

Le point: **Santé, Sécurité, Technologie**

Systeme frigorifique NH₃ dans les arénas de la Ville de Montréal

Ministère de la Sécurité publique

**Comité sur la gestion des risques associés aux réfrigérants (ammoniac). ,
consultation**

Le 9 Novembre 2012, 09h30 à 15h00

4000 rue Louis Pinard, Trois Rivières, Qc.



Claude Dumas, ing.
Expert, Systèmes de réfrigération dans les arénas
DSTI, Division énergie et environnement
courriel: cdumas@ville.montreal.qc.ca

Costas Labos, ing.
Ingénieur en mécanique
Direction des sports
courriel: costas.labos@ville.montreal.qc.ca

Table des matières 1

➤ Objectifs	6
➤ Point de départ : Situation et préoccupations 1	7
➤ Point de départ : Situation et préoccupations 2 (nov 2012)	8
➤ Premières réflexions	9
➤ Qualités recherchées du design normalisé de réfrigération	10
➤ Choix du réfrigérant : Ammoniac (R-717, NH ₃)	11
➤ Exigences particulières pour l'ammoniac	12
➤ Exigences particulières pour l'ammoniac	13
➤ Design normalisé de réfrigération à l'ammoniac	14
➤ Analyse de risques et ses effets	15
➤ Design retenu	16
➤ Schéma du système frigorifique	17
➤ Schéma de distribution de la chaleur, Système frigorifique NH ₃	18
➤ Plan : Saumure, 4 passes,	19
➤ Plan : Réfrigération Local « T » (Normandin)	20
➤ Schéma : Ventilation Local de classe T	21
➤ Schéma : Laveur d'air, V-02	22

© 2012

Version: 7 Juin 2012

Table des matières 2

➤ Photo douche d'urgence et lave yeux	23
➤ Proto réservoir de neutralisation en cas de surpression	23
➤ Photo ventilateur d'évacuation du laveur d'air d'air	24
➤ Photo tour de garnissage	24
➤ Système de récupération d'huile	25
➤ Photo pot a huile givré	25
➤ Schéma système de récupération d'huile	26
➤ Liste des composantes	26
➤ Niveau d'intervention	27
➤ Détection de NH ₃ – Bouton d'urgence	28
➤ Recommandations	29
➤ Recommandations	30
➤ L'avenir du CO ₂	31
➤ Conclusion	32
➤ Conclusion	33

Table des matières 3

➤ Design normalisé du système frigorifique à l'ammoniac, charge critique	34
➤ Molécule eau et ammoniac	35
➤ Les fluides utilisés en réfrigération	36
➤ Schéma du système frigorifique	37
➤ Diagramme P-H	38
➤ Compresseurs	39
➤ Photo compresseur	40
➤ Désurchauffeur	41
➤ Photo désurchauffeur	42
➤ Condenseur à plaques	43
➤ Photo condenseur à plaques	44
➤ Refroidisseur de fluide	45
➤ Photo refroidisseur de fluide – réservoir d'eau	46
➤ Évaporateur à plaques	47
➤ Photo évaporateur à plaques et réservoir tampon	48
➤ Photo flotte	49

Table des matières 4

➤ Schéma dalle, chaises - Photo pompe à saumure	50
➤ Photo dalle réfrigérée, coulée de béton	51
➤ Photos Michel-Normandin	52
➤ Photo extérieur Michel-Normandin	53
➤ Photos salle de contrôle Michel-Normandin	54
➤ Photo local technique Michel-Normandin	55
➤ Photo local technique, le corridor Michel-Normandin	56
➤ Photo réservoir de liquide d'ammoniac	57
➤ Photo Henri-Bourassa extérieur	58
➤ Photo Camilien-Houde extérieur	59
➤ Photo Jacques-Lemaire extérieur	60
➤ Photo Howie-Morenz	61
➤ Avez-vous des questions	62

Objectifs

La Direction des immeubles de la Ville de Montréal désire :

- Vous informer sur le processus qu'elle a suivi pour développer un design normalisé d'un système de réfrigération à l'ammoniac pour son parc d'arénas
- Partager avec vous notre expérience de gestion du risque et ses influences sur le design normalisé final
- Vous informer de l'avancement NH_3
- L'avenir du CO_2

Point de départ :

Situation et préoccupations

- Montréal possède et opère 46 glaces
- Six arénas contiennent 2 glaces
- Six glaces extérieures (Castors au R-717 (Montreal), Le Carignan (Montréal-Nord), Willibrord (Verdun), François-Perrault (Saint-Michel), Hayward (Lasalle), Confédération (Cote-des-Neiges/Notre-Dame- de Grace) au HFC)
- Vingt-neuf glaces fonctionnent au HCFC-22

Point de départ :

.... Situation et préoccupations (nov 2012)

- Douze glaces fonctionnent au R-717 ;
 - Deux sont en processus de démarrage au R-717 (Père Marquette et Pierre "Pete" Morin)
 - Deux en construction (Ahuntsic et Martin-Brodeur)
 - Sept en conception (Clement-Jetté, Doug-Harvey, Roberto-Luongo, Rodrigue-Gilbert (2), Chaumont, Saint-Charles)

- Protocole de Montréal signé par 24 pays le 16 septembre 1987
 - ✓ Le réfrigérant HCFC-22 est une Substance Appauvrissant la Couche d'Ozone (SACO) et un Gaz à Effet de Serres (GES)
 - ✓ Le réfrigérant HCFC-22 va disparaître d'ici 2020

- Le projet de conversion a pour conséquence l'introduction de nouveau risque pour les populations avoisinantes advenant un relâchement, dans un contexte de tissu urbain fortement densifié

Premières réflexions

- Formation d'un comité
- Élaboration d'un plan de travail, objectifs fixés :
 - ✓ Simplifier la réalisation des projets
 - ✓ Économiser au niveau de la conception, de la construction et de l'entretien
 - ✓ Uniformiser, dans la mesure du possible
 - ✓ Simplifier la communication, l'opération et l'entretien
 - ✓ Planifier et encadrer les changements à venir
- Nécessité d'avoir un **design normalisé** (standards)

Qualités recherchées du design normalisé de réfrigération

- Installation sécuritaire pour nos employée et pour les voisins
- Design éprouvé et composantes électromécaniques durables
- Allure comparable d'un aréna à l'autre
- Uniformité et interchangeabilité des composantes principales
- Facilité pour le personnel d'entretien et d'opération de s'y retrouver
- Bonne performance énergétique
- Flexibilité pour la gestion des pièces de rechange et pour l'entretien
- Utilisation d'un réfrigérant qui a de l'avenir...Le R-717 (NH₃)
- Utilisation d'un réfrigérant qui est en devenir Le R-744 (CO₂)
- Potentiel de récupération de l'énergie

Choix du réfrigérant : Ammoniac (R-717, NH₃)

Principaux avantages :

- Pas un GES
- Pas une SACO
- Réfrigérant efficace
- Utilisé depuis 100 ans
- 10 % des arénas l'utilisent
- Facilement détectable
- Captable à la source

Principaux inconvénients :

- Toxique
- Installation particulière
 - ✓ CAN/CSA B52-99
 - ✓ Local technique classe « T »
- Peut être explosif
 - ✓ Entre 15 et 25 %
- Gestion du risque

L'ammoniac est retenu comme réfrigérant du design normalisé

Exigences particulières pour l'ammoniac

Voici quelques exigences particulières selon CAN/CSA B52-99, CNBC-2005 Qc :

- Local technique de classe « T »
- Accès contrôlé
- Ventilation : minimale 0.5 PCM/pi² et selon la charge de réfrigérant
- Système de ventilation dédié et en opération continue
- Contrôle de ventilation hors du local
- Système de détection (vapeurs de réfrigérant dans l'air) : contrôle la ventilation, démarre l'alarme, appelle l'entretien, puis les pompiers
- Vestibule

..... Exigences particulières pour l'ammoniac

Voici quelques exigences particulières selon la sécurité civile, CAN/CSA B52-99 et CNBC-2005 Qc :

- Issue directement à l'extérieur
- Séparations étanches et coupe-feu par rapport à l'aréna
- Appareil de respiration autonome
- Douche d'urgence et lave yeux
- Température du local technique en tout temps supérieure à 4.4°C (40°F) pour prévenir le gel de l'eau dans les têtes des compresseurs
- Aucun appareil à combustion toléré
- Plan Particulier d'Intervention (PPI)

Design normalisé de réfrigération à l'ammoniac

- Design normalisé à 113 kg (250 lb) d'ammoniac équipé d'un réservoir de réfrigérant
- Nous sommes activement impliqués dans des mesures de réduction de la charge de réfrigérant
- Bassin d'eau pour neutraliser le rejet des soupapes de surpression
- Prise d'air via une persienne au mur, et l'évacuation par une cheminée
- Procédé par laveur d'air pour neutraliser l'ammoniac dans l'air avant de l'évacuer

Analyse de risques et ses effets

Recherche des options disponibles

- Consultations de la sécurité civile de Montréal et de la Direction de santé publique de Montréal (DSP)
- Gestion du risque potentiel en prévention afin de protéger les riverains

Design retenu

- Charge critique de réfrigérant < 113 kg (250 lb)
- Évolution du design vers une charge de R-717 encore plus réduite < 91kg (200 lb)
- Rejet des soupapes de sûreté vers le baril d'eau
- Laveur d'air, 95 % efficace
- Pas d'ammoniac à l'extérieur du local technique
- Condenseur à plaques (ammoniac / glycol)
- Évaporateur, échangeur de chaleur à plaques (ammoniac / saumure)
- Réservoir de service, pour entreposage hors saison et l'entretien

Schéma du système frigorifique

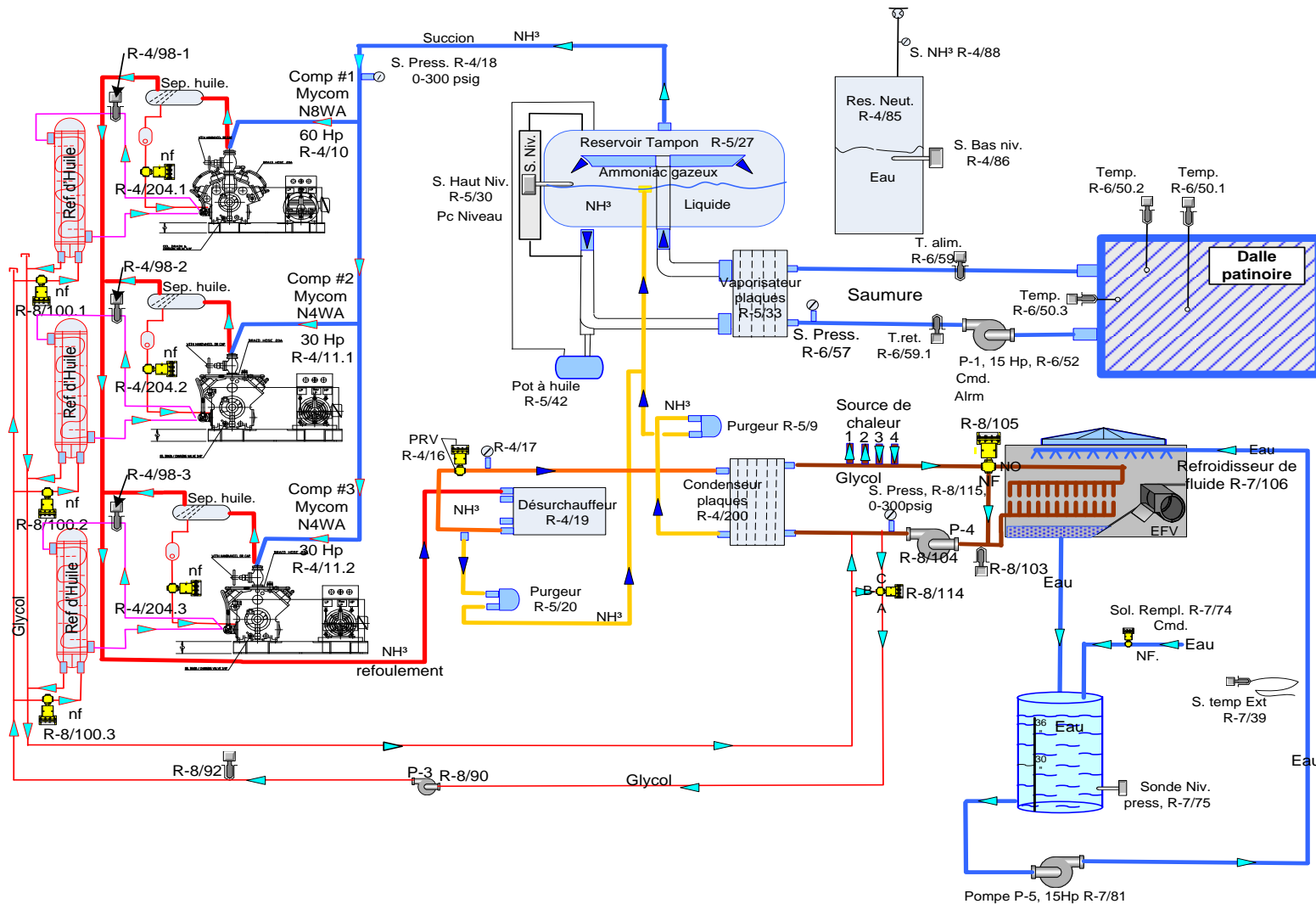
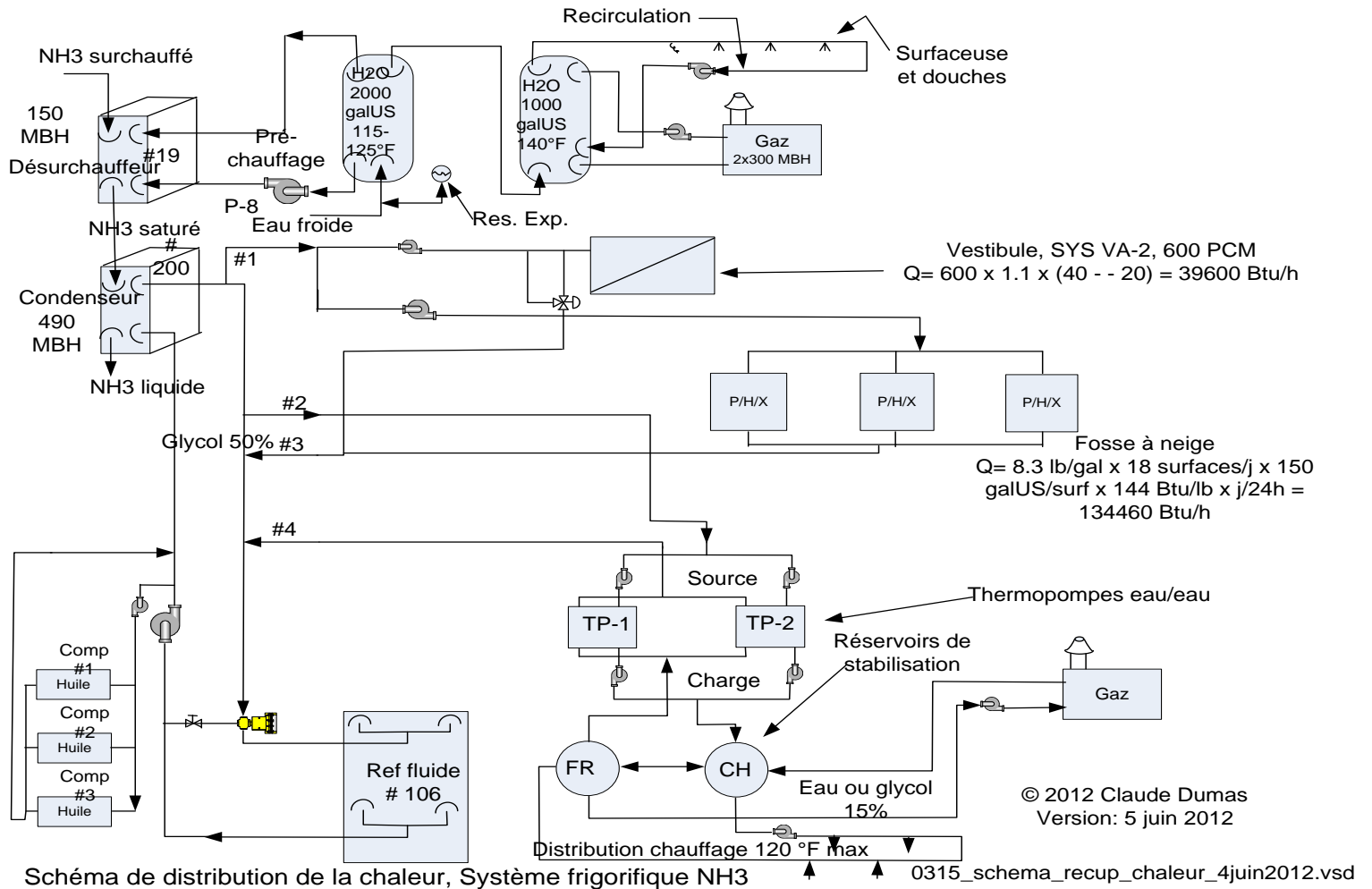


Schéma de distribution de la chaleur, Système frigorifique NH₃



Plan : Saumure, 4 passes, Un design original Ville de Montréal

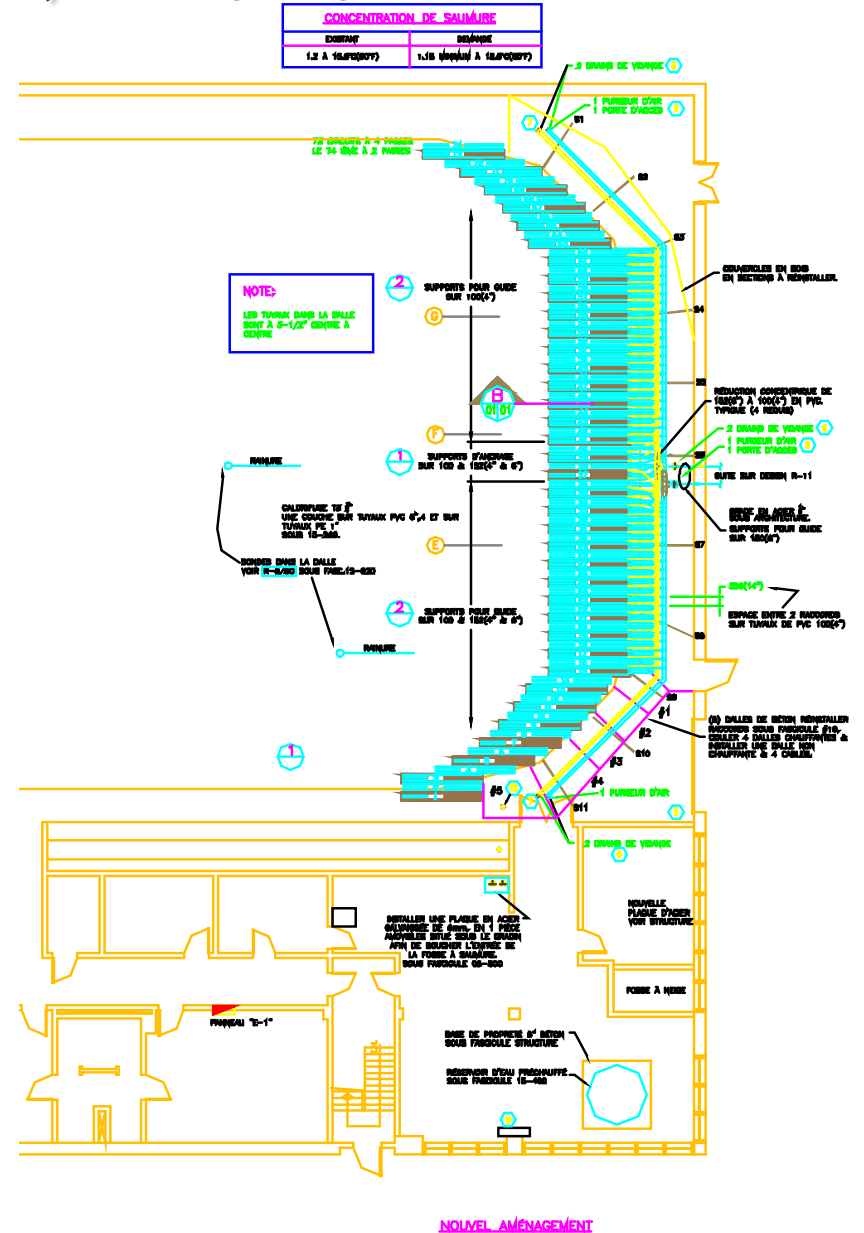
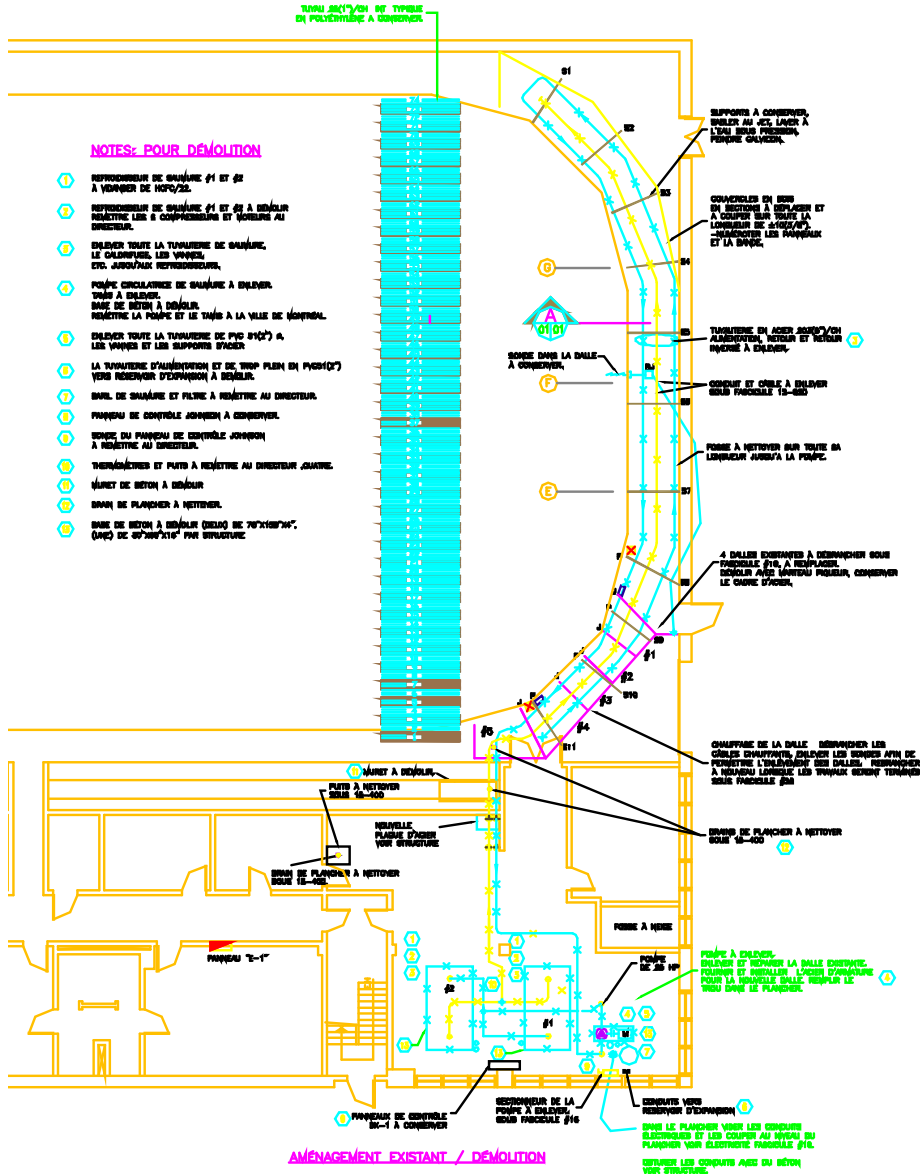


Schéma : Ventilation Local de classe T

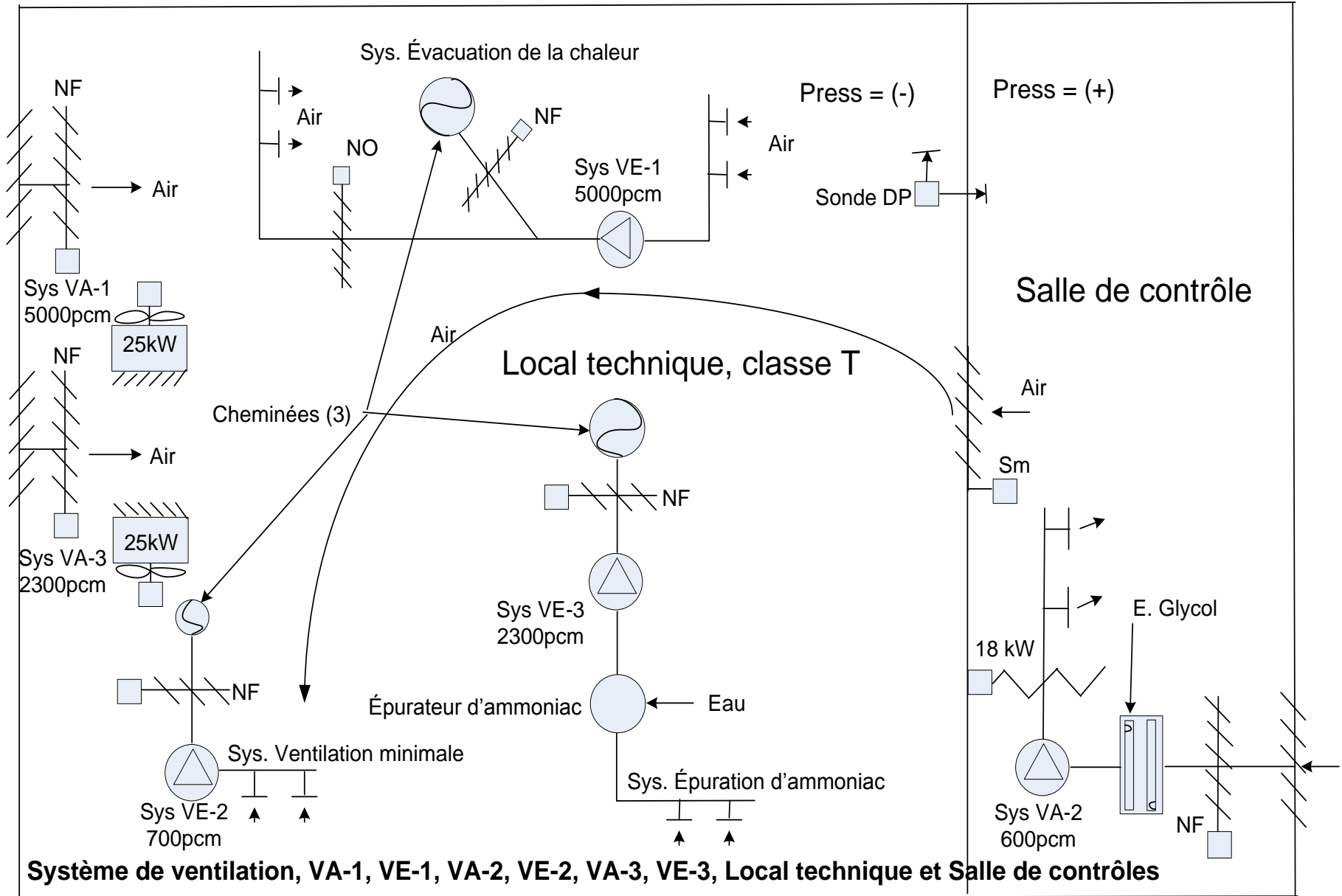
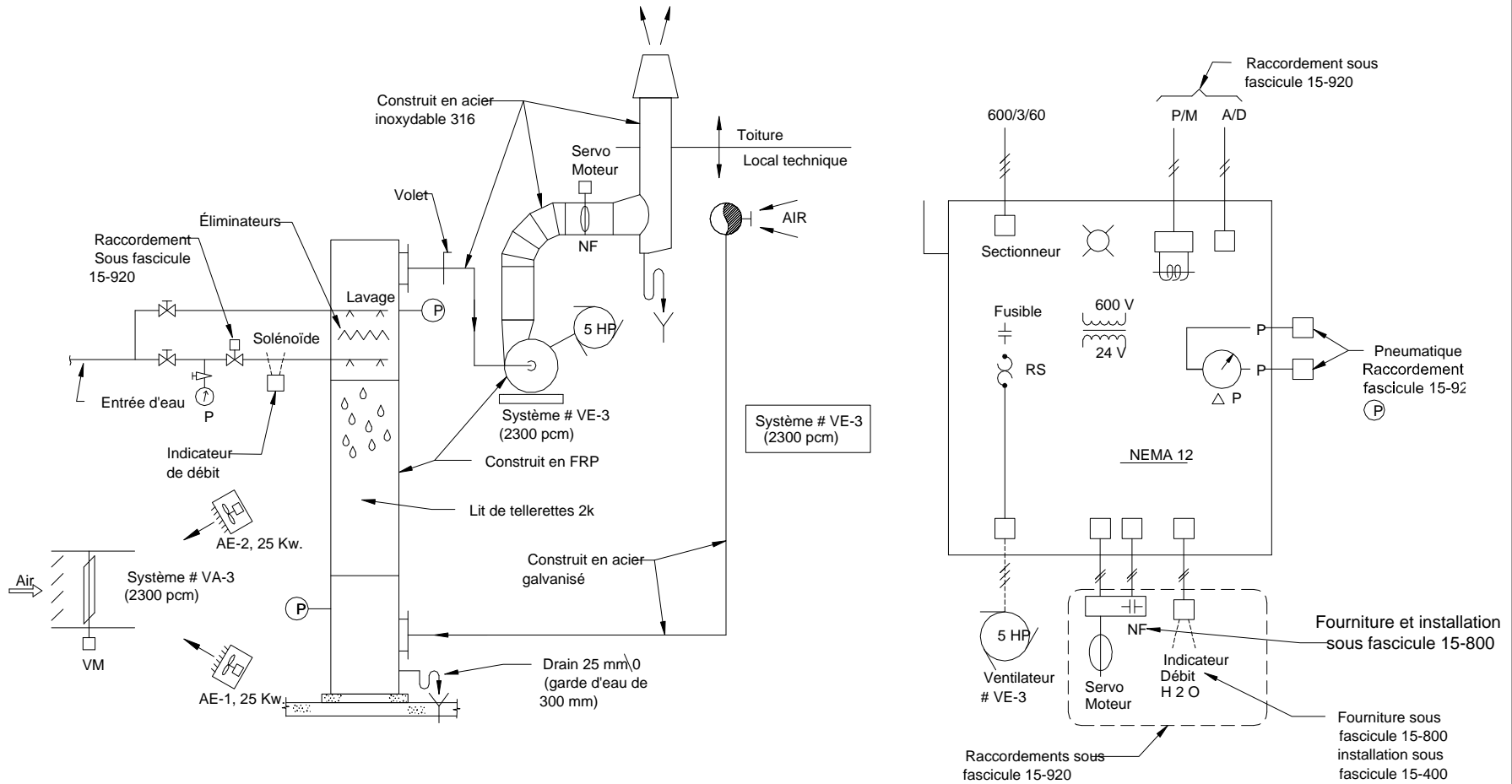


Schéma : Laveur d'air, v-02



ÉPURATEUR D'AMMONIAC (Système # VA-3 et VE-3, 2300 Pcm)

Echelle = Nulle

Équipements de sécurité



Douche d'urgence, lave yeux



Réservoir de neutralisation
en cas de surpression
 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH}$



**VENTILATEUR D'EVACUATION
DU LAVEUR D'AIR**



TOUR DE GARNISSAGE

Systeme de récupération d'huile

- Un autre design original Ville de Montréal en collaboration avec PBA, pour une première installation à Aréna PP Morin
- Diminution du risque due à l'ammoniac pour nos voisins
- Meilleure protection pour nos frigoristes, procédé en cycle fermé
- L'huile est recyclée dans la base des compresseurs
- Moins de pression sur l'environnement
- Économie: Achat et disposition d'huile, main-d'œuvre



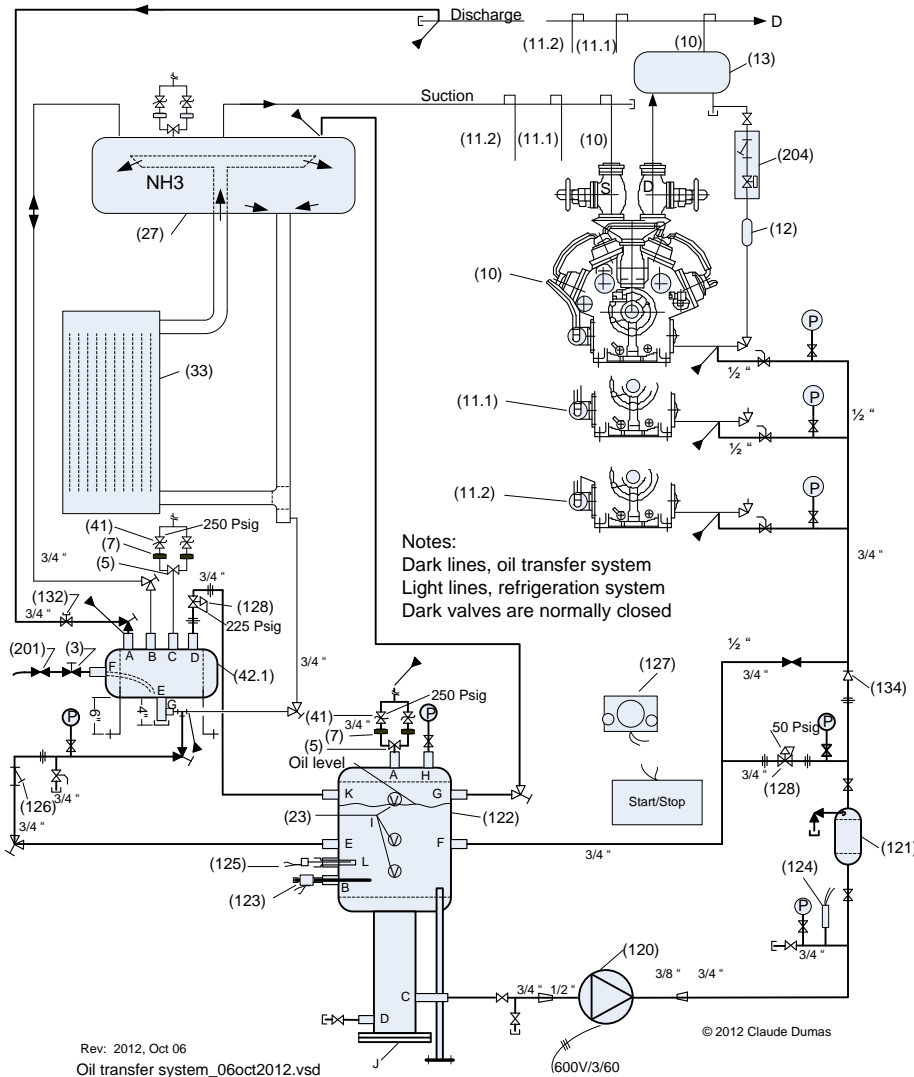
Récupérateur + pot a huile



Récupérateur, Aréna PP-Morin



Pot a huile givré



OIL TRANSFER AND RECUPERATION SYSTEM
 FOR AMMONIA REFRIGERATION INSTALLATION

Components list

Number s	Descriptions
(5)	Valve 2 positions
(7)	Rupture disk
(12)	Oil return check valve
(33)	Plate heat exchanger, evaporator, see specification
(41)	Relief valve
(42.1)	Oil pot
(120)	Oil pump
(121)	Oil filter and filter media
(122)	Oil reservoir
(123)	Heating element in oil reservoir
(124)	High pressure controller
(125)	High temperature controller
(126)	Oil strainer
(127)	Timer
(128)	Pressure regulator, oil pot
(128)	Pressure regulator, oil pump
(132)	Manual expansion valve
(27)	Surge drum
(134)	Check valve
(204)	Oil return solenoid

Niveau d'intervention

CONSOLIDATION DES RECOMMANDATIONS DÉCOULANT DE LA RÉUNION TENUE LE 15 OCTOBRE 2010 EN PRÉSENCE DE:

Michel Laroche, Yvan Thiffault, Claude Dumas, Yves Thibault, Jacques Lavoie, Costas Labos, Jean Walsh et Bertrand Plante

Niveau d'alarme (PPM) détecté sur une des renifleurs	Alarme au centre immotique	Alarme à la centrale sécurité	Alarme au service d'incendie	Frigoriste déplacé sur les lieux avec avis au contremaître	Laveur d'air en fonction avec ventilation forcée 2 300 PCM	Intervalle d'avis à la sécurité si niveau d'alarme maintenu	Contremaître frigoriste déplacé sur les lieux	Agent de sécurité sur les lieux et avis à l'exploitant	Système frigorifique, ventilation et volets motorisés d'air frais ou d'évacuation	Évacuation de la ventilation minimale 700 PCM	Concentration maximale extérieure à la cheminée (PPM) ⁽⁴⁾
Défectuosité (1)	X	X (2)		X		2 hrs			X	X	646
25	X	X (1)		X	X	1 hre			X	Arrêt	100
100	X	X		X	X	0,25 hre	X	X	Arrêt/fermeture	Arrêt	250
250	X	X	Évacuation générale de l'aréna	X	X	S/O	X	X	Arrêt/fermeture	Arrêt	646

Note

Révision 19.10.2010
Révision 24.01.2011

(1) Un signal différent est généré par le détecteur pour l'alarme de défectuosité

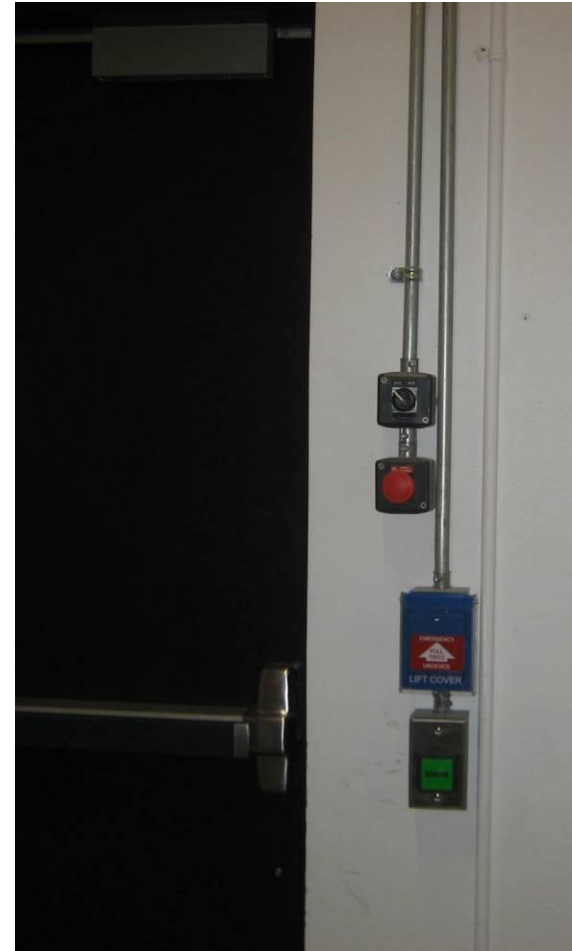
(2) Requête si centre immotique n'est pas opérationnel 24 hrs

L'alarme désirée pour un taux de croissance élevé du niveau d'ammoniac n'est pas disponible au panneau de détection du niveau d'ammoniac

(4) Selon le rapport d'analyse de risque pour Camilien Houde, scénario 2 sans épurateur, à 9,4 m du sol

Par: Bertrand Plante, ing. M.Sc., chef de section
Section développement et soutien technique
Direction des immeubles

Détection de NH3 - Boutons d'urgence



Recommandations

À la suite de notre expérience en ce qui a trait à l'utilisation de l'ammoniac, nous recommandons :

- Établir des normes propriétaire
- Utiliser les services de professionnels compétents ;
En réfrigération, en mécanique et en coordination
- Diminuer la charge de réfrigérant, <113 kg (250 lb)
- Séparer le local technique de classe T en deux parties,
Contrôle/ Électricité/ Sécurité - Équipement de réfrigération
- Canaliser le rejet des robinets de surpression dans un baril d'eau

.....Recommandations

- Utiliser des bouches d'évacuation d'air via des cheminées équipées de cône d'accélération
- Intégrer un laveur d'air sur l'évacuation d'air en cas de fuite d'ammoniac
- Raccorder les systèmes de détection du NH₃ et d'intrusion à une centrale de surveillance 7/24
- Élaborer un plan d'intervention avec les pompiers, la sécurité civile et la DSP
- Installer un récupérateur d'huile en circuit fermé

L'avenir du CO₂

- C'est une application récente de la technologie développée pour les magasins d'alimentation, qui est offerte pour les arénas
- Ressources restreintes ;
 - Concepteurs
 - Manufacturiers
 - Intégrateurs
 - Main-d'œuvre, construction
 - Main-d'œuvre, entretien
 - Marché des monoblocs captif
- Brevets
- Technologie en développement
- Trois arénas en opération à Saint-Gédéon-de-Beauce, DDO, Chambly, en Amérique du Nord
- Étude technico-commerciale avec le Canmet
- Technologie développé en Europe

Conclusion

- Le design normalisé a été présenté et accepté par la sécurité civile et la Direction de santé publique de Montréal
- Le design normalisé est implanté dans sept (7) arénas :
 1. Pour Normandin, la présence d'un complexe condo d'habitation de 6 étages, situé à 75 pieds du local technique a été considérée
 2. Pour C-Houde l'aréna est bordé par 3 rues et le voisin partage un mur mitoyen avec le local technique
 3. Notre solution évite de mettre en place un plan annuel récurrent de sensibilisation à l'intention des riverains à l'intérieur de rayon de 30 m (100 pieds)
- Pour le CO₂ la ville est un commanditaire participant à l'étude de Canmet et on attend que le marché mature
- Le programme aréna prévoit réaliser 4 – 5 arénas par année

.....Conclusion

➤ Les défis: **CVAC**

1. Les plans et devis incomplets.
2. L'intégration des systèmes de CVAC, récupération d'énergie, contrôles.
3. Le manque de coordination (conception et chantier)

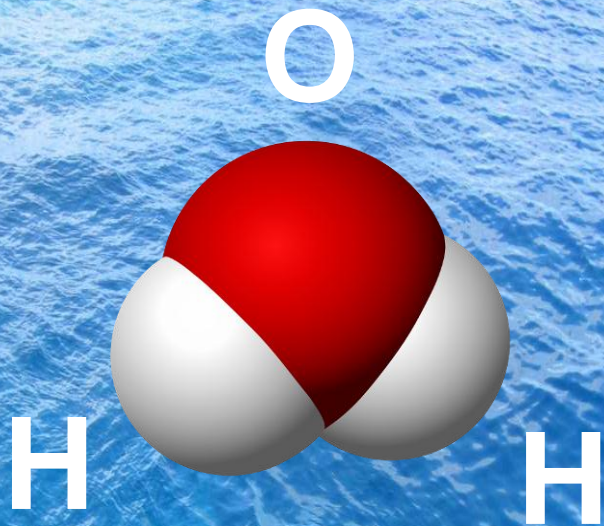
➤ Le succès: **La réfrigération**

1. Le design normalisé
2. La réfrigération sécuritaire
3. La réfrigération performante
4. La réfrigération fiable
5. La réfrigération durable

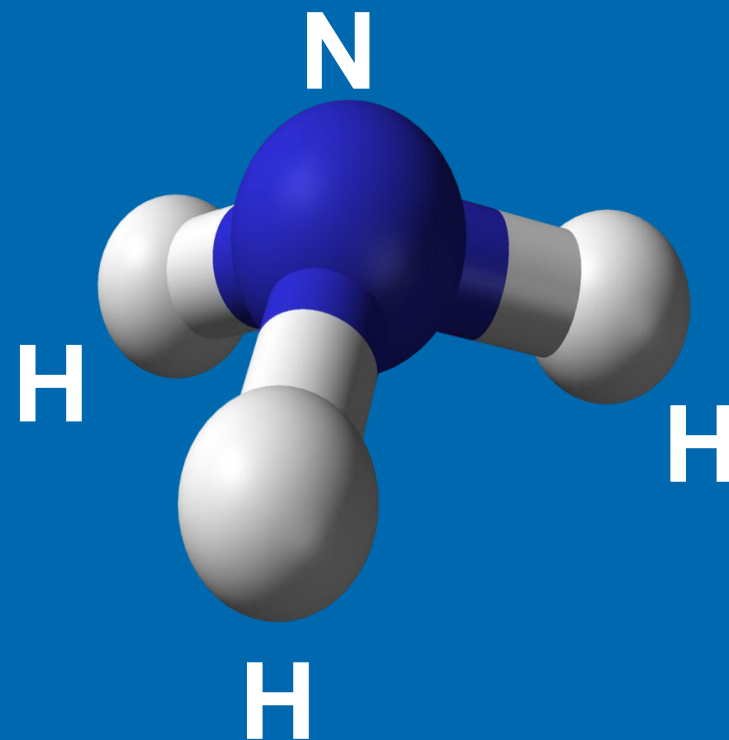
Design normalisé du système frigorifique à l'ammoniac, charge critique



Une de nos réalisations: Aréna Jacques-Lemaire, LaSalle



H₂O = EAU
R-718



NH₃ = AMMONIAC

R-717

Les fluides utilisés en réfrigération

Huile

Ammoniac = NH₃

NH₃ = R-717

Eau = H₂O = R-718

Ammoniaque = NH₄OH

Éthylène glycol



Chlorure de calcium = CaCl₂

H.P.

Btu

$$Q = \text{Gpm} \times \text{Sp. Ht} \times \text{Sp. Gr.} \times \text{TD}$$

KW

COP

Schéma du système frigorifique

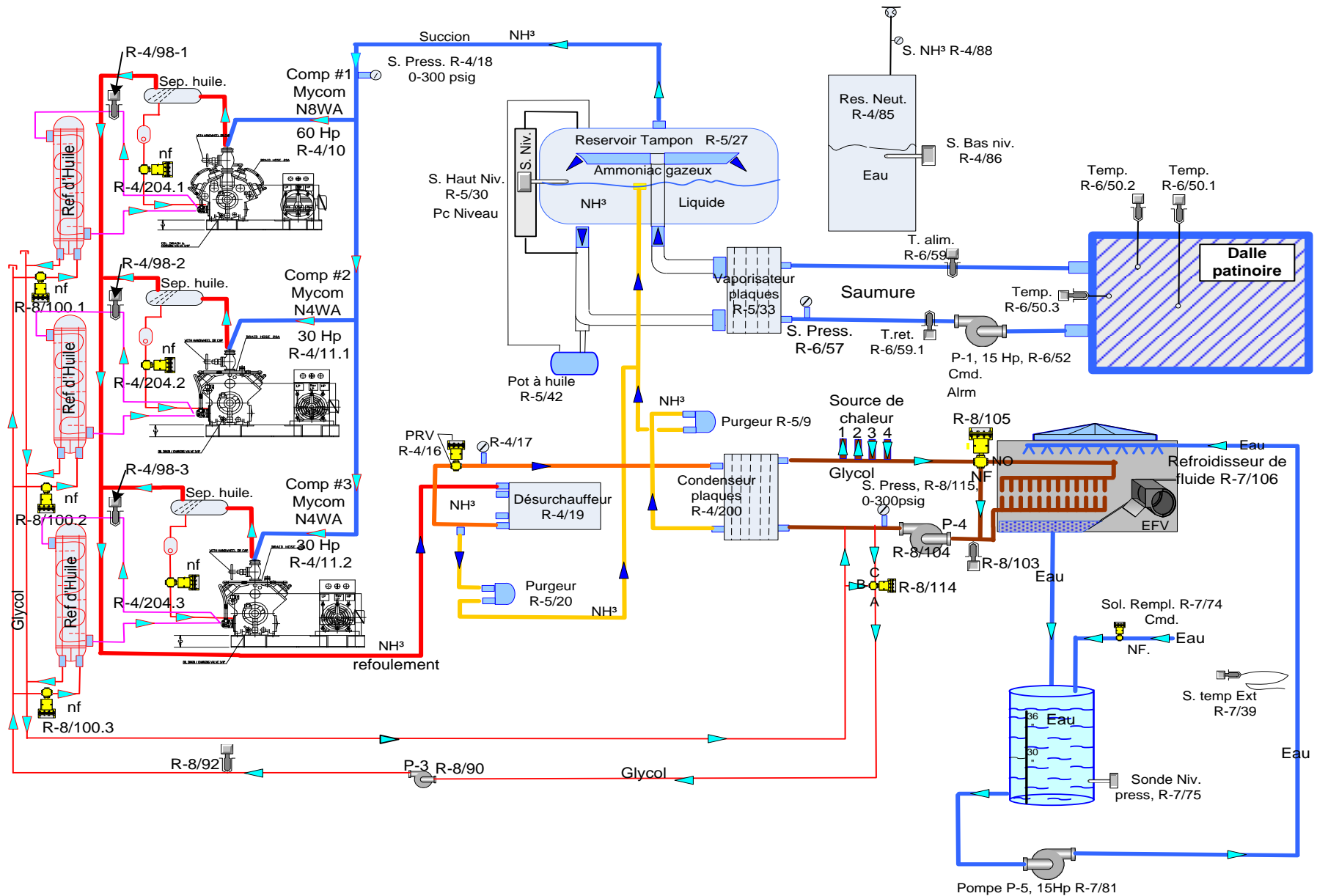
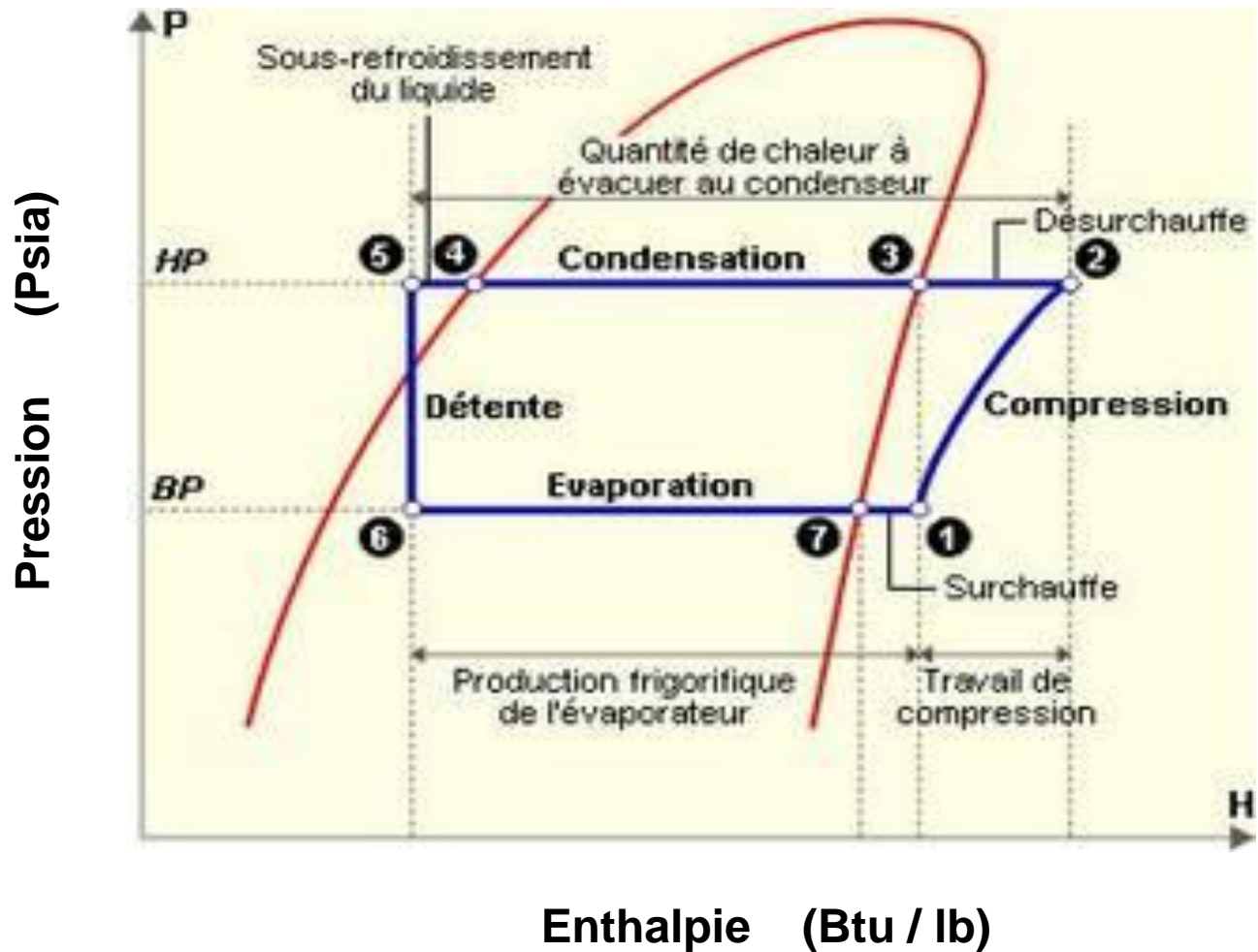


Diagramme P-H



Compresseurs

Les compresseurs doivent aspirer, comprimer, et refouler l'ammoniac à l'état gazeux

- Conditions d'opération : 6°F (-14°C) d'aspiration
97°F (36°C) condensation
 - Trois compresseurs réciproques
 - 1 x compresseur 4 cylindre : 18 T.R., 30 H.P.
 - 1 x compresseur 4 cylindre : 18 T.R., 30 H.P.
 - 1x compresseur 8 cylindre : 35 T.R., 60 H.P.
- | | | |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|
| | <u> </u> | <u> </u> |
| Total : | 71 T.R., | 120 H.P. |



COMPRESSEUR

Désurchauffeur

Pendant la désurchauffe, l'ammoniac à l'état gazeux qui vient du compresseur se refroidit à pression constante en cédant de sa chaleur sensible à l'eau domestique

- Capacité de récupération : 150 Mbh
- Température de condensation : 97°F
- Débit d'eau : 10 usgpm
- Double paroi en inox 316

DESURCHAUFFEUR

Les entreprises de réfrigération
www.entreprende.fr
01 44 44 44 44

← AMMONIAC

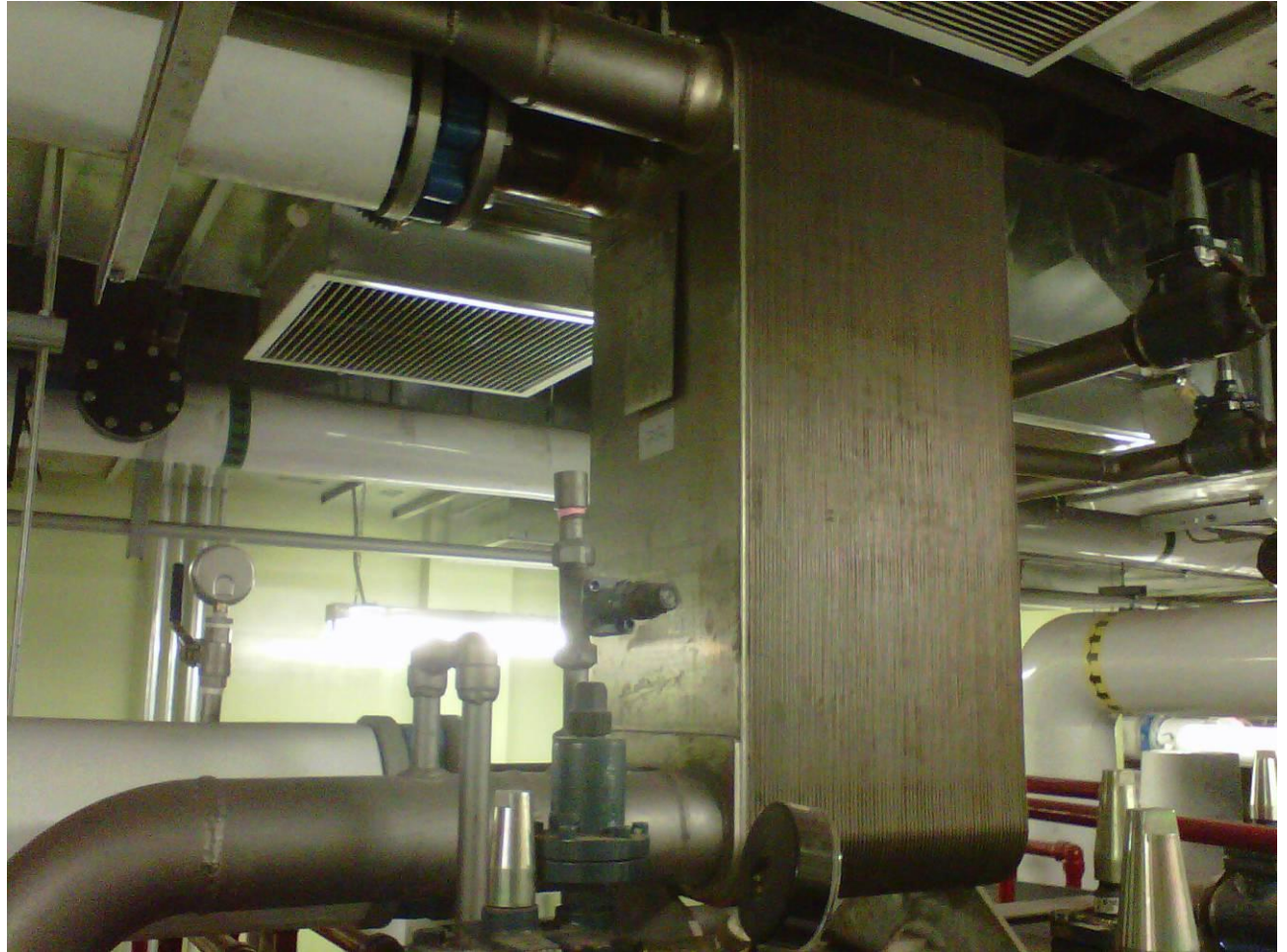
AMMONIAC →

DESURCHAUFFEUR

Condenseur à plaques

Dans le condenseur le fluide frigorigène, NH₃, passe de l'état gazeux à l'état liquide

- Échangeur à plaques soudées en acier inox
- Le fluide froid : 50 % éthylène glycol
- Débit de glycol : 310 usgpm
- Température d'entrée du glycol : 84°F
- Température de sortie du glycol : 94°F



Refroidisseur de fluide

Rejet de la chaleur à l'atmosphère

- Rejet de chaleur : 1330 Mbh
- Fluide : 50% Éthylène glycol
- Débit : 610 usgpm
- Température d'entrée du glycol: 94°F
- Température de sortie du glycol: 84°F
- Température bulbe humide : 76°F
- Moteur : 50 H.P., entraînement EFV



Refroidisseur de fluide



Réservoir d'eau

Évaporateur à plaques

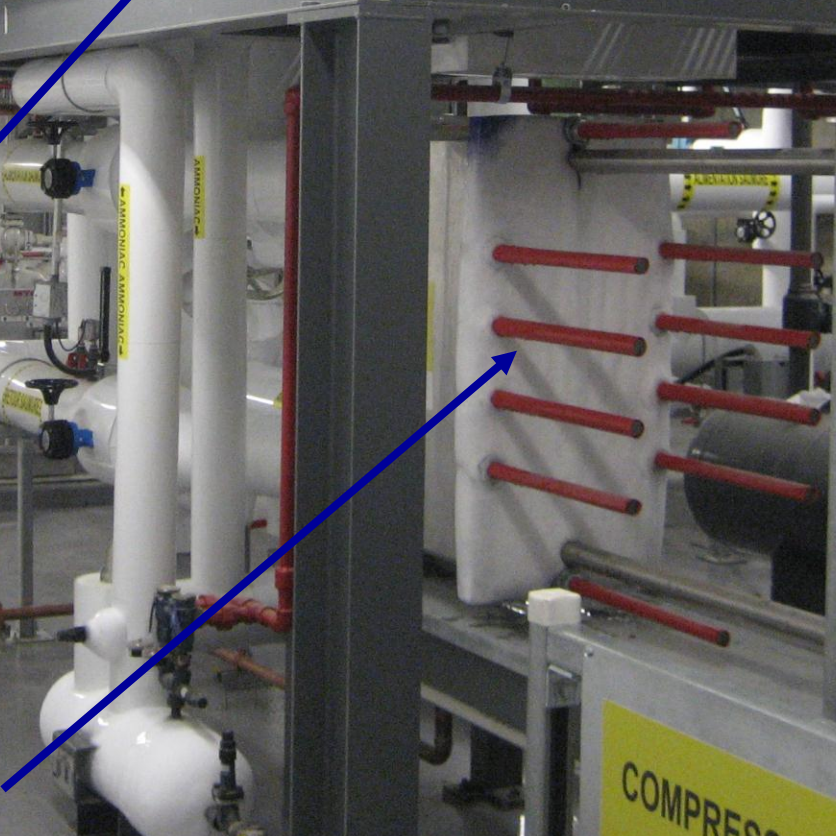
Dans l'évaporateur le fluide frigorigène, NH₃, passe de l'état liquide à l'état gazeux

- Échangeur à plaques brasée en titane
- Le fluide froid : 21% CaCl₂
- Débit de glycol : 451 usgpm
- Température d'évaporation : 7°F
- Température d'entrée, saumure : 16.4°F
- Température de sortie, saumure : 12°F

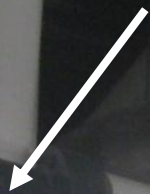
RÉSERVOIR
TAMPON



ÉCHANGEUR À PLAQUES



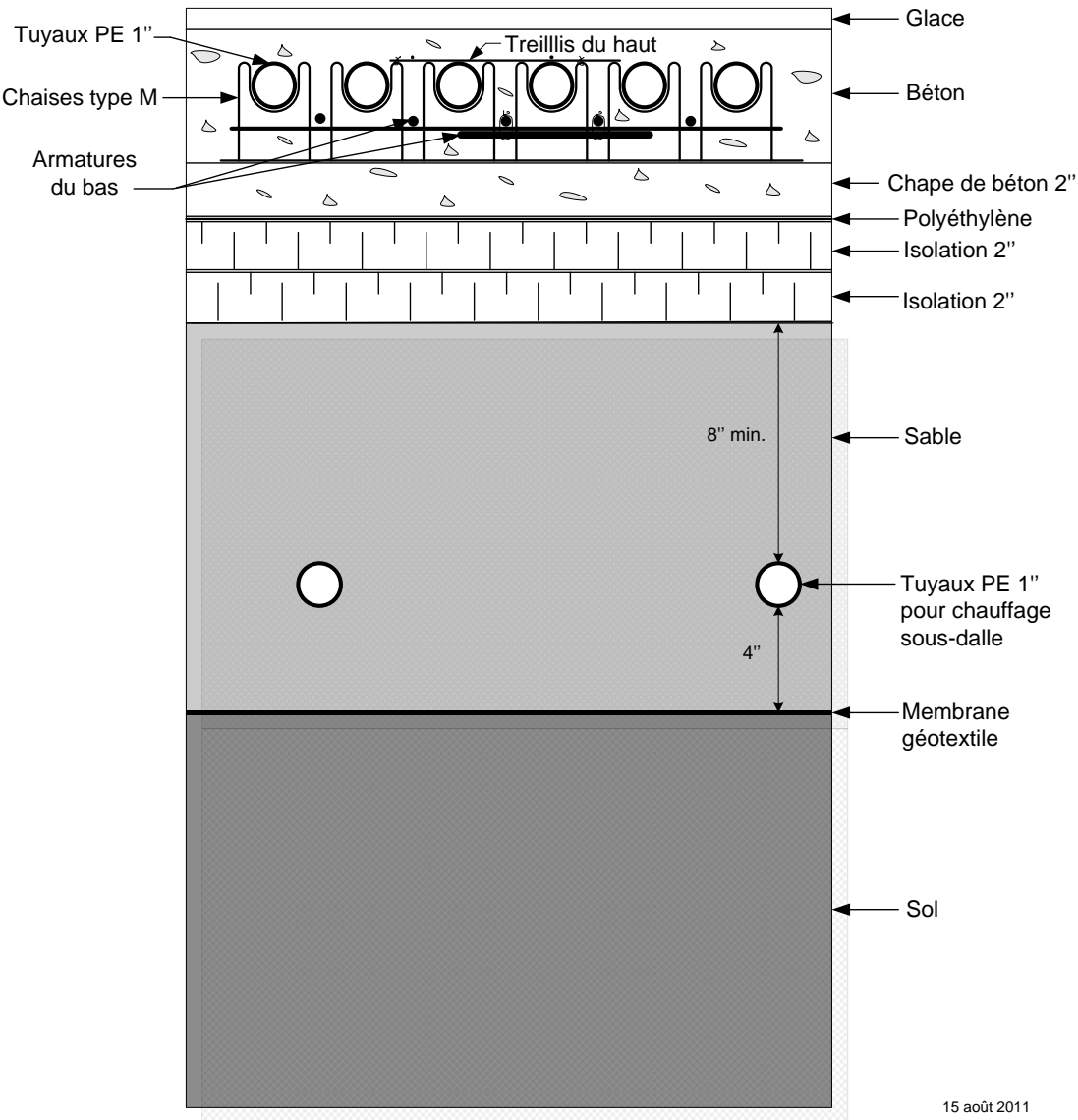
Flotte



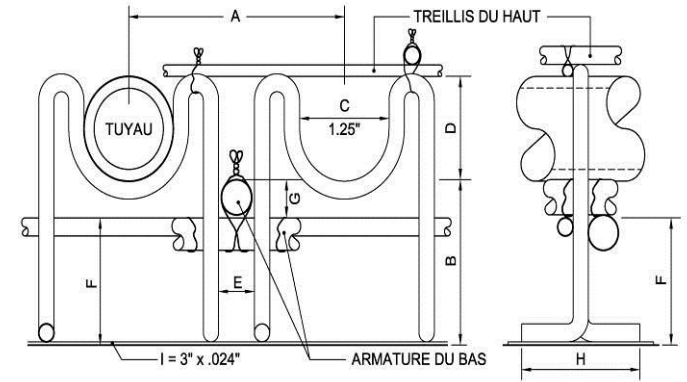
TAMPON
IAC

AMMONIAC HAUTE PRESSION

CHECK
VALVE



Section dalle réfrigérée avec chauffage sous-dalle



Chaises



Pompe de saumure



31/05/2012



ARÉNA MICHEL NORMANDIN



ont



ARÉNA MICHEL NORMANDIN
MONTRÉAL



Système de détection d'ammoniac



Masque respiratoire

SALLE DE CONTRÔLE





ARÉNA MICHEL NORMANDIN
LOCAL TECHNIQUE



ARÉNA MICHEL NORMANDIN
LOCAL TECHNIQUE



RESERVOIR
LIQUIDE HP

AMMONIAC

AMMONIAC

AMMONIAC

AMMONIAC

RÉSERVOIR DE LIQUIDE
D'AMMONIAC



**ARÉNA HENRI-BOURASSA
MONTREAL-NORD**



**ARÉNA CAMILIEN HOUDE
MONTRÉAL**



**ARÉNA JACQUES LEMAIRE
LASALLE**



**ARÉNA HOWIE MORENZ
MONTREAL**

Avez-vous des questions?

