

Les défis de l'utilisation de l'ammoniac dans les arénas de la Ville de Montréal



Souper-Conférence du 13 Septembre, 2010

ASHRAE MONTRÉAL

En collaboration avec la Direction des Sports

Claude Dumas, ing.

Expert, Systèmes de réfrigération dans les arénas

Direction des immeubles, Division énergie et environnement

courriel: cdumas@ville.montreal.qc.ca

Plan de présentation

- Objectifs
- Point de départ : Situation et préoccupations
- Premières réflexions
- Qualités recherchées du design normalisé de réfrigération
- Choix du réfrigérant : Ammoniac (R-717, NH_3)
- Exigences particulières pour l'ammoniac
- Première version du design normalisé de réfrigération à l'ammoniac
- Analyse de risques et ses effets
- Design retenu après quelques itérations
- Schéma du système frigorifique retenu
- Plan : Saumure, 4 passes, R-10
- Plan : Réfrigération Local « T », R-12
- Plan : Ventilation Local « T »
- Schéma : Laveur d'air, V-02
- Plan : Chauffage radiant BT, services, gradins et vestiaire, MC-1
- Schéma : Chauffage radiant BT, MC-2.
- Schémas : Utilisation de la chaleur, R-12
- Recommandations
- Conclusion
- Photos
- Période de questions

© 2010
Version: 10 Sept 2010

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'arénavas
- Partager avec vous notre expérience de gestion du risque et ses influences sur le design normalisé final

Point de départ :

Situation et préoccupations

- Montréal possède et opère 43 glaces, l'âge moyen est 39 ans
- Six arénas contiennent 2 glaces
- Des trois glaces extérieures, une fonctionne au R-134A, une au R-507 et une au R-717
- Vingt-huit glaces fonctionnent au HCFC-22
- Sept glaces fonctionnent au R-717 et cinq sont en processus de transformation du HCFC-22 au R-717
- 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
- 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
- À l'échelle du Québec : +/-500 glaces, +/-90 R-717, +/-410 R-22
- Un premier défi : le temps, la main-d'œuvre, le nombre d'entrepreneurs

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

- 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...

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 1

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
- Sas

Exigences particulières pour l'ammoniac 2

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
- Appareil de respiration autonome
- Douche d'urgence et lave yeux
- Température du local technique en tout temps supérieure à 40 °F pour prévenir le gel de l'eau dans les têtes des compresseurs
- Aucun appareil à combustion toléré
- Plan Particulier d'Intervention (PPI)

Première version du design normalisé de réfrigération à l'ammoniac 1

- Design normalisé classique contient 727 kg (1600 lb) d'ammoniac équipé d'un réservoir de réfrigérant
- Plans et devis détaillés automne 2006, conformes au CNBC-2005 Qc, à la norme B52-99, local technique de classe T
- Bassin d'eau pour neutraliser le rejet des soupapes de surpression
- Prise d'air et bouche d'évacuation via une persienne au mur
- Un des membres de l'équipe soulève le fait que la norme CSA B52-99 protège le travailleur, mais laisse les riverains vulnérables en cas d'accident et de déversement d'ammoniac à l'extérieur...

Première version du design normalisé de réfrigération à l'ammoniac 2

- Ajout d'une bouche d'évacuation via une cheminée munie d'un cône d'accélération
- Amorce d'une étude : Procédé par laveur d'air pour neutraliser l'ammoniac dans l'air
- Mais quel est donc le niveau de risque pour les riverains lorsque l'ammoniac se retrouve à l'extérieur du local technique?

Analyse de risques et ses effets 1

Nous avons ressenti la nécessité de faire réaliser une étude d'impact pour bien évaluer le risque

- Émission d'un mandat à une firme spécialisée en gestion du risque
- Préliminaire de l'étude de risque, 1600 lb NH_3 , réservoir de réfrigérant HP, un système classique
- Explications sur le procédé de réfrigération
- Simulations informatiques
- Conclusion de la première itération : « Le risque inhérent à notre premier design est inacceptable ». Il faut réduire la charge de réfrigérant ou s'éloigner des riverains
- 1600 lb de R-717 c'est trop, <400 lb serait beaucoup mieux
- Une bouche d'évacuation verticale diminue le risque

Analyse de risques et ses effets 2

Recherche des options disponibles

- Consultations de la firme spécialisée en réfrigération et des entrepreneurs spécialisés
- Consultations de la sécurité civile de Montréal et de la Direction de santé publique de Montréal (DSP)
- Rejet du réfrigérant R-404A qui n'a pas d'avenir, un GES
- Validation du réfrigérant R-717 par la sécurité civile et DSP
- Gestion du risque potentiel en prévention afin de protéger les riverains
- Élaboration d'un second design <400 lb R-717
- Élaboration d'un troisième design <200 lb R-717

Design retenu après quelques itérations

- Charge réduite de réfrigérant <200 lb
- Rejet des soupapes de sûreté vers le baril d'eau
- Laveur d'air, 95 % efficace, voir V-02
- Pas d'ammoniac sur le toit
- Refroidisseur de fluide et réseau de glycol sur le toit
- Condenseur, un échangeur de chaleur à plaques
- Réservoir de service, pour éviter réservoir portatif

Schéma du système frigorifique retenu

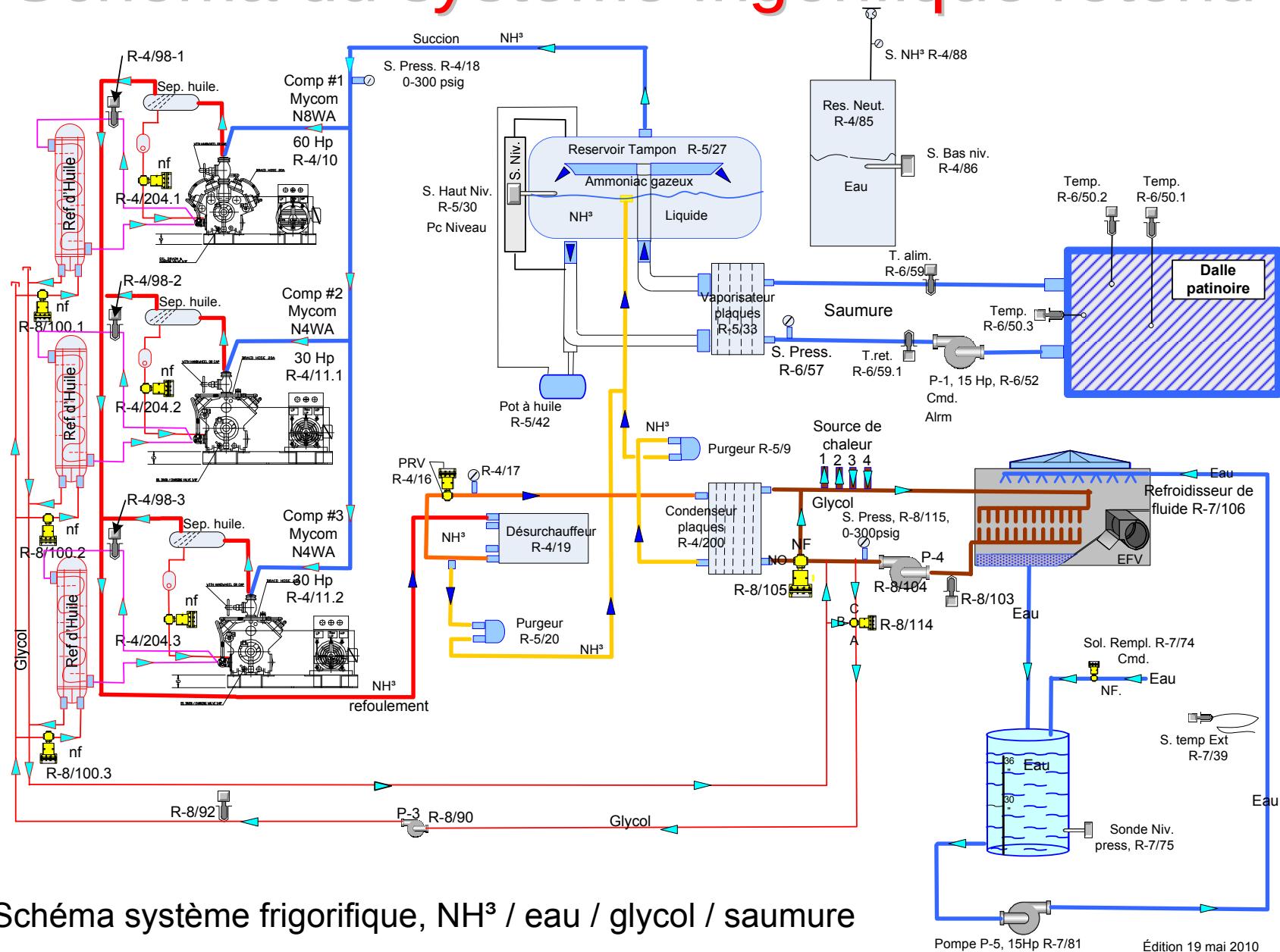
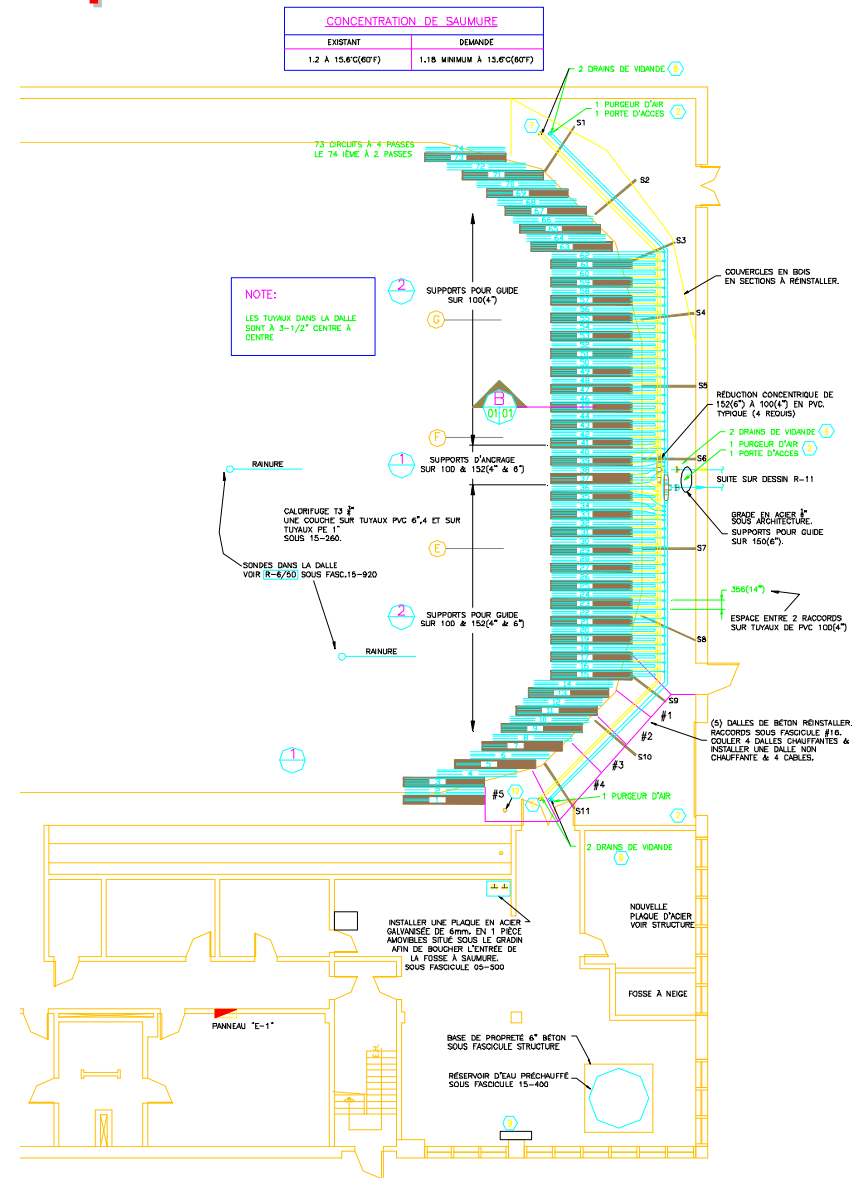
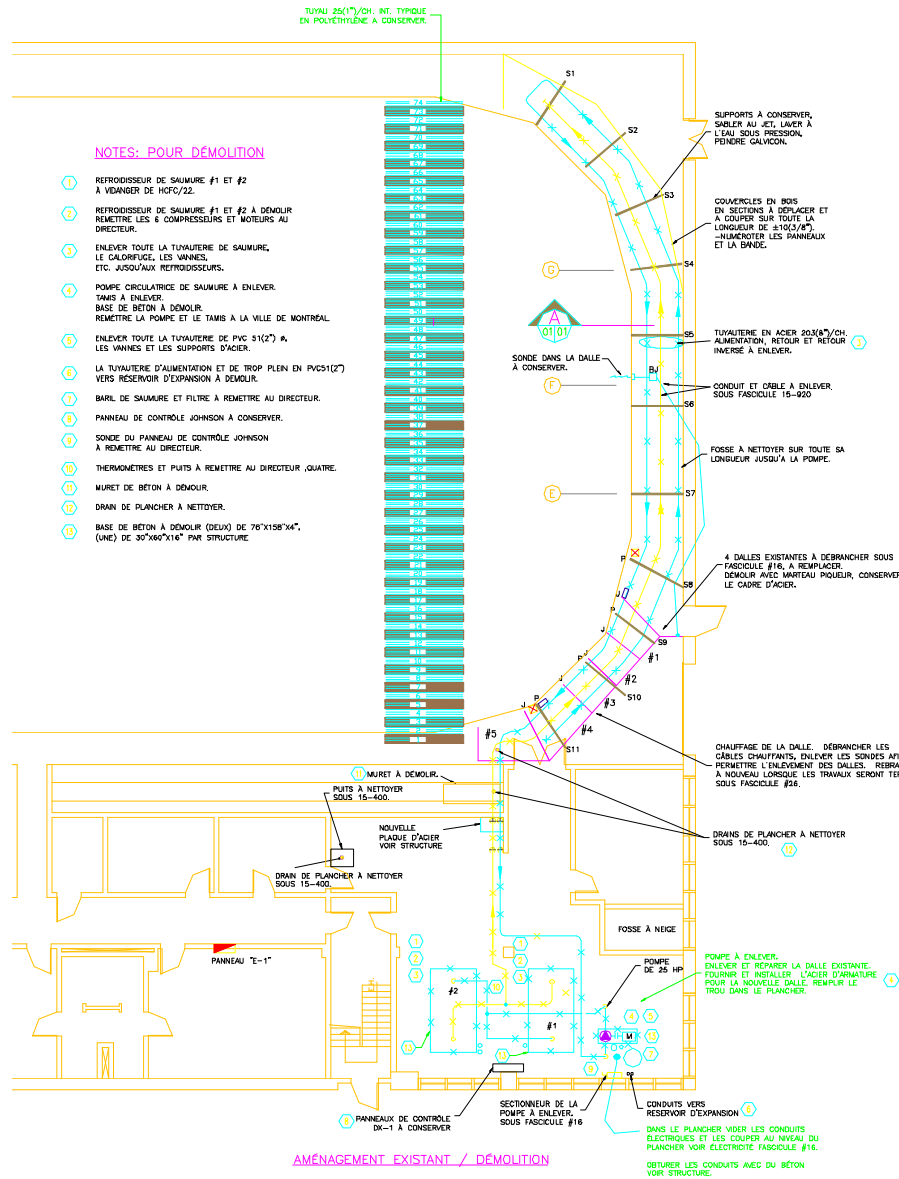


Schéma système frigorifique, NH₃ / eau / glycol / saumure

Plan : Saumure, 4 passes, R-10



This technical drawing illustrates the layout of a mechanical room, likely for a wastewater treatment plant. The plan shows various pieces of equipment, including pumps, motors, and control units, interconnected by a complex network of piping. Key features include:

- Structural Elements:** A concrete slab (BETON BOIS) is indicated at the top left. The room is divided into sections by walls and openings in the mezzanine (OUVERTURE DANS LA MEZZANINE).
- Equipment and Piping:** Numerous pumps and motors are shown, labeled with codes such as R-4/85, R-4/13, R-4/104, R-4/11.2, R-4/11.1, R-4/33, R-4/10, R-4/19, R-4/20, R-4/200, R-5/9, R-5/27, R-5/42, R-5/47, R-6/52, R-6/61, R-6/62, R-6/111, R-6/112, R-7/81, R-7/82, R-7/78, and R-7/83. Piping is color-coded (red, blue, yellow, green) to represent different systems.
- Control and Monitoring:** A control room (SALLE DE CONTRÔLE) is located on the right, equipped with a PPM NH3 A 1500mm display and a telephone. A technical room (SALLE TECHNIQUE DU SYSTÈME FRIGORIFIQUE) is also shown.
- Access and Safety:** Emergency exits (OUVERTURE TEMPORAIRE DANS LE MUR) and safety features like a fire alarm (SONDE NH3) are indicated.
- Dimensions and Levels:** Various dimensions (e.g., 1372, 1524, 1830, 1067, 1637, 17940) and levels (e.g., ±67) are provided for scale and reference.

Plan : Ventilation Local « T »

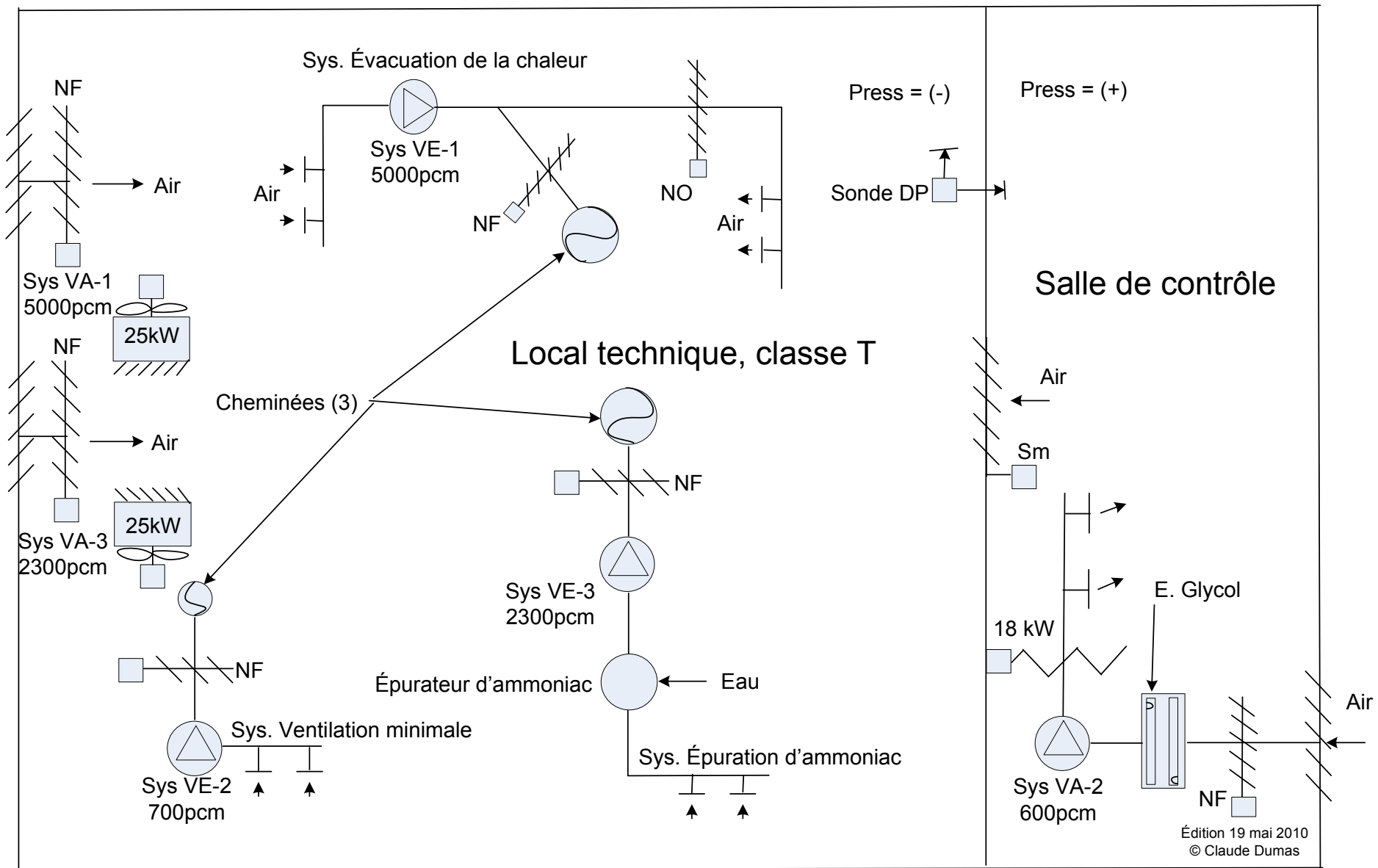
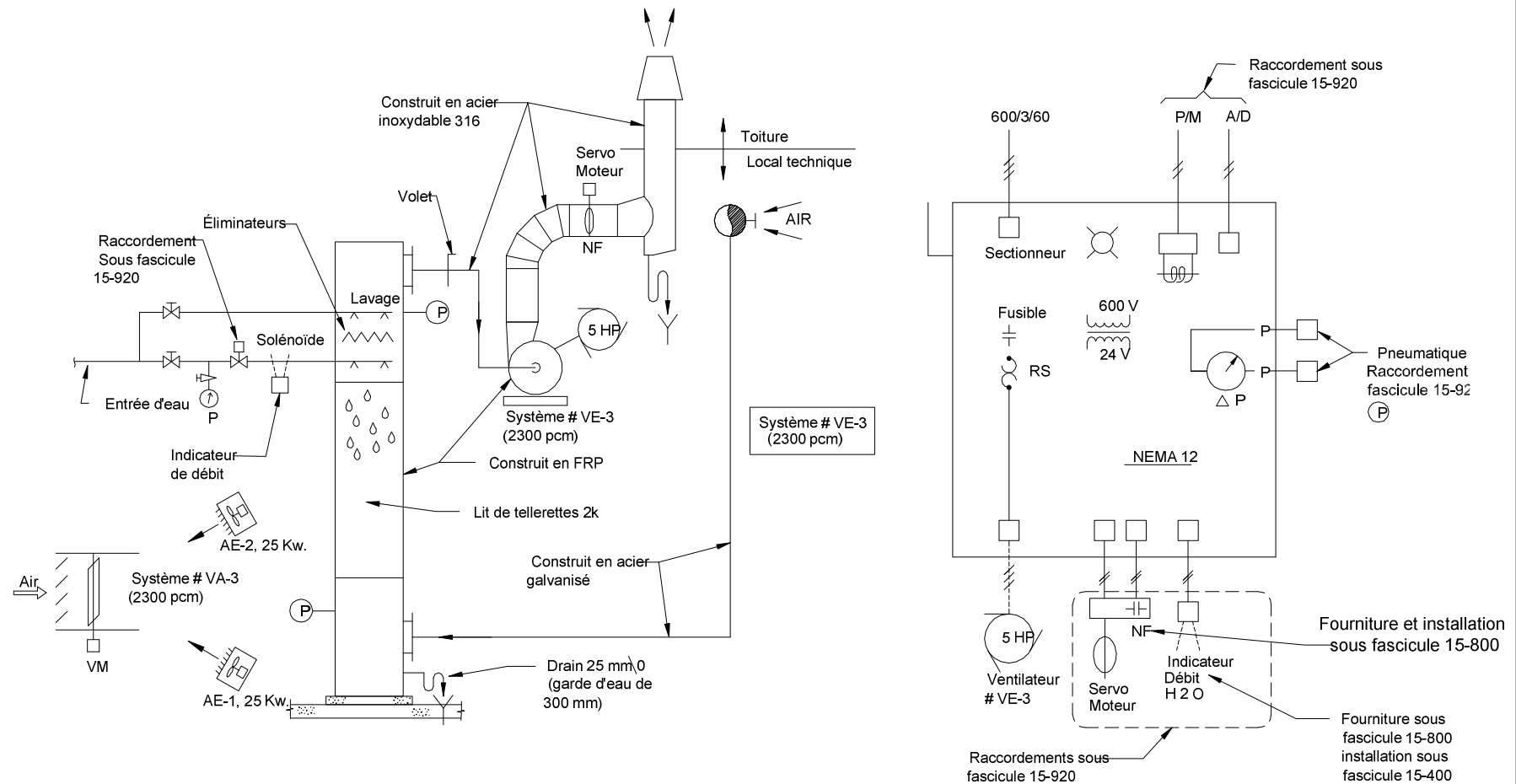


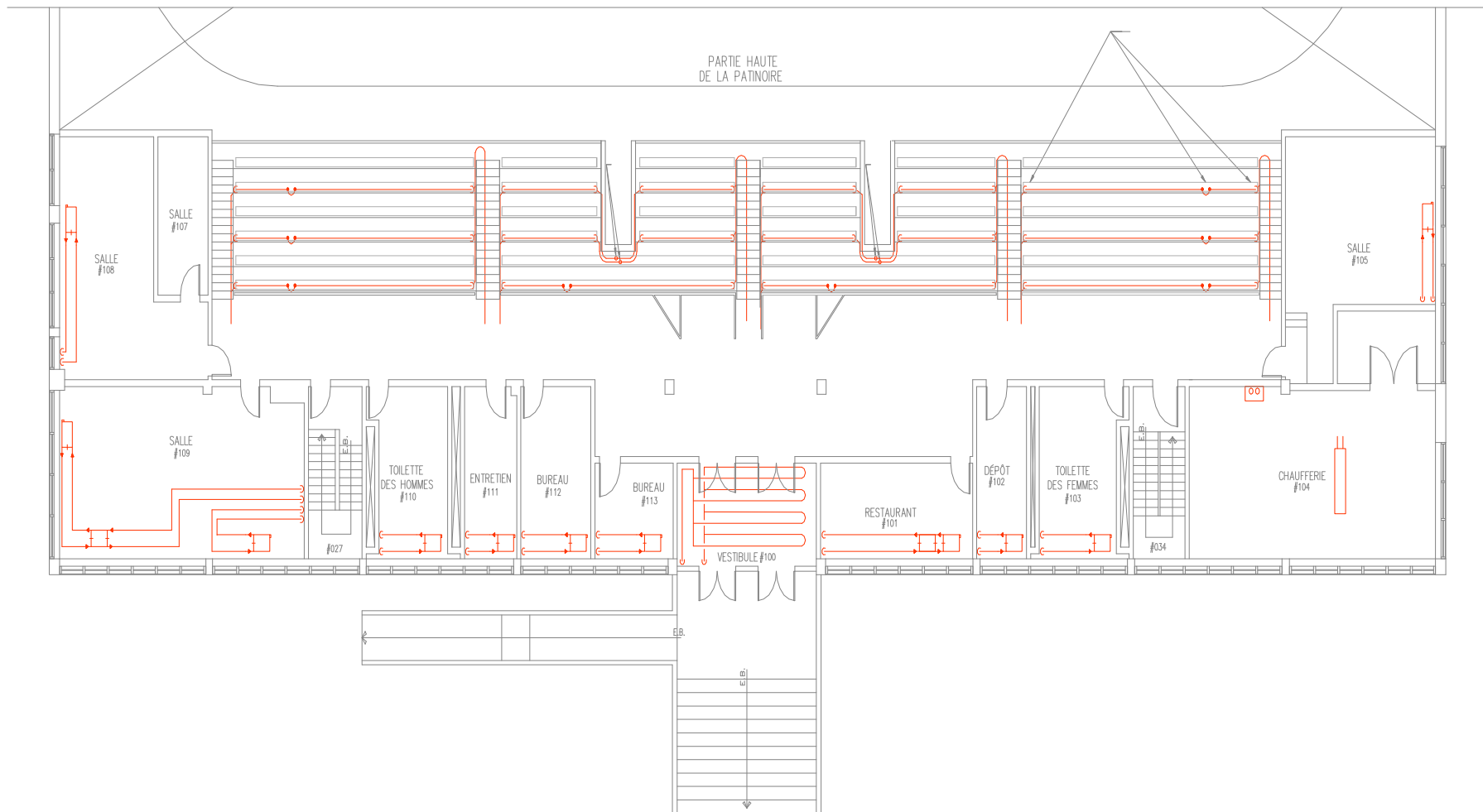
Schéma : Laveur d'air, v-02



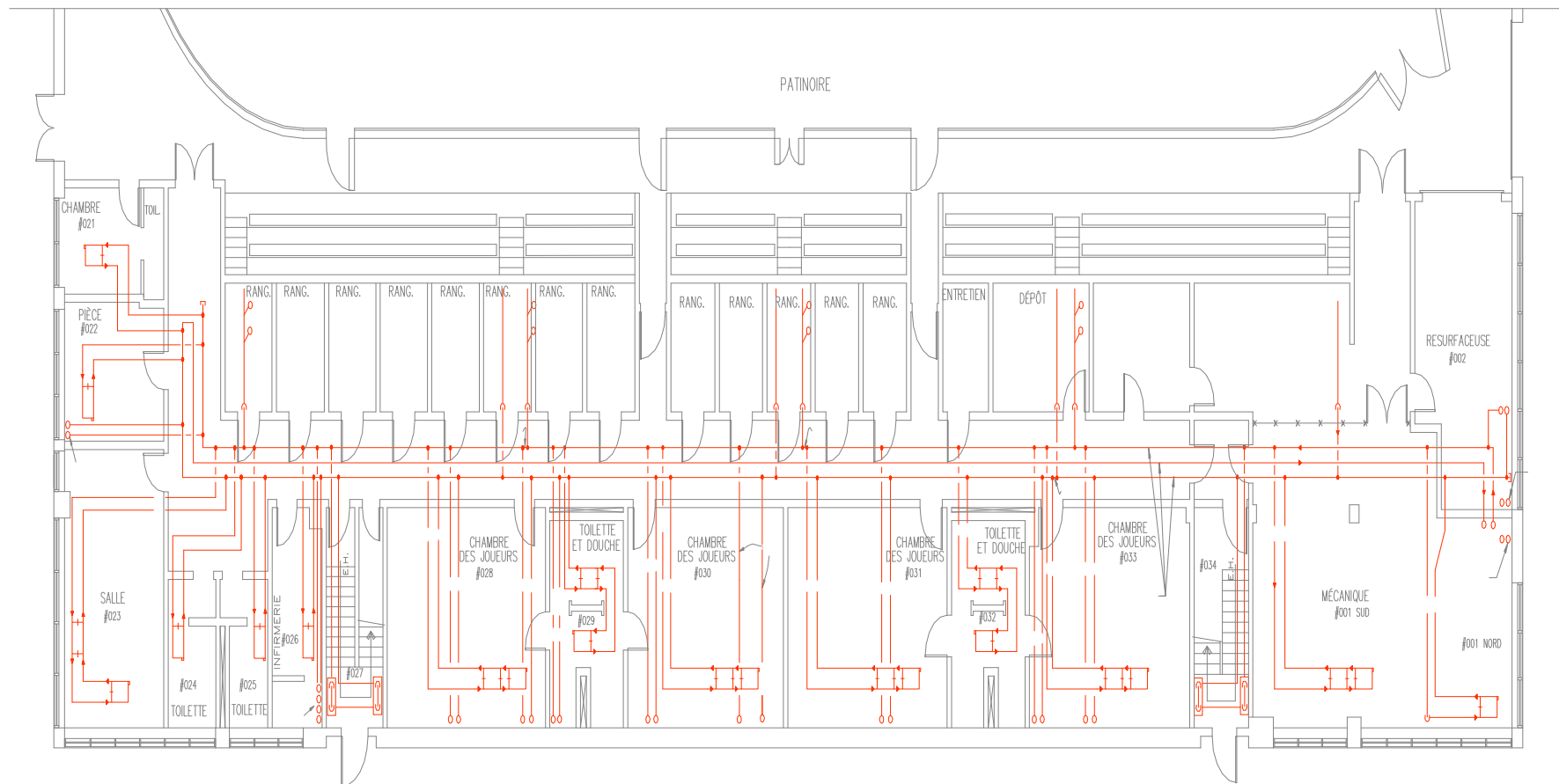
ÉPURATEUR D'AMMONIAC (Système # VA-3 et VE-3, 2300 Pcm)

Echelle = Nulle

Plan : Chauffage radiant BT, services et gradins, MC-1

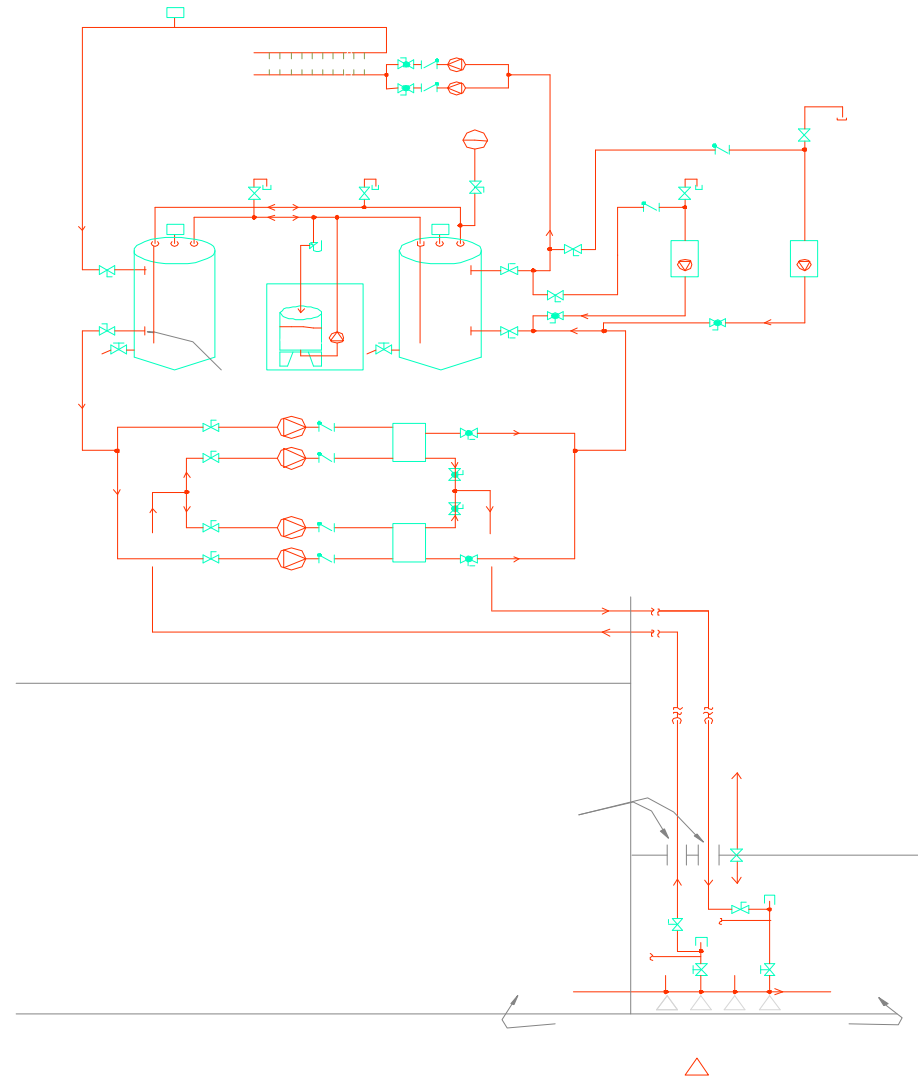


Plan : Chauffage radiant BT, vestiaires, MC-1



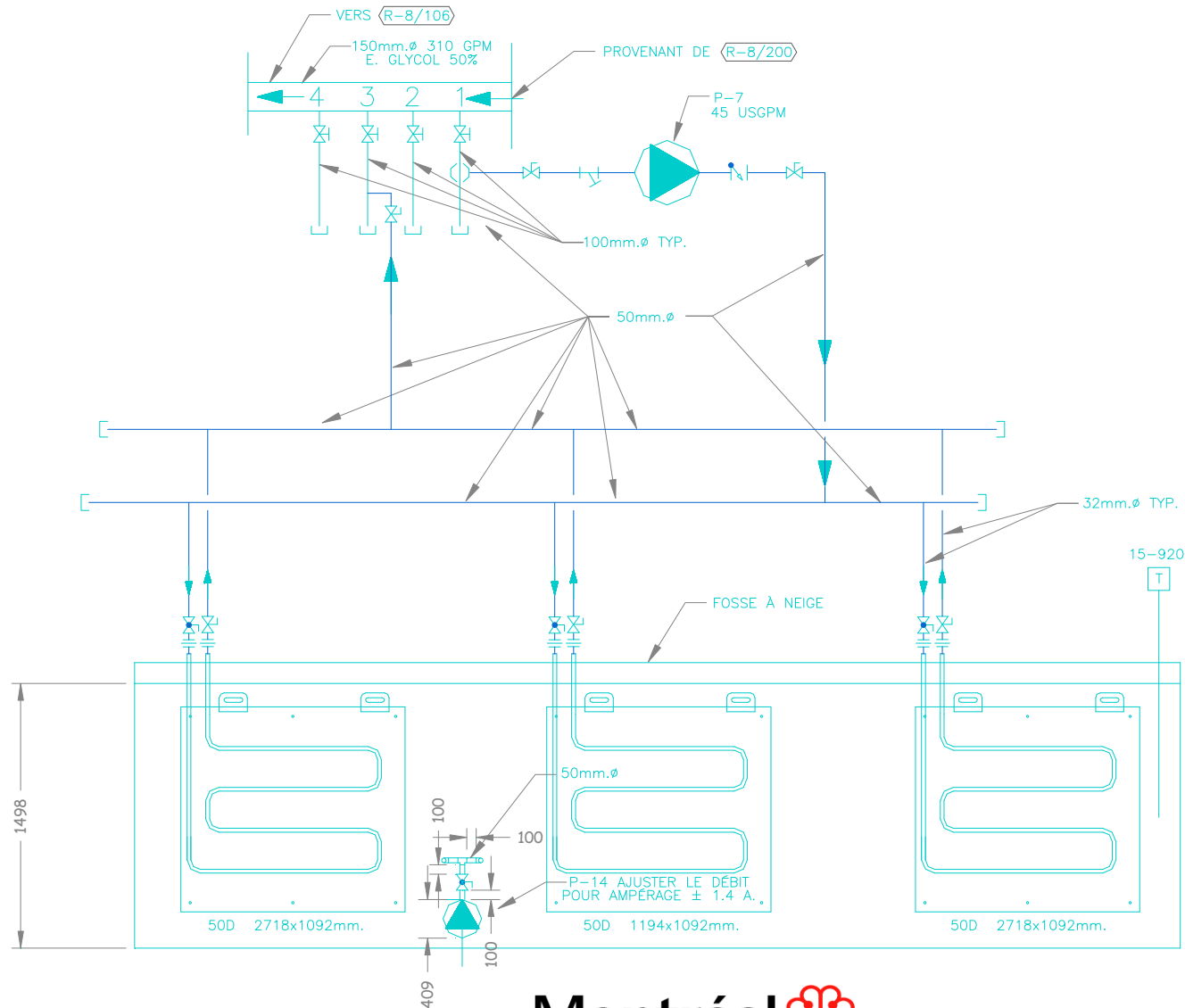
Avenue Émile-Journault

Schéma : Chauffage radiant BT, MC-2



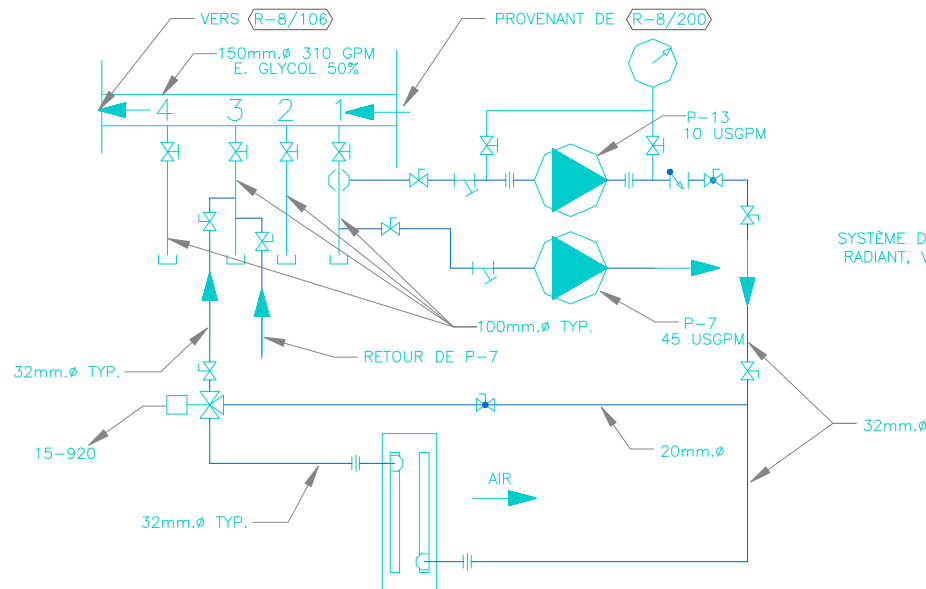
Schémas : Utilisation de la chaleur, R-12

Système de fonte de neige

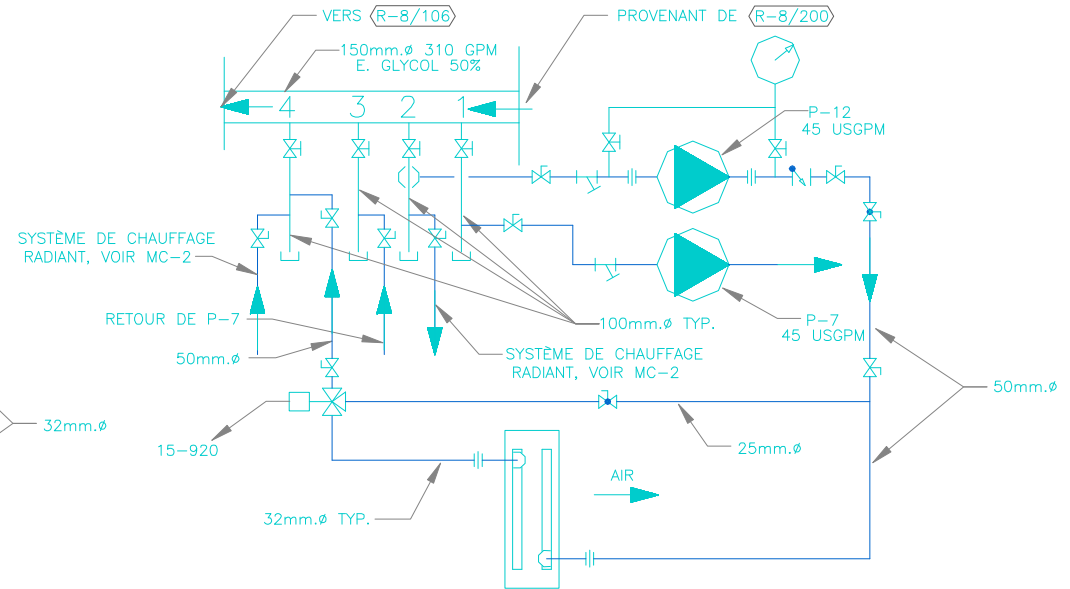


Schémas : Utilisation de la chaleur, R-12

Système de ventilation vestibule et salle de contrôle



Système de chauffage, air frais, roue thermique



Recommandations

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

- D'utiliser les services de professionnels compétents en réfrigération
- De quantifier les risques en faisant réaliser une étude de risques par un expert dans le domaine
- D'élaborer un plan d'intervention avec les pompiers, la sécurité civile et la DSP
- De s'installer loin des riverains
- De diminuer la charge de réfrigérant, <400 lb
- De canaliser le rejet des robinets de surpression dans un baril d'eau
- D'utiliser une bouche d'évacuation d'air via une cheminée et un cône d'accélération
- D'étudier l'usage d'un laveur l'air

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 à l'aréna M-Normandin, H-Morenz, C-Houde, H-Bourassa, J-Lemaire en 2010 :
 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. Nous nous sommes engagés face aux administrateurs du condo à gérer et minimiser le risque
 3. Pour C-Houde l'aréna est bordé par 3 rues et les voisins partagent un mur mitoyen avec le local technique
 4. Notre solution évite de mettre en place un plan annuel récurrent de sensibilisation à l'intention des riverains

Un unité compresseur R-717



Réservoir tampon + vaporisateur



Refroidisseur de fluide dans l'enceinte acoustique



Mur acoustique



Refroidisseur de fluide, tubulaires



Local technique, le volume



Montréal 

Bassin de neutralisation. Épurateur



Chauffage radiant basse température, 120°F >>100°F



Avez-vous des questions?

