

# Campagne Froid efficace: Liste de mesures techniques

## Optimisation des installations frigorifiques

Zurich, 2 mai 2011



Photo Oliver Gilgen



# 1. Introduction

---

La liste des mesures techniques d'optimisation des installations frigorifiques est un inventaire des mesures possibles à prendre pour une exploitation rationnelle de l'énergie dans celles-ci. Ce document n'est pas un guide de mise en pratique et n'a pas non plus de «caractère de directive». En revanche, il doit servir de base aux manuels à développer sur le thème de l'optimisation des installations frigorifiques.

La liste des mesures comprend les défauts ou vices potentiels de ces unités et/ou répertorie la mesure correspondante à prendre en vue de leur réparation (optimisation). Cette approche méthodique conduit à des doublons au niveau des mesures, et la liste est si vaste qu'on peut prendre la même mesure pour des problèmes différents.

## 2. Expertes et experts associés

---

La liste des mesures a été élaborée dans le cadre d'un workshop rassemblant des spécialistes. Les expertes et experts ci-dessous ont participé à ce travail:

Daniel Baumann, Président SVK BBK c/o Alpiq West

Urs Berger, Alliance coopérative Migros

Hans-Peter Broger, EWZ

Egon Buchgeher, Güntner AG & Co. KG

Jerzy Bystranowski, Digitel SA

Paul Du Toit, FRIGO-CONSULTING AG

Robert Dumortier, SVK

Sabine Focke, Alfa Laval Mid Europe GmbH

David Freléchox, New Frigotech SA

Adrian Grossenbacher, Office fédéral de l'énergie

Pius Gruber, Président SVK TL c/o Froid 3000

Andres Hegglin, Wurm (Schweiz) AG

Norbert Heinemann, W. Wettstein AG

Rainer Pelzl, BITZER Kühlmaschinen GmbH & Co. KG

Konrad Imbach, SVK

Markus Kielnhofer, Güntner AG & Co. KG

Rolf Löhner, Scheco AG

Salvatore Lombardi, Cofely AG

Andreas Meier, MAYEKAWA INTERTECH AG

Benoit Olsommer, Carrier Réfrigération

Rainer Pelzl, BITZER Kühlmaschinen GmbH & Co. KG

Richard Phillips, Office fédéral de l'énergie

Pascal Sanktjohanser, GEA Küba GmbH

Beat Schmutz, SSP Kälteplaner AG

Berthold Schnase, Bock Kältemaschinen GmbH

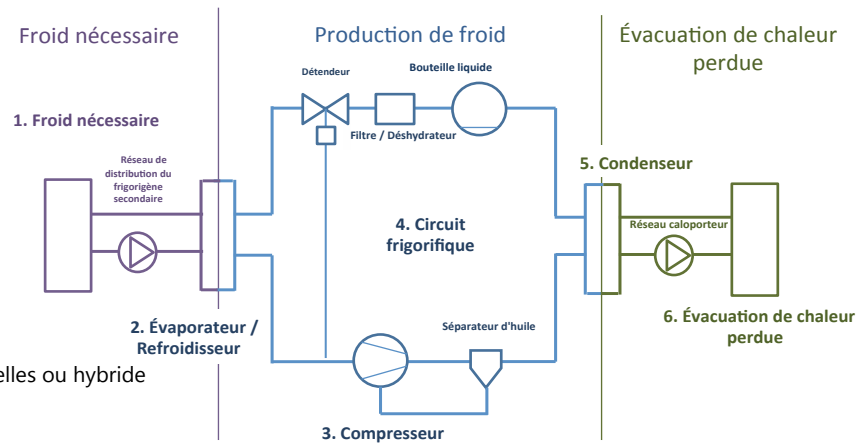
Jörg Schwarz, CSL Behring AG

Daniel Sommer, SVK

Marc Stampfler, Christof Fischer Kälte-Klima AG

### 3. Répartition

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1 Froid nécessaire</b></p> <p>1.1 Chambres froides</p> <p>1.2 Mobilier de réfrigération (meubles, vitrines)</p> <p>1.3 Refroidissement de procédé</p> <p>1.4 Froid de climatisation</p> <p>1.5 Réseau de distribution du frigorigène sec</p> <p>1.6 Divers</p> <p><b>2 Évaporateur / Refroidisseur</b></p> <p>2.1 Évaporateur / Refroidisseur à air</p> <p>2.2 Refroidisseur de liquide</p> <p>2.3 Détendeur</p> <p>2.4 Dégivrage</p> <p><b>3 Compresseur</b></p> <p>3.1 Dimensionnement</p> <p>3.2 Commande</p> <p>3.3 Appareils supplémentaires</p> | <p><b>4 Circuit frigorifique</b></p> <p>4.1 Fluide frigorigène</p> <p>4.2 conduites, robinets</p> <p><b>5 Condenseur</b></p> <p>5.1 Air ambiant condenseur</p> <p>5,2 Condenseur.caloporteur</p> <p><b>6 Évacuation de la chaleur perdue</b></p> <p>6.1 Réseau caloporteur</p> <p>6.2 Utilisation de la chaleur perdue générée</p> <p>6.3 Système de refroidissement (SDR) à lamelles ou hybride</p> <p>Hybride</p> <p><b>7 Divers</b></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



### 4. Évaluation du potentiel d'économie et détermination des coûts

Pour permettre une évaluation approximative des mesures, un potentiel d'économie et des coûts de mise en œuvre leur ont été affectés. Ces informations sont des estimations approximatives. Suivant l'installation, ces valeurs réelles peuvent diverger de ces chiffres. En tout état de cause, il est recommandé d'analyser les économies et les coûts spécifiquement en fonction de l'objet, et d'établir une comparaison couts/avantages.

**Potentiel d'économie**

- \* = petit
- \*\* = moyen
- \*\*\* = grand
- \*\*\*\* = très grand

**Coûts**

- +++ = moins de 1'000 .-
  - +++ = 1'000 à 5'000.-
  - +++ = plus de 5'000 .-
- IN = investisseur, propriétaire  
 BN = utilisateur / locataire /  
 TL = responsable technique /

## 5. Liste de mesures

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
<b>1 Froid nécessaire</b>							
<b>1.1 Chambres froides</b>							
1.1.1	→ Portes non étanches	→ Etanchéifier les portes	**	+	++	++	
		→ Ouvertures des portes trop importantes pour l'utilisation	**	+++	+++	+++	
1.1.2	→ Absence de quai isolant pour camions	→ Construire quai isolant pour camions	***	+++	+++	+++	Investissement
1.1.3	→ On entrepose des produits chauds	→ Laisser refroidir les produits avant réfrigération, si possible à température ambiante	**	+	+	+	
1.1.4	→ Espace mal organisé (empilement des produits trop juste et trop haut)	→ Prescrire et respecter les limites d'empilement pour que l'air froid puisse circuler. Remplissage correct de la chambre froide	**	+	+	+	Mettre des marquages tels que l'air puisse circuler correctement. Ne pas bloquer l'admission ou l'extraction d'air avec des produits.
1.1.5	→ Apport de chaleur	→ Couper l'éclairage en conséquence (monter détecteurs de mouvement)	**	+	+	+	
1.1.6	→ Chambres froides inutilisées	→ Débrancher les chambres froides non utilisées.	**	+	+	+	La statique peut souffrir du manque d'étanchéité de la barrière anti-vapeur
1.1.7	→ Locaux de surgélation inutilisés	→ Relever à -5°C la température théorique des locaux de surgélation non utilisés.	**	+	+	+	En cas d'arrêt complet des locaux de surgélation, existe le risque que de l'eau gelée fonde dans l'enveloppe, s'accumule par-dessous, gèle à nouveau lors de la remise en service, et dilate le sol. La statique peut souffrir du manque d'étanchéité de la barrière anti-vapeur
1.1.8	→ Portes ouvertes	→ Information et formation du personnel	***	++	++	++	L'expérience montre que le personnel laisse souvent les portes ouvertes parce qu'il craint de se retrouver coincé dans les chambres de réfrigération et de surgélation fermées (facteur psychologique).
		→ Monter une cloison de guidage d'air	***	+++	+++	+++	L'exploitation a également besoin d'énergie. La chaleur nécessaire (air) peut provenir éventuellement de l'utilisation de la chaleur rejetée (UCR).
		→ rideaux d'air	***	+++	+++	+++	
		→ Ajouter une alarme qui se déclenche après une heure d'ouverture définie	***	++	++	++	
1.1.9	→ Le local est refroidi trop fortement	→ Examiner la température de refroidissement que requièrent les produits et adapter la température au besoin effectif.	**	+	+	+	En cas de changement d'utilisation, conserver la valeur théorique antérieure (plus basse). Réglée souvent (par peur) pour des raisons de sécurité, l'inspecteur en charge des produits alimentaires

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
1.1.10 →	Agencement défavorable du local	→ Chambre froid à côté du local chaud (de chauffage): déplacer la chambre froide lors de travaux de	***	+++	+++	+++	Investissement Installer après-coup des unités à cloisons d'air (investissement)
		→ Chambres froides disséminées dans le bâtiment: placer les chambres froides les unes à côté des autres lors de	***	+++	+++	+++	
		→ Équiper les locaux de surgélation de sas/portillon réfrigéré	***	+++	+++	+++	
1.1.11 →	Mauvaise isolation du local/bâtiment	→ Isoler le local/bâtiment	***	+++	+++	+++	La présence de moisissures peut être indicateur de ponts thermiques. La thermographie permet de détecter les ponts thermiques. Se conformer à la Loi sur l'énergie, concernant l'isolation.
1.1.11 →	Un consommateur est nettement moins efficace que tous les autres.	→ Éliminer/remplacer ou optimiser le consommateur le plus inefficace.	**	++	++	++	Dans tous les systèmes interconnectés, le plus mauvais consommateur détermine généralement l'efficacité de l'installation.

## 1.2 Mobilier de réfrigération (meubles, vitrines, banques, rayonnages etc.)

1.2.1 →	Portes non étanches	→ Etanchéifier les portes	**	+	++	++		
		→ Réparer le mécanisme de fermeture		+	+	+		
1.2.2 →	Portes ouvertes	→ Information et formation du personnel	**	+	+	+	Les gros consommateurs font ça en général.	
		→	***	++	++	++	Difficilement possible et/ou très coûteux, et sujet à des erreurs	
1.2.3 →	Entreposage de produits chauds	→ Refroidir les marchandises à température ambiante avant de les mettre en chambre froide	**	++	++	++		
1.2.4 →	Chargement incorrect des appareils (empilement des produits trop juste et trop élevé)	→ Prescrire et respecter des limites d'empilement pour que l'air froid puisse circuler	**	+	+	+	Mettre des marquages	
1.2.5 →	Apport de chaleur involontaire (formation de neige, fonctionnement de l'appareil en continu, température non atteinte)	→ Les volets du système d'aération (installations techniques) sont réglés de sorte qu'il n'y ait aucun souffle d'air dans l'appareil de réfrigération (test avec fumigène)	****	++	++	++	Dans bien des cas, les bouches d'air sont correctement réglées lors du contrôle final de l'installation frigorifique. Mais au bout d'un à 2 ans, lors d'un nouveau contrôle, elles sont modifiées en défaveur de l'installation frigorifique, car ce qui en ressort est généralement peu clair.	
		Air des "banques de réfrigération" évacué dans d'autres secteurs réfrigérés	→ Installer l'appareil (mobile) de réfrigération (ex. pour des promotions) de sorte qu'il n'y ait aucun souffle d'air chaud dans les appareils frigorifiques.	***	+	+	+	Signaliser le sens de soufflage de l'air chaud par une flèche bien visible, afin que le client puisse y faire attention lors des mises en place saisonnières
		Réchauffement dû à la lumière	→ Éviter d'éclairer localement l'appareil frigorifique ou remplacer les ampoules halogènes par des LED	**	++	++	+++	
1.2.6 →	Appareils de réfrigération mal remplis	→ Arrêter les appareils frigorifiques non utilisés	***	+	+	+		
1.2.7 →	La température ambiante croît périodiquement	→ Grâce aux portes à fermeture rapide, éviter la ventilation transversale par les portes ouvertes	**	+++	+++	+++		

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
1.2.8 →	Des appareils restent "ouverts" durant les heures de fermeture	→ Couvrir les appareils pendant la pause de midi (banques)	**	+	+	+	<p>Pour les couvercles qui doivent être fermés par les employés, cela pourrait entraîner des problèmes d'acceptation (temps insuffisant pour couvrir le mobilier)</p> <p>Toujours fermer les appareils en dehors des heures d'ouverture et adapter (augmenter) les valeurs théoriques de la production de froid à la charge fortement réduite.</p> <p>Les couvercles coulissants en verre devraient vraiment être la norme aujourd'hui. Diminuer considérablement les dégivrages.</p> <p>Les vitrines réfrigérées munies de portes en verre isolant réduisent de 55% le besoin de froid. Le dimensionnement de l'installation peut ainsi être plus petit.</p> <p>En cas de changement d'utilisation, conserver la valeur théorique antérieure (plus basse). Réglée souvent (par peur) par sécurité, l'inspecteur en charge des produits alimentaires pourrait mesurer une valeur trop élevée.</p> <p>On peut se procurer les tableaux relatifs aux températures de refroidissement chez les fournisseurs.</p> <p>1. L'appareil peut enfin atteindre la température et peut parfois s'arrêter. 2. La condensation est plus faible et le compresseur consomme beaucoup moins d'électricité.</p>
		→ Couvrir les appareils la nuit	***	++	++	++	
		→ Couvrir les appareils les week-ends et jours fériés	****	++	+++	+++	
		→ Installer une banque de congélation équipée d'un couvercle	***	++	+++	+++	
		→ Installer une banque de surgélation équipée d'un couvercle	***	++	+++	+++	
		→ Installer des vitrines réfrigérées équipées de volets roulants ou portes	****	++	+++	+++	
1.2.9 →	Le niveau de température de réfrigération de l'appareil est trop fort	→ Examiner la température de refroidissement que requièrent les produits et adapter la température au besoin effectif.	**	+	+	+	
1.2.10 →	Appareils prêts à brancher: condenseur encrassé	→ Nettoyer condenseurs (enlever poussières et salissures)	***	+	+	+	
1.2.11 →	Appareil mal isolé	→ Remplacer l'appareil	**	++	+++	+++	

### 1.3 Refroidissement de procédé

1.3.1 →	Des produits chauds sont stockés (ex. pain chaud à 80°C en surgélateur)	→ Refroidir les produits à température ambiante avant leur réfrigération (réfléchir aux procédés)	***	++	+++	+++	Refroidissement par paliers: très cher dans les petites unités, mais généralement rentable dans les grandes
1.3.2 →	Température ambiante trop basse pour l'exploitation	→ Clarifier les besoins	**	+	+	+	
1.3.3 →	Un consommateur est nettement plus inefficace que tous les autres.	→ Éliminer/remplacer ou optimiser le consommateur le plus inefficace.	**	++	++	++	Dans tous les systèmes interconnectés, le plus mauvais consommateur détermine généralement l'efficacité de l'installation.

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
<b>1.4 Froid de climatisation</b>							
1.4.1	→ Consommateurs inutiles en service	→ Vérifier les besoins, arrêter les consommateurs inutiles	****	+	+	+	
1.4.2	→ Air trop sec	→ L'air est trop fortement déshumidifié. Vérifier les valeurs théoriques	**	+	+	+	Suivre les valeurs de référence SIA
1.4.3	→ L'installation est exploitée sans être adaptée au besoin réel	→ Contrôler le besoin en cas de températures extérieures inférieures (régler à nouveau la limite de refroidissement)	**	+	+	+	
		→ Changement des valeurs théoriques, c'est-à-dire changement correspondant à différents modes d'exploitation (hiver / été)	****	+	++	++	
		→ Réduire le froid nécessaire à la climatisation au moyen du refroidissement adiabatique (laveur d'air), c'est-à-dire aligner la valeur théorique d'hygrométrie sur la TA	**	+++	+++	+++	Hygiène parfois problématique
1.4.4	→ Valeurs caractéristiques manquantes	→ Détermination du coefficient de performance saisonnier (calcul et mesure)	*	++	++	++	
1.4.5	→ Mauvais horaires d'exploitation	→ Adapter les horaires d'exploitation de l'installation frigorifique au besoin du consommateur de froid (régler correctement l'horloge de commutation sur jour/nuit; semaine/fin de semaine; dissocier jours fériés)	****	+	+	+	A quasi chaque intervention pour un problème de température, le technicien procède à n'importe quel réglage alors que ce n'est pas nécessaire, ce qui produit ces inconvénients.
		→ Adapter la charge du tampon à la température extérieure	**	+	+	+	éviter un point de désactivation trop bas de l'installation frigorifique
1.4.6	→ Mauvais fonctionnement de la commande / de la régulation	→ Vérifier valeurs théoriques / fonctionnements théoriques, adapter éventuellement au besoin effectif (pas de transmission). Configurer la régulation de manière à empêcher, pendant le temps de transition, que le chauffage et la réfrigération fonctionnent en même temps	****	+	+	+	
		→ Contrôler le fonctionnement de la commande "déverrouillage installation frigorifique". Sélectionner le déverrouillage à un niveau supérieur à la valeur TE "valeur de commutation"	****	+	+	+	
		→ Vérifier l'exploitation du tampon / le fonctionnement hydraulique	**	+	+	+	
		→ Examiner le comportement dynamique de la régulation	**	+	+	++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
1.4.7	→ Limiter les flux massiques	→ Mesurer l'écart de température sur le consommateur, augmenter si possible, à savoir: > 6K	**	+	+	++	Souvent en contradiction avec un mauvais échange thermique, fort pourcentage de condensation
		→ Exploiter avec un flux massique variable (vanne de passage) côté consommateur	**	++	++	++	
		→ Examiner les " mélanges", relever éventuellement la température de l'évaporateur (rendement, coefficient de performance)	****	+	+	+	
		→ Vérifier rendement, coefficient de performance	***	+	++	++	
1.4.8	Chauffage et refroidissement simultanés	→ Régler le système de gestion technique de bâtiment ou, si celui-ci est inexistant, s'assurer au moyen d'un verrouillage réciproque que le chauffage et le refroidissement ne puissent pas fonctionner en même temps dans le bâtiment.	****	+	++	+++	
1.4.9	→ Un consommateur est nettement moins efficace que tous les autres.	→ Éliminer/remplacer ou optimiser le consommateur le plus inefficace.	**	++	++	++	Dans tous les systèmes interconnectés, le plus mauvais consommateur détermine généralement l'efficacité de l'installation.

### 1.5 Résea eau de distribution frigoporteur secondaire

1.5.1	→ Manque d'isolation des conduits	→ Au besoin, isoler les conduits, réservoirs et robinets	*	+	++	+++	
1.5.2	→ Formation de condensation sur l'isolation	→ En cas d'isolation insuffisante, accroître la densité d'isolation et/ou poser une nouvelle isolation	*	+	++	+++	
1.5.3	→ La chute de pression du réseau de distribution est supérieure à 0.8 bar	→ Vérifier le coefficient d'encrassement, changer frigoporteur secondaire	*	++	++	+++	
		→ Vérifier chute de pression de la tuyauterie et changer éventuellement	*	++	++	+++	
1.5.4	→ Rendement des pompes > 1% de la puissance de condensation à pleine charge	→ Vérifier le dimensionnement, sélectionner évent. un niveau peu élevé	**	+	++	++	Les systèmes d'entraînement (pompes, ventilateurs, compresseurs) devraient généralement se distinguer par une efficacité (ETI) élevée.
		→ Ajuster la commande des pompes, VÉventuellement	**	++	++	++	
1.5.5	→ Le frigoporteur secondaire s'est modifié chimiquement (concentration inhibitrice)	→ Changer frigoporteur secondaire	**	++	++	+++	
1.5.6	→ Taux de glycol trop élevé (faible capacité calorifique, faible viscosité)	→ Vérifier taux de glycol	*	+	+	+	
1.5.7	→ Écart de la température du frigorigène secondaire, inférieure à 4 K	→ Contrôler/remplacer évaporateur et pompe	***				Un étalement trop faible conduit à un débit volumique supérieur = consommation d'énergie accrue des pompes de recirculation (6 K dT = 100%, 3 K dT = 200% volume) -> Les pompes sont souvent surdimensionnées.
		→ Le fonctionnement des pompes doit être adapté à la puissance frigorifique (monter VF ou pompe à charge partielle)	***				
1.5.8	→ Écart de la température du frigorigène secondaire, inférieure supérieure à 8 K	→ Contrôler, remplacer évaporateur et pompe	***				Un étalement trop important génère une température d'évaporation éventuellement plus basse et un besoin d'énergie accru
		→ Contrôler variable des débits volumiques	***				



N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
<b>1.6 Divers</b>							
<b>Refroidisseur d'air</b>							
1.6.1	→ Transfert de chaleur déficient (dT > 10 K)	→ Nettoyer refroidisseur	**	++	++	+++	dT1 = T air (entrée évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)  Pour des raisons de coûts, le dimensionnement de l'évaporateur est souvent trop faible
		→ Repositionner les lamelles avec un peigne	**	+	++	++	
		→ Contrôler les températures (frigorigène secondaire & air)	**	+	++	++	
1.6.2	→ Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur	→ Nettoyer refroidisseur	**	+	++	++	dT1 = T air (entrée évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Repositionner les lamelles avec un peigne	**	+	++	++	
1.6.3	→ Le ventilateur est en mauvais état	→ Nettoyer, lubrifier	**	++	++	++	
		→ Palier éraflé: remplacer ventilateur	**	++	++	+++	
<b>Bac à Glace</b>							
1.6.4	→ Températures trop basses	→ Vérifier l'exploitation-gestion du bac à glace	*	+	+	+	
<b>Freecooling</b>							
1.6.5	→ Fonctionnement défectueux	→ Adapter les valeurs théoriques de température au besoin effectif	**	+	+	+	N'est pas utilisé pour des questions de coûts.
		→ Vérifier le rendement (net)	**	++	++	++	
		→ Déterminer et corriger le point d'inversion optimum du fonctionnement	***	++	++	++	
1.6.6	→ Intégration mal résolue pour des raisons de coûts	→ Vérifier l'intégration et l'exécuter correctement	***	+++	+++	+++	
1.6.7	→ Dimensionnement trop faible de l'échangeur thermique	→ Changer échangeur thermique	***	+++	+++	+++	
1.6.8	→ Refroidissement libre non activé, mais installé	→ Vérifier et activer refroidissement libre	***	+	+	+	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	

## 2 Évaporateur / Refroidisseur

### 2.1 Évaporateur / Refroidisseur à air

2.1.1	→ D'après le manomètre, la température d'évaporation est trop basse	→ Remplacer le détendeur existant par un modèle électronique (DE)	**	++	++	+++	
		→ Circulation de l'air entravée: empiler correctement les	***	+	+	++	
		→ Circulation de l'air entravée: nettoyer évaporateur	***	++	++	+++	
2.1.2	→ Baisse de température dans le local (formation de moisissures dans la chambre froide)	→ Mauvais positionnement de l'évaporateur dans le local, ce qui provoque un brassage d'air non homogène de l'espace: monter un évaporateur supplémentaire	**	++	+++	+++	
		→ L'air n'est pas assez déshumidifié		+	++	++	
		→ Puissance de refroidissement trop juste: monter un évaporateur supplémentaire	*	++	++	+++	
2.1.3	→ Ventilateur en mauvais état	→ Nettoyer	**	+	++	++	
		→ Frottement des paliers: changer le ventilateur	**	++	+++	+++	
2.1.4	→ Alimentation d'air par un tuyau textile: évaporateur givré	→ Nettoyer (laver) tuyau textile	**	+	++	++	
		→ Remplacer le ventilateur par un modèle plus puissant	**	++	++	+++	
2.1.5	→ Épaisseur du bandage intermédiaire supérieure à 0.5 mm	→ Installer un système de dégivrage à la demande	**	+	+	+	
2.1.6	→ La température de la surface des lamelles (ailettes) atteint en moyenne moins de 0°C et l'installation n'est pas équipée d'un système de dégivrage à la demande	→ Installer ou contrôler le système de dégivrage à la demande	**	++	++	++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
<b>Refroidisseur à air: évaporateur, mode de fonctionnement à sec (échangeur thermique à lamelles) → VDMA 24247-8, page 14 (type 1)</b>							
2.1.7 →	Détendeur: transfert de chaleur déficient (dT 1 supérieur à 10 K)	→ Nettoyer évaporateur	**	+	++	++	dT1 = T air (entrée évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)  Pour le DTS (détendeur thermostatique), aucun réglage correct n'est réalisé en raison du temps que cela exige et pour le DE (détendeur électronique) on suppose qu'il s'optimise de lui-même.
		→ Repositionner les lamelles avec un peigne	**	+	++	++	
		→ Vérifier températures (frigorigène secondaire et fluide)	**	+	+	+	
		→ Régler correctement la surchauffe	**	+	+	+	
		→ installer un nouveau détendeur	**	+	++	++	
2.1.8 →	DE: transfert de chaleur déficient (dT 1 supérieur à 7 K)	→ Nettoyer évaporateur	**	+	++	++	dT1 = T air (entrée évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Repositionner les lamelles avec un peigne	**	+	++	++	
<b>Refroidisseur d'air: évaporation, mode de fonctionnement par immersion (échangeur thermique à lamelles) → VDMA 24247-8, page 15 (type 2)</b>							
2.1.9 →	Transfert de chaleur déficient (dT supérieur à 8K)	→ Nettoyer évaporateur	**	+	++	++	dT1 = T air (entrée évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Repositionner les lamelles avec un peigne		+	++	++	
2.1.10 →	Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur (dT entre 5 et 8K)	→ Nettoyer évaporateur	**	+	++	++	dT1 = T air (entrée évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Repositionner les lamelles avec un peigne	**	+	++	++	
<b>2.2 Refroidisseur de liquide</b>							
<b>Echangeur thermique à plaques → VDMA 24247-8, page 17 (type 4)</b>							
2.2.1 →	Transfert de température déficient (dT supérieur à 6K)	→ Nettoyer évaporateur	***	+	++	++	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur) Le débit est contrôlé dans les cas les plus rares.
		→ Vérifier les températures (fluide frigorigène et frigorigène)	***	+	+	+	
2.2.2 →	Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur	→ Nettoyer évaporateur	**	+	+	++	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Vérifier les températures (fluide frigorigène et frigorigène secondaire)	**	+	+	+	
<b>Échangeur de chaleur à tubes ondulés → VDMA 24247-8, page 19 (type 6)</b>							
2.2.3 →	Transfert de température déficient (dT supérieur à 5K)	→ Étudier remplacement par un échangeur à plaques	***	++	+++	+++	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Nettoyer	***	+	+	++	
2.2.4 →	Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur (dT entre 3 et 5K)	→ Nettoyer	**	+	+	++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	

### 2.3 Détendeur

2.3.1	→ Le mode de fonctionnement de l'installation est instable	→ Le détendeur est trop gros: le remplacer par un détendeur de taille correcte	**	+	++	++	
		→ La formation de flash gaz (prédétente) produit aussi cet effet, à savoir: vérifier sousrefroidissement (déshydrateur-filtre, teneur en fluide frigorigène, etc.)	**	+	++	++	
		→ Régler correctement DE (détendeur électronique) et contrôler régulièrement	**	+	+	+	
2.3.2	→ Le rendement n'est pas atteint ou l'installation a des durées de fonctionnement élevées	→ Le détendeur est trop petit et doit être remplacé par un détendeur aux bonnes dimensions	**	+	++	++	
		→ Capteur mal placé: doit être placé correctement	**	+	+	+	
		→ Isoler capteur	**	+	+	+	
2.3.3	→ Détendeurs encrassés et mal réglés	→ Démontez, nettoyez, remontez et réglez correctement les détendeurs	**	+	+	++	
2.3.4	→ Température d'évaporation trop basse suivant le manomètre	→ Remplacer le détendeur existant par un modèle électronique (DE)	**	++	++	++	Pour le DTS (détendeur thermostatique), aucun réglage correct n'est réalisé en raison du temps que cela exige et pour le DE (détendeur électronique) on suppose qu'il s'optimise de lui-même
		→ Circulation de l'air entravée: nettoyer, empiler correctement les produits	***	+	+	+	
2.3.5	→ Gicleur combiné à l'évaporateur?	→ Remplacer le détendeur existant par un modèle électronique (DE)	**	+	++	++	
2.3.6	→ Flotteur haute pression non entretenu	→ Révision régulière	**	+	++	++	

### 2.4 Dégivrage

2.4.1	→ L'évaporateur dégivre plus 2 fois par jour (lamelles givrées en permanence)	→ Optimiser opération de dégivrage, éventuellement avec un dégivrage à la demande (nouveau régulateur de réfrigération, régler la commande de dégivrage intelligent)	***	+	+	++	
		→ Placer correctement le capteur	**	++	+++	+++	
		→ Ecart d'ailettes trop faible, l'échangeur thermique doit être changé	**	++	+++	+++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
2.4.2 →	La consommation énergétique du dégivrage est trop élevée	→ Pendant le dégivrage, les volets ne ferment plus hermétiquement: réparer volets	***	+	++	++	Dans les projets industriels, on trouve principalement des volets
		→ Volets manquants: équiper l'évaporateur de tubes textiles (shup-up) qui ferment l'évaporateur dès que le ventilateur n'est plus en service	**	+++	+++	+++	
		→ Équiper l'évaporateur (côté aspiration) d'un arceau (capot) qui retient la chaleur pendant l'opération de dégivrage (réduit aussi la formation de glace)	**	++	+++	+++	
2.4.3 →	Temps de dégivrage mal réglés (pas à la demande)	→ Régler correctement temps de dégivrage	***	+	+	+	Les dégivrages inutiles sont énergivores.
2.4.4 →	Le chauffage d'écoulement fonctionne en permanence	→ Monter une commande qui n'active le chauffage qu'à la demande ou utiliser un cordon chauffant autorégulateur	*	+	++	++	
		→ Faire fonctionner le chauffage d'écoulement parallèlement au chauffage du dégivrage	*	+	+	+	
		→ Les chauffages de cuve ne sont évent. pas toujours nécessaires (ex. pour des chambres froides à 0°C)	**	+	+	+	
2.4.5 →	Pas d'isolation des écoulements chauffés	→ Isoler les écoulements chauffés et commander la chambre froide à des distances aussi courtes que possible	*	+	++	++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	

### 3 Compresseur

#### 3.1 Dimensionnement

3.1.1 →	Siège de soupape usé	→ Changer le siège de soupape (en surgélation, le siège de soupape doit être changé tous les 3 ans)	*	+	++	++	L'usure du siège de soupape n'est valable que pour les compresseurs à pistons, dans des installations NH3 ou celles qui fonctionnent mal. Sur les compresseurs hermétiques (scroll, etc.) il est impossible de changer le siège de soupape.
		→ Vérifier les températures lors des travaux de maintenance et décider alors s'il faut changer les sièges de soupapes	*	+	++	++	
3.1.2 →	Travail inefficace du compresseur	→ Vérifier si ça vaut le coup de changer le compresseur par un autre plus efficace	****	++	+++	+++	Les systèmes d'entraînement doivent présenter généralement un haut rendement (IE3)  Les compresseurs à pistons semi-hermétiques se distinguent habituellement par une classe de qualité à deux chiffres, meilleure que les compresseurs totalement hermétiques
		→ Vérifiez si le modèle de compresseur est le bon pour cette utilisation, le changer au besoin. Ex. changement du compresseur à pistons totalement hermétique par un semi-hermétique (0.75 à 7.5 kW)	***	++	+++	+++	
		→ Étudier l'installation d'un commutateur économiseur d'énergie (surréfrigération de liquide par pression intermédiaire) sur les compresseurs à vis ou installations à deux niveaux	**	++	++	++	
3.1.3 →	Compresseur endommagé	→ Éviter la présence de résidus liquides dans les gaz aspirés, ces résidus s'évaporant seulement dans le compresseur (puissance affaiblie)	**	++	++	++	Le compresseur à vis a des rendements volumétriques meilleurs pour des valeurs de surchauffe supérieures. A contrario, c'est avec les plus faibles valeurs de surchauffe que l'évaporateur est le plus efficace. Ce rapport aboutit logiquement à un échangeur thermique par gaz aspirés. Celui-ci réduit surtout le danger d'usure excessive due au liquide résiduel des gaz aspirés.
		→ Régler l'échangeur thermique interne.	**	++	++	++	
		→ Vérifier réglages du détendeur	**	++	++	++	
		→ Étudier l'installation d'un échangeur thermique par gaz aspirés	**	++	++	++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
<b>3.2 Commande</b>							
3.2.1	→ Un gros compresseur alimente plusieurs petits consommateurs (souvent: exploitation en charge partielle)	→ Vérifier la régulation de la puissance au moyen d'un convertisseur de fréquence (CF)	***	++	+++	+++	Le CF donne aussi un facteur de puissance élevé, ce qui veut dire que la puissance réactive est réduite. Beaucoup d'installations sont extrêmement surdimensionnées et fonctionnent à plus de 90% du temps en charge partielle. Un bon COP est important aussi dans l'exploitation en charge partielle.
		→ Remplacer le grand compresseur par plusieurs petits qui peuvent être activés à la demande	***	++	+++	+++	
3.2.2	→ Le compresseur enclenche et déclenche plus de 6 fois/jour (exploitation à horaire cadencé)	→ Monter un régulateur de vitesse (CF)	***	++	+++	+++	Choisir des stratégies en matière de régulation, qui synchronisent systématiquement la puissance du compresseur avec la puissance frigorifique demandée, pas simplement par le couplage incorrect de la pression d'aspiration ou de la température d'entrée.
		→ Contrôler fonctionnement et réglage du détendeur	**	+	++	++	
		→ Remplacer détendeur thermostatique (DTS) par un détendeur électronique (DE)	***	++	++	+++	
		→ Montage d'un limiteur de courant d'enclenchement	**	+	+	+	
		→ Vérifier échelonnement du système de régulation de puissance, fermer évent. le niveau de moindre charge ou activer "exploitation consécutive"	**	+	+	+	
3.2.3	→ Régulation de la puissance par un bypass des gaz chaud («destructeur d'énergie»)	→ Régulation de la puissance tête de cylindre	****	++	+++	+++	
		→ Régulation de la puissance à l'aide d'un convertisseur de fréquence	****	++	+++	+++	
3.2.4	→ Comportement en service inconnu, car pas de surveillance du coefficient de performance (COP)	→ Pour les fluides liquides: installer un compteur de froid et un compteur électrique pour le FF (contrôle/surveillance COP)	*	++	+++	+++	Important pour obtenir une base.  La performance (COP) peut aussi être surveillée par des moyens plus simples et pas seulement en relation avec des médias liquides. L'importance, c'est que le changement d'état soit identifié rapidement.
		→ Installer une surveillance permanente du COP par le système de régulation	*	++	+++	+++	
3.2.5	→ L'installation est réglée sur une exploitation sans problème (mais pas efficace sur le plan énergétique).	→ Surpondérer l'exigence d'efficacité énergétique et la faire exiger par l'exploitant, et sensibilisé la prise de conscience des techniciens de service	*	++	+++	+++	
3.2.6	→ Mauvais emplacement du thermostat	→ Placer le thermostat de sorte que ses mesures soient efficaces (pas au niveau du soufflage ou juste près de la porte). Vérifier aussi si la valeur paramétrée correspond à la température ambiante etc.	***	+	+	+	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	

### 3.3 Appareils supplémentaires

3.3.1	→ Le carter chauffe en exploitation permanente	→ Adapter commande	**	+	++	++	devrait être la norme aujourd'hui
3.3.2	→ Détérioration du rendement volumétrique du fait d'une faible surchauffe	→ Étudier le montage d'un surchauffeur (échangeur thermique interne / ETI)	*	++	++	+++	
		→ Monter échangeur de chaleur interne (ETI)	*	++	++	+++	
3.3.3	→ Ventilateur auxiliaire, servant à refroidir le compresseur, fonctionne en permanence	→ Commander le ventilateur auxiliaire de sorte qu'il fonctionne uniquement pendant que le compresseur est en marche, peut-être n'est-il plus utile en raison du changement de fluide frigorigène	**	+	+	++	

## 4 Système hydraulique de l'installation frigorifique

### 4.1 Fluide frigorigène

4.1.1	→ Les paramètres d'exploitation ne sont pas respectés, car on a chargé un fluide frigorigène inadéquat	→ Remplacer le fluide frigorigène chargé	*	++	+++	+++	
4.1.2	→ Gaz étranger (air) dans le système	→ Purger	**	++	+++	+++	
4.1.3	→ Mauvaise concentration de fluide frigorigène	→ Remplacer l'agent réfrigérant chargé	*	++	+++	+++	
	→ Fluide frigorigène inadéquat	→ Remplacer l'agent réfrigérant chargé	*	++	+++	+++	Ex. R404A en refroidissement normal

### 4.2 Conduits, robinets

4.2.1	→ Erreur de construction de la commutation et/ou de l'intégration hydraulique	→ Vérifier le bon fonctionnement des commutations hydrauliques et corriger au besoin	**	+	++	++	
4.2.2	→ Robinets / armatures et composants surdimensionnés	→ Contrôler dimensionnement par rapport à l'exploitation effective, adapter au besoin et/ou changer par la bonne taille	**	++	++	++	
		→ Vérifier puissance pompe et/ou optimiser	**	+	+	++	
4.2.3	→ Distribution mal dimensionnée	→ Contrôler réseau de distribution et adapter puissance des pompes au besoin, remplacer évent. par pompes à vitesse variable	**	++	++	+++	
4.2.4	→ Perte de pression trop forte au niveau des vannes	→ Dimensionner correctement la vanne	*	++	++	++	Nécessité d'une forte prédominance de la soupape pour une régulation précise.
4.2.5	→ Givrage de l'évaporateur	→ Remplacer détendeur ou le régler correctement	***	++	++	+++	



N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
4.2.6	→ Forte consommation d'énergie due à l'échangeur de chaleur d'aspiration...?	→ Démontez échangeur de chaleur d'aspiration (fluide frigorigène en fonction de ETI Point 3.3.2)	**	+	+	++	
4.2.7	→ Le filtre d'aspiration (FI) est monté après la mise en route	→ Démontez filtre après la mise en route (boîtier vide)	***	+	++	++	
4.2.8	→ L'installation n'est pas étanche (électro-aimant, filtres, vannes)	→ Etanchéifier		+	++	++	
4.2.9	→ L'écart de température au niveau du déshydrateur indique une chute de pression trop forte (perceptible)	→ Remplacer déshydrateur	*	+	++	++	
4.2.10	→ Collecteur trop petit	→ Monter collecteur supplémentaire ou un plus grand collecteur (remplacement)	**	++	++	+++	
4.2.11	→ Fermeture partielle des robinets d'arrêt	→ Vérifier si le passage est à 100% au niveau des soupapes (ex. soupapes d'aspiration)	*	+	+	+	
4.2.12	→ Fortes baisses de pression dans le système	→ Réduire pertes de pression (conduits, échangeurs thermiques, etc.)	***	++	++	+++	

## 5 Condenseur

### 5.1 Air ambiant du condenseur

#### Échangeur thermique à lamelles (type 9, VDMA 24247-8)

5.1.1	→ Transfert de température déficient (dT supérieur à 13K)	→ Contrôler températures (fluide frigorigène et air ambiant) (si possible: cibler l'absence d'écart de température entre la sortie du condenseur et la température de condensation)	***	+	+	+	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Nettoyer	***	+	+	++	Indicateur: nombreuses interventions techniques en été.
		→ Exploiter l'unité frigorifique avec des pressions de condensation variables (si c'est faisable)	**	++	++	++	
		→ Changer ventilateur(s)	***	++	++	++	Respecter niveau sonore
5.1.2	→ Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur (dT entre 8 et 13K)	→ Nettoyer	**	+	+	++	
		→ Exploiter installation frigorifique avec des pressions de condensation variables (si faisable)	**	++	++	++	
5.1.3	→ Vérification du sous-refroidissement	→ Vérifier sous-refroidissement du fluide frigorigène (avec eau de refroidissement, air)	**	+	+	+	
5.1.4	→ dT trop élevé au niveau du condenseur	→ Nettoyer	**	+	+	++	
		→ Vérifier si le ventilateur est défectueux et le faire réparer/le changer	*	+	+	++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
5.1.5	→ Dans le condenseur, il y a de l'air (surtout sur les installations NH3 qui travaillent en pression négative (t0 < -33°C))	→ Étudier le montage d'un purgeur (purge automatique)	**	++	++	++	
5.1.6	→ Des pannes à haute pression surviennent régulièrement parce que la température de condensation est trop élevée	→ Contrôler la régulation et remplacer éventuellement	****	++	++	++	
		→ Vérifiez s'il y a un court-circuit au niveau du rejet de chaleur perdue et disposer évent. le condenseur	****	++	+++	+++	
		→ Vérifier s'il y a une faute de conception et transformer évent. l'installation	****	+++	+++	+++	
5.1.7	→ Le ventilateur marche en permanence et est inefficace	→ Vérifier si le ventilateur est défectueux et le réparer/le changer	***	+	+	++	
		→ Régler à nouveau la commande	***	+	+	+	
		→ Remplacer ventilateur par un autre équipé d'un moteur CE	***	++	+++	+++	Les systèmes d'entraînement doivent généralement présenter un haut rendement
		→ Monter CF	***	++	+++	+++	
5.1.8	→ La température de condensation n'est pas réglée sur la température extérieure.( HP-Flottante)	→ Régler la température de condensation sur la température extérieure.	***	+	+	+	

## 5,2 Échangeur thermique condenseur

### Échangeur thermique à plaques (type 12, VDMA 24247-8)

5.2.1	→ Transfert de température déficient (dT supérieur à 5K )	→ Vérifier températures (fluide frigorigène et frigorigène secondaire) (l'écart de température entre la sortie du condenseur et la température de condensation devrait se situer entre 2-3K)	***	+	+	+	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Nettoyer	***	+	++	++	
		→ Exploiter l'installation frigorifique avec des pressions de condensation variables	**	++	++	++	
5.2.2	→ Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur (dT entre 1 et 5 K)	→ Nettoyer	**	+	++	++	
		→ Exploiter l'installation frigorifique avec des pressions de condensation variables	**	++	++	++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
<b>Échangeur thermique à tubes ondulés</b> (type 13, VDMA 24247-8)							
5.2.3	→ Transfert de température déficient (dT supérieur à 13K)	→ Vérifier températures (fluide frigorigène et air ambiant) (l'écart de température entre la sortie du condenseur et la température de condensation devait être de 3-5K)	***	+	+	+	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→ Nettoyer et détartrer	***	+	++	++	
		→ Exploiter l'installation frigorifique avec des pressions de condensation variables	**	++	++	++	
5.2.4	→ Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur (dT entre 8 et 13K)	→ Nettoyer et détartrer	**	+	++	++	
		→ Exploiter l'installation frigorifique avec des pressions de condensation variables	**	++	++	++	
5.2.5	→ Baisse de pression excessive côté eau	→ Contrôler flux massique	*	+	+	+	
		→ Contrôler coefficient d'encrassement	*	+	+	+	
5.2.6	→ Taux de glycol trop élevé (faible capacité calorifique)	→ Vérifier taux de glycol	*	+	+	+	
5.2.7	→ Fonctionnement constant de la pompe	→ Commander pompes à la demande	***	+	++	++	
		→ Équiper les pompes d'un CF	***	++	++	+++	
5.2.8	→ Aucun désurchauffeur monté	→ Vérifier s'il serait judicieux, dans l'installation concernée, de monter un désurchauffeur	**	++	++	++	

## 6 Évacuation de la chaleur perdue

### 6.1 Réseau caloporteur

6.1.1	→ Chute de pression trop élevée côté eau	→	Contrôler flux massique	+	+	+	
		→ Contrôler coefficient d'encrassement, changer filtre(s)	*	+	+	+	
6.1.2	→ Taux de glycol trop élevé (faible capacité calorifique)	→ Vérifier taux de glycol	*	+	+	+	
6.1.3	→ Fonctionnement constant de la pompe (pompe de refroidissement)	→ Vérifier dimensionnement	***	+	+	++	Les systèmes d'entraînement doivent généralement présenter un haut rendement
		→ Commander les pompes à la demande	***	+	++	++	
		→ Vérifier le niveau de la pompe de refroidissement sélectionné	**	++	++	+++	
		→ Équiper la pompe de refroidissement d'un CF	***	++	++	+++	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
6.1.4	→ Écart de la température du fluide caloporteur inférieur à 4 K	→ Vérifier pompe et condenseur, remplacer évent.	***				La valeur théorique de condensation ou de sortie du refroidisseur doit être commandée par rapport à la température extérieure et, en cas d'utilisation de la chaleur perdue, être augmentée uniquement si toute la chaleur peut être restituée pour utiliser la chaleur perdue
6.1.5	→ Écart de la température du fluide caloporteur supérieur à 8 K	→ Vérifier pompe et condensateur	***				

## 6.2 Utilisation de la chaleur perdue générée

6.2.1	→ La chaleur perdue n'est pas utilisée	→ Vérifier si la chaleur perdue peut être utilisée en tout ou en partie (eau chaude sanitaire, chauffage de rampes d'accès, chauffage de piscine couverte, etc.)	****	+++	+++	+++	
6.2.2	→ Fonctionnement défectueux de l'évacuation de chaleur perdue après le condenseur	→ Adapter l'exploitation au besoin/usage effectif	**	+	+	+	
		→ Vérifier fonctionnement du tampon	**	+	+	+	
		→ Adapter le niveau de température du consommateur au niveau de température de la chaleur perdue générée	***	+	+	++	
6.2.2	→ Fonctionnement défectueux de l'utilisation de chaleur perdue (UCP)	→ Adapter l'exploitation au besoin/usage effectif	**	+	+	+	
		→ Adapter le niveau de température du consommateur au niveau de température de la chaleur perdue générée	***	+	+	++	
		→ Vérifier fonctionnement désurchauffeur (s'il existe)	**	+	+	+	
		→ Régler les températures de condensation élevées seulement en mode d'utilisation de chaleur perdue, si on peut utilisée 100% de chaleur	**	+	+	+	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	

### 6.3 Système de refroidissement (SDR) à lamelles ou hybride

#### Échangeur thermique à lamelles (type 15, VDMA 24247-8)

6.3.1 →	Transfert de température déficient (dT supérieur à 5K)	→	Contrôler températures (fluide frigorigène et air ambiant) (si possible: cibler l'absence d'écart de température entre la sortie du condenseur et la température de condensation)	***	+	+	+	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→	Nettoyer	***	+	++	++	
		→	Exploiter l'installation frigorifique avec des pressions de condensation variables	**	++	++	++	
6.3.2 →	Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur (dT entre 1 et 5 K)	→	Nettoyer	**	+	++	++	
		→	Exploiter l'installation frigorifique avec des pressions de condensation variables	**	++	++	++	

#### Échangeur thermique hybride (type 15, VDMA 24247-8)

6.3.3 →	Transfert de température déficient (dT supérieur à 10K)	→	Contrôler températures (frigorigène secondaire et air ambiant) (si possible: cibler l'absence d'écart de température entre la sortie du condenseur et la température de condensation)	***	+	+	+	dT = T frigorigène secondaire (sortie évaporateur) – T fluide frigorigène (sortie évaporateur)
		→	Nettoyer et détartrer	***	+	++	++	
		→	Exploiter installation frigorifique avec des pressions de condensation variables (si faisable)	**	++	++	++	
6.3.4 →	Possibilité d'optimisation du transfert de chaleur (dT entre 6 et 10K)	→	Exploiter l'installation frigorifique avec des pressions de condensation variables	**	++	++	++	
		→	Nettoyer et détartrer	**	+	++	++	
6.3.5 →	Le chauffage de bassin fonctionne en permanence	→	Vérifier la valeur de marche / d'arrêt du chauffage de bassin et/ou les régler correctement	*	+	+	+	

N°	Défaut - Problème	Description de la mesure	Potentiel d'économie	Coût de la réparation?			Remarque
				petite installation jusqu'à 15 kW	installation moyenne >15 - 80 kW	grande installation > 80 kW (K)	
6.3.6	→ Commande défectueuse des ventilateurs	→ Vérifier commutation parallèle, à savoir: optimiser la commutation progression et/ou l'exploitation parallèle en fonction du rapport puissance d'admission/puissance de refroidissement (surface plus importante)	***	+	+	+	
		→ Vérifier la séquence correcte de la régulation de puissance des tours de refroidissement, à savoir: Niveau: ARRET volet, 2. Niveau pompe de pulvérisation MARCHE, 3. Niveau ventilateur, Niveau 1 4. Niveau ventilateur, niveau 2	***	+	+	++	
		→ Vérifier régulation de la puissance au niveau du refroidissement, par ex. tous les ventilateurs; d'abord	**	+	+	+	
		→ Monter des ventilateurs à moteurs CE	**	++	++	+++	Les systèmes d'entraînement doivent présenter généralement un haut rendement (ETI)
		→ Remplacer ventilateurs par un modèle plus efficace (ventilateur radial)	**	++	++	+++	
		→ Équiper les ventilateurs d'un CF	**	++	++	+++	
		→ Vérifier valeur d'enclenchement (température) du ventilateur de refroidissement, corriger évent. Remarque: le VR a besoin de jusqu'à 50% de l'électricité de toute l'installation frigorifique	**	+	+	+	
6.3.7	→ Problèmes lors de la purge	→ Vérifier fonctionnement de la purge, vérifier volume purge, corriger évent.	*	+	+	+	
		→ Vérifier compatibilité environnementale du produit utilisé pour la purge		+	+	+	
		→ Vérifier mesure de la valeur de référence		+	+	+	

## 7 Divers

7.1	→ Le monteur est mal équipé	→ Acheter instruments appropriés (thermomètre, manomètre, etc.)	***	+	+	+	
		→ Calibrer l'instrument	***	+	+	+	
7.2	→ Dommages de l'installation, dus à la corrosion	→ acheter nettoyeur adéquat	*	+	+	+	

Zurich, 2 mai 2011