industrielle en provenance de fours, procédés de fusion etc.).
2. Déterminez quelles sources de chaleur fournissent la chaleur évacuée au moment où vous pouvez la valoriser et lesquelles répondent le mieux aux exigences de température requises par ces sources.
3. Pour cette variante, faites calculer les coûts d'installation et la rentabilité (coût/bénéfice) de la valorisation de la chaleur évacuée.

 Si l'installation frigorifique doit être exploitée à une température de condensation plus élevée pour valoriser la chaleur évacuée, il en résulte une consommation d'énergie supplémentaire de 2,5% par degré d'élévation de la température. Par conséquent, la chaleur évacuée n'est aucunement gratuite. On voit apparaître des coûts énergétiques supplémentaires pour l'exploitation, outre l'amortissement des investissements.

## 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.

## Réglage adéquat du thermostat de dégivrage

Le but est de détecter la température de dégivrage minimale à laquelle toute glace aura disparu de l'évaporateur, une fois le dégivrage terminé. La meilleure méthode est la suivante:

1. Engager l'opération de dégivrage sur l'évaporateur gelé.  
Dès que toute la glace a fondu, mesurer la température au niveau des ailettes.
2. Instaurer la température mesurée en tant que nouvelle température de dégivrage sur le thermostat. Si celle-ci n'est pas atteinte dans le délai prescrit (ex. 45 minutes), le dégivrage prend fin.
3. Saisir le temps d'égouttage (ex. 5 minutes).
4. Fixer le temps de givrage de telle sorte que le ventilateur s'enclenche à nouveau à  $-2^{\circ}\text{C}$  de température à la surface de l'évaporateur (sinon, l'eau non égouttée – encore entre les ailettes – sera pulvérisée dans la chambre)
5. Le refroidissement s'enclenche à nouveau.

---

## Astuce en matière d'investissement

### Doit-on remplacer la commande de dégivrage?

Certains systèmes plus anciens dégivrent l'évaporateur au bout d'une période bien définie, qu'il existe ou non un besoin effectif. Si votre commande de dégivrage doit être changée, songez à faire installer une commande de dégivrage à la demande.

#### **Variante A: Cumul du temps de marche de l'évaporateur**

La commande ajoute le temps de marche de l'évaporateur et n'engage le dégivrage qu'au bout d'un certain temps.

#### **Variante B: Dégivrage à la demande**

La commande mesure et analyse les pressions du système ainsi que les températures. Les valeurs mesurées permettent de déterminer si l'évaporateur est pris par la glace et peut ainsi lancer un dégivrage.

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Investissement en sus A/B [CHF]	2'000	10'000	15'000
Économie d'énergie [CHF/an]	500	3'000	4'800
Durée d'amortissement [années]	4	3.5	3

## Mesure 4: Optimisation de la régulation des postes froids

Le compresseur s'enclenche-t-il et se déclenche-t-il plus de 6 fois par heure? Du fait d'un enclenchement/déclenchement durable, différents postes froids provoquent l'arrêt / la marche indésirables du compresseur? Ce fonctionnement cadencé réduit-il la longévité du compresseur et l'efficacité énergétique de l'installation?

### Prévoir un dispositif de verrouillage

Vérifiez sur la commande si votre installation fonctionne en cadence (elle s'arrête et repart plus de 6 fois par heure). Tant qu'il n'y a pas de charge minimale, certains postes froids de moindre importance ne devraient pas avoir la possibilité de libérer l'ensemble du système frigorifique.

En transformant la commande dans l'armoire électrique, vous pouvez réguler la puissance pour que le compresseur ne se mette en service qu'en cas de charge idéale.

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Postes froids [unité]	2	5	**
Investissement [CHF]	800	1'200	**
Économie d'énergie [CHF/an]	150	950	**
Durée d'amortissement [années]	5	1.5	**



Dans les installations régulées par un convertisseur de fréquence, la régulation des postes froids n'est plus une urgence puisque l'installation s'adapte automatiquement aux besoins.

### Pose d'une régulation de fréquence d'enclenchement

Si le changement de la régulation est à l'ordre du jour, songez du même coup à installer une régulation pour la fréquence d'enclenchement. C'est en effet l'assurance que le compresseur ne pourra pas s'enclencher plus de 6 fois par heure. Cette régulation permet aussi de ménager le compresseur, de minimiser les onéreuses pointes de tension et d'accroître le rendement.

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Postes froids [unité]	2	5	**
Investissement par postes froids [CHF]	800	1'200	**
Économie d'énergie [CHF/an]	150	950	**
Durée d'amortissement [années]	5	1.5	**

### Astuce en matière d'investissement

#### Remplacement du compresseur: opter pour un modèle avec variateur de fréquence

Si le remplacement du compresseur est à l'ordre du jour, optez pour un compresseur équipé d'un variateur de fréquence intégré (VF). S'il est vrai dans la pratique que ce matériel coûte plus cher à l'achat qu'un compresseur traditionnel, c'est pourtant grâce au variateur de fréquence que la puissance du compresseur s'adapte au besoin du moment, prévient des basses températures d'évaporation et accroît le rendement de l'installation jusqu'à 15%.

Dans les installations à plusieurs compresseurs (à partir de 40 kW), un seul compresseur doit être muni d'un VF.

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Coûts en sus [CHF]	2'000	3'500	3'500
Économie d'énergie [CHF/an]	500	4'000	5'300
Durée d'amortissement [années]	4	1	< 1

#### Bénéfice complémentaire

Le fonctionnement avec un VF de jusqu'à 60 Hz permet de choisir un compresseur plus petit.

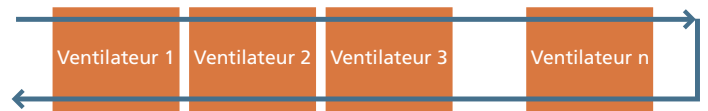
\*\* Mesure peu rationnelle dans les installations d'envergure

## Mesure 5: Optimisation de la commande des ventilateurs

Les ventilateurs de l'aérorefroidisseur consomment 8 à 15% (dans le cas extrêmes 30%) de l'électricité utilisée par toute l'installation frigorifique. De faibles températures de condensation et du caloporteur sont en même temps une base propice à une exploitation énergétique efficace. En effet, on économise 2,5% d'énergie par réduction de 1 °C de la température de condensation ou du caloporteur.

### Optimiser le point d'enclenchement des ventilateurs du condenseur

Vérifiez l'ordre d'enclenchement des ventilateurs du condenseur. Le ventilateur côté raccordement (ventilateur 1: pour l'entrée et la sortie du fluide frigorigène, respectivement de l'aérorefroidisseur) doit être enclenché en premier et déclenché en dernier. Le dernier ventilateur (n) est enclenché en dernier et déclenché en premier. C'est à partir des heures d'exploitation des ventilateurs que l'on voit si ceux-ci sont régulés comme il se doit.



### Cibler de faibles températures de condensation et du caloporteur

Veillez à ce que chaque condenseur et chaque aérorefroidisseur aspirent de l'air frais. L'idéal est que le bloc échangeur de chaleur se trouve un mètre au-dessus du sol. Par ailleurs, il ne faut pas aspirer l'air ayant déjà été réchauffé par un autre bloc échangeur de chaleur (court-circuit). Si c'est le cas, songez à installer un cloisonnement avec des tôles ou à déplacer l'échangeur de chaleur.

### Astuce en matière d'investissement

#### Songez aux ventilateurs à commande électronique (CE)

Les ventilateurs CE (équipés d'un moteur à commande électronique) ont fait leurs preuves sur le terrain. Ils se distinguent par leur traitement énergétique rentable et leur remarquable régularité. Grâce au système électronique à commande intégrée, les moteurs CE peuvent adapter graduellement leur vitesse de rotation aux exigences de puissance. Dans la zone de charge partielle, ils fonctionnent également avec des rendements élevés. C'est la raison pour laquelle ils consomment nettement moins d'énergie que les entraînements à courant alternatif (CA) pour un débit d'air identique.

Lors du remplacement d'un ancien ventilateur, demandez systématiquement la variante équipée d'un moteur CE.

## Mesure 6: Régulation du froid de confort

Bien des spécialistes divers et variés sont impliqués dans les projets relatifs au froid de confort. Architecture, chauffage, ventilation/aération, éclairage, ombrage et régulation (MCR – mesure/commande/réglage) ont une influence décisive sur le besoin de froid et le dimensionnement de l'installation frigorifique. Dans le cadre d'interactions de disciplines aussi nombreuses, il y a de fortes probabilités que toutes les interfaces ne trouvent pas de solutions optimales. Ou que les paramétrages n'aient pas été suivis lors des modifications du projet. Il est donc toujours bon d'inclure la régulation du froid de confort lors de l'optimisation de l'installation frigorifique.

### Contrôle de la consigne de libération du froid de confort

Si la consigne de libération du froid de confort est réglée à un niveau trop bas, l'installation frigorifique se met en service même si ce n'est pas nécessaire. Puisqu'il n'existe aucune «consigne de libération correcte» pour une installation, avancez prudemment jusqu'au point optimum. Procédez comme suit:

1. Pendant la saison la plus chaude (été), relevez la consigne de libération de 0.5 °C.
2. Attendez quelques jours (de chaleur) et observez les locaux exposés (salles informatiques, bureaux exposés au sud) en faisant attention aux éventuelles réclamations des employés.
3. Renouvelez l'opération jusqu'à ce que vous receviez des réclamations ou qu'il devienne impossible de maintenir les températures dans les lieux exposés.
4. Arrivé à ce point, baissez la consigne de libération de 0.5°C (retour d'un pas).

Cette méthode itérative vous permettra de trouver la consigne de libération optimale.

### Contrôle du point de transition du refroidissement libre (Free-Cooling)

Déterminez le meilleur point de transition pour passer du refroidissement libre au refroidissement mécanique. Procédez comme indiqué au point 1. Relevez le point de transition petit à petit et observez les réactions.

### Éviter chauffage et refroidissement simultanés

L'idéal est un local non chauffé et refroidi simultanément, une situation qui peut être évitée grâce à un verrouillage. Celui-ci doit disposer d'une constante de temps ou hystérésis permettant de prévenir une courte commutation successive (oscillation). Le verrouillage peut être réalisé par le système de contrôle ou via une commutation de relais. En cas d'absence de verrouillage, étudiez la possibilité de le faire installer par le fournisseur spécialisé en MCR.

## Vérifiez les valeurs théoriques et la fonction de la température d'eau glacée

En cas de températures extérieures élevées, le froid de confort (plafond réfrigérant, panneau réfrigérant, refroidisseur, etc.) a besoin d'une puissance supérieure, donc de températures d'eau glacée plus basses.

Lors de températures extérieures moins élevées, on peut utiliser une température d'eau glacée supérieure. Cet ajustement de la température d'eau glacée par rapport à la température extérieure en cours est nommé «report vers la température extérieure». Ce report permet en effet d'exploiter le groupe frigorifique à une température d'eau glacée aussi haute que possible. Pour des températures d'eau glacée élevées, le groupe fonctionne plus efficacement et de manière plus économe.

Réglez la courbe de refroidissement du régulateur pour qu'elle s'adapte automatiquement aux diverses températures extérieures en hiver comme en été. Ainsi, la température de l'eau glacée fournie par le groupe frigorifique correspondra exactement à la température nécessaire au dispositif de transmission (plafond réfrigérant, panneau réfrigérant, activation de composant, etc.).



On doit éviter si possible toute divergence ultérieure de l'eau froide (ex.: de 6 °C à 8 °C), ce qui «détruit» l'énergie. Le mieux est de régler la température d'eau froide du groupe frigorifique directement à la valeur supérieure (8 °C).

---

## Refroidissement libre (Free-Cooling)

On entend par «refroidissement libre» le refroidissement sans intervention d'un groupe frigorifique.

**Systèmes indirects.** L'eau glacée est refroidie par l'air extérieur au moyen d'aéroréfrigérateurs. Par des températures extérieures basses, la température de l'eau de refroidissement transmet l'énergie frigorifique directement au circuit d'eau glacée par l'intermédiaire d'un échangeur thermique. Le groupe frigorifique à disposition n'est plus nécessaire.

**Systèmes directs.** L'air froid extérieur est introduit directement (aération/ventilation, fenêtre ouverte, etc.) dans la pièce pendant la nuit. Grâce à l'inertie du bâtiment, on peut éviter le refroidissement de jour.

---



## Mesure 7: Réglage correct du détendeur

Le détendeur est généralement monté avec des valeurs réglées d'usine et, dans la plupart des cas, inadaptées à l'installation.

Il est tout à fait vraisemblable que les valeurs de surchauffe soient réglées pour un fonctionnement sans risque, c'est-à-dire à une température de surchauffe excessive et non optimisée par rapport à l'installation. Cela vaut donc la peine de faire régler correctement la surchauffe par un spécialiste.

### Détendeur thermostatique

Régler un détendeur thermostatique (DT) prend du temps. Le frigoriste doit attendre 15 minutes après chaque modification, jusqu'à ce que le processus redevienne stable. Dans la mesure où peu d'exploitants sont disposés à rémunérer le temps passé, l'installation frigorifique est généralement paramétrée pour fonctionner en toute sécurité.

Demandez à un spécialiste de régler la surchauffe au niveau du détendeur sur 6–7 K

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Nombre de TEV (détendeurs thermostatiques) [unité]	2	12	20
Investissement [CHF]	800	4'800	8'000
Économie d'énergie [CHF/an]	200	1'900	2'600
Durée d'amortissement [années]	4	2.5	3

### Détendeur électronique

Avec un détendeur électronique EEV, la surchauffe au niveau du régulateur peut être ajustée simplement et précisément.

Demandez à un spécialiste de régler la surchauffe au niveau du détendeur sur 4–5 K

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Nombre EEV (détendeurs électroniques) [unité]	2	12	20
Investissement [CHF]	400	1'200	2'000
Économie d'énergie [CHF/an]	200	1'900	2'600
Durée d'amortissement [années]	2	< 1	< 1


### Astuce en matière d'investissement

#### Remplacer un détendeur thermostatique par un détendeur électronique

Si le remplacement d'un détendeur thermostatique est à l'ordre du jour ou si la condensation a été optimisée de telle sorte que la température de condensation soit inférieure à 30°C, songez à le remplacer pour un modèle de type électronique.

Taille de l'installation	Petite	Moyenne	Grande
Nombre EEV (détendeurs électroniques) [unité]	2	12	20
Investissement	3'000	14'000	20'000
Économie d'énergie [CHF/an]	400	3'700	5'300
Durée d'amortissement	7	< 4	< 4

Sur les sites Internet de différents fournisseurs, découvrez des calculateurs vous permettant de régler correctement votre détendeur.

 Si la condensation a été optimisée de sorte que les températures de condensation puissent être réglées entre 15 et 30 °C, le détendeur thermostatique ne peut plus remplir sa fonction de régulation. Le fait que les conduites d'injections ne givrent plus de manière homogène est un indice du phénomène. Dans ce cas, le détendeur thermostatique doit être remplacé par un détendeur électronique. Seul le détendeur électronique permet d'obtenir les avantages énergétiques d'une basse température de condensation.

# Information: Échangeurs de chaleur et la différence de température

Plus la différence de température est petit au niveau des échangeurs de chaleur (échangeurs thermiques), plus l'installation est efficace. Si la taille de l'échangeur thermique croît, la différence de température se réduit. Il n'en demeure pas moins que les flux de masse (débit d'air, fluide frigorigène, fluide frigoporteur, etc.) progressent, ce qui induit une consommation d'énergie en sus des groupes auxiliaires (ex. pompes et ventilateurs). En outre, les échangeurs de chaleur occupent plus de place et les coûts d'investissement sont réduits.

Quel est donc le meilleur rapport? Pour de faibles différences de température, parvient-on à un transfert de chaleur optimum sans que la consommation supplémentaire des groupes auxiliaires pèse trop lourdement dans la balance?

À titre indicatif, vous pouvez vous reporter aux différences de température suivantes pour des types d'échangeur de chaleur courants (source: VDMA 24247-8):

## 1. Évaporateur (refroidisseur)

1.1. Refroidisseur d'air		<b>Différence de température <math>dt = t_{\text{air}}(\text{entrée évaporateur}) - t_{\text{o}}(\text{température d'évaporation})</math></b>			
	<b>Échangeur thermique</b>	<b>Méthode</b>	<b>dt autorisé</b>	<b>dt à cibler</b>	
	Lames	à sec	$\leq 10 \text{ K}^1$	$\leq 7 \text{ K}^2$	
	Lames	par immersion	$\leq 8 \text{ K}$	$\leq 5 \text{ K}$	
	<sup>1</sup> à détendeur thermostatique	<sup>2</sup> à détendeur électronique			
1.2 Refroidisseur de liquide		<b>Différence de température <math>dt = t_{\text{fluide frigoporteur}}(\text{sortie évaporateur}) - t_{\text{o}}(\text{température d'évaporation})</math></b>			
	<b>Échangeur thermique</b>	<b>Méthode</b>	<b>dt autorisé</b>	<b>dt à cibler</b>	
	Plaques	à sec	$\leq 6 \text{ K}$	$\leq 2...4 \text{ K}$	
	Calandre	à sec ou par immersion	$\leq 5 \text{ K}$	$\leq 3 \text{ K}$	

## 2. Condenseur

2.1 Sec		<b>Différence de température <math>dt = t_{\text{air}}(\text{entrée condenseur}) - t_{\text{c}}(\text{température de condensation})</math></b>			
	<b>Échangeur thermique</b>	<b>Méthode</b>	<b>dt autorisé</b>	<b>dt à cibler</b>	
	Lames	à sec	$\leq 13 \text{ K}$	$\leq 8 \text{ K}$	
2.2 Refroidi par liquide		<b>Différence de température <math>dt = t_{\text{caloporteur}}(\text{sortie condenseur}) - t_{\text{c}}(\text{température de condensation})</math></b>			
	<b>Échangeur thermique</b>	<b>Méthode</b>	<b>dt autorisé</b>	<b>dt à cibler</b>	
	Plaques	refroidi par liquide	$\leq 5 \text{ K}$	$\leq 1 \text{ bis } 2 \text{ K}$	
	Calandre	refroidi par liquide		$\leq 2 \text{ K}$	

## 3. Aérorefroidisseur

3.1 Lames		<b>Différence de température <math>dt = t_{\text{air}}(\text{entrée aérorefroidisseur}) - t_{\text{caloporteur}}(\text{sortie aérorefroidisseur})</math></b>			
	<b>Échangeur thermique</b>	<b>Méthode</b>	<b>dt autorisé</b>	<b>dt à cibler</b>	
	Lames	à sec	$\leq 8 \text{ K}$	$\leq 6 \text{ K}$	
3.2 Aérorefroidisseur hybride		<b>Différence de température <math>dt = t_{\text{caloporteur}}(\text{entrée aérorefroidisseur}) - \text{Température bulbe humide}</math></b>			
	<b>Échangeur thermique</b>	<b>Méthode</b>	<b>dt autorisé</b>	<b>dt à cibler</b>	
	Hybride	à sec et humide	$\leq 10 \text{ K}$	6 bis 8 K	

# Plus d'informations sur la Campagne Froid efficace sur [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch)

Le but de la Campagne Froid efficace est de montrer aux exploitants d'installations et systèmes frigorifiques, ainsi qu'aux frigoristes, comment optimiser leurs infrastructures de froid existantes par des mesures réalisables dans la pratique, et leur indiquer aussi comment planifier durablement des installations neuves. Du même coup, nous désirons sensibiliser les monteurs et constructeurs de ces infrastructures à l'efficacité énergétique, et promouvoir leurs compétences dans ce domaine.

La campagne Froid efficace est un partenariat de l'Association suisse du froid ASF et de l'Office fédéral de l'énergie OFEN. En outre, le projet est cofinancé par les partenaires suivants:

## Sponsor or



## Sponsor argent



## Sponsor bronze



Dans le cadre de la campagne, il existe une série de documents et d'informations à l'intention des exploitants d'installations et systèmes frigorifiques. Toutes les informations sont gracieusement mises à disposition sur le site [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch)



# Découvrez plus d'infos à propos du rapport coût-efficacité énergétique sur: [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch)

Le but de la Campagne Froid efficace est de montrer aux exploitants d'installations et systèmes frigorifiques, ainsi qu'aux frigoristes, comment optimiser leurs infrastructures de froid existantes par des mesures réalisables dans la pratique, et leur indiquer aussi comment planifier durablement des installations neuves. Du même coup, nous désirons sensibiliser les monteurs et constructeurs de ces infrastructures à l'efficacité énergétique, et promouvoir leurs compétences dans ce domaine.

La campagne Froid efficace est un partenariat de l'Association suisse du froid ASF et de l'Office fédéral de l'énergie OFEN. En outre, le projet est cofinancé par les partenaires suivants:

## Sponsor or



## Sponsor argent



## Sponsor bronze



Dans le cadre de la campagne, il existe une série de documents et d'informations à l'intention des exploitants d'installations et systèmes frigorifiques. Toutes les informations sont gracieusement mises à disposition sur le site [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch)