

PATINOIRE DES VERNETS DE GENEVE



Etude de faisabilité – 31 JUILLET 2017 – V.07.31

Assainissement de la Patinoire des Vernets selon la :

Décision du 20 octobre 2016 concernant l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (RS 814.012)

Rapport établi pour :

Ville de Genève

A l'att. de Cristina Beck

Direction du Patrimoine bâti

Rue du Stand 25

1204 GENEVE

Tél : 022 418 21 02

Mail : cristina.beck@ville-ge.ch

Rossens, 31 juillet 2017

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | Document de référence..... | 3 |
| 1.1. | Décision du 20 octobre 2016 | 3 |
| 1.2. | Rapport : Inexis Ingénieurs Conseils Sàrl du 10 mars 2016 | 5 |
| 2. | Objectifs | 6 |
| 3. | Tâches et Prestations..... | 6 |
| 4. | Déroulement de l'étude | 6 |
| 5. | Visites..... | 7 |
| 6. | Rapport..... | 10 |
| 6.1. | Installation frigorifique actuelle..... | 10 |
| | PATINOIRE COUVERTE & EXTERIEURE | 10 |
| 6.1.1.1. | Locaux techniques..... | 10 |
| 6.1.1.2. | Groupe frigorifique | 12 |
| 6.1.1.3. | Pompes à huile NH3..... | 13 |
| 6.1.1.4. | Accumulateurs | 14 |
| 6.1.1.5. | Schéma de principe de distribution indirecte..... | 16 |
| 6.1.1.6. | TOUR DE REFROIDISSEMENT | 18 |
| 6.2. | Distribution frigorifique actuelle | 20 |
| | PATINOIRE COUVERTE | 20 |
| 6.2.1.1. | Collecteurs : | 20 |
| 6.2.1.2. | Aiguilles ou réseau de distribution noyé..... | 23 |
| 6.2.1.3. | Schéma de principe circuit ou distribution secondaire..... | 25 |
| | PATINOIRE EXTERIEURE | 27 |
| 6.2.1.4. | Collecteurs | 27 |
| 6.2.1.5. | Aiguilles ou réseau de distribution noyé..... | 29 |
| 6.2.1.6. | Schéma de principe circuit ou distribution secondaire..... | 30 |
| 6.3. | Dalles patinoires | 32 |
| | PATINOIRE COUVERTE | 32 |
| 6.3.1.1. | Schéma de principe – Coupe construction dalle froide | 35 |
| | PATINOIRE EXTERIEURE | 36 |
| 6.3.1.2. | Schéma de principe – Coupe construction dalle froide | 37 |
| 7. | Systèmes préconisés sur le marché..... | 38 |
| 7.1. | PRODUCTION FRIGORIFIQUE | 39 |
| | Système ammoniac..... | 39 |
| | Système CO2 | 40 |

| | |
|--|----|
| Système HFO 1234 ez | 41 |
| 7.2. FLUIDE FRIGORIFIQUE SECONDAIRE..... | 42 |
| Ethylène glycol | 42 |
| Saumure NaCl | 42 |
| Ammoniac dilué dans l'eau | 42 |
| Freezium | 42 |
| Méthanol..... | 42 |
| 7.3. RESEAU SECONDAIRE - DISTRIBUTION FRIGORIFIQUE | 43 |
| Collecteurs et réseau / aiguilles | 43 |
| 7.4. CONSTRUCTION DE LA DALLE | 46 |
| Nouvelle dalle complète | 46 |
| Surélévation et reprise de l'ancienne dalle froide..... | 47 |
| 8. CONCEPT SUGGERE..... | 48 |
| 8.1. PRODUCTION FRIGORIFIQUE | 48 |
| PATINOIRE COUVERTE & EXTERIEURE | 48 |
| 8.2. RESEAU DE DISTRIBUTION | 50 |
| PATINOIRE COUVERTE | 50 |
| PATINOIRE EXTERIEURE | 52 |
| 8.3. DALLE FROIDE | 54 |
| PATINOIRE COUVERTE | 54 |
| PATINOIRE EXTERIEURE | 55 |
| 9. Planning | 56 |
| 10. Evaluation budgétaire | 57 |

1. Document de référence

1.1. Décision du 20 octobre 2016

- Concernant : L'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (RS 814.012)
- RESUME :
 - I. EN FAIT
 1. La Ville de Genève exploite la patinoire des Vernets, sise rue Hans-Wilsdorf 4 à Genève, qui est assujettie à l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (ci-après OPAM) en raison du dépassement du seuil quantitatif pour l'ammoniac.
 2. L'installation de production de froid est composée de deux circuits fermés fonctionnant grâce à 8'400 kg d'ammoniac.
 6. Dans le cadre du développement du projet Praille – Acacias – Vernets, en particulier le plan localisé de quartier (ci-après PLQ) n° 29989 « Les Vernets », le service de l'environnement et des risques majeurs (SERMA) a demandé que l'augmentation du risque majeur sur le futur PLQ soit déterminée en recalculant le profil de risque.
 9. Lors d'une séance le 28 juillet 2016, le SERMA a formellement informé Monsieur Amiet, adjoint de direction piscines et patinoires au service des sports de la Ville de Genève, que l'installation de production de froid allait faire l'objet d'une décision d'assainissement de façon à ramener le risque majeur entièrement dans le domaine acceptable selon les critères de l'OPAM.
 - II. EN DROIT
 1. Les installations qui ne satisferont pas aux prescriptions de la présente loi et aux dispositions d'autres lois fédérales qui s'appliquent à la protection de l'environnement seront assainies (LPE art. 16 al. 1). Avant d'ordonner d'importantes mesures d'assainissement, les autorités demandent au détenteur de l'installation de proposer un plan d'assainissement (LPE art.16 al. 3)

○ III. EN L'ESPECE

1. Le SERMA a examiné l'étude de risque effectuée par Inexis Ingénieurs Conseils Sàrl et basée sur la précédente datant de 1999. L'étude est complète et plausible.
2. Le risque actuel se situe dans le domaine acceptable selon les critères d'appréciation de l'OPAM
3. Avec la réalisation du plan localisé de quartier n° 29989 « Les Vernets », le risque se situera dans le domaine intermédiaire selon les critères d'appréciation I de l'OPAM. Ainsi, le SERMA doit procéder à une pesée des intérêts sur la base de l'art. 7 al. 2 OPAM.
4. L'installation de production de froid date de 1992. Elle dispose d'un système de refroidissement composé de deux circuits contenant chacun de l'ammoniac.
5. Selon le rapport d'Inexis Ingénieurs Conseils SA, les patinoires de dimension et capacité similaires sont aujourd'hui équipées d'installations avec deux circuits de fluides caloporteurs, dont seul le système primaire utilise de l'ammoniac.
6. L'utilisation de telles installations permet donc de limiter la quantité d'ammoniac, et par conséquent le risque d'accident majeur, conformément aux dispositions de l'annexe 2.2 lit. A OPAM
7. En conséquence, l'installation de production de froid de la patinoire des Vernets ne répond plus à l'état de la technique selon l'art. 3 al 1 OPAM.
8. Considérant d'une part que l'installation de production de froid ne répond pas à l'état de la technique et, d'autre part, que le risque futur pour la population se situera dans le domaine intermédiaire, le SERMA estime que les besoins de protection de la population prévalent sur les intérêts publics et privés de l'entreprise.
9. Ainsi, le SERMA juge que le risque induit par ladite installation ne sera pas acceptable une fois le PLQ n° 29989 réalisé.
10. Par conséquent, l'installation de production de froid de la patinoire des Vernets doit être assainie de façon à ce que le risque d'accident majeur se situe dans le domaine des dommages légers (moins de 10 victimes fatales ou 100 blessés) ou entièrement dans le domaine acceptable selon les critères I de l'OPAM.
11. Avant de procéder à l'assainissement, les exploitants de la patinoire des Vernets présenteront un plan d'assainissement au SERMA, conformément à l'art. 16 al. 3 LPE

○ IV. DISPOSITIF

1. Décide que le risque d'accident majeur futur induit par l'exploitation de la patinoire des Vernets, sise rue Hans-Wilsdorf 4 à Genève, n'est pas acceptable selon l'OPAM dès le moment où le Plan localisé de quartier n° 29989 « Les Vernets » aura été réalisé.
2. Décide que l'exploitant de la patinoire des Vernets, à savoir la Ville de Genève, présentera un plan d'assainissement au SERMA d'ici le 30 avril 2017.
4. Dit que les moyens et le délai de réalisation seront fixés une fois que le plan d'assainissement aura été évalué et validé par le SERMA.

1.2. Rapport : Inexis Ingénieurs Conseils Sàrl du 10 mars 2016

- RESUME

- DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DANGEREUSES

..... La production de froid est assurée grâce à une installation de réfrigérant utilisant l'ammoniac (7'500 kg d' NH_3) comme fluide frigorigène qui circule dans deux circuits fermés et indépendants. Ces deux circuits présentent les caractéristiques suivantes. :

| | Circuit 1 – Patinoire intérieur | | | Circuit 2 – Patinoire extérieure | | |
|---|---|--------------------|-------------------|--|--------------------|-------------------|
| Surface de glace (m²) | 1'800 (355 tubes, Tube DN = 21x2 mm) | | | 1'800 (432 tubes, Tube DN = 32x2.5 mm) | | |
| Quantité totale d'ammoniac (kg) | 4'000 | | | 3'500 | | |
| Capacité de l'accumulateur (l) | 9'600 (ID B4.1.1) | | | 4'700 (ID B4.2.1) | | |
| Diamètre conduite en aval de l'accumulateur (mm) | 80 | | | 50 | | |
| Quantité d'ammoniac liquide (kg) lorsque la patinoire est : | Dans l'accumulateur | Circuit condenseur | Dans la patinoire | Dans l'accumulateur | Circuit condenseur | Dans la patinoire |
| -Hors exploitation (été) | +/-3'900 | | +/- 100 | +/-3'400 | | +/-100 |
| -En exploitation (hiver) | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% |
| Refroidissement | Un échangeur à plaques (NH ₃ /eau glycolée) | | | Un échangeur à plaques (NH ₃ /eau glycolée) | | |
| Circuit glycol | Le circuit à l'eau glycolée est commun aux deux circuits à l'NH ₃ . Un aérocondenseur situé à l'extérieur permet de refroidir l'eau glycolée. | | | | | |
| Autres équipements | Pompe (36 m³/h), compresseur, désurchauffeur, détendeur... | | | Pompe (18 m³/h), compresseur, désurchauffeur, détendeur... | | |

....Les surfaces de glace (patinoires) assurent le rôle d'évaporateur. Elles sont parcourues de conduites noyées dans la masse dans lesquelles circulent de l'ammoniac. La grande patinoire intérieure a une nappe de 355 tubes (diamètre = 21 mm). La quantité d'ammoniac liquide présente dans la surface de glace est bien moindre que dans le local technique. ...

2. Objectifs

- A) Dans un 1er temps : Cette étude se concentrera sur la faisabilité technique de l'assainissement des Patinoires des Vernets en faisant référence à la DECISION du Service de l'environnement et des risques majeurs (SERMA) de la République et Canton de Genève.
- B) Dans un 2ème temps : l'étude apportera une évaluation budgétaire de l'assainissement des patinoires des Vernets.
- Il sera nécessaire de, après correction et accord de la présente étude, poursuivre le travail afin de pouvoir présenter un rapport complet qui permettra, celui-ci, de valider le point 2 du document précité et de pouvoir répondre au point 4.

3. Tâches et Prestations

- Rapport des patinoires actuelles des Vernets
- Recherche de systèmes éprouvés
- Contrôle de la faisabilité technique
- Estimation du coût de l'assainissement

4. Déroulement de l'étude

Dans le cadre de cette étude, la démarche suivante a été adoptée :

- Visite sur site et prise d'informations
- Visite de patinoires récemment assainies
- Entretien avec les responsables d'exploitation
- Constat des pistes de glace existantes
- Etablissement du/des concepts et mesures potentiels ; Pré-rapport
- Présentation et discussion du pré-rapport ; choix à étudier plus en détail
- Etude détaillée du concept et des mesures choisies
- Evaluation de l'enveloppe budgétaire
- Etablissement et présentation du rapport final.

5. Visites

PATINOIRE DES VERNETS

1 février 2017 :

- Visite de la patinoire des Vernets
- Vision globale : salle des machines, collecteur des 2 patinoires, distribution des 2 patinoires
- Entretien avec les responsables d'exploitation des besoins et contraintes
- Présence du Service des Sports de la Ville : Messieurs Denis Mossaz, Luc Renevey et Jérôme Amiet

8 février 2017 :

- Visite de la patinoire des Vernets
- Spécifiquement la salle des machines.
- Entretien spécifique sur les contraintes de démontage de la salle des machines
- Présence du Service des Sports de la Ville : Messieurs Denis Mossaz, Steve Boson, Luc Renevey

23 février 2017

- Visite de « passage »
- Discussion ouverte et demande de documents
- Présence du Service des Sports de la Ville : Messieurs Denis Mossaz et Luc Renevey

23 mars 2017

- Visite document technique et plan
- Explication des plans
- Présence du Service des Sports de la Ville : Monsieur Luc Renevey

PATINOIRES ACTUELLES RENOVEES

11 avril 2017

- Visite patinoire De Zug
- Système : CO2 détente directe

27 & 28 avril 2017

- Visite patinoire de Bercy à Paris
- La rénovation de la patinoire date de 2009
- Système : GF ammoniac – Réseau secondaire éthylène glycol

ENTRETIEN AVEC LES RESPONSABLES D'EXPLOITATION

Les divers entretiens dans le cadre de l'étude ont porté sur :

- Le document de référence (Décision du 20 octobre 2016)
- Les craintes et contraintes des responsables d'exploitation et des responsables administratifs
- Les désirs et vœux des responsables d'exploitation et des responsables administratifs
- Les spécificités techniques du bâtiment et des spécificités techniques d'exploitation
- Des aspirations des « clients » de la patinoire (Genève Servette HC et club de patinage, etc.)
- Du mandat de la Ville, respectivement du Service des Sports en termes d'installation de piste de glace pour les citoyens.

RESUME : Les quelques entretiens avec des différentes opinions, différentes responsabilités, différentes volontés, nouveauté du règlement Suisse de hockey sur glace concaténer au mandat précité ainsi qu'aux travaux de rénovation actuels sur le plan Suisse et International, se résume comme suit :

○ VŒUX & DESIRS

- Augmentation de la qualité de la glace
- Amélioration de la gestion de la glace ; Amélioration de la gestion énergétique
- Atténuation des risques ; Réutilisabilité de l'avoir
- Synergies entre le nouveau règlement de la ligue Suisse de hockey sur glace (LSHG) avec l'obligation d'assainissement de la patinoire des Vernets

○ CRAINTES & CONTRAINTES

- Durée d'inexploitation de ou des patinoires – Manque de piste de glace à Genève
- Qualité énergétique de système de réseau secondaire
- Désagrément d'exploitation durant les travaux
- Planification de la mise en normalité du nouveau règlement de la LSHG
- Répercussions en termes de travaux relatifs au changement de la production frigorifique.

A ce listing, j'ajouterai le préambule d'un document officiel du Comité des Constructions et Maintenance des patinoires auxquelles nous (étant membre de ce comité) faisons référence lors de nos cours et dans le Ice Rink Guide. (Document en annexe)

Préambule :

Deux écoles s'affrontent sur les politiques de construction et d'exploitation de patinoire. Les deux sont souvent diamétralement opposées et pour causes :

D'une part, les architectes et ingénieurs :

Qui doivent et désirent rendre réponse aux attentes des propriétaires afin de minimiser les coûts de construction et d'exploitation,

Et d'autre part, les responsables d'exploitation :

Qui doivent et désirent rendre réponse aux attentes des différents types d'utilisateurs en termes de qualité de glace et aux propriétaires en termes de coûts d'exploitation.

Bien que diamétralement opposées, il est nécessaire, lors d'une planification d'une nouvelle patinoire de prendre en considération les deux parties. De leur exposer les contraintes que chacun doit surmonter, de vulgariser les thèmes, d'échanger les responsabilités le temps d'une séance tout en imposant que :

- A. Une patinoire n'est pas un édifice comme les autres, et ne se construit pas de la même façon ;
- B. Il est inadéquat de minimiser sur certains investissements ;
- C. Il est essentiel et primordial de gérer les dépenses énergétiques
- D. Le point central étant la qualité de la glace

Aux considérations ci-dessus, nous devons répondre :

- A. Peu de patinoires se construisent, respectivement peu d'expérience. Faites confiance aux spécialistes.
- B. Les coûts d'exploitation seront très vite ingérables
- C. La synergie des énergies & la formation des exploitants à la technique
- D. Satisfaction des types d'utilisateurs

Ce qui nous amène inévitablement et obligatoirement à l'équation :

Qualité de la glace/Gestion des coûts énergétiques/Type d'utilisateur

Dans tout projet de patinoire, que celle-ci soit dévolue aux loisirs, à l'entraînement, à la compétition ou même événement, le point névralgique qui doit dicter l'ensemble de nos décisions est invariablement :

LA QUALITE DE LA GLACE

6. Rapport

6.1. Installation frigorifique actuelle

PATINOIRE COUVERTE & EXTERIEURE

6.1.1.1. Locaux techniques

- Constat
 - Hormis l'ouverture au plafond (accès technique) au local des machine et le vitrage entre le local des machines et la salle de contrôle, les locaux techniques requièrent peu de travaux pour le projet d'assainissement de l'ammoniac de la patinoire des Vernets.
 - Les tableaux de puissance sont dans un local adjacent et séparé et couvert du risque potentiel de fuite d'ammoniac
 - Le système de commande (GTC) est également dans le local adjacent.
 - Le système d'alarme est conforme à l'installation actuelle.
-
- La source utilisée pour les données techniques de l'installation frigorifique actuelle est le :
 - SCHEMA FRIGORIFIQUE DE LA PATINOIRE DES VERNETS, N° D-06/0-926-003-E, REALISE LE 16.02.2006 PAR LA SOCIETE DELATECHNIQUE SA

| | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|------|------------------------------------|--------------|---|------|--|--|
| 1-106.121.125 W_01 | | | | | | | | | |
| Plan propriété de notre entreprise. Usage et copie strictement interdits sans autorisation. | Révision (A) NAHS 12.07.2004 (B) NAHS 26.01.2005 (C) NAHS 16.02.2006 (D) AH 6.04.2006 (E) 05.06.2006 | Nom | Date | Nom | Date | Nom | Date | | |
| | | Nom | | Date | Installation | | | | |
| | | Destiné à | | NAHS | 16.02.2006 | Patinoires des Vernets SCHEMA FRIGORIFIQUE | | | |
| | | Révisé par | | AGH | | | | | |
| | | Liste de pièces | | | | | | | |
| DELATECHNIQUE SA Rue de la Prairie 7 - 1196 Gland Tél. 022 364 48 70 Fax. 022 364 48 71 Mobile: 076 577 48 70 info@delatechnique.ch | | Objet D-06/0-926-003-E | | Plan-N° D-06/0-926-003-E | | Echelle -/- Page 001 | | | |
| Base CAD | | | | | | | | | |

- Photos : **local des machines**

Ouverture technique au plafond du local technique



Tableau puissance salle de contrôle



Groupe frigorifique 5 unités



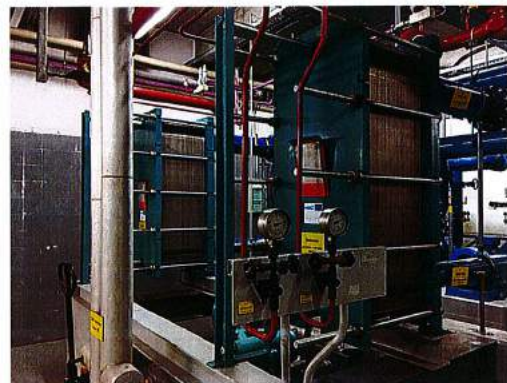
Pompes tours de refroidissement



Accumulateur patinoire extérieure et couverte



Echangeur GF au tour de refroidissement



6.1.1.2. Groupes frigorifiques

- Constat
- La production frigorifique actuelle est composée de 5 groupes frigorifiques à l'ammoniac (Fig. 6.a) en détente directe.
- Disposées en parallèle, la production alimente les 2 patinoires (couverte et extérieure).
- 2 unités (M2.1.1 & M2.2.1) sont affectées à la patinoire couverte (principale).
- 2 unités (M2.4.1 & M2.5.1) sont affectées à la patinoire extérieure.
- La 5^{ème} unité (M2.3.1), peut alimenter, soit la patinoire couverte, soit la patinoire extérieure.
- Chaque unité frigorifique (Fig. 6.b) est divisée en 5 étages de puissance (Fig. 6.c) soit en pourcentage de puissance : 0%, 25%, 50%, 75% et 100%.



Fig. 6.a production frigorifique – 5 groupes (5 unités)

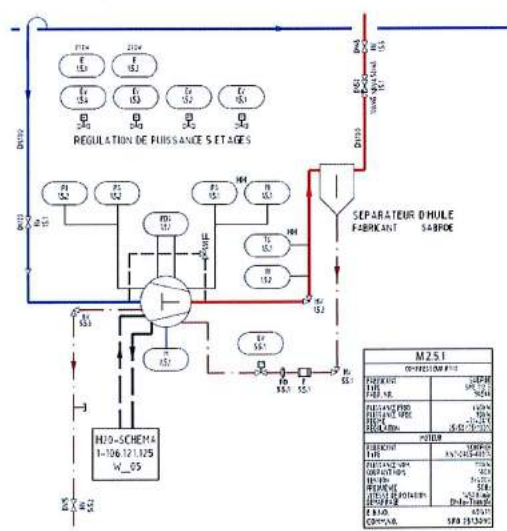


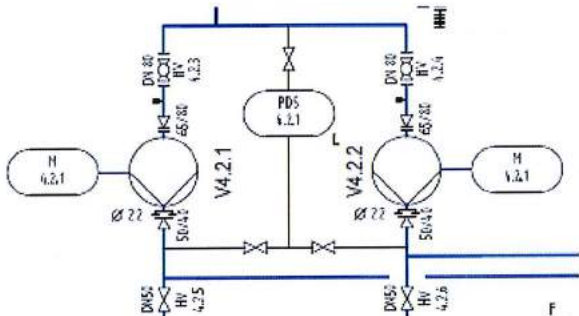
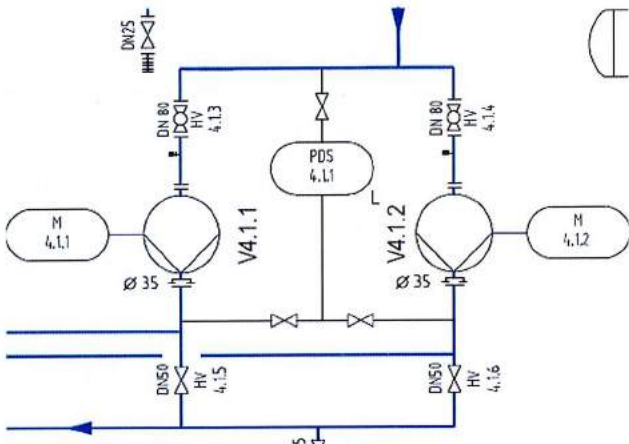
Fig. 6.b producton frigorifique – 1 unité

| M 2.5.1 | |
|---------------------|-----------------|
| COMPRESSEUR R717 | |
| FABRICANT | SABROE |
| TYPE | SMC 112 S |
| FABR. NR. | 98566 |
| PUISSANCE FRIO. | 440kW |
| PUISSANCE ARBE | 93kW |
| REGIME | -7/+28°C |
| REGULATION | 25/50/75/100% |
| MOTEUR | |
| FABRICANT | SCHORCH |
| TYPE | KN7-2805-88014 |
| PUISSANCE NOM. | 110kW |
| COURANT NOM. | 180A |
| TENSION | 3x400V |
| FREQUENCE | 50Hz |
| VITESSE DE ROTATION | 1450 t/min |
| DEMARRAGE | Etoile-Triangle |
| E.B.NO. | 60411 |
| COMM.NO. | SPD 231.3090 |

Fig. 6.c Données techniques 1 unité

6.1.1.3. Pompes à huile NH3

- Constat
- Les 2 patinoires (couverte et extérieure) sont alimentées séparément par 2 pompes à huile NH3. Les données techniques différentes sont, entre autres, la résultante de la différence de surface desdites patinoires, de la distance entre la production frigorifique et le réseau de distribution (dalle patinoire), de la puissance nécessaire au fonctionnement des patinoires selon la durée d'exploitation et des dates de mise en glace. Respectivement, des températures extérieures lors du démarrage de la production.

| PATINOIRE EXTERIEURE | PATINOIRE COUVERTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------------|--|----------------|-------------------------|---|--------------------------|--------|--|----------------|------------------|--|--|--------|-------|--------|-----------------|---|-----------------|--|-------------------|--|----------------|-------------------------|---|--------------------------|--------|--|----------------|------------------|--|--|--------|-------|--------|-----------------|
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fig. 6.d Pompe à huile patinoire extérieure | Fig 6.e pompe à huile patinoire couverte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">M4.2.1 / M4.2.2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">POMPE A HUILE NH3</td> </tr> <tr> <td>FABRICANT TYPE</td> <td>HERMETIC CNF 40-160 / I</td> </tr> <tr> <td>DEBIT VOLUM. HAUTEUR MANO. PUISSANCE Ø roue</td> <td>18 m3/h 10 m 130mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MOTEUR</td> </tr> <tr> <td>FABRICANT TYPE</td> <td>HERMETIC AGX 3.0</td> </tr> <tr> <td>PUISANCE NOM. COURANT NOM. TENSION NOM. FREQUENCE NOM. VITESSE DE ROT. DEMARRAGE</td> <td>3.0 kW 5.0 A 400V 50Hz 2750 tr/min DIRECT</td> </tr> <tr> <td>EB.NO.</td> <td>61839</td> </tr> <tr> <td>CO.NO.</td> <td>LCH 67035-36/93</td> </tr> </tbody> </table> | M4.2.1 / M4.2.2 | | POMPE A HUILE NH3 | | FABRICANT TYPE | HERMETIC CNF 40-160 / I | DEBIT VOLUM. HAUTEUR MANO. PUISSANCE Ø roue | 18 m3/h 10 m 130mm | MOTEUR | | FABRICANT TYPE | HERMETIC AGX 3.0 | PUISANCE NOM. COURANT NOM. TENSION NOM. FREQUENCE NOM. VITESSE DE ROT. DEMARRAGE | 3.0 kW 5.0 A 400V 50Hz 2750 tr/min DIRECT | EB.NO. | 61839 | CO.NO. | LCH 67035-36/93 | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">M4.1.1 / M4.1.2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">POMPE A HUILE NH3</td> </tr> <tr> <td>FABRICANT TYPE</td> <td>HERMETIC CNF 50-160 / I</td> </tr> <tr> <td>DEBIT VOLUM. HAUTEUR MANO. PUISSANCE Ø roue</td> <td>36 m3/h 10 m 130mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MOTEUR</td> </tr> <tr> <td>FABRICANT TYPE</td> <td>HERMETIC AGX 4.5</td> </tr> <tr> <td>PUISANCE NOM. COURANT NOM. TENSION NOM. FREQUENCE NOM. VITESSE DE ROT. DEMARRAGE</td> <td>4.5 kW 7.4 A 400V 50Hz 2750 tr/min DIRECT</td> </tr> <tr> <td>EB.NO.</td> <td>61839</td> </tr> <tr> <td>CO.NO.</td> <td>LCH 67037-38/93</td> </tr> </tbody> </table> | M4.1.1 / M4.1.2 | | POMPE A HUILE NH3 | | FABRICANT TYPE | HERMETIC CNF 50-160 / I | DEBIT VOLUM. HAUTEUR MANO. PUISSANCE Ø roue | 36 m3/h 10 m 130mm | MOTEUR | | FABRICANT TYPE | HERMETIC AGX 4.5 | PUISANCE NOM. COURANT NOM. TENSION NOM. FREQUENCE NOM. VITESSE DE ROT. DEMARRAGE | 4.5 kW 7.4 A 400V 50Hz 2750 tr/min DIRECT | EB.NO. | 61839 | CO.NO. | LCH 67037-38/93 |
| M4.2.1 / M4.2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POMPE A HUILE NH3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICANT TYPE | HERMETIC CNF 40-160 / I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEBIT VOLUM. HAUTEUR MANO. PUISSANCE Ø roue | 18 m3/h 10 m 130mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOTEUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICANT TYPE | HERMETIC AGX 3.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PUISANCE NOM. COURANT NOM. TENSION NOM. FREQUENCE NOM. VITESSE DE ROT. DEMARRAGE | 3.0 kW 5.0 A 400V 50Hz 2750 tr/min DIRECT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EB.NO. | 61839 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CO.NO. | LCH 67035-36/93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M4.1.1 / M4.1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POMPE A HUILE NH3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICANT TYPE | HERMETIC CNF 50-160 / I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEBIT VOLUM. HAUTEUR MANO. PUISSANCE Ø roue | 36 m3/h 10 m 130mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOTEUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICANT TYPE | HERMETIC AGX 4.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PUISANCE NOM. COURANT NOM. TENSION NOM. FREQUENCE NOM. VITESSE DE ROT. DEMARRAGE | 4.5 kW 7.4 A 400V 50Hz 2750 tr/min DIRECT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EB.NO. | 61839 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CO.NO. | LCH 67037-38/93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fig. 6.f données techniques pompe à huile patinoire extérieure | Fig 6.g Données techniques pompe à huile patinoire couverte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

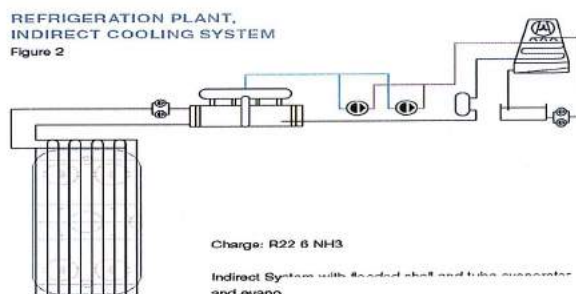
6.1.1.4. Accumulateurs

- Constat
- Obligatoire dans un système direct, les accumulateurs, ou plus précisément, leur contenance en litres est, aujourd’hui, la problématique principale du système direct.
- Contenance accumulateur patinoire extérieure : 4'700 litres
- Contenance accumulateur patinoire couverte : 9'600 litres
- Contenance totale dans le local des machines : 14'300 litres

| PATINOIRE EXTERIEURE | PATINOIRE COUVERTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------|--|-----------|------------|------|--|-----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|---------|---------|------------------|----------|---------------|------|--------------|--------|----------------|--------|---------|-------|---|--------|--|--------------|--|-----------|------------|------|--|-----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|---------|---------|------------------|----------|---------------|------|--------------|--------|----------------|---------|---------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fig. 6.h Accumulateur patinoire extérieure | Fig 6.g Accumulateur patinoire couverte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">B4.2.1</th> </tr> <tr> <th colspan="2">ACCUMULATEUR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FABRICANT</td> <td>HOPFGARTEN</td> </tr> <tr> <td>TYPE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR. NR.</td> <td>07424</td> </tr> <tr> <td>DESSIN NR.</td> <td>1783/93/A2</td> </tr> <tr> <td>DIMENSION</td> <td>1250 x 4800</td> </tr> <tr> <td>CONTENU</td> <td>4700 lt</td> </tr> <tr> <td>PRESSION CONSTR.</td> <td>16,9 bar</td> </tr> <tr> <td>CERTIFICATION</td> <td>ASIT</td> </tr> <tr> <td>POIDS A VIDE</td> <td>1551kg</td> </tr> <tr> <td>POIDS EN SERV.</td> <td>5500kg</td> </tr> <tr> <td>E.B.NO.</td> <td>61691</td> </tr> </tbody> </table> | B4.2.1 | | ACCUMULATEUR | | FABRICANT | HOPFGARTEN | TYPE | | FABR. NR. | 07424 | DESSIN NR. | 1783/93/A2 | DIMENSION | 1250 x 4800 | CONTENU | 4700 lt | PRESSION CONSTR. | 16,9 bar | CERTIFICATION | ASIT | POIDS A VIDE | 1551kg | POIDS EN SERV. | 5500kg | E.B.NO. | 61691 | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">B4.1.1</th> </tr> <tr> <th colspan="2">ACCUMULATEUR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FABRICANT</td> <td>HOPFGARTEN</td> </tr> <tr> <td>TYPE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR. NR.</td> <td>07423</td> </tr> <tr> <td>DESSIN NR.</td> <td>1782/93/A2</td> </tr> <tr> <td>DIMENSION</td> <td>1800 x 4500</td> </tr> <tr> <td>CONTENU</td> <td>9600 lt</td> </tr> <tr> <td>PRESSION CONSTR.</td> <td>16,9 bar</td> </tr> <tr> <td>CERTIFICATION</td> <td>ASIT</td> </tr> <tr> <td>POIDS A VIDE</td> <td>3200kg</td> </tr> <tr> <td>POIDS EN SERV.</td> <td>10000kg</td> </tr> <tr> <td>E.B.NO.</td> <td>61691</td> </tr> </tbody> </table> | B4.1.1 | | ACCUMULATEUR | | FABRICANT | HOPFGARTEN | TYPE | | FABR. NR. | 07423 | DESSIN NR. | 1782/93/A2 | DIMENSION | 1800 x 4500 | CONTENU | 9600 lt | PRESSION CONSTR. | 16,9 bar | CERTIFICATION | ASIT | POIDS A VIDE | 3200kg | POIDS EN SERV. | 10000kg | E.B.NO. | 61691 |
| B4.2.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACCUMULATEUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICANT | HOPFGARTEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TYPE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABR. NR. | 07424 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESSIN NR. | 1783/93/A2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSION | 1250 x 4800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENU | 4700 lt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESSION CONSTR. | 16,9 bar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CERTIFICATION | ASIT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POIDS A VIDE | 1551kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POIDS EN SERV. | 5500kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E.B.NO. | 61691 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B4.1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACCUMULATEUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICANT | HOPFGARTEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TYPE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABR. NR. | 07423 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESSIN NR. | 1782/93/A2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSION | 1800 x 4500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENU | 9600 lt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESSION CONSTR. | 16,9 bar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CERTIFICATION | ASIT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POIDS A VIDE | 3200kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POIDS EN SERV. | 10000kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E.B.NO. | 61691 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fig. 6.f données techniques accumulateur patinoire extérieure | Fig 6.g Données techniques accumulateur patinoire couverte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- Faisabilité
- Locaux techniques
 - La surface et le volume du local technique est à même de recevoir la nouvelle production frigorifique et distribution indirecte.
 - L'ouverture technique au plafond du local technique doit permettre le démantèlement de tout le système actuel et la mise en place de système indirect futur. La grandeur de l'ouverture doit être prise en compte pour les travaux.
 - L'approvisionnement électrique à la salle de contrôle actuel est suffisant pour le futur.
- Groupe frigorifique
 - Le concept actuel (détente directe) de production frigorifique de 2 machines par patinoire ainsi que d'une production qui peut intervenir selon les besoins sur l'une ou l'autre des patinoires doit être maintenu.
- Pompe à huile
 - La surface et le volume des pompes à huile seront utilisés pour poser les pompes de circulation du réfrigérant secondaire et selon le choix de production frigorifique des échangeurs.
- Accumulateurs
 - La surface et le volume des accumulateurs pourraient servir selon le choix de la nouvelle production frigorifique, d'accumulateur d'eau sanitaire.

6.1.1.5. Schéma de principe de distribution indirecte



Principe de distribution indirecte :

Le circuit primaire est la production frigorifique, respectivement l'ensemble des groupes frigorifiques. Géographiquement, nous pouvons affirmer que le circuit primaire se trouve dans le local des machines.

Par l'intermédiaire d'échangeur(s) le fluide frigorigène primaire (gaz) contenu dans le(s) machine(s) de production est transmis aux circuits secondaires. Les échangeurs se situent également dans le local des machines.

Circuit secondaire ou communément appelé « réseau de distribution » est l'ensemble des collecteurs et des tubes qui se situe après l'échangeur. Respectivement le réseau de distribution dans la dalle froide ainsi que la grande majorité des collecteurs de distributions.

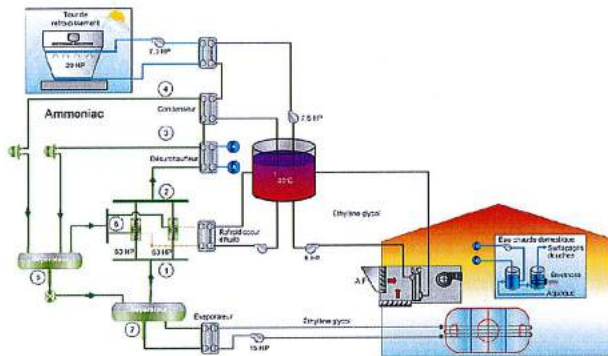
Selon la directive du département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), de l'ORRChim et des principaux constructeurs Européens et Nord-Américains (Canada) de froid industriel, il en ressort que seul 3 fluides frigorigènes (gaz) sont utilisés dans le circuit primaire.

Par contre chacun de ces 3 fluides frigorigènes peut être utilisé indépendamment par l'un des cinq fluides frigorigènes des circuits secondaires énumérés ci-dessous.

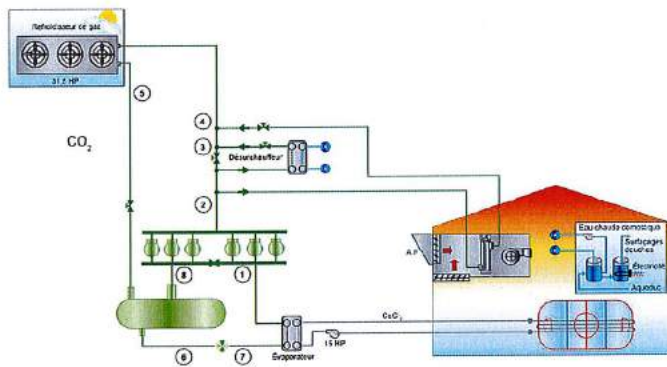
- Fluides frigorigènes Circuit primaire (groupe frigorifique) autorisés et préconisés sur le marché Suisse.
 - Ammoniac R717
 - CO2 R744
 - HFO 1234 HFO-1234ze
- Fluides frigorigènes circuit secondaire utilisés dans les patinoires.
 - Ethylène Glycol
 - Saumure
 - Ammoniac dilué dans l'eau
 - Freezium
 - Méthanol

Exemple (Schéma de principe):

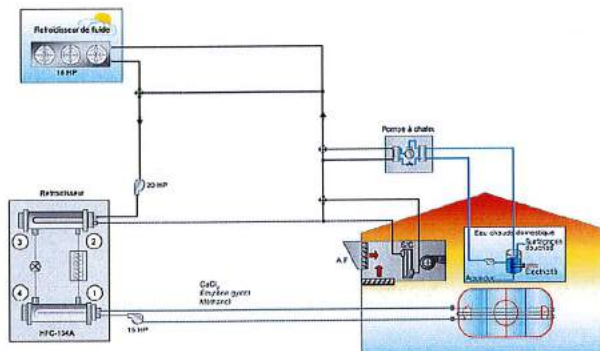
- Système ammoniac – réfrigérant secondaire éthylène glycol



- Système CO₂ – Réfrigérant secondaire saumure



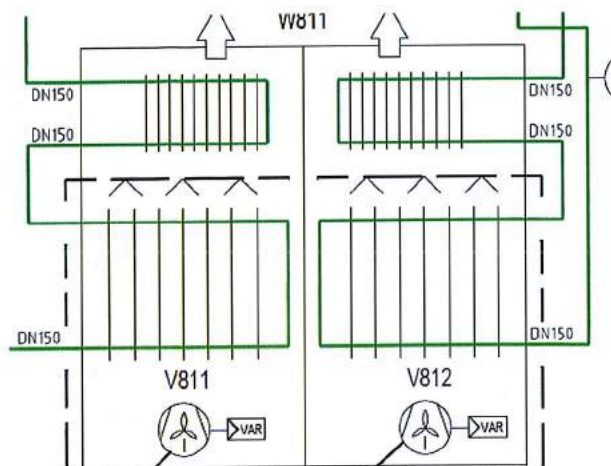
- Système HFO 1234 – Réfrigérant secondaire Ethylène glycol - Méthanol



6.1.1.6. TOUR DE REFROIDISSEMENT

- Schéma PID Froid Vernets E 7.12.06 – TOUR HYBRIDE

| W211 / W221 | |
|---------------------|-----------------------|
| TOUR HYBRIDE FERMÉE | |
| FABRICANT | BALTIMORE |
| TYPE | VXI 190-3-R |
| FABR. NR. | |
| PUISANCE | 1024 kW |
| MEDIUM 1 | GLYCOL |
| TEMP. EVAPORATION | |
| MEDIUM2 | GLYCOL |
| DEBIT VOLUMIQUE | 236 m ³ /h |
| TEMP. ENTREE | 30°C |
| TEMP. SORTIE | 26°C |
| PERTE DE PRESSION | 102 kPa |
| PRESSON DE CONSTR. | 23 bar |
| CONTENU 1/2 | litres |
| CERTIFICATION | PED 97/23/CE |



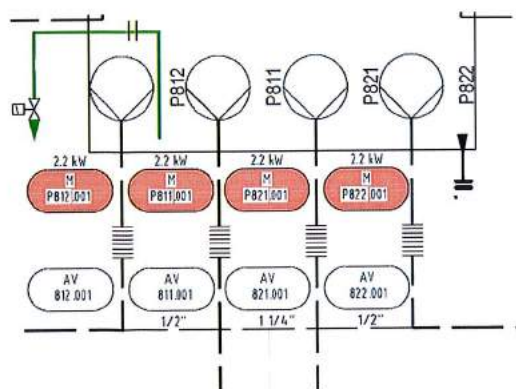
Data Tour hybride fermée

Schéma tour de refroidissement hybride fermée

- Schéma PID Froid Vernets E 7.12.06 – POMPE PULVERISATION IMMERGEE

| P811 / P821 | |
|---------------------------------|------------------------|
| POMPE DE PULVERISATION IMMERGEE | |
| FABRICANT | EMB |
| TYPE | IS 80/170-2 |
| DEBIT VOLUM. | 90.7 m ³ /h |
| HAUTEUR MANO. | 60KPa |
| PUISANCE | |
| MOTEUR | |
| FABRICANT | |
| TYPE | |
| PUISANCE NOM. | 2.2 kW |
| COURANT NOM. | ... A |
| TENSION NOM. | 3x400V |
| FREQUENCE NOM. | 50Hz |
| VITESSE DE ROT. | 1450tr/min |
| DEMARRAGE | Direct |

| P812 / P822 | |
|---------------------------------|------------------------|
| POMPE DE PULVERISATION IMMERGEE | |
| FABRICANT | EMB |
| TYPE | IS 80/170-2 |
| DEBIT VOLUM. | 90.7 m ³ /h |
| HAUTEUR MANO. | 60KPa |
| PUISANCE | |
| MOTEUR | |
| FABRICANT | |
| TYPE | |
| PUISANCE NOM. | 2.2 kW |
| COURANT NOM. | ... A |
| TENSION NOM. | 3x400V |
| FREQUENCE NOM. | 50Hz |
| VITESSE DE ROT. | 1450tr/min |
| DEMARRAGE | Direct |



Data Pompe de pulvérisation immergée

Schéma pompe de pulvérisation immergée

- Constat

- Selon la production frigorifique choisie, le système de tour de refroidissement hybride peut en partie être réutilisé.
- Les échangeurs quant à eux devront être remplacés.
- Selon la production frigorifique choisie, les collecteurs en acier devraient être, après un contrôle intérieur, réutilisables dans l'ensemble.

- Mesure

- Le choix de la production frigorifique n'est pas sans conséquence sur la possibilité de réutilisabilité du système de tour de refroidissement. Si le choix se porte sur le HFO 1234 ou l'ammoniac, peu de changements et d'adaptations devront être effectués. Par contre le système CO2 qui, pour être performant, donne une température de sortie « chaud » de l'ordre de 70°C, demandera de grands changements et adaptations, respectivement un investissement conséquent.

- Faisabilité

- L'espace actuel intérieur et extérieur est suffisant aux changements du système et à l'adaptation selon la validation du système de production frigorifique validé.
- Il est toutefois obligatoire de faire un contrôle mécanique complet du système de refroidissement. La puissance de refroidissement théorique inscrit dans le schéma PID Froid Vernets E 7.12.06 doit également être contrôlée.

6.2. Distribution frigorifique actuelle

PATINOIRE COUVERTE

6.2.1.1. Collecteurs :

- Constat
- Les collecteurs sont disposés à chaque extrémité de la patinoire. Le collecteur de conduite de liquide (réf. Plan 3 202 338) est d'un diamètre de NW 80 mm. Le collecteur de conduite d'aspiration est quant à lui d'un diamètre de NW 175 mm en retour machine et d'un diamètre de NW 100 mm en sortie aiguille. Lesdits collecteurs sont divisés en 11 sous-collecteurs à l'entrée et à la sortie du réseau de distribution. Les diamètres n'apparaissant pas dans le plan 3 202 338 ainsi que sur le plan D/06/0-926-003-E, nous pouvons toutefois estimer ceux-ci à un diamètre de DN 50 mm.

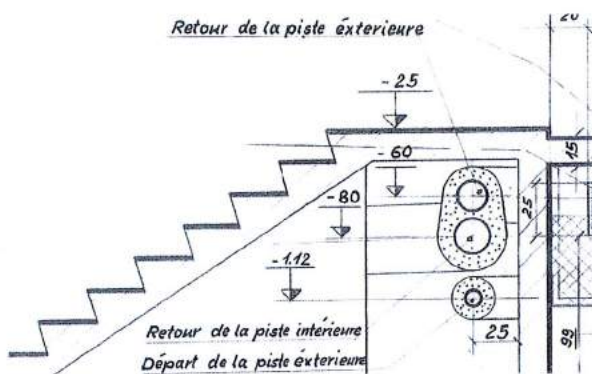


Fig. 1 (réf plan 3 202 338)

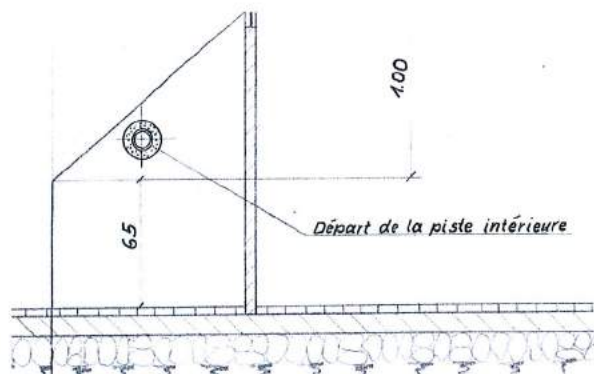


Fig. 2 (réf plan 3 202 338)

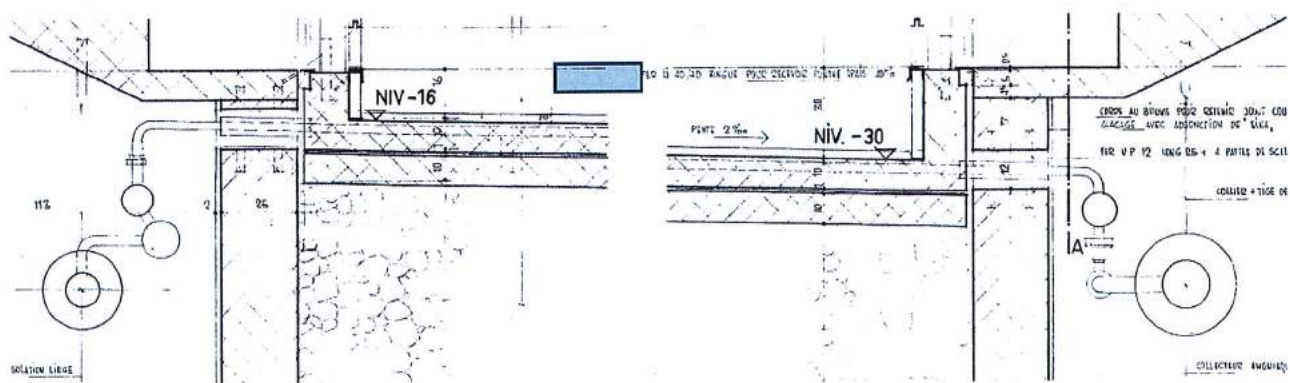


Fig. 3 (réf plan ?151)

- Règles d'or
 - Les diamètres différents des collecteurs sont la conséquence de la distribution « directe » de l'ammoniac. Le système est certes approuvé pour ce type de distribution et tout à fait adéquat, mais même le diamètre le plus grand (175 mm) ne sera pas suffisant pour un système indirect.
 - De plus, il est fortement conseillé, je dirais obligatoire, de ne pas prendre le risque de mélanger de l'ammoniac, même en très petite proposition ou des résidus d'huile liés à l'ammoniac avec un nouveau fluide caloporteur (type glycol). Aucun fabricant de fluide caloporteur ne garantira la qualité de son produit dans une telle application.
- Mesures
 - Le changement complet des collecteurs, de la salle des machines, respectivement des échangeurs de la nouvelle production de froid, au réseau de distribution (aiguilles) dans la dalle est obligatoire. Tant par les risques encourus par le mélange cité ci-dessus, que par les diamètres non appropriés pour le débit, respectivement les pertes de charge, du nouveau fluide caloporteur secondaire.
- Faisabilité
 - La patinoire des Vernets datant des années 60, contrairement aux patinoires construites dans les années 80, a pour avantage d'avoir été conçue avec beaucoup d'espace. Les « galeries » et/ou couloirs (fig. 4 & 5) (ou sur la photo Collecteurs aspiration 1 à 4) sont appropriés afin de démonter l'ancien réseau de collecteurs (en acier) et de le remplacer par un nouveau (en PE).
 - Les travaux nécessaires à cette exécution n'empiètent pas sur la surface de la dalle. Bien que lors des travaux, il ne peut y avoir de production de froid par cet acheminement, ce détail pourrait être d'une très grande utilité lors de la planification des travaux.
 - Le changement de l'entier des collecteurs en acier de trop petite dimension par des collecteurs en PEHD d'un diamètre intérieur minimum de 225 mm.

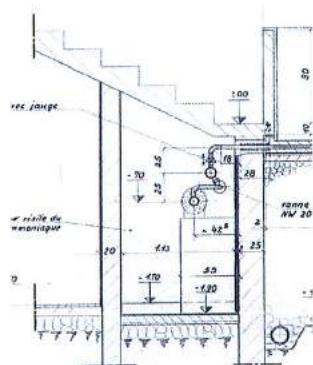


Fig. 4 (réf plan 3 202 338)

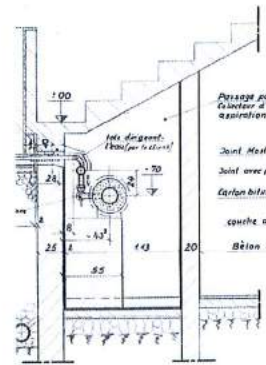


Fig. 5 (réf plan 202 338)



Collecteur aspiration 1



Collecteur aspiration 2



Collecteur injection 3



Collecteur injection 4

6.2.1.2. Aiguilles ou réseau de distribution noyé

- Constat
- Le réseau de distribution noyé, est composé de 432 tubes acier de diamètre extérieur de 32 mm pour une épaisseur de paroi de 2.5 mm. Soit d'un diamètre intérieur de 27 mm.
- La pose est réalisée sur la longueur de la piste de glace soit, des tubes d'une longueur de 71 m.
- L'entraxe entre les tubes acier est de 90 mm.
- La longueur totale des tubes noyés dans la dalle est de $71 \text{ m} \times 432 \text{ tubes} = 30'672 \text{ m}$.

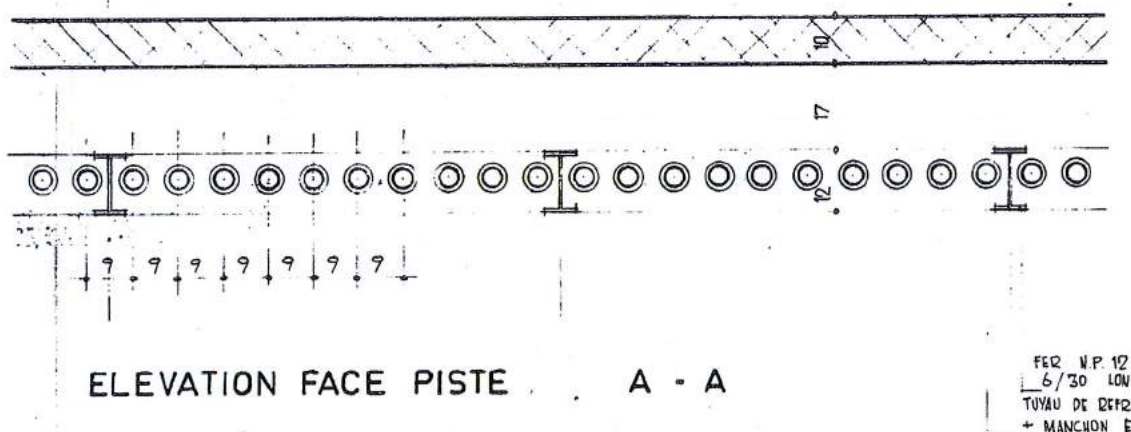


Fig. 6 (réf plan ?151)

| PATINOIRE COUVERTE | |
|--------------------|--------------------|
| DIM | 39X70m |
| SURFACE | 2730m ² |
| NBRE DE TUBE | 432 |
| TUBE Dia. | 32x2.5 mm |
| ESPACE | 90mm |

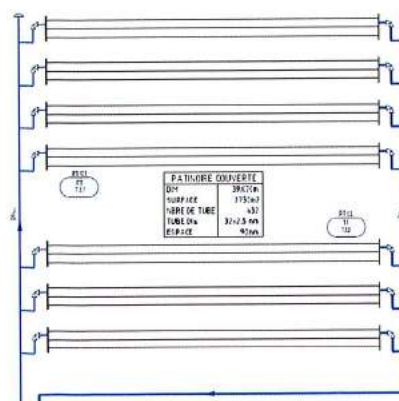


Fig. 7 (réf plan D-06/0-926-003-E)

Fig. 8 (réf plan D-06/0-926-003-E)



5 Aiguille



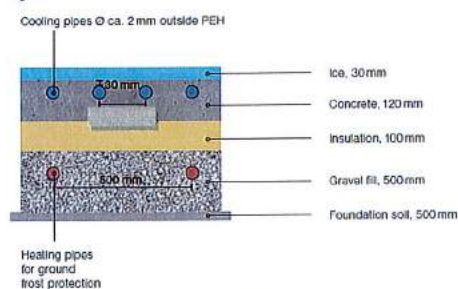
6 Aiguille

○ Règles d'or

Le froid par sa nature, se dissipe premièrement vers le bas. Il est essentiel, pour des raisons de qualité de glace et de rendement énergétique, de poser les tubes (aiguilles) de distribution dans la dalle froide :

- Le plus haut possible de la surface, en tenant compte de l'épaisseur minimum au béton et de l'armature nécessaire à une haute qualité de résistance (contrainte de dilatation)
- Les tubes doivent impérativement être posés à entraxe régulier sur l'entier de la surface.
- Les tubes doivent impérativement être posés plat-horizontaux.
- Le diamètre des tubes doit être dimensionné adéquatement afin de permettre un débit raisonnable au fluide secondaire pour un rendement énergétique optimal.
- Chaque obstruction, même la plus petite, chaque imprécision de pose entraînera une baisse de la qualité de la glace et de surcroît une augmentation énergétique conséquente

TYPICAL ICE PAD CONSTRUCTION
Figure 7



Rapport diamètre/entraxe/niveau de pose
préconisé selon le Ice Rink Guide de l'IIHF
(International Ice Hockey Federation)

Rapport : diamètre – entraxe – niveau

| | | | |
|------|-------|-------|--------|
| Tube | 25 mm | 80 mm | -30 mm |
|------|-------|-------|--------|

| | | | |
|------|-------|-------|--------|
| Tube | 30 mm | 90 mm | -35 mm |
|------|-------|-------|--------|

Fig. 9 IIHF Ice Rink Guide: Coupe construction d'une patinoire

○ Mesures

- Nous constatons que le rapport diamètre/entraxe/niveau est bien respecté, ce qui pourrait influencer notre jugement quant à la réutilisabilité de circuit de distribution, mais deux paramètres impératifs ne sont pas respectés. Ainsi que de grandes hypothèses concernant la qualité intérieure du fer des dites aiguilles. Tant bien même le contrôle par des entreprises spécialisées.
- Non respecté : Le même cas que dans les collecteurs en fer, le mélange de résidu d'ammoniac et/ou d'huile, entraînerait trop d'incertitude.
- Non respectée : La construction de la dalle froide datant de bien des années, il était usuel d'y donner une pente. (Voir chapitre dalle). Cette pente est bien entendu répercutée sur le plat/horizontal des aiguilles.

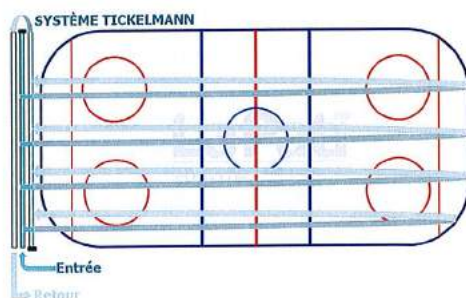
À la vue des contraintes respectées et non respectées, afin de répondre aux besoins actuels et futurs en termes de qualité de glace et de gestion d'énergie, le réseau n'est plus utilisable et à changer.

○ Faisabilité

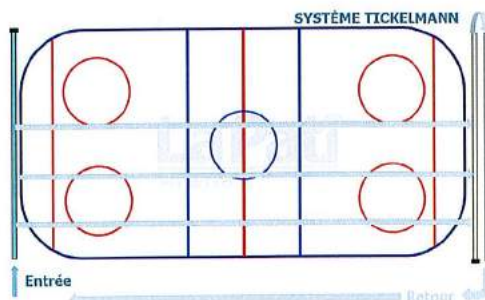
- Le changement du réseau de distribution impose une nouvelle dalle froide.
- Une planification détaillée des travaux et des possibilités d'occupation de la patinoire intérieure sans interruption de championnat est réalisable.

6.2.1.3. Schéma de principe circuit ou distribution secondaire

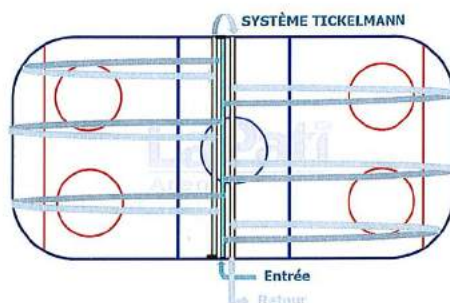
Collecteurs sur la largeur (30 mètres) – Du même côté



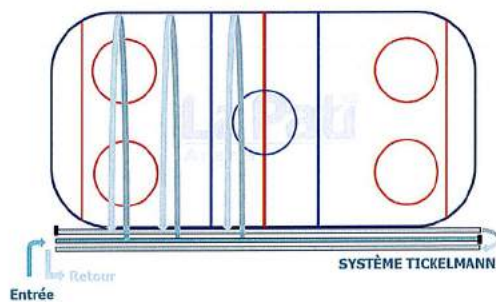
Collecteurs sur la largeur (30 mètres) - Aux 2 extrémités



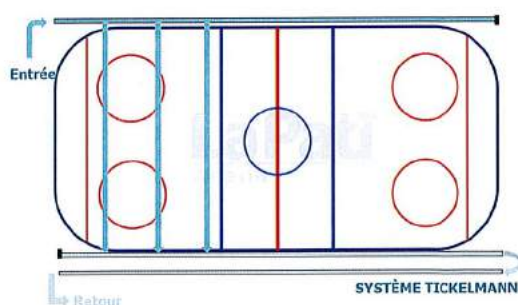
- Collecteurs sur la largeur (30 mètres) - Centrés



- Collecteur sur la longueur (60 mètres) – Du même côté



- Collecteurs sur la longueur (60 mètres) - Au 2 extrémités



PATINOIRE EXTERIEURE

6.2.1.4. Collecteurs

- Constat
- Les collecteurs sont disposés à chaque extrémité de la patinoire. Le collecteur de conduite de liquide (réf. Plan 3 202 338) est d'un diamètre de NW 50 mm. Le collecteur de conduite d'aspiration est quant à lui d'un diamètre de NW 125 mm en retour machine.

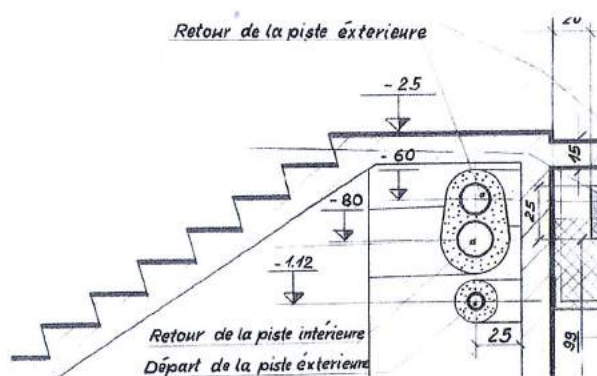


Fig. 1 (réf plan 3 202 338)

- Règles d'or
- Les diamètres différents des collecteurs sont la conséquence de la distribution « directe » de l'ammoniac. Le système est certes approuvé pour ce type de distribution et tout à fait adéquat, mais même le diamètre le plus grand (175 mm) ne sera pas suffisant pour un système indirect.
- De plus, il est fortement conseillé, je dirais obligatoire, de ne pas prendre le risque de mélanger de l'ammoniac, même en très petite proportion ou des résidus d'huile liés à l'ammoniac avec un nouveau fluide caloporteur (type glycol). Aucun fabricant de fluide caloporteur ne garantira la qualité de son produit dans une telle application.
- Mesures
- Le changement complet des collecteurs, de la salle des machines, respectivement des échangeurs de la nouvelle production de froid, au réseau de distribution (aiguilles) dans la dalle est obligatoire. Tant par les risques encourus par le mélange cité ci-dessus, que par les diamètres non appropriés pour le débit, respectivement les pertes de charge, du nouveau fluide caloporteur secondaire.

- Faisabilité
- Les collecteurs de la patinoire couverte sont pour la partie entre le local des machines et la patinoire très accessibles et les travaux peuvent être entrepris sans dérangement sur la surface de jeu.
- Concernant les collecteurs de distribution, ils sont dans des caniveaux autour de la patinoire. Ils sont, de ce fait, difficilement accessibles sans dérangement. L'ancien réseau de collecteurs (en acier) doit être démonté et remplacé par un nouveau (en PE).
- Les travaux nécessaires à cette exécution empiètent en partie sur la surface de la dalle. Il y aura lieu de prendre très consciencieusement cet état de fait lors de la planification des travaux.

6.2.1.5. Aiguilles ou réseau de distribution noyé

- Constat
- Le réseau de distribution noyé, est composé de 355 tubes acier de diamètre extérieur de 21 mm pour une épaisseur de paroi de 2 mm. Soit d'un diamètre intérieur de 17 mm.
- La pose est réalisée sur la longueur de la piste de glace soit, des tubes d'une longueur de 61 m.
- L'entraxe entre les tubes acier est de 85 mm.
- La longueur totale des tubes noyés dans la dalle est de 61 m x 355 tubes = 21'655 m.

| PATINOIRE EXTERIEURE | |
|----------------------|--------------------|
| DIM | 30x60m |
| SURFACE | 1800m ² |
| NBRE DE TUBE | 355 |
| TUBE Dia. | 21x2/85mm |
| ESPACE | 85mm |

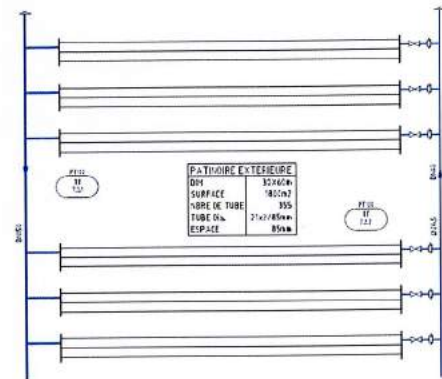


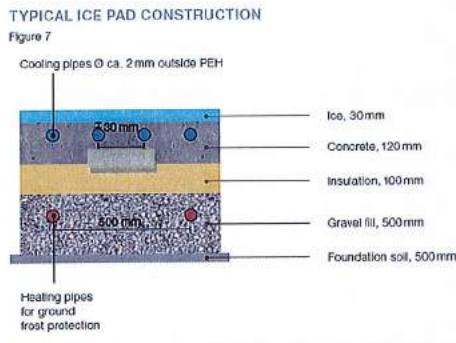
Fig. 7 (réf plan D-06/0-926-003-E)

Fig. 8 (réf plan D-06/0-926-003-E)

- Règles d'or

Le froid par sa nature, se dissipe premièrement vers le bas. Il est essentiel, pour des raisons de qualité de glace et de rendement énergétique, de poser les tubes (aiguilles) de distribution dans la dalle froide :

- Le plus haut possible de la surface, en tenant compte de l'épaisseur minimum du béton et de l'armature nécessaire à une haute qualité de résistance (contrainte de dilatation)
- Les tubes doivent impérativement être posés à entraxe régulier sur l'entier de la surface.
- Les tubes doivent impérativement être posés plat-horizontale.
- Le diamètre des tubes doit être dimensionné adéquatement afin de permettre un débit raisonnable au fluide secondaire pour un rendement énergétique optimal.
- Chaque obstruction, même la plus petite, chaque imprécision de pose entraînera une baisse de la qualité de la glace et de surcroît une augmentation énergétique conséquente.



Rapport diamètre/entraxe/niveau de pose
préconisé selon le Ice Rink Guide de l'IIHF
(International Ice Hockey Federation)

Rapport : diamètre – entraxe – niveau

| | | | |
|------|-------|-------|--------|
| Tube | 25 mm | 80 mm | -30 mm |
| Tube | 30 mm | 90 mm | -35 mm |

Fig. 9 IIHF Ice Rink Guide: Coupe construction d'une patinoire

○ Mesures

- Nous constatons que le rapport diamètre/entraxe/niveau est bien respecté, ce qui pourrait influencer notre jugement quant à la réutilisabilité de circuit de distribution, mais deux paramètres impératifs ne sont pas respectés. Ainsi que grande hypothèse concernant la qualité intérieure de fer des dites aiguilles. Tant bien même le contrôle par des entreprises spécialisées.
- Non respecté : Le même cas que dans les collecteurs en fer, le mélange de résidu d'ammoniac et/ou d'huile, entraînerait trop d'incertitude.

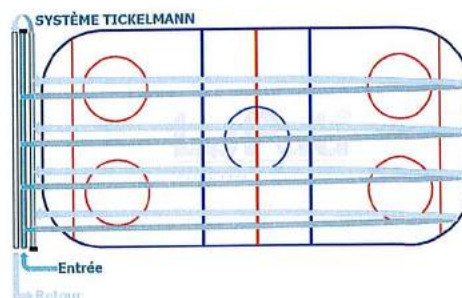
À la vue des contraintes respectées et non respectées, afin de répondre aux besoins actuels et futurs en termes de qualité de glace et de gestion d'énergie, le réseau n'est plus utilisable et à changer.

○ Faisabilité

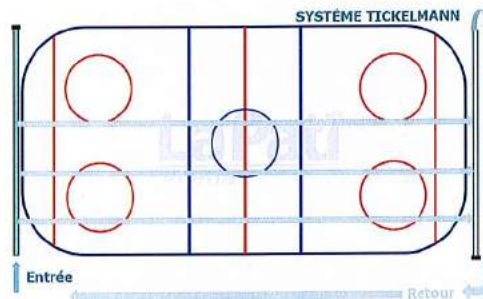
- Le changement du réseau de distribution impose une nouvelle dalle froide.
- Une planification détaillée des travaux et des possibilités d'occupation de la patinoire sans interruption de championnat est réalisable.

6.2.1.6. Schéma de principe circuit ou distribution secondaire

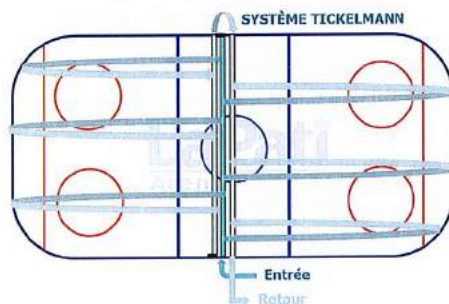
Collecteurs sur la largeur (30 mètres) – Du même côté



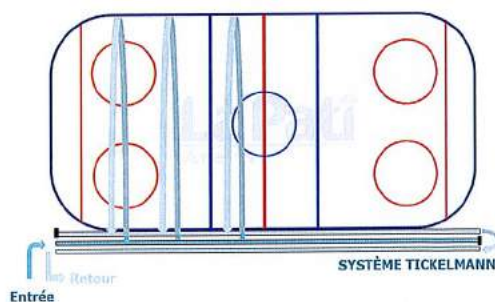
Collecteurs sur la largeur (30 mètres) - Aux 2 extrémités



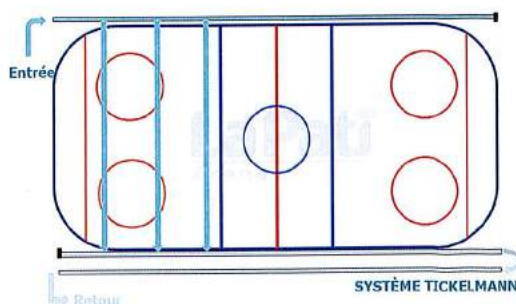
- Collecteurs sur la largeur (30 mètres) - Centrés



- Collecteur sur la longueur (60 mètres) – Du même côté



- Collecteurs sur la longueur (60 mètres) - Au 2 extrémités

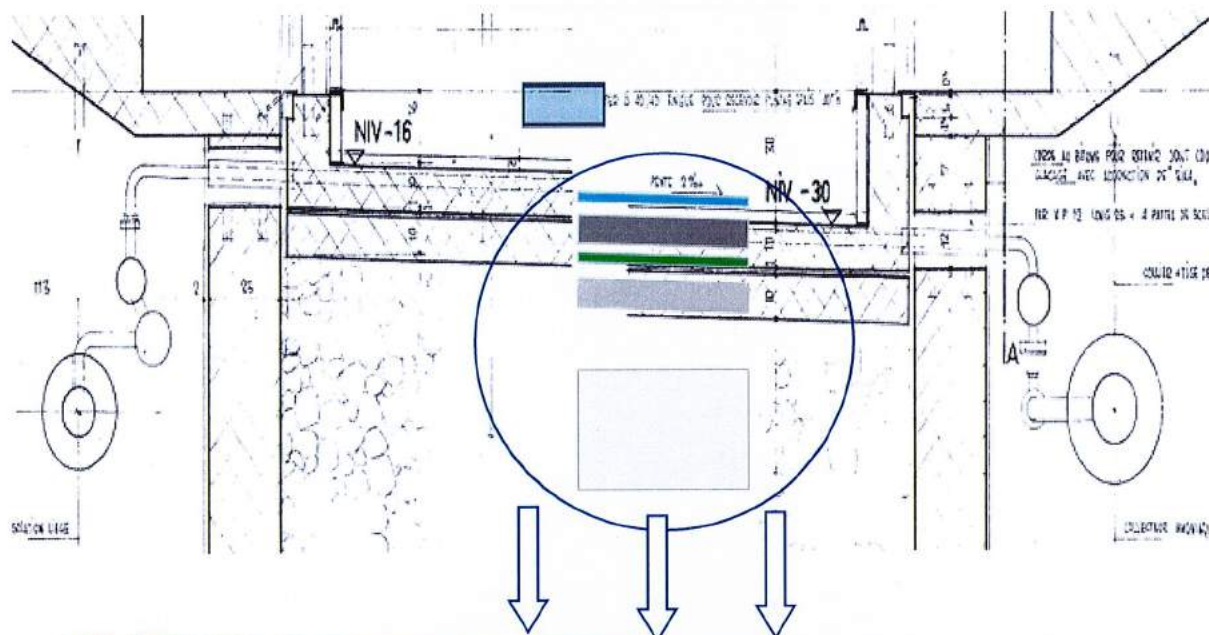


6.3. Dalles patinoires

PATINOIRE COUVERTE

○ Constat

La dalle froide, schématiquement représentée ci-dessous (Fig. 7) est composée de 4 parties bien distinctes. Ce type de construction des années 60 a fait ses preuves, mais aujourd'hui, de par les contraintes énergétiques et de qualité de glace demandée, elle n'est pas adéquate.



| | |
|---|--------------------------|
| Glace | Epais. 30 à 50 mm |
| Dalle béton CP 300 | Epais. 100 mm |
| Graphit liq. aséol + papier bitum. | Epais. 2 à 3 mm |
| Dalle béton CP 300 | Epais. 100 mm |
| Gravier 20-50 Damé | Epais. 1500 mm |

Fig. 10 (réf plan ?151)

Dalle Froide :

- Dalle B.A. + tuyauterie de froid épaisseur 10 cm
- Béton CP 300 + ferrailage inférieur et supérieur diamètre 8mm + ribage fin de la surface

Entre dalle :

- Graphite liquide Aseol 2 à 3 mm + papier bitume
- Graphite universel recouvrement + papier « Kraft »

Dalle support

- Dalle béton CP 300 Epaisseur 10 cm

Couche isolante (anti permafrost)

- Gravier 20-50 mm damé épaisseur moyenne 1.5 m
 - Règles d'or

Une glace de qualité et énergétiquement adéquate est une glace d'épaisseur de 2.5 cm à 4 cm égale sur l'entier de la surface. Il est quasi impossible, pour tout exploitation, de maintenir une épaisseur égale sur l'entier de la surface, si la glace, ne repose pas sur un support plat et horizontal. D'où l'importance de la construction des couches inférieures.

- La couche supérieure, où repose la glace, de la dalle froide doit être plate/stable/horizontale. La tolérance pour l'entier de la surface est de +/- 5 mm
- La couche supérieure de la dalle froide doit être uniformément à la même température.
- Pour que la couche supérieure de la dalle froide soit uniformément à même température, il est obligatoire de poser le réseau de distribution (aiguilles) plat et horizontal.
- Pour assurer le plat et horizontal du réseau de distribution, il est essentiel que la partie supérieure de l'isolation (couche inférieure) soit parfaitement plate et horizontale.
- Pour assurer que l'isolation soit plate et horizontale, il est essentiel que la partie supérieure de la dalle chaude (ou radier) soit parfaitement plate et horizontale.
- La dalle chaude (ou radier) doit être en surface parfaitement plate et horizontale. Sa partie inférieure n'a pas de tolérance importante.
- Le réseau chaud (anti permafrost), primordial pour des patinoires dont l'exploitation excède 6 mois/année, n'a également pas les mêmes contraintes de planéité.

- Mesure

- La « dalle patinoire » en l'état n'est pas utilisable en tant que dalle froide future.
- La pente de 2°/00, soit une différence de hauteur entre les deux extrémités de la patinoire est de 14 cm (fig 10)
- La pente est reportée depuis la dalle de support ou radier.

Afin de respecter les normes de construction actuelles, pour but d'avoir une glace de qualité et une gestion de l'énergie adéquate, une remise à niveau de la dalle froide et tout ce que cela implique est une nécessité.

- Faisabilité

- Vu ce qui précède, nous comprenons l'imbrication de tous les éléments d'une « dalle patinoire »
- **Deux concepts sont envisageables** pour reprendre la planéité supérieure, respectivement, tous les éléments comprenant la « dalle patinoire »

- **1^{er} concept**

- Remettre à niveau : la dalle actuelle en ajoutant du matériel. Celui-ci peut être du sable, une dalle en béton de remise à niveau ou de l'isolation
- Puis d'isoler la remise à niveau
- Enfin de refaire une dalle froide.

Cette solution allège considérablement les travaux de démolition, mais a pour effet néfaste de surélever la hauteur finale de la glace. La différence de hauteur de la glace sera au point le plus haut de la piste de 2 à 5 cm (remise à niveau) + 5 cm (isolation minimum) + 13 cm (nouvelle dalle froide) = 20 à 23 cm plus élevée. Concernant la partie la plus basse de la piste, la surélévation sera de 14 cm (au niveau actuel) + les 20 à 23 cm cité ci-dessus. Soit 34 à 37 cm plus élevée. Des travaux moins importants que la solution 2) ci-après, mais les répercussions sur la construction extérieure actuelle sont immenses.

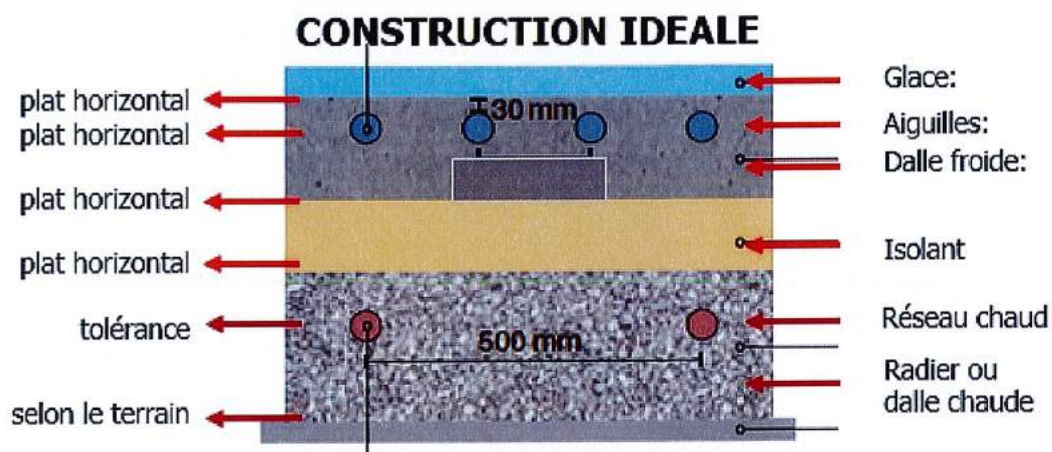
- **2^{ème} concept**

- Démolir les couches existantes, dalle support, isolant, réseau de distribution et dalle froide afin de recommencer les travaux sur un support neutre.
- Les travaux sont certes plus importants, mais c'est l'idéal.

Cette solution, conséquente en termes de travaux de démolition, a pour grand avantage de pouvoir garder une hauteur finale de la glace correspondante avec la construction extérieure de la piste de glace. Respectivement, les entrées des surfaceuses et autres engins et machines devant accéder à la piste de glace en hiver comme en été.

- Une planification détaillée des travaux et des possibilités d'occupation de la patinoire intérieure sans interruption de championnat est réalisable.

6.3.1.1. Schéma de principe – Coupe construction dalle froide



PATINOIRE EXTERIEURE

- Constat
 - Le même concept de construction de la dalle de la patinoire couverte a été réalisé pour la dalle de la patinoire extérieure.
 - Le changement majeur et très important concernant la dalle de la patinoire extérieure est qu'elle repose sur une nappe phréatique.
 - Les contraintes de la nappe phréatique sont nombreuses. La principale étant le risque de créer un permafrost sous ladite dalle. Ce qui induirait à termes :
 - Une surélévation de la dalle froide dans le meilleur des cas,
 - La rupture possible de la dalle,
 - La rupture du réseau de distribution
 - Sachant que le système (voir ci-dessus) est direct à l'ammoniac, les risques sont importants.
 - Afin de palier à ce risque, la durée d'exploitation de la patinoire extérieure ne peut dépasser les 6 mois par année. Ainsi le permafrost ne peut être généré.
- Règles d'or

Une glace de qualité et énergétiquement adéquate est une glace d'épaisseur de 2.5 cm à 4 cm égale sur l'entier de la surface. Il est quasi impossible, pour toute exploitation, de maintenir une épaisseur égale sur l'entier de la surface, si la glace, ne repose pas sur un support plat et horizontal. D'où l'importance de la construction des couches inférieures.

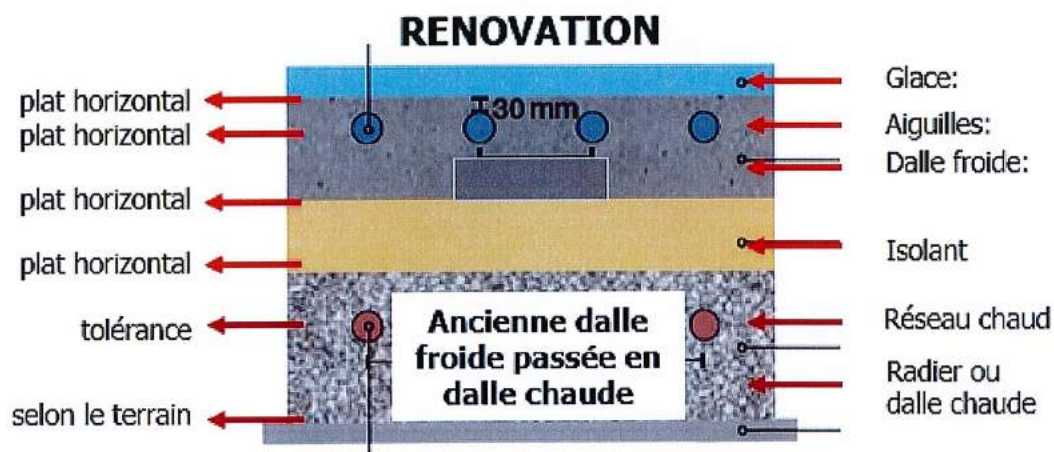
- La couche supérieure, où repose la glace, de la dalle froide doit être plate/stable/horizontale. La tolérance pour l'entier de la surface est de +/- 5 mm
- La couche supérieure de la dalle froide doit être uniformément à la même température.
- Pour que la couche supérieure de la dalle froide soit uniformément à même température, il est obligatoire de poser le réseau de distribution (aiguilles) plat et horizontal.
- Pour assurer le plat et horizontal du réseau de distribution, il est essentiel que la partie supérieure de l'isolation (couche inférieure) soit parfaitement plate et horizontale.
- Pour assurer que l'isolation soit plate et horizontale, il est essentiel que la partie supérieure de la dalle chaude (ou radier) soit parfaitement plate et horizontale.
- La dalle chaude (ou radier) doit être en surface parfaitement plate et horizontale. Sa partie inférieure n'a pas de tolérance importante.
- Le réseau chaud (anti permafrost), primordial pour des patinoires dont l'exploitation excède 6 mois/année, n'a également pas les mêmes contraintes de planéité.

- Mesure
- Afin d'allonger la durée d'exploitation de la patinoire extérieure, la dalle actuelle doit être conservée et transformée en dalle chaude.
- La pente de la dalle froide actuelle est supposée être plate et horizontale (ceci demande contrôle car lors de nos visites, la patinoire était toujours en glace), la construction d'une nouvelle dalle froide en dessus de l'existante est inévitable.
- Faisabilité
- Vu ce qui précède, nous comprenons l'imbrication de tous les éléments d'une « dalle patinoire ». Une seule solution est préconisée : reprendre la planéité supérieure de la dalle existante afin de construire en dessus.
 - Remettre, si nécessaire, à niveau la dalle actuelle.
 - Puis d'isoler la remise à niveau.
 - Enfin, refaire une dalle froide.

Cette solution a pour effet néfaste de surélever la hauteur finale de la glace. La différence de hauteur de la glace de 5 cm (isolation minimum) + 13 cm (nouvelle dalle froide) = 18 cm. Cette surélévation d'environ 20 cm pourra être compensée à l'endroit de l'entrée sur la surface de glace de la surfaceuse.

- **Ce concept** est le plus souvent utilisé lors d'assainissement de patinoire « d'entraînement »

6.3.1.2. Schéma de principe – Coupe construction dalle froide



7. Systèmes préconisés sur le marché

Le choix final doit répondre aux décisions suivantes :

- Assouvir la nouvelle disposition sur les risques d'accidents majeurs
- Système de production et distribution frigorifique indirect

Le choix final répondra essentiellement aux facteurs suivants :

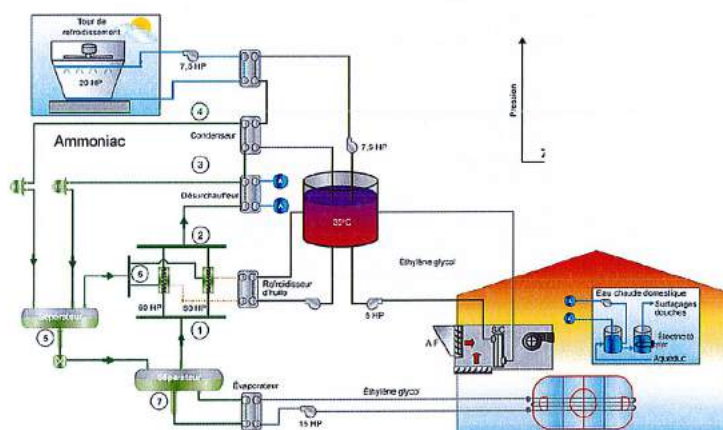
- A. La capacité financière du propriétaire ;
 - i. Coûts d'investissement
 - ii. Coûts d'entretien
- B. L'importance accordée à réduire les impacts environnementaux ;
 - iii. Impact environnemental
- C. L'importance accordée à la récupération énergétique ;
 - iv. Récupération d'énergie
- D. L'importance de la distribution frigorifique ;
 - v. Efficience énergétique
- E. La réutilisabilité de ou des élément(s) ;
 - vi. Réutilisabilité

Production frigorifique

- Dans la présentation des systèmes de production frigorifiques (circuit primaire) une évaluation de 1 à 3 est mentionnée (1 = Mauvais ou Onéreux ; 2 = moyen ; 3 = Bon). Ceci en relation avec le système lui-même et son adaptation à l'assainissement des patinoires des Vernets.

7.1.PRODUCTION FRIGORIFIQUE

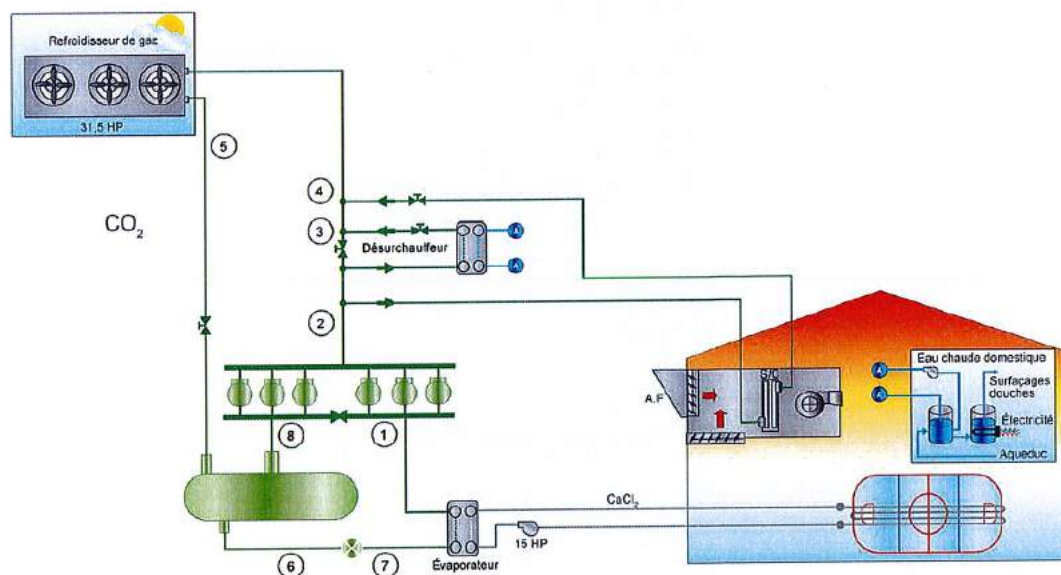
Système ammoniac



Les systèmes à l'ammoniac offrent des valeurs sûres en termes de fiabilité et de performance à long termes. Le savoir-faire des équipementiers est reconnu et est source de confiance. L'ammoniac demeure cependant un produit dangereux et pour minimiser les risques d'accidents, il faut mettre en place des mesures de sécurité exigeantes et coûteuses. De la surveillance par des mécaniciens de machines fixes et des équipements de dispersion et d'absorption de l'ammoniac en cas de fuite dans la salle des machines ou d'ouverture de la soupape de sureté peuvent entraîner des coûts initiaux et récurrents significatifs.

| | | |
|----------------------------|----|-------|
| ➤ Coûts d'investissement : | 2 | Moyen |
| ➤ Coûts d'entretien : | 2 | Moyen |
| ➤ Impact environnemental : | 3 | Bon |
| ➤ Récupération d'énergie : | 2 | Moyen |
| ➤ Efficience énergétique : | 2 | Moyen |
| ➤ Réutilisabilité : | 2 | Moyen |
| ➤ TOTAL POINTS : | 13 | |

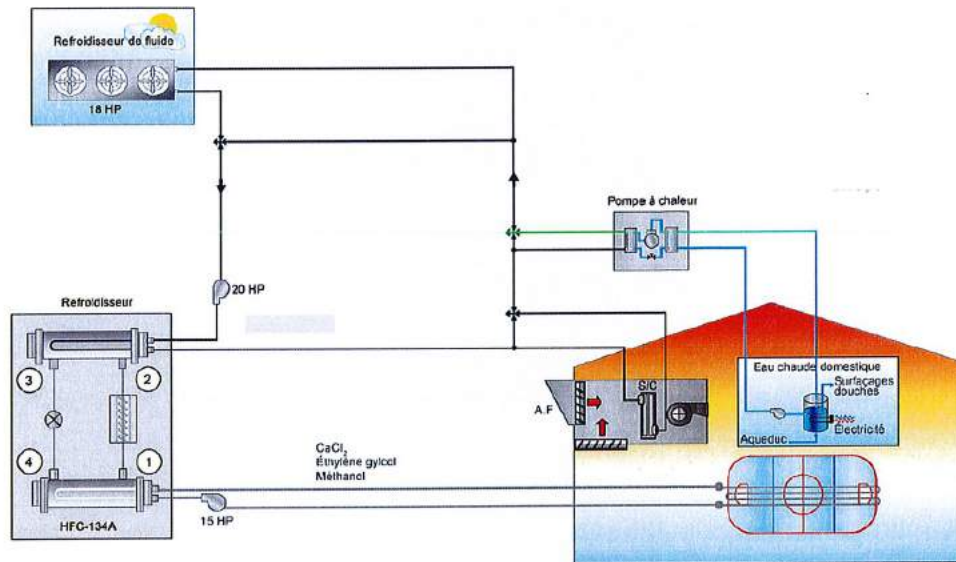
Système CO₂



Les systèmes CO₂ s'avèrent être un peu plus performants que l'ammoniac dans un système de récupération d'énergie conventionnel. Il est très performant dans la mesure où le système mis en place est pour une nouvelle construction et que tous les paramètres sont dirigés pour la récupération d'énergie. Les températures de récupération sont de quelques 20°C supérieurs au système ammoniac et HFO. Les systèmes CO₂ fonctionnent depuis moins de dix ans, ce qui rend difficile l'estimation de la durée de vie des équipements. Pour les qualités intrinsèques que les systèmes CO₂ offrent en matière environnementale et de peu, mais très dangereux en local des machines (gaz plus lourd que l'air), ils intéressent malgré tout plusieurs propriétaires innovateurs.

| | | |
|----------------------------|----|---------|
| ➤ Coûts d'investissement : | 1 | Onéreux |
| ➤ Coûts d'entretien : | 1 | Onéreux |
| ➤ Impact environnemental : | 3 | Bon |
| ➤ Récupération d'énergie : | 3 | Bon |
| ➤ Efficacité énergétique : | 3 | Bon |
| ➤ Réutilisabilité : | 1 | Mauvais |
| ➤ TOTAL POINTS : | 12 | |

Système HFO 1234 ez



Sous l'influence des orientations environnementales actuelles des gouvernements, les concepteurs de groupe frigorifique ont développé pour remplacer les HCF un réfrigérant de synthèse de transition sans effet néfaste sur l'environnement. Ce réfrigérant HFO 1234 testé remplace ainsi les HFC en respectant les nouveaux critères environnementaux. Selon le International Panel for Climate Change (IPCC), les performances environnementales seraient meilleures que les CO₂. Associées au Turbo-Compresseur à Vis variable, les performances énergétiques sont égales aux systèmes ammoniacs et CO₂

| | | |
|----------------------------|-----------|-------|
| ➤ Coûts d'investissement : | 3 | Bon |
| ➤ Coûts d'entretien : | 3 | Bon |
| ➤ Impact environnemental : | 3 | Bon |
| ➤ Récupération d'énergie : | 2 | Moyen |
| ➤ Efficacité énergétique : | 2 | Moyen |
| ➤ Réutilisabilité : | 2 | Moyen |
| ➤ TOTAL POINTS : | 15 | |

7.2.FLUIDE FRIGORIFIQUE SECONDAIRE

Ethylène glycol

- L'éthylène glycol est le plus simple composé chimique de la famille des glycols. Très répandu dans le domaine des patinoires ainsi que dans la géothermie. De ce fait, il est le fluide frigorigène secondaire le moins cher dans notre pays.

Saumure NaCl

- La saumure est une solution aqueuse de sel, généralement de chlorure de Sodium, saturée ou de forte concentration. N'est que très peu utilisée en Suisse. Peu de référence à ce sujet.

Ammoniac dilué dans l'eau

- Les performances données sont contradictoires. La France annonce de bonnes performances tandis qu'en Suisse les constructeurs, ingénieurs et utilisateurs n'arrivent pas à un résultat commun.

Freezium

- Le freezium a été le fluide secondaire le plus employé en Scandinavie en fin 80 début 90. Le prix, moins onéreux que l'éthylène glycol, en était le principal atout. Extrêmement corrosif, il n'est plus utilisé que de façon marginale.

Méthanol

- Le méthanol, également appelé carbinol ou alcool méthylique, est une substance chimique. Le méthanol fait partie des alcools. Il est volatil, toxique, incolore et inflammable. Le méthanol est utilisé comme antigel, solvant et carburant. A ma connaissance, il n'y a pas de patinoire en Suisse.

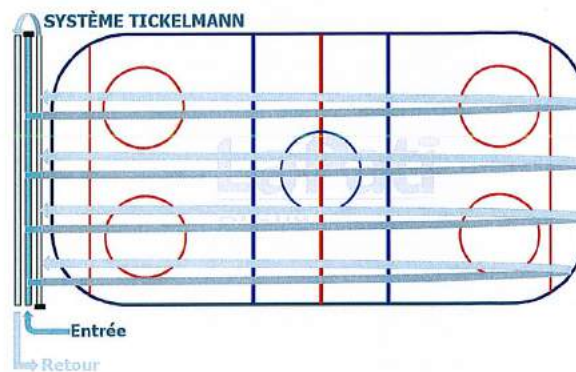
Sans aucun doute, l'éthylène glycol donne entière satisfaction tant en termes de performance énergétique, de garantie et de coût.

7.3. RESEAU SECONDAIRE - DISTRIBUTION FRIGORIFIQUE

Collecteurs et réseau / aiguilles

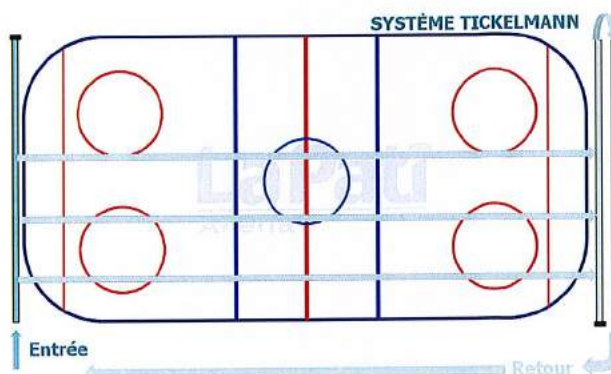
- Sur la largeur (30 mètres)

Du même côté



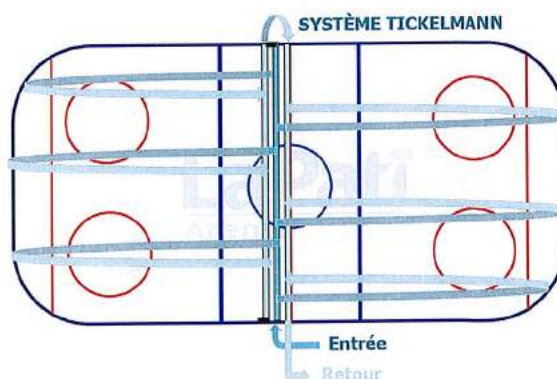
- Système le plus utilisé dans la construction de patinoire et préconisé par l'IIHF
- Suffisamment de place dans les galeries/couloirs pour disposer du système tyckelmann et des collecteurs aller et retour du même côté
- Efficience de la distribution du delta température dans l'ensemble de la dalle
- Minimum de perte de température hors dalle froide
- Collecteur en tout temps contrôlable.
- Collecteur en PE – pas de corrosion et garanti dans le temps
- Aiguille en PE – pas de corrosion et garantie dans le temps
- Main d'œuvre et matériel le moins onéreux

Aux 2 extrémités



- Perte de température dans les collecteurs
- La construction actuelle permet cette distribution
- Non-efficacité de la distribution du delta température dans l'ensemble de la dalle
- Collecteur en tout temps contrôlable.
- Collecteur en PE – pas de corrosion et garanti dans le temps
- Aiguille en PE – pas de corrosion et garantie dans le temps
- Main d'œuvre et matériel plus cher que ci-dessus

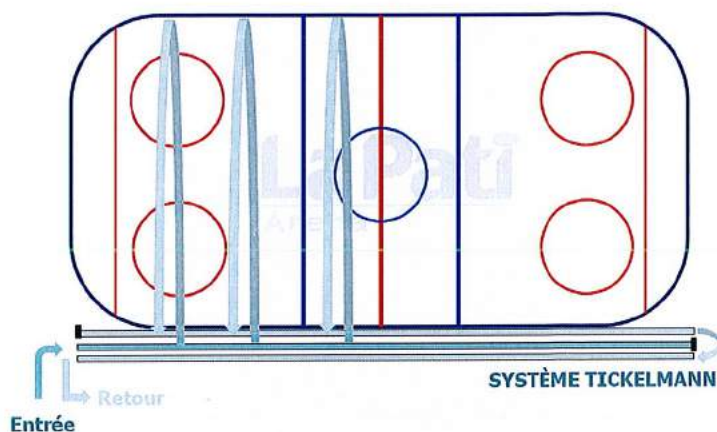
Centrés



- Certains constructeurs proposent de poser les collecteurs dans le milieu de la dalle. Ceci remet en question bien des questions de principe sur l'appellation collecteur. Par définition, il est essentiel de pouvoir accéder auxdits collecteurs en tout temps pour des contrôles. De plus, en disposant les collecteurs ainsi, pour promettre des économies d'énergie, car un maximum de matière est dans la dalle froide, les « vendeurs » omettent l'impossibilité de contrôler et d'ajuster l'entier de la température de la dalle froide. Celle-ci, par ce principe, a une descente en température très importante en son milieu, et de plus incontrôlable en exploitation. De ce fait, nous ne proposerons pas cette alternative.

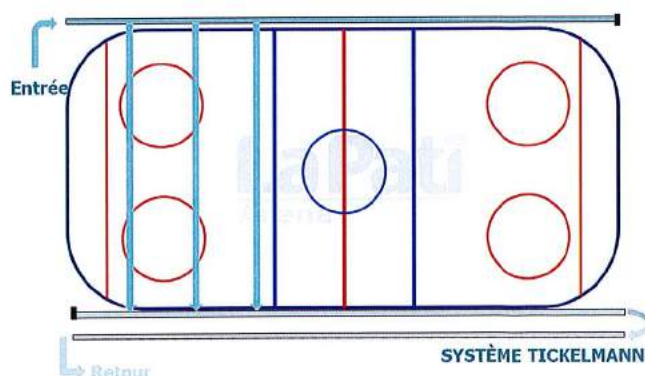
- Sur la longueur (60 mètres)

Du même côté



- Suffisamment de place dans les galeries/couloirs pour disposer du système tyckelmann et des collecteurs aller et retour du même côté
- La course de 2 x 30 mètres ne permet pas une efficience telle que la distribution sur les 30 mètres
- Collecteur en tout temps contrôlable.
- Collecteur en PE – pas de corrosion et garanti dans le temps
- Aiguille en PE – pas de corrosion et garanti dans le temps
- Main d'œuvre beaucoup plus importante que sur les 30 m, respectivement plus onéreux.

Aux 2 extrémités



- Les galeries/couloirs ne permettent pas cette variante

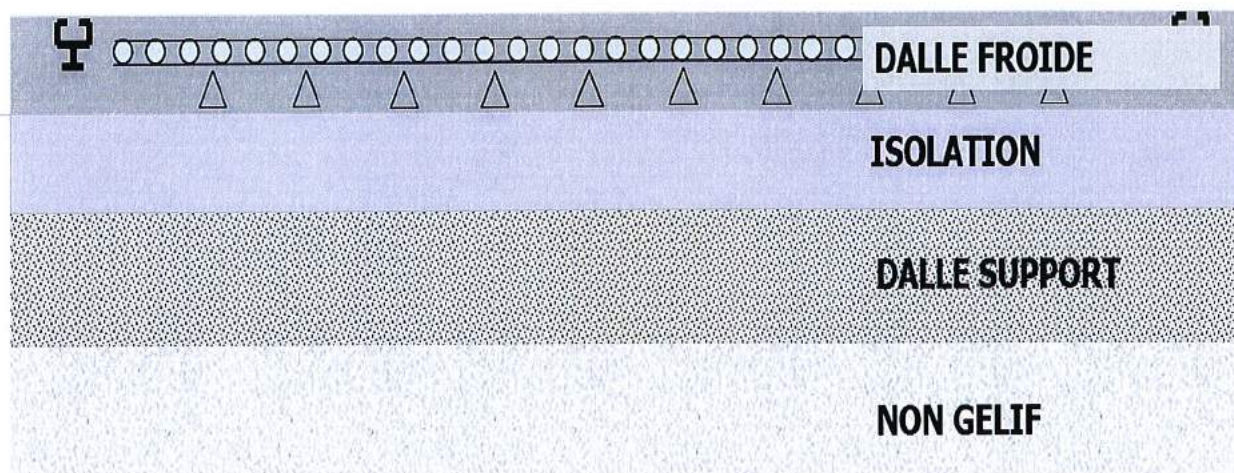
7.4.CONSTUCTION DE LA DALLE

Nouvelle dalle complète

○ MARCHE à SUIVRE

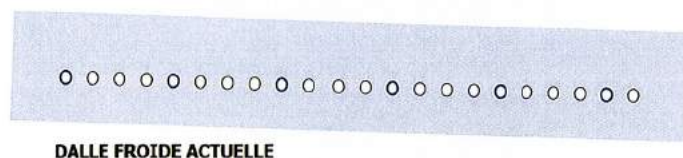
- Démolir les couches existantes, dalle support, isolant, réseau de distribution et dalle froide afin de recommencer les travaux sur un support neutre.
- Remise à niveau du sol compact non gélif.
- Construction d'une dalle support ainsi que des trottoirs et ferrailage.
- Pose isolation
- Ferrailage dalle froide
- Construction du réseau de distribution et pose des ancrages bandes
- Coulage dalle froide.
- Temps minimum de séchage dalle froide 30 jours

Cette solution, conséquente en termes de travaux de démolition, a pour grand avantage de pouvoir garder une hauteur finale de la glace correspondante avec la construction extérieure de la piste de glace. Respectivement, les entrées des surfaceuses et autres engins et machines devant accéder à la piste de glace en hiver comme en été.

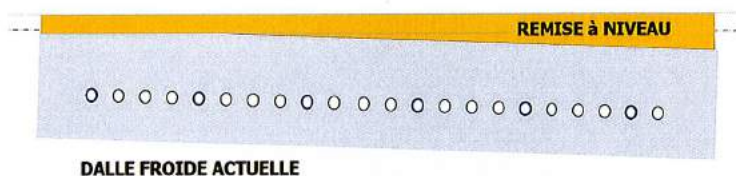


Surélévation et reprise de l'ancienne dalle froide

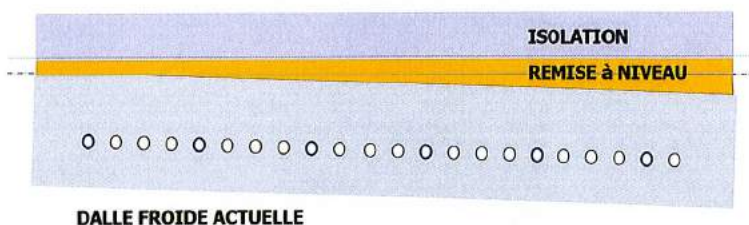
- Dalle et distribution actuelle



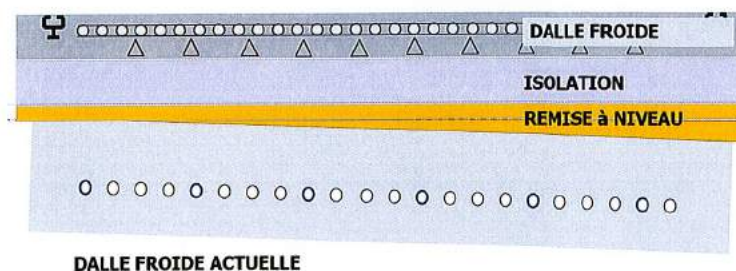
- Remise à niveau de la dalle si nécessaire



- Pose isolation



- Construction nouvelle dalle froide
- Transformation de l'ancien réseau froid en réseau chaud – Anti-permafrost



8. CONCEPT SUGGERE

8.1. PRODUCTION FRIGORIFIQUE

PATINOIRE COUVERTE & EXTERIEURE

Afin d'assurer la fabrication de la glace, étape la plus gourmande en puissance, et de maximiser la période de maintien des patinoires en exploitation, même lorsque les conditions extérieures et intérieures des deux patinoires sont les moins favorables, l'autonomie des 2 patinoires doit être maintenue. 1 **compresseur à 2 vis variables** par patinoire permet une gestion de la puissance électrique linéaire avec la puissance frigorifique nécessaire. Une concordance entre les 2 puissances, électrique et frigorifique, de 15% au minimum de puissance à 100% de demande maximum en font une sûreté de gestion énergétique. En dessous de 15% de demande de puissance, il est préférable et judicieux d'arrêter le fonctionnement de la production frigorifique.

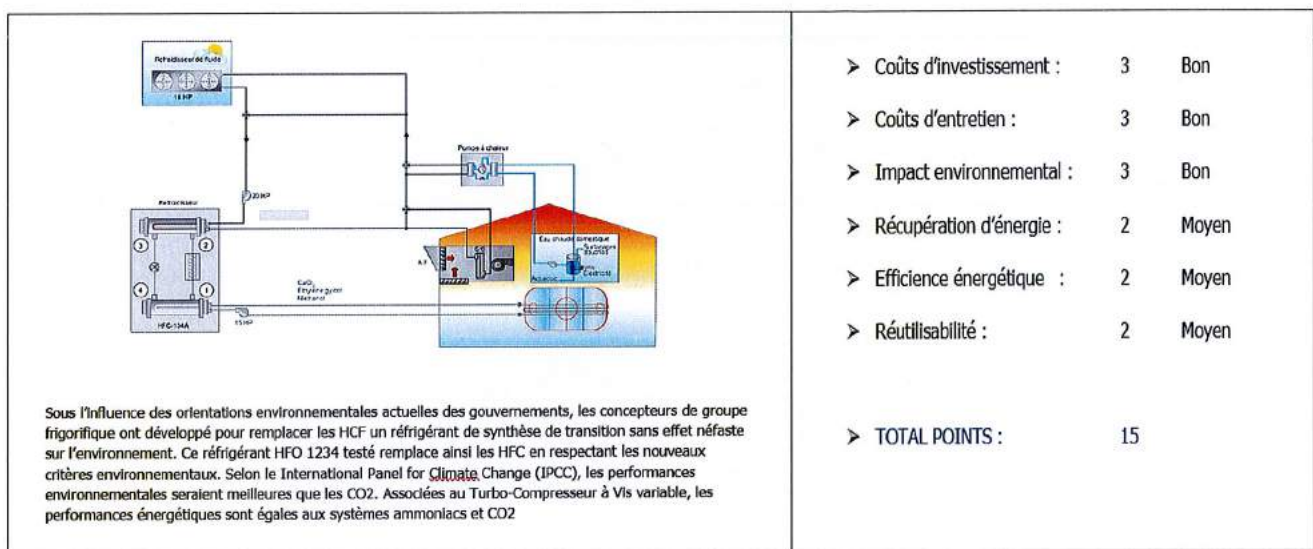
La pose d'un 3ème groupe, en parallèle avec l'une ou l'autre des patinoires, assure d'une part, une panne éventuelle sur chaque patinoire, et d'autre part, garantit les pics éventuels de demande de puissance frigorifique lors de climat extérieur exceptionnel.

GROUPE FRIGORIFIQUE PATINOIRE COUVERTE : La puissance frigorifique pour la piste couverte respectivement pour la patinoire de 2'800 m² (70 m x 40 m) sera de 700 kW frigorifique pour une sortie d'eau glacée à -12° c, retour à 9° c (delta T de maximum 3° c). Cette puissance devra être assurée par les tours de refroidissement ou par un système complémentaire pour une température de 35° c extérieur. Les 700 KW répartis équitablement sur les 2 vis variables.

GROUPE FRIGORIFIQUE PATINOIRE EXTERIEURE : La puissance frigorifique pour la piste extérieure respectivement pour la patinoire de 1'800 m² (60 m x 30 m) sera de 500 kW frigorifique pour une sortie d'eau glacée à -12° c, retour à 9° c (delta T de maximum 3° c). Cette puissance devra être assurée par les tours de refroidissement ou par un système complémentaire pour une température de 35° c extérieur. Les 500 KW répartis équitablement sur les 2 vis variables.

GROUPE FRIGORIFIQUE « PARALLELE » : La puissance frigorifique pour le groupe frigorifique de sécurité sera de 500 kW frigorifique pour une sortie d'eau glacée à -12° c, retour à 9° c (delta T de maximum 3° c). Cette puissance devra être assurée par les tours de refroidissement ou par un système complémentaire pour une température de 35° c extérieur. Les 500 KW répartis équitablement sur les 2 vis variables.

Nous avons constaté que sous le chapitre 7 – Système préconisé sur le marché que le groupe frigorifique **HFO 1234 ez** a obtenu le meilleur score. Très utilisé dans tous les domaines de froid industriel et construit par la majorité des entreprises spécialisées dans les grandes puissances et dans les patinoires tel que : AIREDALE TURBOCHILL, EVERYTHING-ICE TURBOCHILLER, CARRIER, CIMCO, TRANE, etc, en fait des groupes fiables et au coût d'entretien abordable. Le coût d'investissement d'environ 25% meilleur marché que le système à ammoniac et de plus de 35% que le CO2. Tout comme le système ammoniac, le HFO peut sans autre réutiliser le système de tour de refroidissement actuel, avec quelques modifications concernant les puissances et les débits.



FLUIDE FRIGORIFIQUE SECONDAIRE : Nous avons constaté que sous le chapitre 7.2 que le fluide le plus répandu et le meilleur en termes de performance énergétique, de garantie et de coût est l'éthylène glycol. Sans aucun doute, c'est l'**éthylène glycol** qui donne entière satisfaction.

L'éthylène glycol étant déjà utilisé dans les tours de refroidissement, ne pas utiliser le même fluide serait une erreur grossière.

La qualité en surface de la dalle froide dépendra essentiellement de la qualité de la construction du réseau de distribution. La qualité de transfert de l'éthylène glycol, sera directement liée à la vitesse de circulation du fluide dans le réseau. Les températures en entrée et en sortie de dalle doivent être contrôlées et implémentées dans l'automatisation de la production frigorifique afin que le glycol (fluide frigorigène secondaire le plus utilisé dans le monde des patinoires) puisse tendre vers son efficacité énergétique.

Chapitre 7.2.1 L'éthylène glycol est le plus simple composé chimique de la famille des glycols. Très répandu dans le domaine des patinoires ainsi que dans la géothermie. De ce fait, il est le fluide frigorigène secondaire le moins cher dans notre pays. »

8.2. RESEAU DE DISTRIBUTION

PATINOIRE COUVERTE

LES COLLECTEURS entre le local des machines et les collecteurs du réseau de distribution (entrée/sortie dans le schéma ci-dessous) pour les raisons expliquées dans le chapitre 6.2.1.1 (extrait ci-dessous) doivent impérativement être remplacés. **Des collecteurs en PEHD** sont préconisés par l'ensemble de la profession des constructeurs de réseau secondaire de patinoire. Tant pour la qualité du produit qu'à son prix sur le marché

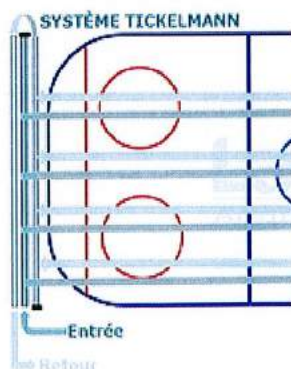
o Faisabilité

- La patinoire des Vernets datant des années 60, contrairement aux patinoires construites dans les années 80, a pour avantage d'avoir été conçue avec beaucoup d'espace. Les « galeries » et/ou couloirs (fig. 4 & 5) (ou sur la photo Collecteurs aspiration 1 à 4) sont appropriés afin de démonter l'ancien réseau de collecteurs (en acier) et de le remplacer par un nouveau (en PE).
- Les travaux nécessaires à cette exécution n'empiètent pas sur la surface de la dalle. Bien que lors des travaux, il ne peut y avoir de production de froid par cet acheminement, ce détail pourrait être d'une très grande utilité lors de la planification des travaux.
- Le changement de l'entier des collecteurs en acier de trop petite dimension par des collecteurs en PEHD d'un diamètre intérieur minimum de 225 mm.

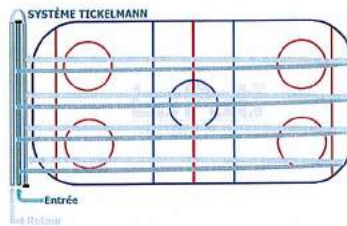
Même si la patinoire couverte à une surface de 2'800 m² (70 x 40 m) le système de distribution frigorifique, pour les raisons indiquées sous le chapitre 7.3.1 « **sur la largeur** » (extrait ci-dessous) est le plus adéquat pour la réfection des Vernets.

LES COLLECTEURS TICKELMANN est une obligation afin de d'assurer une température homogène dans la dalle froide, respectivement une température homogène de distribution dans les aiguilles.

Le montage en boucle de Tickelmann, permet une égale répartition du fluide et des pertes de charges dans les aiguilles composant « la dalle froide » de la patinoire, quel que soit l'aiguille emprunté par le caloporteur (Glycol Ethylène), le liquide parcourt toujours la même distance à la même vitesse.



Du même côté



- Système le plus utilisé dans la construction de patinoire et préconisé par l'IIHF
- Suffisamment de place dans les galeries/couloirs pour disposer du système tickelmann et des collecteurs aller et retour du même côté
- Efficience de la distribution du delta température dans l'ensemble de la dalle
- Minimum de perte de température hors dalle froide
- Collecteur en tout temps contrôlable.
- Collecteur en PE – pas de corrosion et garanti dans le temps
- Aiguille en PE – pas de corrosion et garantie dans le temps
- Main d'œuvre et matériel le moins onéreux

LE RESEAU DE DISTRIBUTION PEHD poly fusé et/ou électro-soudable sur les collecteurs est adéquat et très résistant. D'un diamètre de 25 mm extérieur pour un entraxe de 80 mm, le réseau doit être posé avec précision. Extrait Règles d'or 6.2.1.2

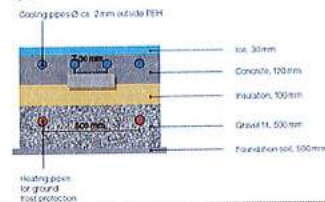
o Règles d'or

Le froid par sa nature, se dissipe premièrement vers le bas. Il est essentiel, pour des raisons de qualité de glace et de rendement énergétique, de poser les tubes (aiguilles) de distribution dans la dalle froide :

- Le plus haut possible de la surface, en tenant compte de l'épaisseur minimum au béton et de l'armature nécessaire à une haute qualité de résistance (contrainte de dilatation)
- Les tubes doivent impérativement être posés à entraxe régulier sur l'entier de la surface.
- Les tubes doivent impérativement être posés plat-horizontaux.
- Le diamètre des tubes doit être dimensionné adéquatement afin de permettre un débit raisonnable au fluide secondaire pour un rendement énergétique optimal.
- Chaque obstruction, même la plus petite, chaque imprécision de pose entraînera une baisse de la qualité de la glace et de surcroît une augmentation énergétique conséquente

TYPICAL ICE PAD CONSTRUCTION

Figure 7



Rapport diamètre/entraxe/niveau de pose préconisé selon le Ice Rink Guide de l'IIHF (International Ice Hockey Federation)

Rapport : diamètre – entraxe – niveau

| | | | |
|------|-------|-------|--------|
| Tube | 25 mm | 80 mm | -30 mm |
| Tube | 30 mm | 90 mm | -35 mm |

PATINOIRE EXTERIEURE

LES COLLECTEURS entre le local des machines et les collecteurs du réseau de distribution (entrée/sortie dans le schéma ci-dessous) pour les raisons expliquées dans le chapitre 6.2.1.2 (extrait ci-dessous) doivent impérativement être remplacés. **Des collecteurs en PEHD** sont préconisés par l'ensemble de la profession des constructeurs de réseau secondaire de patinoire. Tant pour la qualité du produit qu'à son prix sur le marché.

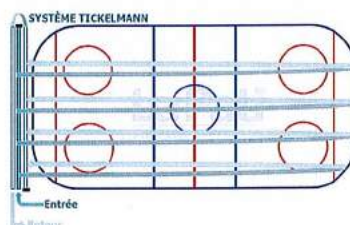
o Faisabilité

- La patinoire des Vernets datant des années 60, contrairement aux patinoires construites dans les années 80, a pour avantage d'avoir été conçue avec beaucoup d'espace. Les « galeries » et/ou couloirs (fig. 4 & 5) (ou sur la photo Collecteurs aspiration 1 à 4) sont appropriés afin de démonter l'ancien réseau de collecteurs (en acier) et de le remplacer par un nouveau (en PE).
- Les travaux nécessaires à cette exécution n'empiètent pas sur la surface de la dalle. Bien que lors des travaux, il ne peut y avoir de production de froid par cet acheminement, ce détail pourrait être d'une très grande utilité lors de la planification des travaux.
- Le changement de l'entier des collecteurs en acier de trop petite dimension par des collecteurs en PEHD d'un diamètre intérieur minimum de 225 mm.

Le système de distribution frigorifique de la patinoire extérieure de 1800 m² (60 x 30 m) pour les raisons indiquées sous le chapitre 7.3.1 « **sur la largeur** » (extrait ci-dessous) est le plus adéquat pour la réfection des Vernets.

LES COLLECTEURS TICKELMANN est une obligation afin de d'assurer une température homogène dans la dalle froide, respectivement une température homogène de distribution dans les aiguilles.

Du même côté



- Système le plus utilisé dans la construction de patinoire et préconisé par l'IIHF
- Suffisamment de place dans les galeries/couloirs pour disposer du système **tickelmann** et des collecteurs aller et retour du même côté
- Efficacité de la distribution du delta température dans l'ensemble de la dalle
- Minimum de perte de température hors dalle froide
- Collecteur en tout temps contrôlable.
- Collecteur en PE – pas de corrosion et garanti dans le temps
- Aiguille en PE – pas de corrosion et garantie dans le temps
- Main d'œuvre et matériel le moins onéreux

LE RESEAU DE DISTRIBUTION PEHD poly fusé et/ou électro-soudable sur les collecteurs est adéquat et très résistant. D'un diamètre de 25 mm extérieur pour un entraxe de 80 mm, le réseau doit être posé avec précision. Extrait Règles d'or 6.2.1.2

o Règles d'or

Le froid par sa nature, se dissipe premièrement vers le bas. Il est essentiel, pour des raisons de qualité de glace et de rendement énergétique, de poser les tubes (aiguilles) de distribution dans la dalle froide :

- Le plus haut possible de la surface, en tenant compte de l'épaisseur minimum au béton et de l'armature nécessaire à une haute qualité de résistance (contrainte de dilatation)
- Les tubes doivent impérativement être posés à entraxe régulier sur l'entier de la surface.
- Les tubes doivent impérativement être posés plat-horizontaux.
- Le diamètre des tubes doit être dimensionné adéquatement afin de permettre un débit raisonnable au fluide secondaire pour un rendement énergétique optimal.
- Chaque obstruction, même la plus petite, chaque imprécision de pose entraînera une baisse de la qualité de la glace et de surcroît une augmentation énergétique conséquente



Rapport diamètre/entraxe/niveau de pose préconisé selon le Ice Rink Guide de l'IIHF (International Ice Hockey Federation)

Rapport : diamètre – entraxe – niveau

| | | | |
|------|-------|-------|--------|
| Tube | 25 mm | 80 mm | -30 mm |
| Tube | 30 mm | 90 mm | -35 mm |

8.3. DALLE FROIDE

PATINOIRE COUVERTE

Afin de répondre aux « Règles d'or » mentionnées sous le chapitre 6.3.1.1 (voir 1^{er} extrait ci-dessous) la marche à suivre décrite sous le chapitre 7.4.1 « **nouvelle dalle froide** », (voir 2^{ème} extrait ci-dessous), est le moyen adéquat afin de répondre aux normes qualitatives, énergétiques concilier au coût engendré par l'assainissement de la patinoire des Vernets.

o Règles d'or

Une glace de qualité et énergétiquement adéquate est une glace d'épaisseur de 2.5 cm à 4 cm égale sur l'entier de la surface. Il est quasi impossible, pour tout exploitation, de maintenir une épaisseur égale sur l'entier de la surface, si la glace, ne repose pas sur un support plat et horizontal. D'où l'importance de la construction des couches inférieures.

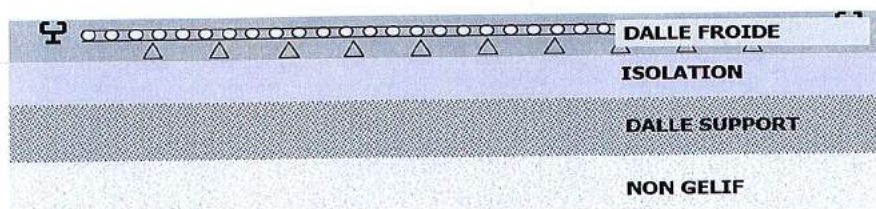
- La couche supérieure, où repose la glace, de la dalle froide doit être plate/stable/horizontale. La tolérance pour l'entier de la surface est de +/- 5 mm
- La couche supérieure de la dalle froide doit être uniformément à la même température.
- Pour que la couche supérieure de la dalle froide soit uniformément à même température, il est obligatoire de poser le réseau de distribution (aiguilles) plat et horizontal.
- Pour assurer le plat et horizontal du réseau de distribution, il est essentiel que la partie supérieure de l'isolation (couche inférieure) soit parfaitement plate et horizontale.
- Pour assurer que l'isolation soit plate et horizontale, il est essentiel que la partie supérieure de la dalle chaude (ou radier) soit parfaitement plate et horizontale.
- La dalle chaude (ou radier) doit être en surface parfaitement plate et horizontale. Sa partie inférieure n'a pas de tolérance importante.
- Le réseau chaud (anti permafrost), primordial pour des patinoires dont l'exploitation excède 6 mois/année, n'a également pas les mêmes contraintes de planéité.

Nouvelle dalle complète

o MARCHE à SUIVRE

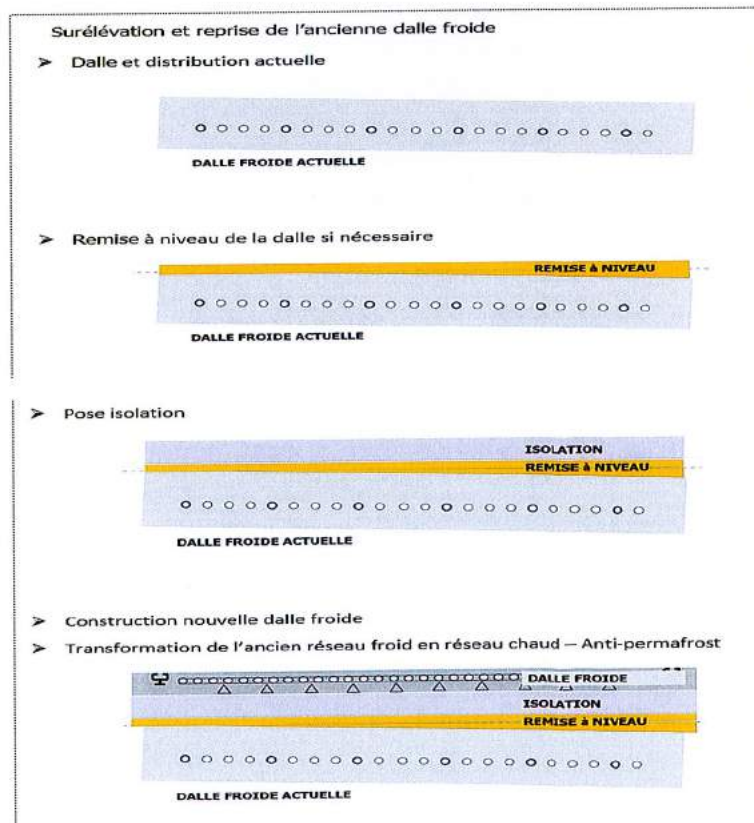
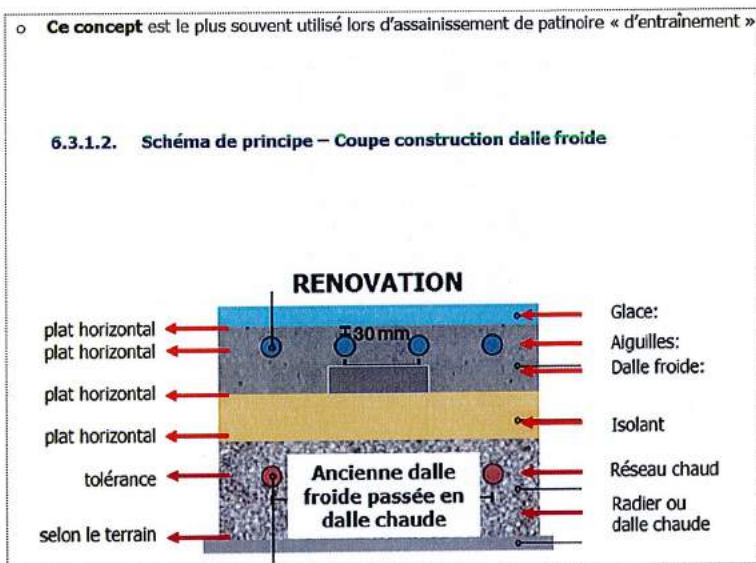
- Démolir les couches existantes, dalle support, isolant, réseau de distribution et dalle froide afin de recommencer les travaux sur un support neutre.
- Remise à niveau du sol compact non gélif.
- Construction d'une dalle support ainsi que des trottoirs et ferrailage.
- Pose isolation
- Ferrailage dalle froide
- Construction du réseau de distribution et pose des ancrages bandes
- Coulage dalle froide.
- Temps minimum de séchage dalle froide 30 jours

Cette solution, conséquente en termes de travaux de démolition, a pour grand avantage de pouvoir garder une hauteur finale de la glace correspondante avec la construction extérieure de la piste de glace. Respectivement, les entrées des surfaceuses et autres engins et machines devant accéder à la piste de glace en hiver comme en été.



PATINOIRE EXTERIEURE

Sachant que celle-ci repose sur une nappe phréatique et que la volonté est de pouvoir utiliser la patinoire en glace plus que 6 mois par année, le schéma de principe du chapitre 6.3.1.2 (voir 1^{er} extrait ci-dessous) doit être réalisé. La solution décrite sous le chapitre 7.4.2 « **surélévation et reprise de l'ancienne dalle froide** », (voir 2^{ème} extrait ci-dessous), est le moyen adéquat afin de répondre aux normes qualitatives, énergétiques concaténer au coût engendré par l'assainissement de la patinoire des Vernets.



Aucune interruption de patinoire durant la durée des travaux

[illegible]

10. EVALUATION BUDGETAIRE

ASSAINISSEMENT AMMONIAC

Budget : 100'000.-

DEMOLITION ET MISE EN DECHARGE

LOCAL DES MACHINES 280'000.-

DALLE PATINOIRE COUVERTE 268'000.-

COLLECTEURS PATINOIRES COUVERTE & EXTERIEURE 110'000.-

PRODUCTION FRIGORIFIQUE

PATINOIRE COUVERTE 630'000.-

PATINOIRE EXTERIEURE 425'000.-

GROUPE FRIGORIFIQUE EN PARALLELE 425'000.-

TOURS DE REFROIDISSEMENT

Budget : 120'000.-

COLLECTEURS, ISOLATION ET RESEAUX DE DISTRIBUTION

PATINOIRE COUVERTE 416'000.-

PATINOIRE EXTERIEURE 290'000.-

DALLES FROIDES

PATINOIRE COUVERTE 415'000.-

PATINOIRE EXTERIEURE 268'000.-

LOCATION PATINOIRES MOBILE S

PATINOIRE COUVERTE 1 SAISON 375'000.-

PATINOIRE EXTERIEURES 2 SAISONS (GROUPE FROID) 280'000.-

DIVERS & IMPREVUS

10 % du Budget 430'000.-

TOTAL 4'732'000.-

ENVELOPPE BUDGETAIRE

Budget : 5'000'000.-