

LE PROGRAMME EUROPEEN MOTOR CHALLENGE PROGRAMME

Module Systèmes Actifs de Réfrigération et de Refroidissement

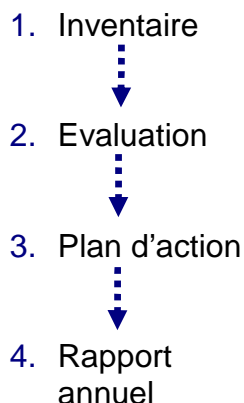


Sommaire

1. Introduction au Module Systèmes Actifs de Réfrigération et de Refroidissement	1
Inventaire des composants des installations frigorifiques.....	1
A. Description sommaire du système.....	2
Installations Frigorifiques.....	2
Fluides frigorigènes	3
B. Documentation et mesure des paramètres d'utilisation du système	5
C. Indicateurs globaux de performance du système.....	5
2. Évaluation de l'applicabilité des mesures d'économie d'énergie.....	6
Plan d'Action	12
3. Rapport annuel.....	13

1. Introduction au Module Systèmes Actifs de Réfrigération et de Refroidissement

Ce document sert de guide au partenaire du **programme Motor Challenge**.
Il présente les différentes étapes à suivre pour le partenaire du Motor Challenge



Les documents relatifs à l'inventaire et à l'évaluation sont des documents internes, confidentiels, tandis que le plan d'action et le rapport annuel sont soumis à la Commission.

Ce document traite principalement des **installations frigorifiques industrielles**.

Une installation frigorifique de réfrigération est définie dans ce document comme un système fournissant de la chaleur à une température inférieure à 0°C (froid négatif).

Néanmoins, les installations, fonctionnant entre 0°C et la température ambiante (froid positif), sont très courantes et sont basées sur les mêmes technologies de dissipation de la chaleur grâce à un gradient de température, utilisé également pour le froid négatif.

Par voie de conséquence, la plupart des mesures décrites dans ce document pour les installations frigorifiques à froid négatif peuvent être appliquées aux installations à froid positif.

Seuls les systèmes de refroidissement fonctionnant à des températures supérieures à la température ambiante doivent être traités séparément, c'est le cas des tours de refroidissement.

L'utilisation de tours de refroidissement pour la dissipation de la chaleur n'est pas traitée dans ce module, car même si des systèmes moteurs sont impliqués, ils le sont principalement avec des pompes et des ventilateurs, et doivent être donc être considérés dans le module Pompes et Ventilateurs.

Dans tous les cas, il faut noter que les tours de refroidissement devraient toujours être préférées aux installations frigorifiques, car cela permet l'économie d'une quantité significative d'énergie.

Inventaire des composants des installations frigorifiques

Un Partenaire MCP établit un **inventaire** des composants de l'installation et des principaux paramètres de fonctionnement du système.

L'inventaire est établi en 3 phases :

- A - description sommaire du système,
- B - documentation et mesure des paramètres d'exploitation du système,
- C - indicateurs globaux de performance du système.

A. Description sommaire du système

Il s'agit, à l'aide d'un tableau de décrire le système d'air comprimé actuellement en place dans l'entreprise

Caractéristiques techniques (âge, puissance..)	Température D'utilisation finale	Utilisation finale du refroidissement	Consommation électrique annuelle	Rythme de l'utilisation	Fluide frigorigène

Dans la plupart des entreprises, la plupart de ces informations peuvent être rassemblées par du personnel interne.

Installations Frigorifiques

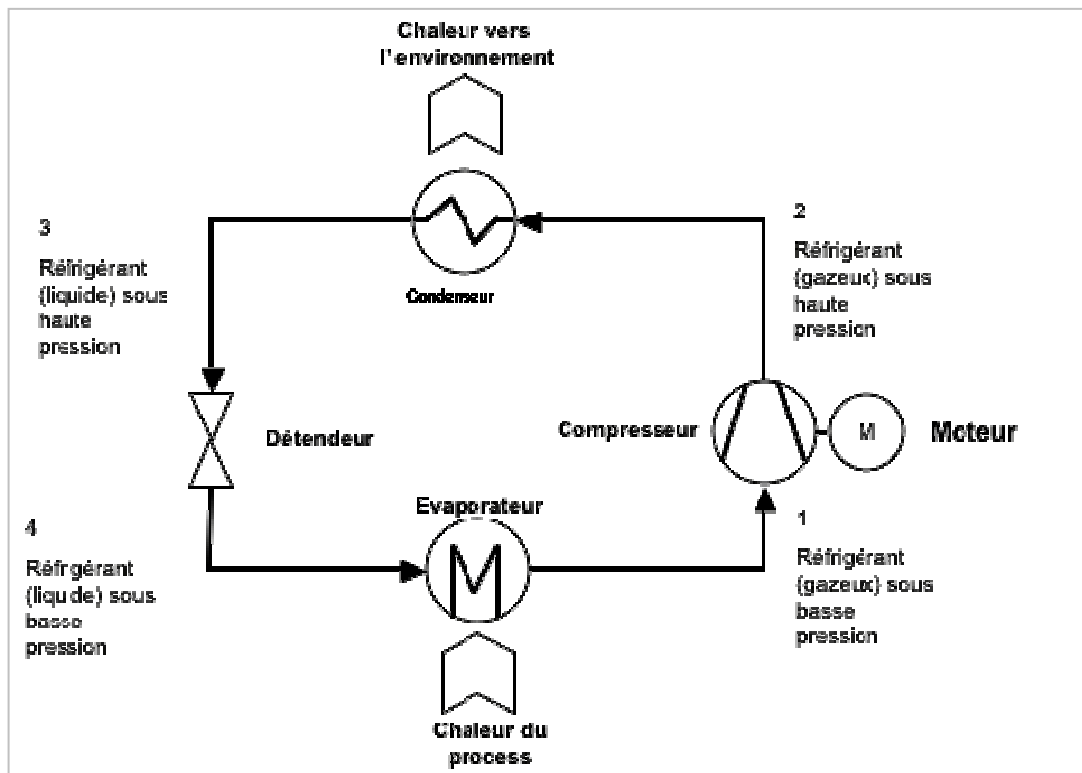
Les installations frigorifiques sont largement utilisées dans les applications industrielles de nos jours. Les secteurs les plus largement équipés sont l'industrie agro-alimentaire et l'industrie chimique.

La plupart des installations frigorifiques utilisent un fluide frigorigène et ses changements de phase entre les états liquides et gazeux.

Les principaux composants sont le compresseur, le condenseur et l'évaporateur (voir figure ci-dessous).

Suivant les applications, le système peut également comporter des condenseurs, compresseurs et évaporateurs multiples. Les calories (frigories) peuvent être transférées directement par un échangeur de chaleur ou via un circuit de refroidissement secondaire, en particulier si le risque de contamination dans le cas d'un défaut de la boucle de réfrigération est élevé.

Dans la gamme des températures supérieures à 0°C, de l'eau glacée est couramment utilisée.



- **Évaporateur** : Dans l'évaporateur, un échangeur de chaleur évapore le fluide frigorigène. La chaleur est prélevée de l'espace conditionné et transférée au fluide au sein de l'évaporateur, ce qui provoque sa vaporisation à basse température, produisant un gaz à faible pression et basse température.

- **Compresseur** : Cette unité aspire le gaz réfrigérant de l'évaporateur à travers les tubulures et le comprime à une pression plus élevée. La compression provoque également une élévation de la température du réfrigérant. Les compresseurs sont généralement situés en position centrale, dans une chambre des machines. Il en existe trois types principaux : à piston, à vis, ou turbo-compresseur centrifuge.
- **Condenseur** : Généralement éloigné des autres composants, l'échangeur de chaleur transfère la chaleur du fluide frigorigène vers l'air ambiant. Le gaz réfrigérant sous haute pression arrivé du compresseur est condensé en même temps qu'il est refroidi dans le condenseur, sous une pression à peu près constante. C'est ensuite un liquide réfrigérant à haute pression et température moyenne qui quitte le condenseur.
- **Détendeur** : il détend le liquide sous haute pression de manière contrôlée. Lorsque le fluide frigorigène est détendu, sa température d'ébullition baisse. Le fluide reprend alors un nouveau cycle.

Fluides frigorigènes

- Un fluide frigorigène doit satisfaire un certain nombre d'exigences.
 - Pour des raisons d'efficacité, il doit avoir une faible chaleur latente de vaporisation, et un point de rosée à une pression techniquement atteignable.
 - Pour des raisons d'applicabilité, il doit avoir une haute stabilité chimique.
 - Pour des raisons de sécurité, il ne doit pas être inflammable, explosif ou toxique.
 - Pour des raisons environnementales, il doit avoir un faible impact sur la couche d'ozone et un faible pouvoir de réchauffement global.

Les principaux groupes de fluides réfrigérants sont l'ammoniac et les haloalcanes, parmi lesquels les chlorofluorocarbures (CFC) comme le R-12, les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) comme le R-22 et les hydrofluorocarbures (HFC) comme le R-134a, le R-404 ou le R-507.

Les CFC, couramment utilisés par le passé comme fluides frigorigènes, ont été progressivement supprimés sur la base du protocole de Montréal de 1987, relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone. L'utilisation des HCFC comme le R-22 dans les nouvelles installations est interdite depuis 2000.

D'autres alternatives aux hydrofluorocarbures sont les réfrigérants naturels comme le dioxyde de carbone, l'ammoniac ou l'eau.

De nos jours, les fluides frigorigènes typiques sont :

Ammoniac NH₃ (R-717)

L'ammoniac est utilisé comme fluide frigorigène dans les grandes installations industrielles. Les phases liquides et gazeuses sont toutes deux incolores. Son odeur est extrêmement âcre et agressive. L'ammoniac brûle lorsqu'on le chauffe, et peut exploser aux températures élevées. En phase gazeuse, l'ammoniac est deux fois plus léger que l'air. Le principal inconvénient de l'ammoniac consiste en des exigences de sécurité élevées.

R-134a

Le R134a est un composé hydrocarbure partiellement fluoré. Il ne contient pas de chlore, n'a pas d'effet nocif sur la couche d'ozone, mais est en revanche un très puissant gaz à effet de serre. Ses applications se situent dans l'industrie automobile, les installations fixes de conditionnement d'air et les installations frigorifiques à température moyenne.

R407C

Le R407C est un mélange de trois hydrofluorocarbures, ou HFC, à savoir 23% de R32, 25% de R125 et 52% de R134a. Le R407C s'est établi comme une alternative en drop-in pour le R22 dans l'industrie. Néanmoins, quand un système est chargé avec un tel mélange zéotropique, des difficultés apparaissent sur les variations de températures aux états diphasiques et sur les différences de solubilité dans les huiles.

R123 Dichlorotrifluoroéthane CHCl_2CF_3

Il s'agit d'un liquide synthétique, non combustible et volatil, principalement utilisé comme fluide frigorigène dans les installations de conditionnement d'air industrielles et commerciales. Le R123 est actuellement utilisé comme solution de remplacement transitoire des chlorofluorocarbures et bromofluorocarbures, en cours de retrait selon le Protocole de Montréal. L'amendement de Copenhague de 1992 impose le retrait du R123 et des autres hydrofluorocarbures avant 2020.

R22 Chlorodifluorométhane CHClF_2

Le R22 est un hydrochlorofluorocarbure or HCFC simple. Actuellement interdit dans les installations neuves par le protocole de Montréal, c'est un puissant gaz à effet de serre (PRG 100 de 1700). Le R22 ne pourra plus être produit après 2009, mais les installations existantes pourront utiliser des stocks ou du R22 recyclé ou régénéré jusqu'en 2014. Ce fluide est peu odorant, incolore sous ses formes gazeuses et liquides, et il n'est ni toxique, ni irritant, ni inflammable, ni corrosif. Il est chimiquement stable.

Il est utilisé dans les installations de conditionnement d'air lorsque la taille et le coût sont des facteurs importants, ou dans les applications de réfrigération à basse et moyenne température.

Le tableau suivant donne un aperçu des différentes utilisations de fluides en dehors de l'ammoniac :

Compresseur	Plage typique de puissance	Fluides réfrigérants utilisables
À piston	1 à 400 kW _{el}	HFC-407C
À vis	100 à 1000 kW _{el}	HFC-407C HFC-134a
À spirales	5 à 100 kW _{el}	HFC-407C HFC-134a
Centrifuge	Plus 300 kW _{el}	HFC-134a HCFC-123

B. Documentation et mesure des paramètres d'utilisation du système

Il est souhaitable (et même indispensable pour les systèmes importants de plus de 20 kW_{el}) de documenter ou de mesurer les éléments suivants pour tous les systèmes.

1. Différentiel de pression à l'aspiration et au refoulement
2. Type de conduite et régulation de l'installation et type de commande du fluide frigorigène
3. Consommation totale de puissance (y compris le ventilateur des condenseurs et les pompes – par exemple pour le rafraîchissement d'eau ou un circuit secondaire)
4. Pour les systèmes de grande taille, un boîtier d'acquisition et des capteurs appropriés devraient être installés (probablement pour la période d'évaluation uniquement), afin de mesurer sur une période représentative : pression, température, débit, puissance électrique / courant et humidité relative de l'air ambiant.

Pour les systèmes de grande taille, un boîtier d'acquisition et des capteurs appropriés devrait être installés (probablement pour la période d'évaluation uniquement), afin de mesurer sur une période

représentative : pression, température, débit, puissance électrique / courant et humidité relative de l'air ambiant.

C. Indicateurs globaux de performance du système

Sur la base des données collectées, les indicateurs globaux ci-dessous de performance du système peuvent être évalués :

I Amortissement annualisé [Euro/an]		A Heures annualisées de fonctionnement [h/an]	
II Coûts annuels de Maintenance [Euro/a]		B Puissance électrique totale du système de réfrigération [kW]	
III Coûts annuels de l'énergie de réfrigération [Euro/a]		C Coefficient de performance ⁽¹⁾ [-]	
IV Coût total (Somme de 1-3) [Euro/a]		D Puissance de refroidissement (B*C) [kW]	
V Quantité de produit [kg ; litre ;..]		E Prix de l'électricité [Euro/kWh _{el}]	
Coût unitaire de réfrigération (IV/ A*D) [Euro/KWh]			
Ratio spécifique : (si possible) kWh _{el} /Quantité de produit (A*B*E/V) Euro/Quantité de produit (IV/V)			

(1) Si cette valeur est inconnue, le COP peut être estimé sur la base des températures dans le condenseur et dans l'évaporateur (attention : les températures sont exprimées en Kelvin 273,15 K = 0°C).

$$COP = 0.5 \cdot \frac{T_{\text{évaporateur}}}{T_{\text{condenseur}} - T_{\text{évaporateur}}}$$

Remarquons que pour de nombreux systèmes (en particulier ceux d'une puissance inférieure à 10 kW), les économies potentielles ne peuvent pas justifier les mesures complexes et coûteuses nécessaires à l'élaboration de données précises. Dans de tels cas, l'évaluation peut être conduite sur la base d'estimations appropriées, par exemple :

- L'amortissement annualisé peut être estimé à 10 % du coût actuel de remplacement du système entier ;
- Les coûts de maintenance peuvent être estimés à 7 à 9 % du coût actuel de remplacement ;
- Le coût de l'énergie peut être estimé à partir de la puissance nominale et des durées d'exploitation.

2. Évaluation de l'applicabilité des mesures d'économie d'énergie

La consommation d'électricité dans les installations frigorifiques peut être réduite par l'application des mesures **générales** suivantes :

Optimisation du système – Les processus de réfrigération industriels ont en général une efficacité élevée, mais également de fortes consommations énergétiques. Une importante mesure d'efficacité consiste par conséquent en un dimensionnement et une conception optimaux de la demande et de la production de froid, en particulier pour les utilisations en charge partielle. Les mesures sur le système complet offrent d'importants potentiels d'économies, qui dépassent généralement de beaucoup les mesures sur des composants comme un moteur. Elles doivent aussi inclure la conduite/régulation de l'ensemble du système.

Réduction de la demande de froid

Mesures sur l'efficacité de L'exploitation /maintenance

La modification des pratiques d'exploitation et de maintenance peut aussi améliorer de manière significative l'efficacité des installations frigorifiques. Nettoyez les boucles de refroidissement plusieurs fois par an et assurez-vous que les boucles extérieures sont placées à l'ombre et bien ventilées. Assurez-vous également que les portes des réfrigérateurs et congélateurs sont étanches et que tout joint endommagé soit rapidement réparé. Le potentiel d'économie est de 4 à 8 % si la maintenance est réalisée régulièrement.

Emplacement du condensateur

Cette mesure d'économie d'énergie évidente mais fréquemment oubliée peut être mise en œuvre après une diminution du besoin en débit. Le nombre de pompes en service peut être contrôlé automatiquement en installant des interrupteurs asservis à la pression sur une ou plusieurs pompes.

Diminuer les distances de tuyauteries

Essayez de minimiser la distance entre l'équipement de production de froid et les sites d'usage du froid. Des distances de transport allongées augmentent les pertes de froid et pertes de charges. Pensez également à séparer votre système de réfrigération en petites unités organisées de manière décentralisée.

Récupération de chaleur

Le compresseur de réfrigération produit de la chaleur fatale. Additionnée à la chaleur libérée au niveau du condenseur, cette chaleur peut être utilisée pour d'autres applications, comme le chauffage d'un local ou la production d'eau chaude. La disponibilité de la chaleur dépend néanmoins du fonctionnement de l'installation, qui produit plus de chaleur en été.

Commande de dégivrage



Des systèmes de dégivrage économes en énergie améliorent l'utilisation du cycle de dégivrage. Les commandes les plus efficaces sont les commandes sur demande, qui démarrent le dégivrage suivant de multiples critères, comme la mesure du saut de température à la traversée de l'évaporateur, la mesure de l'accumulation de givre ou encore le taux d'humidité. Toutes ces méthodes, utilisées de manières adaptées, sont plus efficaces que l'usage d'une simple horloge pour piloter le dégivrage. Les économies d'énergie estimées s'élèvent à 1 à 6 % de l'énergie consommée par l'installation frigorifique.

Fuites de fluide frigorigène



La performance maximale n'est possible que si le niveau minimal de fluide frigorigène est maintenu. Des fuites de fluides, en plus d'être dommageables à l'environnement, vont également diminuer la performance de l'installation. Vérifiez donc régulièrement le niveau de fluide frigorigène dans votre système.

Isolation plus épaisse



L'amélioration de l'isolation permet de réduire les pertes de chaleur, et par conséquent de réduire efficacement la demande de refroidissement. L'isolation doit être prévue à la fois sur l'équipement devant être refroidi et sur les tubulures de circulation de fluide frigorigène.

Eclairage et machines efficaces dans les zones froides



Toute la chaleur fatale produite par les autres équipements se trouvant dans les zones froides doit être compensée par le système de réfrigération. Plus ces équipements seront efficaces, moins la production de chaleur fatale sera importante. Si par exemple, le système d'éclairage utilise des tubes fluorescents T-8 adaptés aux basses températures et des ballasts électroniques, la charge thermique interne, et par conséquent la charge de refroidissement, peut être réduite. L'idéal est encore d'éteindre les lampes quand elles ne sont pas utiles. Vérifiez si les parties des machines responsables des productions de chaleur fatale ne peuvent pas être placées à l'extérieur de la zone réfrigérée.

Utilisation d'équipements efficaces

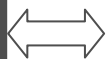
Moteurs d'entraînement améliorés (Économies jusqu'à 7%)



➤ **Moteurs d'entraînement améliorés (économies jusqu'à 7 %)**

- ❖ Utilisation de moteurs à haute efficacité (EFF1) pour entraîner le compresseur frigorifique
- ❖ Utilisation de moteurs à haute efficacité (EFF1) pour entraîner les pompes
- ❖ Utilisation de moteurs à haute efficacité (EFF1) pour entraîner les ventilateurs du condenseur

Utilisez des compresseurs bien dimensionnés pour une efficacité maximale



- ❖ Le point d'efficacité maximale d'un compresseur de réfrigération se situe à l'intérieur de sa plage d'utilisation. Son efficacité est détériorée dans d'autres conditions de fonctionnement. L'utilisation d'un compresseur à puissance maximale pendant une courte durée afin d'accumuler une certaine quantité de froid peut ainsi s'avérer plus efficace que l'utilisation continue d'un système faiblement chargé.
- ❖ Choisissez le compresseur le mieux adapté pour votre application.

Utilisez un entraînement à vitesse variable pour s'adapter aux utilisations à charge partielle (économies possibles de l'ordre de 50 %)



- ❖ Utilisation d'un entraînement à vitesse variable pour entraîner le compresseur de réfrigération
- ❖ Utilisation d'un entraînement à vitesse variable pour entraîner les pompes à fluide frigorigène
- ❖ Utilisation d'un entraînement à vitesse variable pour entraîner les ventilateurs du condenseur

Utilisez d'autres types de régulations adaptées à votre système et à la technologie de votre compresseur



- ❖ Compresseur alternatif :
 - En ouvrant la soupape d'admission d'un des cylindres
 - Variation du "volume libre"
- ❖ Compresseur centrifuge :
 - Utilisez des ailettes de guidage de l'admission
- ❖ Compresseur à vis :
 - Réinjection de réfrigérant
- ❖ Tous systèmes :
 - Utilisez des systèmes de stockage à glace

Condenseurs à évaporation



La plupart des systèmes réfrigérants utilisent des condenseurs refroidis à l'air pour l'évacuation de la chaleur. Les condenseurs à évaporation pour leur part utilisent un filtre humidifié pour refroidir l'air ambiant lors de son entrée dans le condenseur, accroissant ainsi la capacité d'évacuation de chaleur. L'installation frigorifique gagne en efficacité avec des condenseurs à évaporation.

Utilisation adéquate évitant des températures inutilement basses

Évitez les températures basses

Vérifiez quel niveau de température est nécessaire à votre procédé. Tentez de maintenir la température du fluide frigorigène la plus élevée possible à l'évaporateur. Si une température basse est nécessaire, vérifiez si un compresseur multi-étagés ne s'avère pas une solution plus efficace

Nettoyage des échangeurs de chaleur

Nettoyez régulièrement vos échangeurs de chaleur. Des surfaces d'échange propres assureront de hautes capacités de transfert de chaleur. La maintenance joue un rôle important pour une installation frigorifique efficace.

Pression de condensation variable (ou Haute pression flottante)

Le contrôle de la pression de condensation permet aux pressions dans le condenseur d'évoluer en fonction des conditions extérieures, diminuant ainsi la consommation énergétique. Cela réduit également l'usure du système et augmente donc sa durée de vie.

La pression de condensation variable est souvent une caractéristique standard sur les installations récentes ; néanmoins, on peut aussi l'incorporer lors d'une rénovation. Cela nécessite souvent le remplacement de détendeurs thermostatiques par des détendeurs électroniques. Une augmentation de la température de l'évaporateur de 1 K se traduit par une économie d'énergie d'environ 2 %, une diminution de la température du condenseur de 1 K correspond à une amélioration de l'efficacité de 3%.

Contrôle de l'évaporateur

Assurez-vous que la température n'est ni trop élevée ni trop basse à la sortie des évaporateurs. Elle doit être supérieure à la température d'entrée de 3 à 8 K.

Autres mesures

Réservoir de stockage à glace



Les systèmes de stockage à glace peuvent être utilisés pour optimiser l'utilisation du système. Néanmoins, le stockage ayant des pertes supplémentaires, l'usage d'un tel processus doit être soigneusement évalué sur les plans énergétiques et économiques.

Turbine de détente



Plutôt que de détendre le réfrigérant dans un étranglement, il serait possible de le détendre dans une petite turbine afin de générer une puissance mécanique grâce à la chute de pression. Néanmoins, de tels systèmes sont très coûteux et ne peuvent donc être rentables que sur de très grandes installations de réfrigération avec d'importantes durées d'exploitation.

Installations frigorifiques à absorption



Dans le cas de pertes fatales de chaleur, l'utilisation de systèmes de réfrigération à absorption peut améliorer l'efficacité globale. En effet, de tels systèmes utilisent la chaleur à la place de l'électricité pour alimenter le processus de réfrigération.

Bien entendu, l'applicabilité de mesures particulières et l'ampleur des économies qu'elles peuvent engendrer dépendent de la taille et de la nature spécifique de vos applications. Seule une évaluation du système et des besoins de votre entreprise permettra de déterminer quelles mesures sont à la fois applicables et rentables. Cette évaluation peut être effectuée par un prestataire de service qualifié en froid industriel (qui peut être un évaluateur MCP), ou par une équipe interne qualifiée.

Les conclusions de l'évaluation permettront d'identifier les mesures applicables à votre système, et incluront une estimation des économies, le coût des mesures, ainsi que le temps de retour de l'investissement. Les résultats de l'évaluation sont des résultats internes confidentiels et ne sont pas transmis à la Commission.

Le tableau suivant montre les mesures d'économie d'énergie potentiellement significatives qui peuvent être appliquées à votre système. Dans ce tableau, les mesures sont présentées en commençant par celles qui ont le plus important potentiel d'économie et sont les plus faciles à implémenter.

Mesures	Potentiel d'économie
Réduction de la demande de froid	
Optimisation du système	8 – 10 %
Mesures sur le fonctionnement et la maintenance	4 – 8 %
Isolation plus épaisse	5 – 10 %
Récupération de chaleur (à différents niveau de température, la majorité de la chaleur qui peut être récupérée est à basse température de l'ordre de 30 à 45°C)	60-80 % (chaleur)
Équipements / éclairage efficace dans la zone froide.	2%
Utilisation d'équipements efficaces	
Entraînement à vitesse variable pour le compresseur, le ventilateur, les pompes	4 – 6 %
Moteurs haute efficacité pour le ventilateur de l'évaporateur	2 - 5 %
Systèmes de compression haute efficacité	2 - 5 %
Moteurs haute efficacité pour le ventilateur du condenseur	2 - 5 %
Condenseurs à évaporation	10-20%
Utilisation adéquate évitant des températures inutilement basses	
Nettoyage des échangeurs de chaleur	3%
Contrôle de la pression du liquide	5 - 7%
Contrôle de la pression de condensation	10 - 25%
Contrôle du dégivrage	5 %

Tableau 1: Mesures d'efficacité énergétique des équipements frigorifiques

L'évaluation doit, pour chacune des mesures, évaluer l'applicabilité et la rentabilité, et résumer les informations sous une forme similaire au tableau suivant

Mesures d'efficacité énergétique de la réfrigération					
Mesures d'économie d'énergie	Résultats de l'évaluation				
	Action proposée spécifique	Économies annuelles estimées	Coût de l'investissement	Coût de maintenance et exploitation	Temps de retour sur investissement estimé (mois)
Isolation plus épaisse					

Récupération de chaleur					
Équipements / éclairage efficace dans la zone froide					
Vitesse variable pour le compresseur, le ventilateur, les pompes					
Moteurs haute efficacité					
...					

PLAN D'ACTION

Le Plan d'Action de votre entreprise, tel que proposé dans le formulaire ci-dessous, doit indiquer :

- Les mesures que vous avez décidé de mettre en place, et l'échelle de temps prévue pour leur implémentation ;
- Les raisons d'exclure les autres mesures.

Le Plan d'Action est présenté à la Commission. Après approbation, votre organisation sera reconnue comme Partenaire MCP.

Remplir pour chaque système de réfrigération

Mesure d'efficacité énergétique des systèmes de production de froid	Faisabilité ⁽¹⁾	Actions spécifiques ⁽²⁾	% Couvert ⁽³⁾	Délai ⁽⁴⁾	Économies attendues ⁽⁵⁾ (MWh/an)
Isolation plus épaisse					
Récupération de chaleur					
Equipements / éclairage efficace dans la zone froide					
Vitesse variable pour le compresseur, le ventilateur, les pompes					
Moteurs haute efficacité					
...					

(1) **Faisabilité.** Préciser les obstacles à l'application de la mesure par un ou plusieurs des codes suivants :

- NA Non applicable pour raisons techniques
- NP Non rentable
- NC Non étudié, car l'évaluation serait trop coûteuse.

Si le champ est laissé vierge, la mesure est considérée comme à la fois applicable et rentable.

(2) **Actions spécifiques.** Plusieurs actions spécifiques peuvent être adoptées pour mettre en place une seule mesure d'économie d'énergie. Par exemple, l'achat d'un détecteur de fuite et le remplacement des raccords rapides de mauvaise qualité peuvent tous deux correspondre à la mesure « réduire les fuites d'air ».

(3) **% Couvert.** Si l'engagement proposé par le partenaire couvre plusieurs systèmes de réfrigération, cette colonne sera utilisée pour indiquer la proportion des systèmes sur laquelle l'action spécifique sera implémentée. Cela peut être évalué selon l'indicateur le plus commode : nombre de systèmes, puissance, consommation énergétique. Préciser l'indicateur utilisé, par exemple : "%"; "%kW", "%kWh"

(4) **Délai.** L'échelle de temps selon laquelle l'action va être implémentée. Cela peut correspondre à une période spécifique, ou dépendre d'une autre action, par exemple « au remplacement de la réfrigération », ou « lors de la rénovation de l'atelier peinture ».

(5) **Économies attendues** en MWh/an. Il s'agira souvent d'une évaluation, sur la base des pratiques généralement acceptées.

3. Rapport annuel

Le Rapport Annuel à la Commission détaille les progrès réalisés dans l'accomplissement du Plan d'Action, et commente toute initiative modifiée ou neuve. Le formulaire de rapport suivant sera utilisé avec des mises à jour progressives sur une base annuelle. Les deux colonnes de gauche sont recopiées du Plan d'Action du Partenaire approuvé par la Commission.

Mesures d'économies d'énergie pour la réfrigération		
Plan d'Action Approuvé		Rapport Annuel pour l'année 20xx
Actions validées pour l'implémentation des mesures d'économie d'énergie	Délai validé pour l'action	Progrès de l'action, mesuré en pourcentage accompli, et commentaire si nécessaire ⁽¹⁾
Action 1		
Action 2		

(1) Le pourcentage accompli peut faire référence à un indicateur comme la part des systèmes concernés par le Plan d'Action pour lesquels l'action spécifique a été accomplie.

Les Partenaires pourront trouver utile de fournir des extraits de la Synthèse des résultats des engagements du Challenge, comme présenté ci-dessous. Ils sont invités (mais non obligés) à soumettre cette Synthèse à la Commission.

Synthèse du Rapport Annuel		
	Depuis l'engagement	Cette année
Pourcentage des actions du Plan d'Action accomplies		
Investissement total estimé pour le Plan (000 EUR) ⁽¹⁾		
Estimation du changement dans les coûts d'opération et maintenance non-énergétiques (000 EUR) ⁽¹⁾		
Économies d'énergie estimées (MWh) ⁽²⁾		

(1) L'investissement et les coûts d'opération et de maintenance sont des évaluations des changements dans les coûts, par comparaison avec ce qui aurait été dépensé sans l'engagement du Partenaire dans le Challenge. Cela peut correspondre, par exemple, à des investissements additionnels pour des équipements plus performants, ou une augmentation-diminution des coûts de maintenance.

(2) Les économies d'énergie sont en général difficile à évaluer précisément. Elles seront habituellement calculées en utilisant des ratios basés sur les résultats de l'évaluation et sur les coefficients techniques généralement acceptés dans l'industrie.

Pour aller plus loin

ADEME

Entreprises : optimisez vos consommations énergétiques - 2003

ADEME - Réf. 4459

Diagnostic énergétique des installations frigorifiques industrielles - 2000

Edition ADEME / EDF - Réf. 3188

Cm3e

Guide Technique « Froid industriel »-2006

Cm3e