

# Petits investissements grands effets

L'efficacité énergétique  
dans les patinoires artificielles

Un projet de l'Office fédéral de l'énergie OFEN  
en collaboration avec la SPAS (Société des  
patinoires artificielles suisses)

## Evacuer rapidement l'eau de pluie au moyen de pompes de drainage

La pluie, lorsqu'elle tombe sur la glace, entraîne une augmentation de la consommation d'énergie. Des pompes mobiles peuvent évacuer en un tournemain l'eau accumulée. Un investissement payant.

### Le problème

- Les bandes forment un espace clos et empêchent par conséquent l'écoulement latéral de l'eau de pluie.
- L'eau de pluie se mêle très rapidement à la glace, en particulier lorsque le système de commande de l'installation détecte l'augmentation de température et refroidit la patinoire en conséquence.
- Un niveau d'eau de pluie de 1 cm sur une patinoire standard représente 18 000 litres.
- Plus de 500 kWh d'énergie électrique sont nécessaires pour transformer cette eau en glace.

### Les règles de base

- Si le temps s'annonce mauvais, le maître de glace devrait maintenir la température de la glace à un niveau le plus élevé possible afin de minimiser la quantité d'eau se transformant en glace.
- En cas de pluie, il faut immédiatement réduire la puissance de l'installation. Cette réduction de puissance se fait rarement de manière automatique dans les installations de plein air.

### Les solutions

- ■ ■ Drainer l'eau au moyen de deux ou plusieurs pompes mobiles, d'une capacité d'aspiration de 200 litres à la minute chacune.
- Mesures complémentaires: pour pomper l'eau, utiliser un tuyau lourd qui puisse glisser sur la glace. Faire tourner la surface plus souvent.
- Pratiquer à une hauteur adaptée des trous d'écoulement supplémentaires le long de la bande. Aménager des portes supplémentaires équipées d'un système de levage de la bande.

### Matériel nécessaire

- Support de base pour pompe(s).
- Pompe équipée d'un mécanisme de pompage en profondeur.
- Pompes équipées d'un dispositif anti-refoulement.

### Marche à suivre

- Recourir aux services d'un installateur sanitaire expérimenté pour étudier l'emplacement des pompes, leur puissance et la tuyauterie nécessaire.
- Veiller à ce que l'eau puisse s'écouler normalement.
- Demander plusieurs offres.

### Investissements

- Prix indicatif d'une pompe: environ 2000 francs.
- Tuyaux: 300 francs environ suivant la longueur.
- Total des investissements: environ 5000 francs.

### Economies d'énergie

(pour un prix de l'énergie de 15 ct./kWh)  
Pour des précipitations de 3 cm, l'économie sur la facture d'électricité s'élève à 225 francs environ.

### Durée d'amortissement

Si l'on prend pour base les précipitations enregistrées par l'ISM Zurich durant ces dix dernières années, l'investissement peut être amorti en moins de dix ans.

### Remarques

Se renseigner auprès des pompiers sur les pompes mobiles (type, nombre, performances). Lors de la décision d'investissement, tenir compte du fait que le rabotage d'une couche de glace de 1 cm est très long et fastidieux.

## Analyser régulièrement la qualité de l'agent de refroidissement

Lorsque l'installation est réfrigérée de manière indirecte, le fluide de refroidissement peut subir une transformation chimique et attaquer des éléments de l'infrastructure. D'où l'importance de le faire régulièrement analyser par un laboratoire spécialisé. Un petit investissement qui en vaut la peine.

### Le problème

- Pour les installations équipées de systèmes de réfrigération indirecte (p.ex. eau glycolée, chlorure de calcium), la qualité de l'agent de refroidissement (saumure) n'est contrôlée la plupart du temps qu'au moment de la fabrication.
- La quantité d'agent anti-corrosion contenu dans la saumure peut, pour diverses raisons, diminuer, occasionnant des dommages à l'installation (pompes, etc.) et faire apparaître des traces de corrosion.
- Des failles dans l'étanchéité de l'échangeur (saumure-ammoniac) peuvent amener l'ammoniac à se mélanger à la saumure avec pour conséquence des dommages à l'installation.
- Des dépôts de corrosion ou des pompes défectueuses entraînent une augmentation de la consommation d'électricité.
- Faire le plein de saumure avec soin et sans précipitation. Il convient de procéder à une purge méticuleuse après chaque ouverture du système et aussi lors de toute remise en service après une longue période d'inactivité.

### Les règles de base

### Les solutions

- ■ ■ Prélever tous les deux ans au moins un échantillon du fluide frigorigène et le faire analyser par le fabricant ou par un laboratoire spécialisé (ne faire exécuter le travail que par un spécialiste agréé).

### Matériel nécessaire

- Possibilité de prélèvement à la sortie de la pompe.
- Récipients de prélèvement, p.ex. bouteilles propres en PET.

### Marche à suivre

- Faire fonctionner la pompe de circulation au moins pendant 6 heures par temps chaud (de préférence au début de l'automne).
- Recueillir les cinq premiers litres dans un seau.
- Prélever deux échantillons.
- Les soumettre au laboratoire.
- Inscrire les résultats des analyses et les clefs d'interprétation dans un procès-verbal.
- Mettre en œuvre le cas échéant les mesures qui s'imposent.

### Investissements

- Temps: ½ jour.
- Les frais encourus varient avec la personne chargée de l'exécution (installateur ou maître de glace expérimenté). Compter environ 1500 francs par prélèvement.

### Remarques

Le premier échantillon doit être prélevé environ deux semaines après le remplissage. Des analyses régulières sont susceptibles de faciliter les discussions entre l'exploitant et son assurance en cas de dommages (rupture de l'installation).

## Nettoyer régulièrement l'échangeur des unités de refroidissement

Les échangeurs de chaleur s'encrassent. Leur performance diminue, ce qui se traduit par une augmentation de la consommation d'énergie. Un équipement correct permet un nettoyage simple et rapide. Un investissement payant.

### 3.1 Unités de refroidissement à eau Le problème

- Le refroidissement des installations peut se faire au moyen, d'eau que celle-ci provienne d'un cours d'eau, d'un lac ou de la nappe phréatique (réfrigération directe ou indirecte).

#### Les règles de base

- L'échangeur doit être équipé de manomètres aussi bien à l'entrée qu'à la sortie (chute de pression). Si l'on réduit le débit de l'échangeur, la température de condensation augmente; ce qui entraîne un surplus de consommation d'énergie électrique de la part du système de réfrigération. Le besoin en énergie croît de 15% lorsque la température de condensation passe de 23 °C à 28 °C.

#### Les solutions

- ■ ■ Inscrire dans le procès-verbal la pression maximale autorisée après consultation du spécialiste du froid.
- Tenir un relevé des pressions. Nettoyer l'échangeur lorsque la pression atteint les valeurs maximales.
- Nettoyer l'échangeur au début et à la fin de la saison.

#### Matériel nécessaire

- Système de nettoyage en place (CIP) (système intégré, nettoyage chimique) lorsque l'échangeur ne peut être ouvert.
- Nettoyeur à haute pression (à eau chaude) lorsque l'échangeur peut être ouvert.

#### Investissements

- Système CIP: environ 25 000 francs
- Nettoyeur haute pression, à partir de 1000 francs.

#### Economies d'énergie

(pour un prix de l'énergie de 15 ct./kWh)  
En fonction de l'encrassement de l'installation, la consommation d'électricité peut augmenter de 15%. Ce qui représente un supplément de 500 francs sur la facture d'électricité par mois en moyenne lorsque l'installation est très sale.

### 3.2 Unités de refroidissement à air Le problème

- Le refroidissement des installations peut également se faire au moyen d'air. Ces installations demandent un entretien plus attentif.

#### Les règles de base

- De telles unités de refroidissement sont encrassées par les impuretés contenues dans l'air (poussière, feuilles mortes, etc.) et par les inévitables dépôts résultant de l'évaporation de l'eau brute utilisée (en fonction du traitement préalable de l'eau). Si l'on réduit le débit de l'échangeur, la température de condensation augmente; ce qui entraîne un surplus de consommation d'énergie électrique de la part du système de réfrigération.

#### Les solutions

- ■ ■ Contrôle de visu des unités de refroidissement (encrassement des lamelles, dépôts superficiels, etc.), les nettoyer en suivant les recommandations du fabricant.
- Nettoyer les unités de refroidissement au début et à la fin de la saison.

#### Matériel nécessaire

- Aspirateur industriel pour les lamelles (tours de refroidissement).
- Nettoyeur haute pression (à eau chaude) pour le traitement des dépôts d'évaporation.

#### Investissements

- Nettoyeur haute pression à partir de 1000 francs environ.
- Aspirateur industriel à partir de 2000 francs.
- Le total des investissements se situe en règle générale entre 3000 et 4000 francs.

#### Economies d'énergie

(pour un prix de l'énergie de 15 ct./kWh)  
En fonction de l'encrassement de l'installation, la consommation d'électricité peut augmenter de 15%. Ce qui représente un supplément de 500 francs sur la facture d'électricité par mois, en moyenne lorsque l'installation est très sale.

## Abaisser la température de l'eau servant au surfaçage de la glace

Une surfaceuse utilisant de l'eau trop chaude fera grimper la consommation d'énergie. Un mélangeur thermique permet de régler la température de l'eau avec précision. Un investissement toujours utile.

### Le problème

- La température de l'eau de surfaçage de la glace varie avec la nature du travail à effectuer.
- Chaque surfaceuse possède ses propres caractéristiques, ses propres exigences quant à la température de l'eau.
- L'eau des chauffe-eau servant à d'autres usages (p.ex. restaurant, vestiaire) doit de temps à autre être portée à une température supérieure à 60°C pour éviter l'apparition de légionelle.

### Les règles de base

- Une diminution de 10 degrés Kelvin de la température de l'eau de surfaçage permet d'économiser 50 kWh d'énergie dans la production de chaleur et de froid.

### Les solutions

- Maintenir autant que possible la température de l'eau de surfaçage à un bas niveau. Réglage par défaut de la température maximale: 35°C.

### Matériel nécessaire

- Mélangeur thermique

### Marche à suivre

- Demander une offre à un installateur sanitaire expérimenté.
- Faire installer le mélangeur thermique.

### Investissements

- Mélangeur thermique y compris installation: environ 1500 francs.

### Economies d'énergie

(pour un prix de l'énergie de 15 ct./kWh)  
Si la glace est refaite en moyenne 5 fois par jour, l'économie d'énergie occasionnée par une diminution de 10 degrés Kelvin de la température de l'eau de surfaçage peut atteindre 7500 kWh, soit 1100 francs par mois.

### Remarques

Le plein d'eau chaude doit s'effectuer immédiatement avant l'utilisation de la surfaceuse. En effet, une fois dans la machine, l'eau refroidit rapidement (perte d'énergie).

## Couvrir les pistes de plein air exposées au soleil

Lorsque le soleil darde ses rayons sur la glace, la consommation d'énergie augmente. Une mise à l'ombre des endroits exposés permet de considérablement réduire l'impact néfaste du rayonnement solaire. Cet investissement doit être réalisé après mûre réflexion.

### Le problème

- En fonction de l'emplacement, le soleil représente avec le föhn la source de chaleur la plus importante. De plus, la charge thermique augmente très fortement le long des bandes exposées au soleil en raison de la réflexion des rayons sur la glace.

- Il est possible de diminuer significativement la consommation d'énergie en protégeant la piste des rayons du soleil.

### Les règles de base

- Une piste standard (hockey) nécessite suivant la saison, la météo et son mode de fonctionnement, entre 15 et 30 MWh d'énergie électrique par mois, à condition que la glace soit aménagée selon l'état actuel de la technique.

### Les solutions

- ■ ■ Couverture des surfaces particulièrement exposées, p.ex. le long des bandes soumises au rayonnement solaire.

### Matériel nécessaire

- Installation pare-soleil

### Marche à suivre

- Analyser la situation de départ.
- Evaluer la solution la plus adaptée.
- Mettre en œuvre les mesures qui s'imposent.

### Investissements

- Les investissements varient énormément suivant la solution retenue.
- Une couverture des bandes exposées revient à environ 20 000 francs.

### Remarques

- Recouvrir temporairement certaines parties de la patinoire au moyen de matériaux adéquats (p.ex. mousse synthétique pour le béton) permet de prévenir, en cas de fort ensoleillement, la dégradation totale de la structure de la glace. L'isolation d'un côté latéral dans la longueur revient à environ 2000 francs.
- Les installations pare-soleil visent à économiser l'énergie. Leur utilisation en vue de prolonger l'exploitation de la patinoire doit être envisagée avec prudence. Dans tous les cas, il convient de considérer les différents éléments entrant en ligne de compte (patinoire, usagers, recettes et consommation d'énergie) dans leur ENSEMBLE.
- Enfin, les installations pare-soleil ne sont pas des protections contre les intempéries.

## Entretenir la glace à l'aide d'un matériel approprié

Un bon équipement simplifie l'aménagement de la glace et son entretien. Un investissement qui permet d'économiser de l'énergie et augmente le taux de satisfaction des usagers.

### Le problème

- La qualité de la glace, mais aussi la quantité d'énergie consommée pour l'aménager, est fonction du niveau de compétence du maître de glace.

### Les règles de base

- Les poches d'air, les impuretés et une couche de glace trop épaisse entraînent un gros gaspillage d'énergie. La règle suivante vaut pour les installations de plein air: plus la glace est blanche, moins son entretien exige d'énergie.

### Les solutions

- ■ ■ Former soigneusement la couche de fond et adapter de manière optimale l'entretien de la glace aux caractéristiques de l'installation.
- Contrôler et maintenir le niveau de dureté de la couche de glace.

#### Matériel nécessaire

- Matériel de blanchiment de la glace.
- Instruments de mesure mobiles pour déterminer la température à la surface de la glace.
- Racloir pour rendre la glace rugueuse.
- Journal de bord pour consigner les travaux effectués et la dureté de la glace.
- Plans de marquage et équipements adaptés à l'installation.

#### Marche à suivre

- Décrire et analyser la situation de départ en termes d'effectif et d'organisation du travail. Repérer les éventuels points faibles.
- Analyser la qualité de l'eau brute employée pour former la glace et l'entretenir.
- Réaliser le journal de bord et les plans de marquage.

- Evaluer les besoins d'équipement et acheter le cas échéant le matériel nécessaire.
- Dresser un procès-verbal des principales mesures prises et des travaux effectués; les évaluer.
- Mettre en œuvre les mesures qui s'imposent.

#### Investissements

- Matériel pour le blanchiment de la glace environ 5000 francs.
  - Instruments de mesure de la température environ 500 francs.
  - Racloir environ 5000 francs.
- Au total, ces équipements, utiles au maître de glace, reviennent en général à moins de 11 000 francs.
- Il n'est pas possible de chiffrer le bénéfice de ces investissements. Une glace de bonne qualité augmente toutefois le taux de satisfaction des usagers. Ces mesures sont donc de nature à accroître le nombre de visiteurs.

#### Formation et perfectionnement

Il est vivement recommandé de permettre au maître de glace de suivre une formation continue. D'autant plus qu'il est prouvé que des échanges d'expériences réguliers apportent de précieuses indications sur l'exploitation des installations.

#### Remarques

Des conseils supplémentaires figurent dans la brochure «Une meilleure glace pour moins d'énergie». La SPAS, l'IAKS et certaines entreprises de la branche offrent en outre des cours spécialisés ou des cours de perfectionnement.



Le programme SuisseEnergie s'est fixé pour objectif d'abaisser de 10% jusqu'en 2010 la consommation d'énergies fossiles, en particulier les rejets de CO<sub>2</sub>. En outre, la croissance de la consommation de courant ne devrait pas excéder 5%. Ces objectifs seront atteints à l'aide de mesures librement consenties, grâce à une collaboration étroite de tous les acteurs et au transfert d'innovations.

Dans cette perspective, les installations sportives constituent un gisement considérable d'efficacité énergétique. La brochure «Une meilleure glace pour moins d'énergie» fournit aux maîtres de glace des indications et des conseils ciblés et pratiques pour obtenir une glace de qualité exceptionnelle, tout en réalisant des économies d'énergie et donc de coûts d'exploitation. A vous d'examiner votre patinoire à la lumière de ces sept conseils. En les appliquant, vous déchargerez le budget d'exploitation de votre patinoire et contribuerez activement à rapprocher SuisseEnergie de son but.

Des exemplaires de ce supplément sont téléchargeables à l'adresse:  
[www.energie-schweiz.ch/bfe/fr/industrie/betriebsoptimierung](http://www.energie-schweiz.ch/bfe/fr/industrie/betriebsoptimierung)

Contenu technique:  
L. Bertozzi, bureau d'ingénieur,  
technique énergétique et  
d'exploitation  
7007 Coire  
D. Wegmüller, bureau d'ingénieur,  
planification  
7250 Klosters  
Graphisme:  
H. Zehnder, Z-Factory  
8162 Steinmaur

**SuisseEnergie**  
Office fédéral de l'énergie OFEN, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Adresse postale: CH-3003 Berne  
Tél. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) · [www.suisse-energie.ch](http://www.suisse-energie.ch)

Distribution: OFCL, Diffusion des publications, CH-3003 Berne  
Art. n° 805.227.2f



**suisse énergie**