

TPSGC

## Lignes directrices d'ingénierie mécanique

IM 15116 — 2006

### Systemes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs

Lignes directrices pour les propriétaires d'immeubles, les  
professionnels du design et le personnel d'exploitation des  
bâtiments

## **Génie mécanique et d'entretien**

Programmes professionnels et techniques

Direction des ressources d'architecture et de génie

Direction générale des biens immobiliers

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

11, rue Laurier

Gatineau (Québec) K1A 0S5

Available in English

**ISBN 0-662-72077-6**

## **Information publique**

Tous droits réservés. Aucune partie du présent ouvrage ne peut être reproduite par photocopie, enregistrement ou un autre moyen quelconque, ni être stockée, détenue ou transmise par ordinateur ou un autre système quelconque sans une permission écrite au préalable.

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada a le plaisir de vous présenter les Lignes directrices d'ingénierie mécanique IM 15116 - 2006 « *Systèmes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs* ».

Les salles d'ordinateurs font partie intégrante de la plupart des immeubles fédéraux, et elles remplissent très souvent une fonction « essentielle à la mission » en permettant de traiter des données confidentielles 24 heures sur 24. C'est pourquoi les systèmes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs diffèrent largement de ceux des locaux à bureaux généraux. La charge de refroidissement est beaucoup plus élevée et les exigences de température et d'humidité sont beaucoup plus strictes que celles des immeubles à bureaux à vocation générale. Les systèmes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs exigent un niveau de fiabilité beaucoup plus élevé, puisqu'une défaillance risque d'entraîner une perturbation des services essentiels et d'importantes pertes financières. Ces systèmes ont besoin en outre d'une plus grande souplesse pour tenir compte des modifications éventuelles. Dans la plupart des cas, les commandes de la salle d'ordinateurs fonctionnent indépendamment de celles du reste de l'immeuble.

L'objectif du présent document est d'offrir des conseils généraux sur la conception et l'exploitation des systèmes techniques des salles d'ordinateurs, des salles de serveurs, des salles de réseau local, des salles de télécommunications et des centres de données. Il contient des renseignements

Public Works and Government Services, Canada is pleased to present the Mechanical Design Guideline MD 15116 - 2006 "*Computer Room Air Conditioning Systems*".

Computer rooms form an integral part of most federal buildings, and very often, they perform "mission critical" function, handling sensitive data on a 24/7 basis. As a result computer room air conditioning systems differ from general office air-conditioning systems in many significant ways. The cooling load is much higher and the requirements for temperature and humidity control are much stricter than for general-purpose office buildings. The air conditioning systems requires a much higher level of reliability, as a breakdown in computer room air conditioning systems could lead to disruption of essential services and major economic losses. In addition, computer room air conditioning systems require greater flexibility to accommodate future changes. In most cases, control of computer room operation is independent of the rest of the building.

The objective of this document is to provide general guidance for the design and operation of mechanical systems for computer rooms, server rooms, LAN rooms, telecom equipment rooms and data centers. It provides guidance for the design requirements, estimation of cooling loads, selection of computer room mechanical equipment, and, the proper commissioning of the mechanical systems. This guideline is intended for

sur les exigences de calcul, l'estimation des charges de refroidissement, le choix de l'équipement technique des salles d'ordinateurs et la mise en service adéquate des systèmes mécaniques. Ces lignes directrices s'appliquent aux nouvelles constructions aussi bien qu'à l'aménagement des bâtiments existants.

Le présent document a été élaboré par le groupe du Génie mécanique et d'entretien du SCN avec la collaboration des spécialistes et des ingénieurs de l'ensemble des régions. Une première version de ces lignes directrices a été publiée dans les années 80, mais elle est devenue désuète en raison de l'évolution rapide de la technologie informatique et d'une croissance exponentielle de la densité de l'équipement des salles d'ordinateurs. Bon nombre de techniques de conception qui étaient courantes dans les années 80 ne sont plus applicables aujourd'hui.

L'un des problèmes qui se posent dans les systèmes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs, c'est le processus d'humidification et de déshumidification simultané dû à la condensation des serpentins de refroidissement. Ce processus impose une exigence énergétique au système de refroidissement. Les présentes lignes directrices traitent de cette question et proposent de fonctionner uniquement avec batterie de refroidissement sèche en vue d'une économie maximale d'énergie. L'application de ces lignes directrices permettra également d'améliorer la fiabilité de l'équipement et de réduire les défaillances du système informatique.

Il est important que les clients, les

use in new projects as well as for the retrofits of existing buildings.

This document has been developed by the Mechanical and Maintenance Engineering group, NCA, in consultation with specialists and engineering professionals from throughout the regions. A previous version of this guideline was published in the 1980's but it is now obsolete due to rapid evolution of computer technology and an exponential increase in computer room equipment density. Many of the design techniques that were prevalent in the 80s are no longer applicable today.

One problem with many computer room air conditioning systems is simultaneous humidification and dehumidification, due to condensation in the cooling coils. This imposes an energy penalty on the cooling system. The present guideline addresses this issue, and suggests using only "dry coil" operation for maximum energy savings. Application of these guidelines will also improve equipment reliability, and minimize computer system failures.

It is important that clients, property managers, engineers, and, maintenance personnel be familiar with the contents of this document, so that they can apply the guidelines in a consistent manner for PWGSC projects throughout Canada.

We encourage you to use this guideline whenever Computer Room Air Conditioning Systems are being planned, or where existing facilities require upgrades. This document is available in either hard copy or electronic format

gestionnaires immobiliers, les ingénieurs et le personnel d'entretien se familiarisent avec le contenu de ce document afin qu'ils puissent appliquer les lignes directrices d'une façon uniforme dans les projets de TPSGC partout au Canada.

Nous vous encourageons à utiliser les présentes lignes directrices toutes les fois que des systèmes de conditionnement d'air de salles d'ordinateurs sont en cours de planification ou que des installations existantes ont besoin d'être modernisées. Vous trouverez ce document soit en copie papier ou en version électronique au Centre de documentation de TPSGC à l'adresse [doc.centre@pwgsc.gc.ca](mailto:doc.centre@pwgsc.gc.ca).

Pour obtenir plus de renseignements concernant les présentes lignes directrices, veuillez communiquer avec :

**Edward Durand**

**Téléphone :** (819) 956 –2490

**Courriel :** [edward.durand@pwgsc.gc.ca](mailto:edward.durand@pwgsc.gc.ca)

ou

**Paul Sra**

**Téléphone :** (819) 956 –3972

**Courriel :** [paul.sra@pwgsc.gc.ca](mailto:paul.sra@pwgsc.gc.ca)

from the PWGSC Documentation Center at [doc.centre@pwgsc.gc.ca](mailto:doc.centre@pwgsc.gc.ca).

For more information regarding this guideline, please contact:

**Edward Durand**

**Tel:** (819) 956 –2490

**e-mail:** [edward.durand@pwgsc.gc.ca](mailto:edward.durand@pwgsc.gc.ca)

Or

**Paul Sra**

**Telephone:** (819) 956 –3972

**e-mail:** [paul.sra@pwgsc.gc.ca](mailto:paul.sra@pwgsc.gc.ca)

Garnet Strong  
Directeur général par intérim / Acting Director General  
Ressources d'architecture et de génie / Architectural and Engineering Resources



# Introduction

---

## **Généralités**

Le présent document a été rédigé par le groupe du Génie mécanique et d'entretien, Programmes professionnels et techniques, Ressources d'architecture et de génie, Direction générale des biens immobiliers, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

## **Rétroactions**

Nous vous invitons à nous faire part des corrections, recommandations, propositions de modifications, renseignements additionnels et consignes qui pourraient améliorer le présent document. À cet effet, vous trouverez ci-joint un formulaire intitulé « *Demande de modification des lignes directrices* » que vous pouvez remplir et nous renvoyer par la poste ou par télécopieur à l'adresse indiquée. Vous pouvez également utiliser le courriel ou d'autres modes de transmission électronique.

## **Incohérences**

Toute incohérence notée entre le présent document et l'énoncé de projet et/ou la DDP doit immédiatement être portée à l'attention du gestionnaire de projet.

**IM15116 - 2006**  
**Systèmes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs**  
**Demande de modification des lignes directrices**

**Edward Durand**  
 Gestionnaire national  
 Groupe du Génie mécanique et d'entretien  
 Programmes professionnels et techniques  
 Direction des Ressources d'architecture et de génie  
 Direction générale des biens immobiliers  
 Travaux publics et Services gouvernementaux Canada  
 Portage III 9A1 - 11, rue Laurier  
 Gatineau Quebec K1A 0S5  
 Tél. : (819) 956-2490  
 Télécopieur : (819) 956-2720  
 Courriel : edward.durand@tpsgc.gc.ca

**Paul Sra**  
 Superviseur, Ingénieur principal en mécanique  
 Groupe du Génie mécanique et d'entretien  
 Programmes professionnels et techniques  
 Direction des Ressources d'architecture et de génie  
 Direction générale des biens immobiliers  
 Travaux publics et Services gouvernementaux Canada  
 Portage III 9A1 - 11, rue Laurier  
 Gatineau Quebec K1A 0S5  
 Tél. : (819) 956-3972  
 Télécopieur : (819) 956-2720  
 Courriel : paul.sra@pwgsc.gc.ca

**Type des modifications proposées :**

- Renseignements à corriger
- Renseignements à supprimer
- Renseignements à ajouter

**Détails des modifications proposées :**

Si nécessaire, noter les modifications proposées sur une photocopie des pages pertinentes des lignes directrices et les joindre au présent formulaire.

Page : Chapitre : N° de paragraphe :

**Détails des modifications proposées :**


(Utiliser des feuilles supplémentaires au besoin)

Signature : \_\_\_\_\_ N° de téléphone : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_



# Table des matières

<b>Chapitre 1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
	<b>1.1</b> <b>Objet .....</b>	<b>1</b>
	<b>1.2</b> <b>Portée .....</b>	<b>1</b>
	<b>1.3</b> <b>Historique du présent document .....</b>	<b>2</b>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Exigences de conception.....</b>	<b>3</b>
	<b>2.1</b> <b>Généralités .....</b>	<b>3</b>
	<b>2.2</b> <b>Exigences de conception de l'équipement de refroidissement.....</b>	<b>4</b>
	<b>2.3</b> <b>Conditions environnementales .....</b>	<b>4</b>
	2.3.1    Température de bulbe sec .....	4
	2.3.2    Humidité relative .....	5
	2.3.3    Air de ventilation .....	5
	2.3.4    Qualité de l'air .....	5
	2.3.5    Limitation du bruit et des vibrations.....	6
	2.3.6    Coefficient de chaleur sensible.....	6
<b>Chapitre 3</b>	<b>Charges de refroidissement de calcul.....</b>	<b>7</b>
	<b>3.1</b> <b>Charge de refroidissement générée par le matériel informatique .....</b>	<b>7</b>
	<b>3.2</b> <b>Charges d'éclairage .....</b>	<b>9</b>
	<b>3.3</b> <b>Charge d'occupation .....</b>	<b>9</b>
	<b>3.4</b> <b>Gains thermiques de l'enveloppe du bâtiment.....</b>	<b>9</b>
	<b>3.5</b> <b>Systèmes d'alimentation sans interruption (UPS).....</b>	<b>9</b>

## Table des matières

---

<b>Chapitre 4</b>	<b>Équipement de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs .....</b>	<b>11</b>
	4.1 <b>Choix de l'équipement de conditionnement d'air .....</b>	<b>11</b>
	4.2 <b>Exigences fonctionnelles de la distribution d'air .....</b>	<b>11</b>
	4.3 <b>Exigences fonctionnelles des appareils de conditionnement d'air .....</b>	<b>12</b>
	4.4 <b>Protection incendie .....</b>	<b>14</b>
	4.5 <b>Exigences relatives à l'entretien.....</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre 5</b>	<b>Prise de mesures pendant la mise en service.....</b>	<b>17</b>
	5.1 <b>Généralités.....</b>	<b>17</b>
	5.2 <b>Essais de vérification et de l'état de l'installation .....</b>	<b>18</b>
	5.2.1 <b>But .....</b>	<b>18</b>
	5.2.2 <b>Endroits de prise des mesures.....</b>	<b>18</b>
	5.2.3 <b>Fonctionnement de l'appareil de CVCA .....</b>	<b>18</b>
	5.2.4 <b>Évaluation des résultats .....</b>	<b>18</b>
	5.3 <b>Essais de vérification de l'installation de l'équipement .....</b>	<b>18</b>
	5.3.1 <b>But .....</b>	<b>18</b>
	5.3.2 <b>Endroits de prise des mesures.....</b>	<b>19</b>
	5.3.3 <b>Évaluation des résultats .....</b>	<b>19</b>
	5.4 <b>Essais de dépannage du matériel .....</b>	<b>19</b>
	5.4.1 <b>But .....</b>	<b>19</b>
	5.4.2 <b>Endroits de prise des mesures.....</b>	<b>19</b>
	5.4.3 <b>Évaluation des résultats .....</b>	<b>19</b>
<b>Chapitre 6</b>	<b>Glossaire .....</b>	<b>21</b>
<b>Chapitre 7</b>	<b>Références .....</b>	<b>23</b>

# Table des matières

<b>Annexe A</b>	<b>Renseignements supplémentaires.....</b>	<b>25</b>
	<b>A1.0 Introduction .....</b>	<b>25</b>
	<b>A2.0 Distribution d'air .....</b>	<b>25</b>
	A2.1 Air d'alimentation.....	25
	A2.1.1 Bouches de soufflage d'air dans le plancher technique .....	25
	A2.2 Air de reprise .....	26
	<b>A3.0 Nécessité de fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche.....</b>	<b>26</b>
	A3.1 Fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche .....	26
	<b>A4.0 Types de systèmes de conditionnement d'air.....</b>	<b>28</b>
	A4.1 Appareils de réfrigération monoblocs multiples.....	28
	A4.2 Systèmes de conditionnement d'air biblocs refroidis par frigorigène (systèmes DX).....	29
	A4.3 Systèmes de conditionnement d'air biblocs refroidis à l'eau glycolée ou à l'eau réfrigérée .....	29
	A4.4 Systèmes de conditionnement d'air refroidis à l'eau .....	29
	<b>A5.0 Méthodes de récupération de chaleur .....</b>	<b>30</b>
	A5.1 Généralités .....	30
	A5.2 Agencement no 1 : Récupération de chaleur pour le chauffage de l'eau domestique .....	30
	A5.3 Agencement no 2 : Refroidissement naturel et éconergétique .....	30
	A5.4 Agencement no 3 : Utilisation d'un serpentin de refroidissement supplémentaire .....	30
	<b>Fig. A1 Procédés psychrométriques pour le fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche.....</b>	<b>31</b>

## Table des matières

---

	<b>Fig. A2</b>	<b>Procédés psychrométriques pour le fonctionnement avec batterie de refroidissement humide.....</b>	<b>32</b>
	<b>Fig. A3</b>	<b>Appareils de conditionnement d'air de salles d'ordinateurs refroidis à l'eau réfrigérée/glycol .....</b>	<b>33</b>
	<b>Fig. A4</b>	<b>Systèmes de récupération de chaleur avec condenseur refroidi au glycol .....</b>	<b>34</b>
	<b>Fig. A5</b>	<b>Économie d'énergie due à l'utilisation d'un serpentín de refroidissement supplémentaire .....</b>	<b>35</b>
<b>Annexe B</b>		<b>Systèmes de protection incendie.....</b>	<b>37</b>
	<b>B1.0</b>	<b>Type de systèmes d'extinction .....</b>	<b>37</b>
	<b>B2.0</b>	<b>Contexte .....</b>	<b>37</b>
	<b>B3.0</b>	<b>Justification .....</b>	<b>38</b>
	<b>B4.0</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>40</b>

## 1.1 Objet

Le présent document a pour objet de fournir des conseils généraux en matière de conception des systèmes mécaniques pour les salles d'ordinateurs, les salles de serveur, les salles de télécommunications et les centres de données en usage dans les immeubles de TPSGC.

Les présentes lignes directrices ne devraient pas être interprétées comme un ensemble de normes rigides à suivre au détriment d'une conception novatrice, mais plutôt comme un étalon d'excellence qui peut servir à l'évaluation des décisions concernant la conception.

Consulter *l'Appendice A : Renseignements supplémentaires*, pour obtenir plus de détails sur les systèmes de CVCA mentionnés dans la partie principale du présent document.

Consulter aussi *l'Appendice B : Systèmes de protection incendie*, pour obtenir plus de détails sur la protection incendie.

## 1.2 Portée

Le document s'applique uniquement aux immeubles du secteur commercial tels que les immeubles à bureaux, les laboratoires et les bâtiments industriels. Il ne vise pas les hôtels, les hôpitaux, les établissements de soins de santé et les habitations. Certains des renseignements qu'il renferme peuvent néanmoins être utiles également dans le cas de ces types de constructions.

Le public cible auquel s'adresse le document comprend les gestionnaires immobiliers, les ingénieurs, les concepteurs, les installateurs, les entrepreneurs d'entretien et les propriétaires d'immeubles. C'est un document qui s'applique autant aux nouvelles constructions qu'au réaménagement des constructions existantes.

Les présentes lignes directrices servent d'appui à l'énoncé de projet et/ou à la DDP, qui demeurent les principaux documents de référence dans le cas de chaque projet.

### **1.3 Historique du présent document**

Le document a d'abord été élaboré par la Section des conseillers en techniques du bâtiment de la Division de génie mécanique de Travaux publics Canada, en collaboration avec les ingénieurs en mécanique des régions, et a été publié en octobre 1985 sous le titre « IM 15116 : Conditionnement de l'air des salles d'ordinateur(s) ».

Compte tenu de la croissance rapide de l'industrie informatique, il y a longtemps

que ce document aurait dû être révisé. La technologie a considérablement évolué depuis 1985 et bon nombre des techniques de conception qui étaient courantes à l'époque, ne sont plus applicables.

Le document a maintenant été révisé à la lumière des constatations des recherches actuelles dans le domaine et de la publication de plusieurs nouvelles normes et lignes directrices, y compris le document ASHRAE intitulé « Thermal Guidelines for Data Processing Environments », publié en 2004.

### 2.1 Généralités

Les systèmes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs diffèrent de ceux des aires de bureaux sous de nombreux aspects :

- Les salles d'ordinateurs contiennent des appareils électroniques très sensibles.
- La charge de refroidissement est bien supérieure en raison de la forte densité d'appareils dégageant de la chaleur.
- Les conditions de température et d'humidité doivent être maintenues aux mêmes niveaux tout au long de l'année, sans variations saisonnières.
- La plupart des salles d'ordinateurs exigent une régulation très stricte de la température et de l'humidité conformément aux recommandations du fabricant des appareils.
- Il y a peu d'humidité ajoutée, de sorte que la charge est presque entièrement composée de chaleur sensible.
- Les exigences de ventilation sont bien inférieures à celles des aires de bureaux, étant donné l'absence d'occupants.
- Dans les édifices à bureaux, une panne du matériel de conditionnement d'air peut causer un certain inconfort tandis que dans une salle d'ordinateurs, une panne pourrait causer une interruption de services essentiels.
- Dans les édifices à bureaux, de petits changements dans la répartition des températures sont tolérables. Par contre, dans les salles d'ordinateurs, un seul point chaud localisé peut causer une panne de matériel.
- Le matériel de conditionnement d'air d'une salle d'ordinateurs coûte plus cher que l'équipement administratif général.
- Le rythme des changements dans la technologie du matériel informatique est très rapide, ce qui entraîne généralement une augmentation de la densité de matériel et une augmentation des charges de

refroidissement au cours de la durée de vie utile de la salle d'ordinateurs.

- Les progrès technologiques rapides dans ce domaine peuvent exiger des changements fréquents dans l'aménagement des salles d'ordinateurs.

Le système de conditionnement d'air d'une salle d'ordinateurs devrait également offrir assez de souplesse dans la distribution de l'air pour permettre le traitement de « points chauds » localisés et la distribution non uniforme de l'air fourni.

Par conséquent, les systèmes de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs doivent être indépendants de tous les autres systèmes de conditionnement d'air dans l'édifice. De plus, le système doit pouvoir s'ajuster aux changements fréquents dans l'aménagement de la salle et dans le matériel informatique qui y est installé; en outre, il doit pouvoir fonctionner pendant que ces changements sont effectués. Une redondance doit aussi être prévue pour les applications informatiques vitales à la mission.

## **2.2 Exigences de conception de l'équipement de refroidissement**

Les caractéristiques opérationnelles et les conditions environnementales requises pour l'exploitation satisfaisante du matériel informatique diffèrent pour chaque fabricant de matériel.

Toutes les caractéristiques et conditions requises doivent être prises en compte au cours de la conception. Elles comprennent notamment :

1. la chaleur produite par chaque pièce d'équipement;
2. la plage de température et d'humidité recommandée par le fabricant des appareils;
3. le fait que certains composants soient conçus pour être refroidis par l'air distribué directement sur les baies depuis le dessous du plancher technique tandis que d'autres peuvent exiger un air de refroidissement venant d'autres endroits, selon une conception qui devrait être conforme aux recommandations du fabricant;
4. les conditions environnementales requises à l'entrée des baies;
5. les risques de court-circuitage de l'air chaud à la sortie des baies avec l'air froid à l'entrée des baies;
6. les risques de court-circuitage entre l'air fourni et l'air de retour.

## **2.3 Conditions environnementales**

### **2.3.1 Température de bulbe sec**

1. Pour les salles d'ordinateurs situées à des altitudes allant jusqu'à 900 mètres au-dessus du niveau de la mer, la température



de bulbe sec devrait être de 21 plus ou moins 2°C ou selon les recommandations du fabricant.

2. Pour les salles d'ordinateurs situées à des altitudes supérieures, l'effet de l'altitude sur la densité de l'air devrait être pris en compte. Lorsque la densité de l'air est réduite en raison d'une altitude plus élevée, le coefficient de transfert de chaleur entre l'appareil et l'air ambiant est réduit dans une proportion égale à la différence de température. Par conséquent, afin de maintenir le même coefficient de transfert de chaleur, il faut augmenter la différence de température en réduisant la température de l'air ambiant. Pour ce faire, on devrait réduire la température de bulbe sec de 1°C pour chaque tranche de 300 mètres au-dessus de 900 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer. Considérons par exemple une ville située à 1500 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer. En appliquant cette règle, la température de bulbe sec serait réduite de 2°C. La température de bulbe sec admissible est donc de 19+/-2 °C.

La température de bulbe sec devrait être mesurée à l'entrée des baies de matériel informatique.

### **2.3.2 Humidité relative**

L'humidité relative dans la salle d'ordinateurs doit être de 45 plus ou moins 5% pendant toute l'année ou selon les recommandations du fabricant des appareils.

Pour maintenir ce niveau d'humidité, il faudrait installer un pare-vapeur dans la salle d'ordinateurs.

### **2.3.3 Air de ventilation**

L'air de ventilation devrait être fourni conformément à la dernière édition de la norme ASHRAE 62.1, en tenant compte de la densité d'occupation aussi bien que de la surface de la salle d'ordinateurs.

Les salles d'ordinateurs doivent être en tout temps maintenues à une pression légèrement supérieure à celle de l'extérieur et du reste du bâtiment.

### **2.3.4 Qualité de l'air**

Tout l'air pénétrant dans la salle d'ordinateurs doit être filtré au moins jusqu'à la valeur MERV 10 conformément à la norme ASHRAE 52.2 – 1999, Tableau E-1, ce qui correspond à une efficacité d'au moins 50 % à l'essai de la tache de poussière et à une efficacité de captage supérieure à 95 %.

### **2.3.5 Limitation du bruit et des vibrations**

Le niveau de bruit dans les salles d'ordinateurs doit être conforme aux exigences de la dernière édition du

document intitulé : *ASHRAE Thermal Guidelines for Data Processing Environments*.

### **2.3.6 Coefficient de chaleur sensible**

Les gains thermiques latents dans les salles d'ordinateurs sont en général très faibles. Dans les locaux à bureaux, les principales sources de gain thermique latent sont les occupants et l'air de ventilation. Dans les salles d'ordinateurs, les niveaux d'occupation, tout comme les niveaux de ventilation, sont très faibles, et le léger apport de

chaleur latente est compensé par la migration de chaleur latente vers les espaces environnants où les taux d'humidité sont moins élevés.

Le gain thermique total est donc presque entièrement dû à la chaleur sensible, et le coefficient de chaleur sensible est proche de 1. Par conséquent, il faut prévoir un fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche, sans aucune condensation aux serpentins de refroidissement.

### 3.1 Charge de refroidissement générée par le matériel informatique

Les apports de chaleur provenant du matériel informatique sont très concentrés et très inégalement répartis dans le local.

Dans les salles d'ordinateurs, les gains thermiques ont augmenté rapidement avec les années, vu que le matériel informatique, devenu plus petit et plus puissant, entraîne une augmentation de la densité d'équipement. Les centres de données sont aussi conçus pour avoir une plus grande longévité, de l'ordre de 15 ans et plus, et on doit tenir compte de l'augmentation de la charge de refroidissement de l'installation au cours de sa durée de vie. On devrait prévoir une capacité de réserve minimale de 25% pour les agrandissements éventuels.

Les apports de chaleur ne devraient *pas* être déterminés d'après les valeurs qui figurent sur la plaque signalétique, vu que celles-ci sont souvent trompeuses

et supposent des niveaux de consommation électrique et de dissipation de chaleur plus élevés que les niveaux réels. Le but principal de la plaque signalétique est d'indiquer la puissance maximale que l'appareil peut tirer pour fins d'homologation sur le plan de la sécurité et de la réglementation. Très souvent, les fabricants prévoient un surplus de puissance dans l'alimentation électrique pour permettre d'effectuer des améliorations et des mises à niveau ultérieures sur le produit.

Les apports de chaleur devraient être fondés sur les données de fabrication. Nous recommandons un « rapport thermique » fourni par le fabricant du matériel en format normalisé. Ce rapport devrait contenir au moins les éléments suivants :

1. une indication des diverses configurations du matériel; par exemple, une configuration minimale, une configuration maximale et une configuration

- |  |   |
|--|---|
| <p>typique;</p> <p>2. la description de chaque configuration;</p> <p>3. les dimensions et le poids pour chaque configuration;</p> <p>4. la chaleur dégagée en régime</p> | <p>permanent, en watts, pour chaque configuration, pour une plage de température ambiante de 20 °C à 25 °C;</p> <p>5. le débit d'air maximum pour chaque configuration, en m<sup>3</sup>/h à 35 °C.</p> |
|--|---|

**Voici un exemple de rapport thermique :**

<b>Tableau 1 : Exemple de rapport thermique.</b>						
Nom de la compagnie : <b>Compagnie ABC</b> Produit : <b>Serveur XYZ</b>						
<i>Configuration</i>	<i>Description</i>	<i>Dimensions (WxDxH)</i>	<i>Dégagement de chaleur typique</i>	<i>Débit d'air Nominal</i>	<i>Débit d'air Maximal</i>	<i>Poids kg</i>
		mm	Watts	cu.m/h	cu.m/h	
Minimale	1 CPU-A, 1GB, 2I/	764x1016x1828	1765	680	1020	406
Maximale	8 CPU-B, 16GB, 64 I/	1549x1016x1828	10740	1275	1913	693
Typique	4 CPU-A, 8GB, 32 I/	764x1016x1828	5040	943	1415	472
Type de débit d'air	De l'avant vers l'arrière					

L'équipe de conception chargée de l'agencement du matériel devrait déterminer la configuration à utiliser ainsi que la charge calorifique du matériel d'après le rapport thermique du fabricant. Dans la plupart des cas, la configuration « typique » serait appropriée, mais certains concepteurs

peuvent vouloir utiliser la configuration « maximale » selon les exigences du projet.

### **3.2 Charges d'éclairage**

Les niveaux d'éclairage sont en général les mêmes que ceux des locaux à bureaux, tel qu'il est indiqué dans les

Normes concernant les immeubles à bureaux de TPSGC. Les charges d'éclairage réelles devraient être appliquées dans le design.

### **3.3 Charge d'occupation**

La charge d'occupation sera déterminée en fonction des besoins de la salle d'ordinateurs en matière d'occupation. En général, le taux d'occupation sera beaucoup plus bas que celui des locaux à bureaux. La chaleur générée par personne devrait être calculée selon l'*ASHRAE Fundamentals Handbook*.

### **3.4 Gains thermiques de l'enveloppe du bâtiment**

En général, les salles d'ordinateurs devraient être situées dans des locaux intérieurs afin d'éviter les transferts de chaleur vers l'enveloppe du bâtiment.

Toutefois, de grands centres de données peuvent être situés dans une installation distincte et, dans la conception d'un système de conditionnement d'air, on devrait tenir compte des apports de chaleur provenant de l'enveloppe du bâtiment.

### **3.5 Systèmes d'alimentation sans interruption (UPS)**

On devrait tenir compte des apports de chaleur provenant des batteries ou des systèmes d'alimentation sans interruption (UPS) si ce type d'alimentation est relié au même système de conditionnement d'air que la salle d'ordinateurs. En outre, les exigences en matière de ventilation devraient être prises en compte dans les systèmes de batterie ou d'alimentation sans interruption.



### 4.1 Choix de l'équipement de conditionnement d'air

Les appareils de conditionnement d'air suivants sont acceptables :

1. appareils à refroidissement d'air ambiant par fluide frigorigène avec condenseurs refroidis par air ou par liquide; les appareils peuvent être à soufflage vers le haut ou à soufflage vers le bas;
2. appareils à refroidissement d'air ambiant par eau réfrigérée/glycol, avec refroidisseurs à distance refroidis par air ou par liquide; les appareils peuvent être à soufflage vers le haut ou à soufflage vers le bas, tel qu'il est décrit plus haut.

dans les appareils à soufflage vers le haut, l'air d'alimentation peut être directement soufflé dans la salle d'ordinateurs ou dans le plafond technique d'où il pénétrera dans la salle d'ordinateurs par les diffuseurs de plafond.

dans les appareils à soufflage vers le bas, l'air d'alimentation peut être soufflé dans le plancher technique d'où il pénétrera dans la salle d'ordinateurs par les diffuseurs ou les grilles de plancher perforés.

*Consulter l'Appendice A, Renseignements supplémentaires, pour obtenir plus de détails.*

### 4.2 Exigences fonctionnelles de la distribution d'air

1. L'air peut retourner directement à l'appareil de conditionnement d'air. Une autre solution consiste à utiliser le plafond technique comme plénum de reprise, auquel cas des grilles de reprise d'air ou de petites hottes sont placées directement au-dessus du matériel informatique générateur de chaleur.
2. Le réseau de distribution de l'air d'alimentation devrait être conçu soigneusement de manière à

éliminer les courants d'air ainsi que les points froids dans la salle d'ordinateurs.

3. Lorsque le plancher technique sert de plénum d'alimentation, il faut prévoir un dégagement suffisant en-dessous afin d'assurer un débit d'air uniforme.
4. Si on utilise une distribution d'air sous le plancher, on doit réduire la turbulence de l'air d'alimentation soufflé dans le plancher technique au moyen de déflecteurs.
5. Les planchers et les panneaux devraient être convenablement scellés, tout comme les murs situés dans le plancher technique.
6. Les conduits d'air qui alimentent d'autres zones du bâtiment ne devraient pas traverser la salle d'ordinateurs. Si c'est absolument nécessaire, les conduits doivent être complètement enfermés dans une enveloppe ayant la même résistance au feu que celle de la salle d'ordinateurs.

#### **4.3 Exigences fonctionnelles des appareils de conditionnement d'air**

1. Les appareils de conditionnement d'air devraient être conçus pour fonctionner avec une batterie sèche, c'est-à-dire qu'il ne devrait pas y avoir de condensation au serpent. Chaque fois qu'il y a

formation de condensation, celle-ci entraîne une augmentation de la consommation d'énergie en raison du changement d'état de la vapeur d'eau. Consulter l'Appendice A pour obtenir plus de détails.

2. Les appareils de conditionnement d'air devraient être conçus de telle sorte qu'il ne puisse pas y avoir simultanément humidification et déshumidification de l'air.
3. Le système doit être conçu pour obtenir la plus haute efficacité énergétique possible.
4. Tous les systèmes de refroidissement doivent comporter des régulateurs de puissance de telle sorte que la puissance frigorifique corresponde à la charge de refroidissement de la salle.
5. Le réchauffage de l'air doit être assuré seulement dans les cas où la déshumidification est nécessaire. En mode de fonctionnement avec une batterie sèche, la déshumidification ne serait normalement pas nécessaire.
6. Le système doit être conçu pour refroidir pendant toute l'année.
7. Les applications de la salle d'ordinateurs sont souvent des applications essentielles à la



- mission. Par exemple, lorsqu'un système d'ordinateurs traite des données sensibles pour des ministères du gouvernement, toute interruption, même d'une durée de quelques secondes, peut entraîner des pertes dans ces données. Dans ces cas-là, il faudrait prévoir un système de conditionnement d'air de réserve. Les appareils de réserve devraient être utilisés selon un calendrier régulier afin d'assurer un état de préparation opérationnelle en tout temps.
8. La récupération de chaleur du système de conditionnement d'air de la salle d'ordinateurs doit être envisagée, y compris les options suivantes :
- le refroidissement naturel;
  - la récupération de chaleur des condenseurs/refroidisseurs secs pour le chauffage de l'eau chaude domestique;
  - la récupération de chaleur des condenseurs/refroidisseurs secs pour le chauffage de l'air ambiant.
  - Toutefois, l'utilisation de systèmes de récupération de chaleur ne devrait pas réduire la performance ni la fiabilité de l'appareil de conditionnement d'air.
9. Des détecteurs de fuites devraient être installés dans le plancher technique pour déceler toute fuite de liquide.
10. Il faudrait installer près de chaque appareil de conditionnement d'air un avaloir à cloche inversé ou à entonnoir avec garde d'eau profonde et amorce de garde d'eau raccordée à une source d'eau appropriée.
11. La salle d'ordinateurs devrait être suffisamment étanche afin de réduire au minimum la quantité d'air extérieur nécessaire pour maintenir le local en surpression. Les portes doivent être bien ajustées et munies de garnitures d'étanchéité. Prévoir des sas si cela est nécessaire.
12. La salle d'ordinateurs devrait être protégée au moyen d'un bon pare-vapeur pour réduire la migration de la vapeur d'eau ainsi que les dommages structuraux. Dans les régions où la température extérieure de calcul est de 0 °C ou moins en hiver, il est préférable que la salle d'ordinateurs soit située dans une zone intérieure du bâtiment à l'écart des murs, des toits et des planchers extérieurs. Bien sceller et calfeutrer les ouvertures autour des câbles et des tuyaux aux traversées du pare-vapeur.

13. La hauteur minimale du plancher technique devrait être de 300 mm.
14. Le système de conditionnement d'air devrait être conçu de manière que les caractéristiques du débit d'air correspondent aux exigences relatives à l'emplacement de l'équipement. Pour obtenir plus de détails sur ce sujet, consulter le document *Thermal guidelines for data processing environments*, publié par l'ASHRAE - dernière édition.
15. Un système d'alarme pour la température et l'humidité devrait être installé dans la salle d'ordinateurs et branché au système de contrôle automatique du bâtiment.

#### **4.4 Protection incendie**

1. Des systèmes d'extinction à préaction à inter-verrouillage simple devraient être utilisés pour toutes les salles d'ordinateurs.
2. Les systèmes de protection incendie au halon ne devraient pas être utilisés.
3. Tous les systèmes de protection incendie devraient être conçus conformément aux codes pertinents et aux lignes directrices du Conseil du Trésor et de RHDCC en cette matière.

Pour obtenir plus de détails, consulter aussi l'*Appendice : Protection incendie*.

#### **4.5 Exigences relatives à l'entretien**

Les dispositions relatives à l'entretien des appareils de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs devraient faire partie de la phase de conception du projet, et devraient porter sur les points suivants :

1. choix de l'équipement en fonction de la durabilité, de la fiabilité et de la facilité d'entretien;
2. facilité d'accès à tous les éléments visés par l'entretien;
3. choix du lieu d'exploitation le plus avantageux

Les exigences relatives à l'entretien devraient comprendre :

1. disponibilité constante du service pendant les heures et les jours de la semaine précisés dans l'énoncé de projet;
2. installations d'entretien sur place avec une réserve complète de composants pour les appareils de conditionnement d'air des salles d'ordinateurs;

3. personnel d'entretien sur place formé et reconnu par le fabricant des appareils de conditionnement d'air de la salle d'ordinateurs;
4. obligation d'avoir une cote de sécurité pour accéder à la salle d'ordinateurs



### 5.1 Généralités

Les capteurs d'humidité et de température courants montés au mur sont en général inadéquats pour assurer le refroidissement des salles d'ordinateurs. Il en est ainsi parce que le matériel électronique fonctionne correctement seulement quand les conditions environnementales requises sont maintenues à l'entrée de la baie du matériel. Maintenir simplement la température de la salle à la valeur requise ne permet pas d'assurer un refroidissement approprié, en particulier avec la haute concentration actuelle d'ordinateurs dans les baies.

Par exemple, si le fabricant des ordinateurs recommande une température de 21°C à l'entrée de la baie pour le fonctionnement normal du matériel, une température de l'air d'alimentation de 21 °C peut entraîner une défaillance du matériel, en raison des surchauffes ponctuelles. Un niveau d'humidité ponctuel anormal peut aussi entraîner des problèmes, même si le capteur mural indique une bonne

valeur. Par conséquent, il est nécessaire de prendre des mesures de la température et de l'humidité à divers endroits de la salle d'ordinateurs pour en assurer l'exploitation normale.

Trois types d'essais et de prises de mesures devraient être employés :

1. Essais de vérification et de l'état de l'installation.
2. Essais de vérification de l'installation du matériel.
3. Essais de dépannage du matériel.

L'utilisateur devrait effectuer le type d'essai le plus approprié pour l'application, selon les procédures recommandées dans le document « *Thermal Guidelines for Data Processing Environments* », publié par l'ASHRAE - dernière édition.

## **5.2 Essais de vérification et de l'état de l'installation**

### **5.2.1 But**

Ces essais servent à déterminer de façon proactive l'état de l'installation, afin d'éviter toute défaillance éventuelle du matériel. Ils devraient être effectués régulièrement.

### **5.2.2 Endroits de prise des mesures**

Les endroits de prise des mesures de la température et de l'humidité devraient être déterminés dans chaque couloir où il y a des entrées d'air au matériel, en appliquant les lignes directrices suivantes :

1. Déterminer au moins un point de prise des mesures pour chaque tranche de couloir de 3 m à 9 m.
2. Situer les points de prise des mesures à mi-chemin dans le couloir, à un point central entre les rangées de matériel.
3. Les points de prise des mesures devraient être situés à la hauteur appropriée en fonction du type de matériel électronique et des recommandations du fabricant. Une hauteur typique pourrait être de 1,5 m.
4. Quand on utilise la configuration couloir chaud/couloir froid, les points de prise des mesures sont seulement nécessaires du côté du couloir froid.

### **5.2.3 Fonctionnement de l'appareil de CVCA**

Consigner l'état de fonctionnement de l'appareil de CVCA (y compris celui du ventilateur), la vitesse du ventilateur, la température et le degré d'humidité de l'air d'alimentation, ainsi que la température et le degré d'humidité de l'air de reprise.

### **5.2.4 Évaluation des résultats**

Tous les taux de température ou d'humidité en dehors de la plage de fonctionnement recommandée devraient être relevés, documentés et examinés. On devrait éventuellement prendre des mesures correctives dont l'équilibrage de l'air ou la modification du système de refroidissement.

Les taux de température et d'humidité au niveau l'appareil de CVCA devraient être dans les limites de la plage de calcul. Si la température de l'air de reprise est nettement inférieure à la température ambiante, on devrait examiner la possibilité d'un court-circuit de l'air d'alimentation et prendre des mesures correctives.

## **5.3 Essais de vérification de l'installation de l'équipement**

### **5.3.1 But**

Ces essais servent à vérifier si l'équipement est correctement installé, et si les conditions globales de température et d'humidité à l'entrée de

la baie de l'équipement se trouvent dans des limites acceptables.

### **5.3.2 Endroits de prise des mesures**

1. Situer les points de prise des mesures aux centres géométriques des entrées d'air des serveurs installés en haut, en bas et au milieu de la baie, dans chaque ensemble de baie, lorsqu'il y a trois serveurs et plus.
2. Situer les points de prise des mesures aux centres géométriques des serveurs installés en haut et en bas de la baie, lorsqu'il y a seulement deux serveurs.
3. S'assurer que les points de prise des mesures sont à 50 mm de la baie.

### **5.3.3 Évaluation des résultats**

1. S'assurer que toutes les lectures de température et d'humidité sont comprises dans les limites ambiantes acceptables indiquées à la section 2.
2. Si l'une ou l'autre des lectures est à l'extérieur de ces limites, prendre des mesures correctives comme l'équilibrage de l'air ou la modification du système de refroidissement.
3. S'il n'est pas facile de prendre des mesures correctives, évaluer les risques en collaboration avec le fabricant du matériel.

## **5.4 Essais de dépannage du matériel**

### **5.4.1 But**

Des essais de dépannage doivent être effectués après une défaillance du matériel pour déterminer si le problème est dû à des conditions environnementales inadéquates, comme une température excessive aux entrées d'air vers le matériel.

### **5.4.2 Endroits de prise des mesures**

1. Déterminer au moins trois (3) points de mesure en travers de toute l'entrée d'air vers le matériel à une distance de 50 mm de la baie du serveur.
2. Utiliser un plus grand nombre de points de mesure pour des serveurs plus grands, le but étant de couvrir toute l'entrée d'air.

### **5.4.3 Évaluation des résultats**

1. Si toutes les mesures se situent dans des limites environnementales acceptables, il est fort probable que le problème ne soit pas dû à un système de CVCA inadéquat, et il sera peut-être nécessaire de consulter le fabricant du matériel pour déterminer la cause de la défaillance.

2. Si certaines lectures se situent à l'extérieur des limites environnementales acceptables, il sera peut-être nécessaire d'apporter des modifications au système de CVCA



**Air conditionné**

Air traité pour réguler sa température, son humidité, sa pureté, sa pression et son mouvement

**Centre de traitement de l'information**

Bâtiment servant en tout ou en partie à abriter une salle d'ordinateurs et ses zones de soutien connexes

**Température du point de rosée**

Température à laquelle la vapeur d'eau atteint un point de saturation

**Température de bulbe sec**

Température de l'air donnée par un thermomètre

**Enthalpie**

Quantité totale de chaleur, somme de l'énergie interne plus le travail pression-volume exercé sur le système

**Matériel**

Terme qui se rapporte aux serveurs, unités de mémoire, postes de travail et ordinateurs personnels

**Salle de matériel**

Centre de traitement de l'information ou salle de télécommunications qui abrite du matériel informatique

**Chaleur latente**

Changement d'enthalpie au cours d'un changement d'état, par exemple au cours de la transformation de l'eau en vapeur à température constante

**Baie**

Ossature destinée à recevoir du matériel électronique

**Humidité relative**

Rapport d'une fraction de mole de vapeur d'eau dans l'air à la fraction de mole de vapeur d'eau dans l'air saturé, à la même température et aux mêmes conditions barométriques, exprimée en pourcentage

**Chaleur sensible**

Chaleur qui entraîne un changement de la température

**Température de bulbe humide**

Température de l'air indiquée par un thermomètre à bulbe humide entraînant un état de saturation complète

**Air de ventilation**

Air extérieur ou air neuf fourni à un local

**Air d'alimentation**

Air provenant d'un système de chauffage, de ventilation, ou de conditionnement d'air, qui entre dans un local

1. ASHRAE. *Thermal Guidelines for Data Processing Environments, 2004.*
2. ASHRAE. *Datacom Equipment Power Trends and Cooling Application, février 2005.*
3. ASHRAE. Standard 55.
4. Uptime Institute. *Livre blanc Heat Density trends in Data processing, Computer Systems, and Telecommunications Equipment. 2000*  
[www.uptimeinstitute.org](http://www.uptimeinstitute.org),
5. CD Patel, R Sharma, CE Bash, A Bietelman, laboratoires HP. *Thermal Considerations in Cooling large scale High Compute Density data Centers, juin 2002.*
6. ASME. *Maintaining Datacom rack inlet air temperatures with water cooled heat exchangers, juillet 2005.*
7. GA Anthes, Techworld. *Data centres get a makeover, novembre 2004.*
8. R. Schmidt et E. Cruz. « *Clusters of High Powered Racks Within a Raised Floor Computer Data Center: Effect of Perforated Tile Flow Distribution on Rack Inlet Air Temperatures* », comptes rendus de l'ASME International Mechanical Engineering Congress (IMECE), Washington, du 15 au 21 novembre 2003, p. 245-262.
9. C. Patel, R. Sharma, C. Bash et A. Beitelmal. « *Thermal Considerations in Cooling Large Scale Compute Density Data Centers* », comptes rendus de la Eight Inter-Society Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems (ITherm), San Diego, juin 2002, p. 767-776.
10. C. Patel, C. Bash, R. Sharma, M. Beitelmal et R. Friedrich. « *Smart Cooling of Data Centers* », Advances in Electronic Packaging - comptes rendus de la Pacific Rim/ASME International Electronic Packaging Technical Conference and Exhibition (IPACK 2003),

- Maui, Hawaii, du 6 au 11 juillet 2003, p. 129-137.
11. R. Schmidt. « *Thermal Profile of a High Density Data Center - Methodology to Thermally Characterize a Data Center* », comptes rendus de l'ASHRAE Nashville Conference, mai 2004, p. 604-611.
  12. M. Norota, H. Hayama, M. Enai et M. Kishita. « *Research on Efficiency of Air Conditioning System for Data Center* », comptes rendus de la IEICE/IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC), du 19 au 23 octobre 2003, p. 147–151.
  13. OSHA. « *Noise control-a guide for workers & employers* ». US Department of Labor, 1980.
  14. R. Schmidt. « *Thermal Management of Office Data Processing Centers* », Advances in Electronic Packaging - comptes rendus de la Pacific Rim/ASME International Electronic Packaging Technical Conference (INTERpack'97), Kohala Coast, Hawaii, du 15 au 19 juin, 1997, vol. 2, EEP - Vol 19-2, p. 1995–2010.
  15. A. Shah, V. Carey, C. Bash et C. Patel. « *Energy Analysis of Data Center Thermal Management Systems* », comptes rendus du ASME International Mechanical Engineering Congress (IMECE), Washington, du 15 au 21 novembre 2003, p. 437–446.
  16. T. Felver, M. Scofield et K. Dunnivant. « *Cooling California's Computer Centers* », HPAC Eng., p. 59–63, 2001.
  17. R. Schmidt, R. C. Chu, M. Ellsworth, M. Iyengar, D. Porter, V. Kamath et B. Lehmann. « *Maintaining Datacom Rack Inlet Air Temperatures with Water Cooled Heat Exchangers*, comptes rendus du IPACK2005/ASME InterPACK'05, San Francisco, du 17 au 22 juillet 2005, à l'impression.

### **A1.0 Introduction**

L'Appendice A fournit des explications qui devraient faciliter l'utilisation des présentes lignes directrices. Il a pour but de justifier certaines exigences de conception prescrites dans le document.

Ces renseignements supplémentaires peuvent aussi offrir d'autres méthodes permettant de répondre aux exigences de conception, ainsi que des discussions sur les avantages et les inconvénients de chacune de ces méthodes.

### **A2.0 Distribution d'air**

#### **A2.1 Air d'alimentation**

Les planchers techniques peuvent servir de plénums de distribution et conviennent particulièrement aux endroits où le matériel informatique doit être refroidi directement par l'air.

La pénétration de l'air d'alimentation directement du plancher technique dans le matériel informatique a l'avantage de réduire les turbulences et les mouvements d'air dans la salle d'ordinateurs, contribuant ainsi au confort des employés. Toutefois, il est

essentiel que la température et l'humidité relative de l'air d'alimentation soient dans les limites prescrites.

#### **A2.1.1 Bouches de soufflage d'air du plancher technique**

1. Panneaux de plancher perforés -  
Ces panneaux permettent d'obtenir des taux d'induction élevés et peuvent, par conséquent, être placés près du matériel informatique sans risquer de laisser entrer de l'air d'alimentation non mélangé dans le matériel et sans créer de dérangement pour l'opérateur.

Il existe de grandes divergences d'opinion parmi les fabricants de planchers techniques en ce qui a trait à la section libre de passage de ces panneaux perforés.

Certains panneaux de plancher perforés peuvent être munis d'un registre de régulation de débit.

2. Diffuseurs et registres de plancher  
Ils permettent un meilleur réglage directionnel et une portée plus

longue du flux d'air. Ils sont ordinairement munis de registres de régulation de débit. Ils peuvent cependant créer des courants d'air gênants pour les opérateurs qui travaillent à proximité et ils ne peuvent pas être montés tout à fait d'affleurement dans le plancher technique. C'est pourquoi ils sont habituellement placés hors des zones de circulation des chariots ou des zones occupées.

## **A2.2 Air de reprise**

L'utilisation du plafond technique comme plénum d'air de reprise présente plusieurs avantages :

1. Des grilles de reprise d'air ou de petites hottes peuvent être installées juste au-dessus du matériel informatique générant de la chaleur et cette chaleur peut être entraînée presque directement dans le courant d'air repris.
2. Une partie de la chaleur générée par les appareils d'éclairage peut aussi être captée directement.

## **A3.0 Nécessité de fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche**

### **A3.1 Fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche**

Compte tenu des conditions climatiques extrêmes du Canada, les salles

d'ordinateurs sont généralement situées dans des locaux intérieurs du bâtiment et sont munies de pare-vapeur qui maintiennent l'humidité à des taux élevés tout au long de l'année. En raison du faible taux d'occupation, les exigences en matière de ventilation sont minimales. Les apports de chaleur latente sont donc très peu importants.

Par conséquent, la charge de refroidissement est presque entièrement constituée de chaleur sensible et, en principe, la déshumidification n'est pas nécessaire. Par contre, il est important que la puissance de la batterie de refroidissement soit telle que l'installation puisse fonctionner à batterie « sèche » afin d'éviter une déshumidification inutile et un processus simultané d'humidification et de déshumidification.

Les motifs qui sous-tendent ces exigences peuvent être illustrés par l'exemple 1 ci-dessous :

Exemple 1 : fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche et humide.

## Hypothèses

Température ambiante : 24 °C

Humidité ambiante : 50 % HR.

Température de l'air d'alimentation :  
16 °C

Volume d'air de dérivation au serpentin  
de refroidissement : 3,5 %

Élévation de température de l'air entre  
la sortie du serpentin de refroidissement  
et l'entrée dans le local : 1,5 °C.

Coefficient de chaleur sensible (CCS) :  
1,0 - c'est-à-dire qu'il n'y a pas de gain  
ni de perte de chaleur latente entre la  
salle d'ordinateurs et les locaux  
avoisinants.

## Calculs

Différence totale de la température de  
bulbe sec de l'air =  $(24 - (16 - 1,5)) /$   
 $0,965 = 9,85$  °C

Température de bulbe sec de l'air  
d'alimentation à la sortie du serpentin  
de refroidissement =  $24 - 9,85 = 14,$   
 $15$  °C

## Fonctionnement avec batterie de refroidissement sèche

Le diagramme psychrométrique de la  
figure A1 représente le fonctionnement  
avec batterie de refroidissement sèche.  
L'air pénètre dans la batterie de  
refroidissement à la condition R et en  
sort à la condition C, et puis, il se

mélange avec l'air de dérivation à la  
condition R pour former un mélange à la  
condition M. L'air subit une élévation de  
température de 1,5 °C entre la sortie de  
la batterie de refroidissement et l'entrée  
dans le local en raison de la chaleur  
générée par le ventilateur, les câbles et  
par la transmission de chaleur à travers  
la dalle de plancher du local. Ainsi, l'air  
pénètre dans le local à la condition S.

Tous ces processus se produisent avec  
un coefficient de chaleur sensible  
constant de 1,0. C'est pourquoi, le  
processus psychrométrique suit une  
ligne horizontale R-S-M-C.

## Fonctionnement avec batterie de refroidissement humide

Analysons le processus qui se produit  
lors du fonctionnement avec batterie de  
refroidissement humide - c'est-à-dire  
quand il y a condensation à la batterie,  
comme illustré à la figure A2. Compte  
tenu de la condensation, le processus  
psychrométrique ne suit plus une ligne  
horizontale et l'air sort de la batterie à  
la condition C1. Comme le montre LHc à  
la figure A1, il y a un changement  
d'enthalpie entre les conditions C et C1.

L'air d'alimentation est maintenant à la  
condition S1, et il doit retourner à la  
condition R au cours du processus de  
refroidissement. Par conséquent, le  
processus psychrométrique suit la ligne  
horizontale (à CCS constant); ensuite,  
un changement d'enthalpie est néces-  
saire pour retourner de la condition R1 à

la condition R. On peut voir ce changement à L<sub>Hh</sub> dans la figure A2.

On constate ainsi que deux changements d'enthalpie sont nécessaires, L<sub>Hc</sub> et L<sub>Hh</sub>. Donc, il y a effectivement une double charge imposée au système de refroidissement.

#### Fonctionnement de la batterie de refroidissement avec perte d'humidité par l'enveloppe de la salle d'ordinateurs

Du fait qu'il y ait une perte d'humidité dans une salle d'ordinateurs lorsqu'il se produit une défaillance du pare-vapeur ou une infiltration d'air dans le local, le coefficient de chaleur sensible devient plus grand que 1,0 et l'humidificateur de l'appareil monobloc de conditionnement d'air se met en marche pour compenser cette perte d'humidité.

Afin de maintenir les conditions de régime dans de telles circonstances, la vapeur d'eau ajoutée à l'air de reprise doit être enlevée par déshumidification au passage de l'air dans la batterie de refroidissement, ce qui peut nécessiter le réchauffage de cet air.

À noter que la batterie de refroidissement, bien qu'elle soit conçue pour fonctionner en batterie « sèche », fonctionnera, dans ces circonstances, en batterie « humide ».

Par conséquent, le fonctionnement du serpentin de réchauffage peut être interprété comme un signe

d'humidification excessive. L'alarme visuelle devrait, dans ce cas, alerter le personnel d'exploitation.

### **A4.0 Types de systèmes de conditionnement d'air**

#### **A4.1 Appareils de réfrigération monoblocs multiples**

On peut installer dans la salle d'ordinateurs des appareils de réfrigération monoblocs multiples. Ce type d'appareil présente les avantages suivants :

1. rendement excellent;
2. souplesse inhérente pour faire correspondre la puissance de l'installation aux charges de refroidissement requises;
3. fonctionnement fiable, à sécurité intégrée, en cas de défaillance de l'un des appareils, puisque les autres appareils peuvent assumer la charge de refroidissement;
4. possibilité d'installer les appareils de conditionnement d'air à proximité de sources de chaleur, ce qui donne une meilleure efficacité de refroidissement;
5. sécurité garantie, puisque les appareils de conditionnement d'air se trouvent dans une zone d'accès réservé.



#### **A4.2 Systèmes de conditionnement d'air biblocs refroidis par frigorigène (systèmes DX)**

Dans ce type de système, les condenseurs sont situés à distance avec des conduites de frigorigène reliées au système de conditionnement d'air principal et aux serpentins de refroidissement. Ces appareils sont utiles lorsque les éléments du système de conditionnement d'air ne sont pas trop éloignés l'un de l'autre.

L'un des avantages de ce système, c'est qu'il est possible de récupérer la chaleur du condenseur à l'aide d'un dispositif approprié.

#### **A4.3 Systèmes de conditionnement d'air biblocs refroidis à l'eau glycolée ou à l'eau réfrigérée**

On utilise ce type de système lorsque le condenseur et le compresseur sont trop éloignés l'un de l'autre pour permettre le refroidissement par frigorigène. Il s'agit d'un système relativement sans entretien si on le compare au système DX.

L'eau réfrigérée peut être utilisée comme fluide de refroidissement lorsqu'il n'est pas nécessaire d'assurer une protection contre le gel. Toutefois, si le système est exposé aux risques de gel, on devrait utiliser une boucle de glycol. Il est facile d'incorporer des

dispositifs de récupération de chaleur dans ces systèmes.

Étant donné que les charges de refroidissement sont principalement dues à la chaleur sensible, la température du fluide réfrigéré devrait être maintenue à un niveau aussi élevé que possible sans nuire au fonctionnement du système.

La figure A3 montre un agencement possible, avec un dispositif de récupération de chaleur. L'échangeur thermique de type sec est prévu pour un refroidissement naturel et une économie d'énergie. Les commandes du serpentins de refroidissement devraient comprendre des vannes à 3 voies pour assurer en tout temps un débit adéquat à travers le refroidisseur.

#### **A4.4 Systèmes de conditionnement d'air refroidis à l'eau réfrigérée**

Il existe aussi des systèmes de conditionnement d'air refroidis à l'eau qui s'approvisionnent à l'eau réfrigérée provenant d'une centrale de refroidissement. Il s'agit de systèmes clos qui utilisent de l'eau distillée (ou un autre traitement d'eau, habituellement prescrit par le fabricant de l'équipement informatique) et un échangeur thermique eau/eau, et qui sont conçus pour fonctionner 24 heures sur 24 tout au long de l'année. Il n'est pas recommandé de recourir à l'eau municipale pour le refroidissement.

## **A5.0 Méthodes de récupération de chaleur**

### **A5.1 Généralités**

Il existe plusieurs méthodes de récupération de chaleur selon le type de bâtiment et les possibilités d'utilisation de la chaleur récupérée. On verra plus loin quelques-unes de ces méthodes.

### **A5.2 Agencement n° 1 : Récupération de chaleur pour le chauffage de l'eau domestique**

Selon cet agencement, la chaleur récupérée est utilisée pour le chauffage de l'eau domestique. Cet agencement est illustré à la figure A4.

### **A5.3 Agencement n° 2 : Refroidissement naturel et éconergétique**

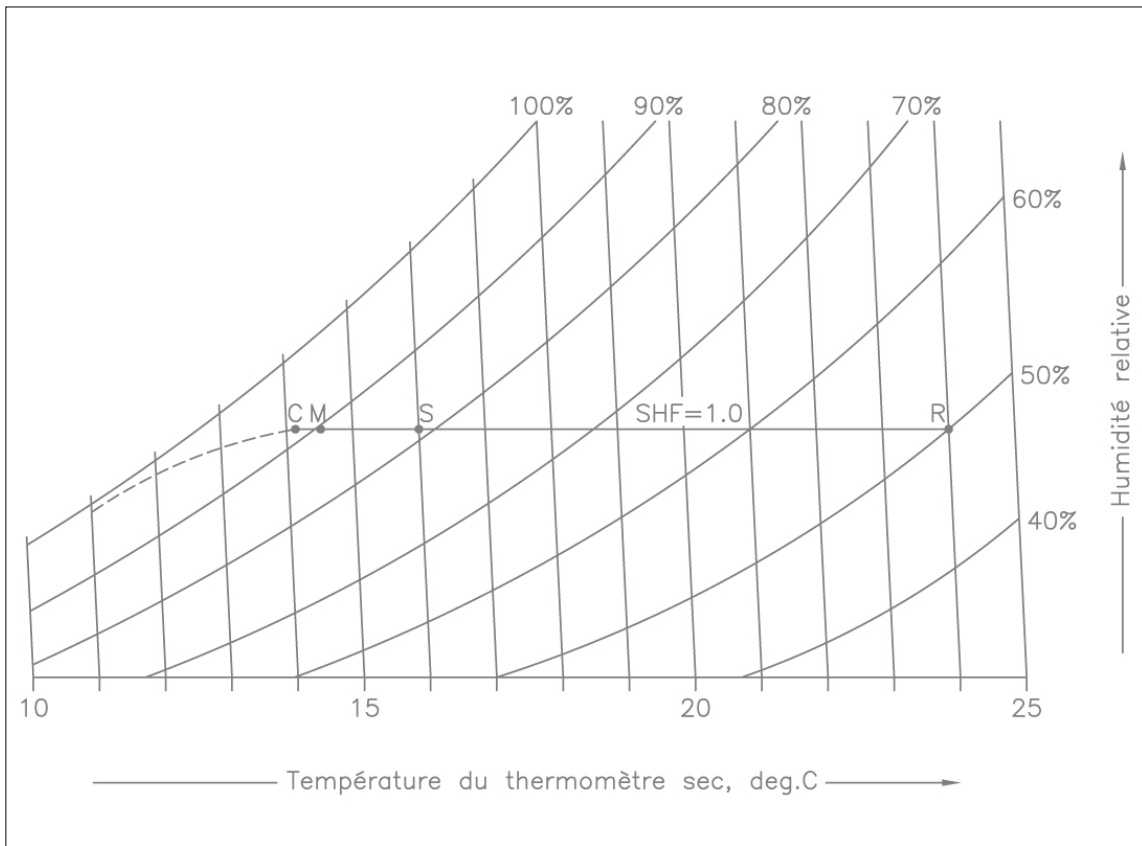
Une autre façon possible d'économiser l'énergie dans les systèmes à refroidisseurs à eau glycolée ou à eau réfrigérée est illustrée à la figure A3 où l'on démontre l'utilisation d'un échangeur thermique supplémentaire de type sec durant les périodes où le refroidissement naturel est possible au moyen de l'air extérieur.

### **A5.4 Agencement n° 3 : Utilisation d'un serpentin de refroidissement supplémentaire**

Une autre méthode de récupération consiste à dévier le fluide du condenseur vers un serpentin de refroidissement supplémentaire dans l'appareil de conditionnement d'air. Cet agencement est illustré à la figure A5.

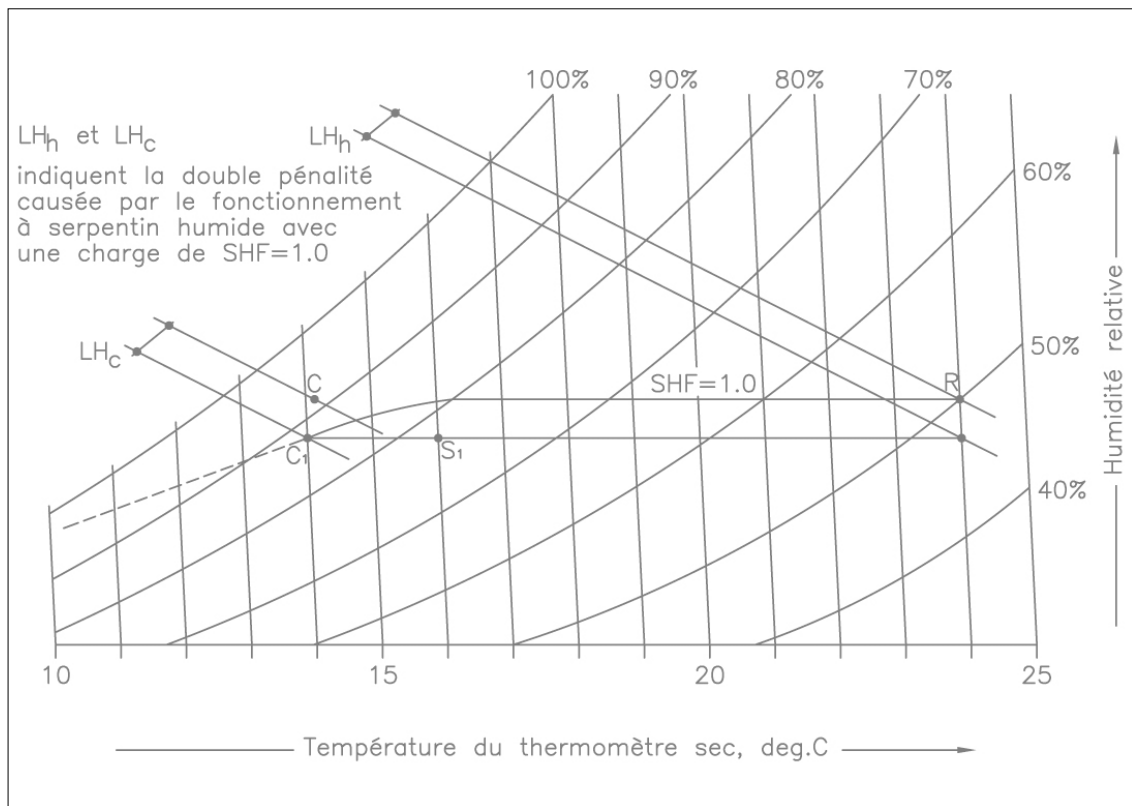
**Fig. A1**

**Procédés psychrométriques pour les systèmes de C.A. de salles d'ordinateurs avec batterie de refroidissement sèche, Appendice A, Section A3.1**



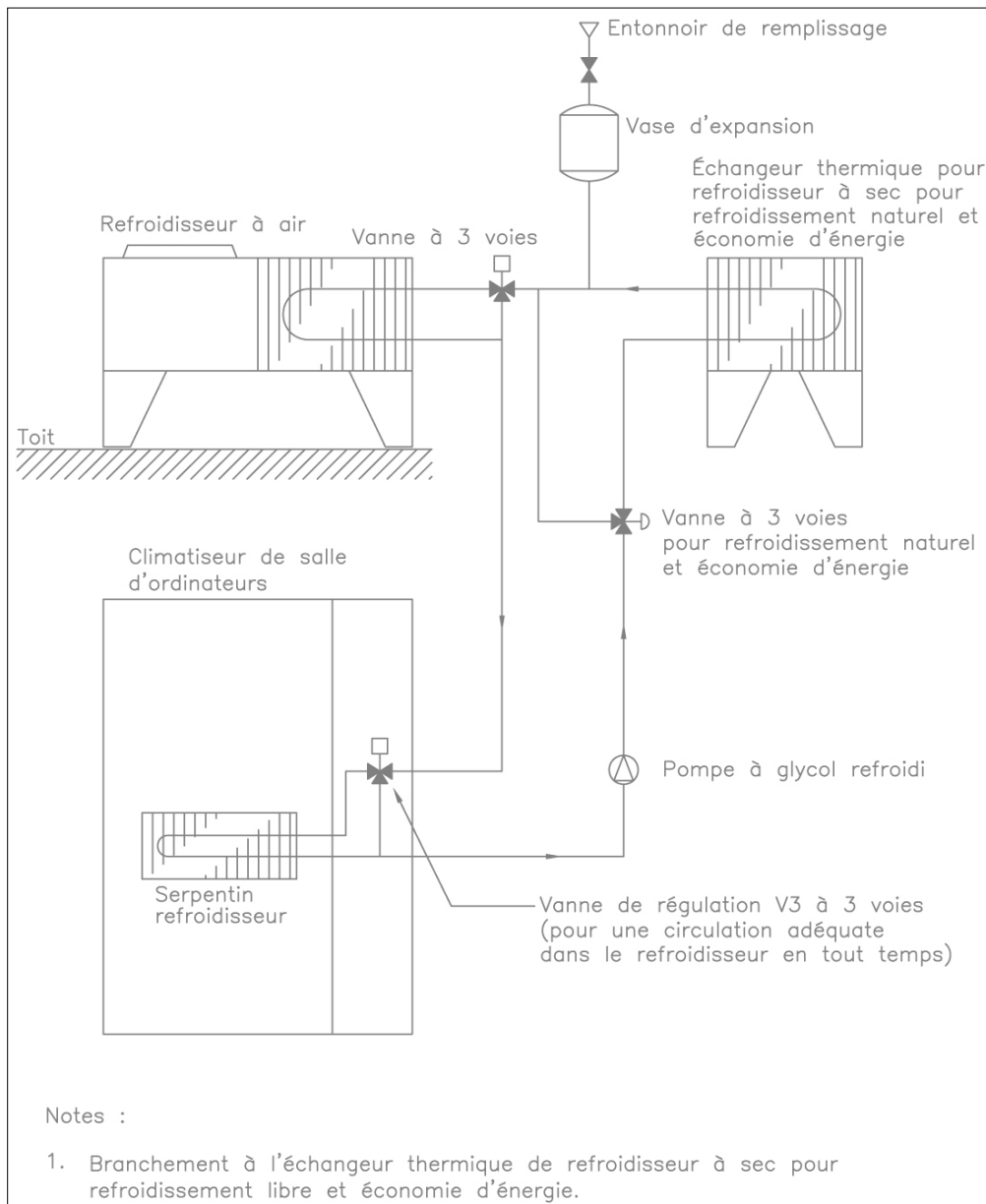
**Fig. A2**

**Procédés psychrométriques pour les systèmes de C.A. de salles d'ordinateurs avec batterie de refroidissement humide, Appendice A, Section A3.1**



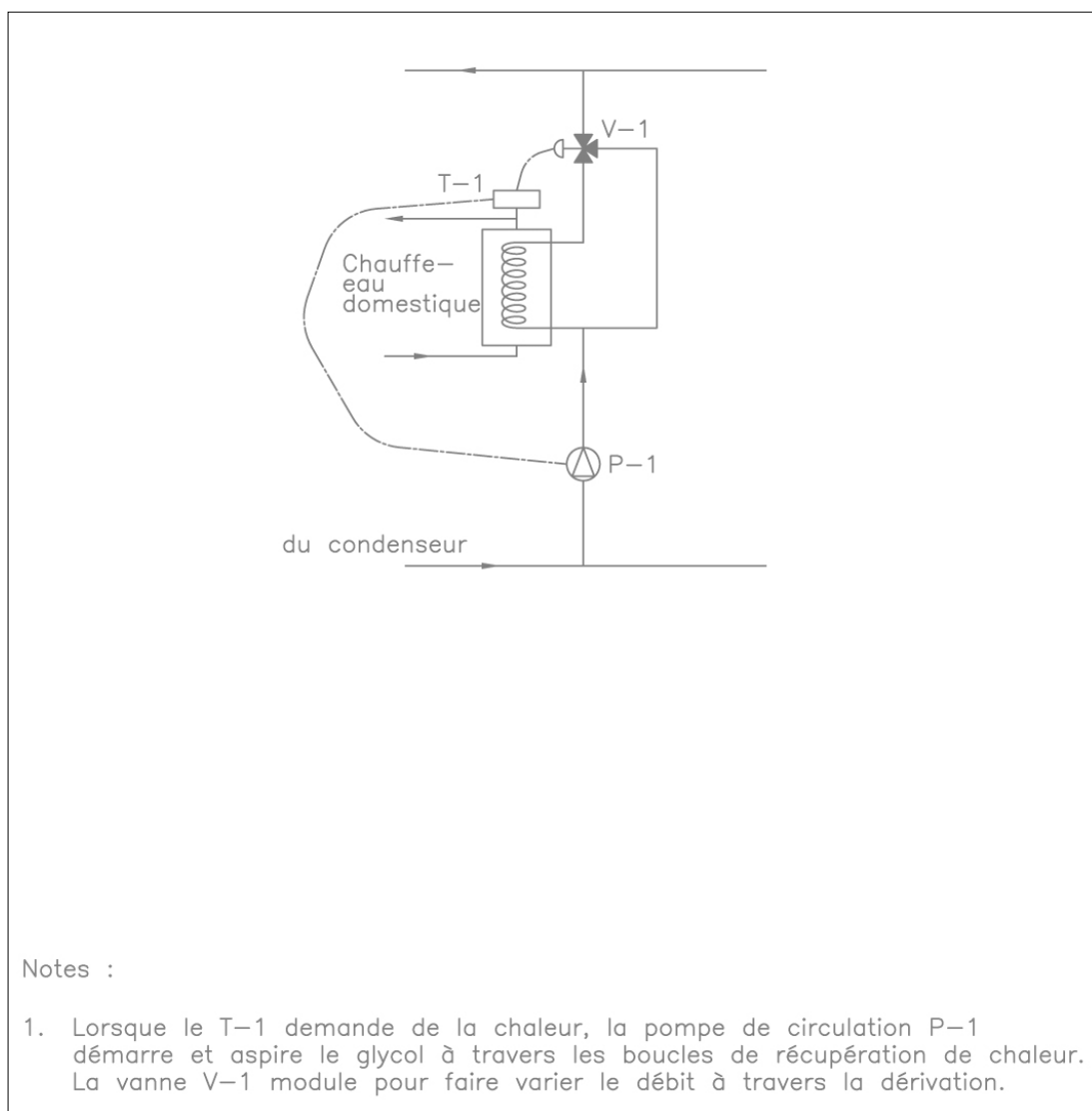
**Fig. A3**

**Appareils de conditionnement d'air de salles d'ordinateurs refroidis à l'eau réfrigérée ou au glycol, Appendice A, Section A4.3**



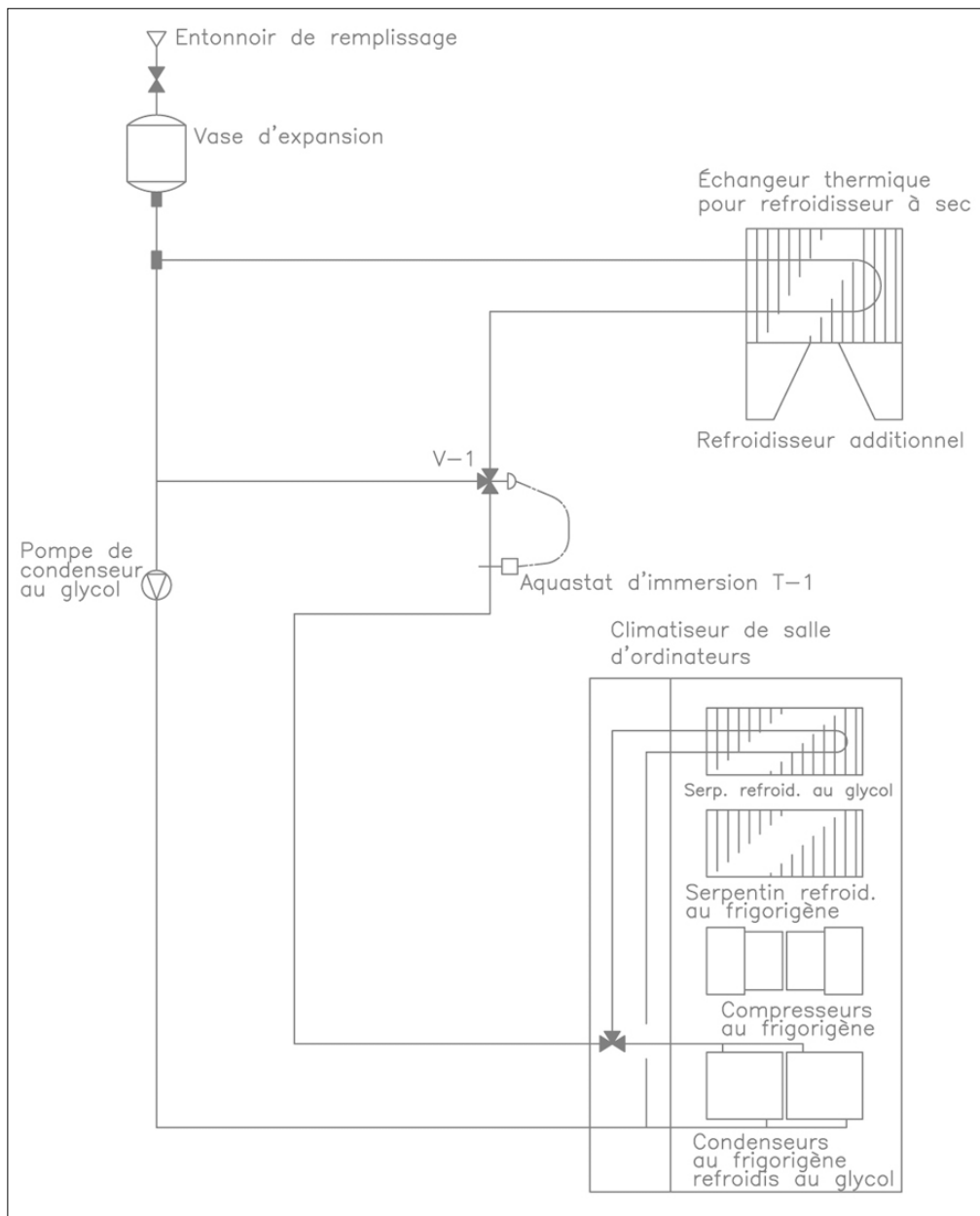
**Fig. A4**

**Systèmes de récupération de chaleur avec condenseur refroidi au glycol, Appendice A, Section A5.0**



**Fig. A5**

**Économie d'énergie - Serpentin de refroidissement supplémentaire utilisant le fluide du condenseur, Appendice A, Section A5.4**







### **B1.0 Type de systemes d'extinction**

Selon l'analyse de risque d'incendie, l'installation d'un systeme d'extinction à préaction à inter-verrouillage simple est recommandée pour toutes les salles de traitement électronique des données (TED) de niveau III. L'installation d'un systeme d'extinction à gaz n'est pas recommandée.

### **B2.0 Contexte**

La protection incendie dans les salles TED est régie principalement par trois règlements : le Code national du bâtiment, le Code national de prévention des incendies et le Guide sur la sécurité et la santé au travail publié par le Secrétariat du Conseil du Trésor (chapitre 3-3, Norme en matière de prévention des incendies et de protection de matériel de traitement électronique des données).

L'objectif principal du Code national du bâtiment vise la sécurité des personnes, et il renvoie aux normes de la National Fire Protection Association (NFPA) pour obtenir plus de renseignements. Dans le

cas de bâtiments entièrement protégés par un systeme de gicleurs, la norme 13 de la NFPA exige l'installation d'un systeme d'extincteurs automatiques sous eau dans tout le bâtiment y compris les salles TED (NFPA 13 Appendice A-4-2 : « Un systeme sous air ne devrait être installé que là où la température n'est pas assez élevée pour empêcher que l'eau gèle dans la totalité ou dans des parties du systeme »).

L'objectif principal du règlement du Conseil du Trésor vise la protection de la propriété. Par conséquent, les exigences relatives aux installations de niveau III sont les suivantes : « Un réseau d'extincteurs au Halon 1301 ou un autre type de réseau acceptable d'extinction au gaz doit être installé dans les salles des ordinateurs dans lesquelles, selon une analyse des risques d'incendie, il est nécessaire de placer, en plus d'un réseau d'extincteurs à eau, un réseau d'extincteurs au gaz afin de réduire au minimum les dommages pouvant être causés au matériel de TEI par le feu ».

L'utilisation de tout produit au halon, y compris le Halon 1301, a été entièrement interdite dans le cadre du Protocole de Montréal. Par conséquent, conformément à la politique de développement durable du gouvernement fédéral, l'utilisation de tout système au halon n'est pas autorisée. Afin de répondre aux exigences du Conseil du Trésor concernant la protection du matériel TED dans les grands projets de salles d'ordinateurs, le centre d'expertise (CE) a mandaté plusieurs experts-conseils du code de protection incendie pour examiner tous les règlements qui s'y rapportent et présenter des recommandations. D'après les résultats des rapports et des recommandations, le CE recommande strictement l'installation de systèmes d'extinction à préaction à inter-verrouillage simple pour toutes les salles de TED de niveau III.

### **B3.0 Justification**

Les incendies qui se déclarent dans la salle d'ordinateurs sont susceptibles de dégager des produits de combustion corrosifs qui endommagent le matériel électrique sous tension. La quantité de fumée nécessaire pour entraîner des dommages permanents dépend des propriétés des matériaux combustibles exposés à des températures élevées. Étant donné que de grandes quantités de fumée peuvent être produites avant que l'on aperçoive des flammes ou

avant le déclenchement du système de gicleurs, on admet en général que le principal risque pour le matériel informatique sensible provient des particules de fumée corrosives et chaudes.

Afin de protéger le matériel informatique contre l'exposition à de grandes quantités de fumée, on devrait installer une alerte rapide de détection de la fumée en vue de permettre aux occupants du bâtiment et au personnel de supervision et de sécurité de prendre les mesures appropriées pour éteindre les petits incendies et mettre en oeuvre le système d'extraction des fumées. Ces mesures peuvent être suffisantes pour prévenir le déclenchement de tout autre système automatique d'extinction, qu'il s'agisse d'un système de gicleurs ou d'un système d'extinction à gaz. Dans le cas où l'on considère qu'un incendie est trop grand pour être éteint par une intervention manuelle, on peut actionner le levier manuel afin que la soupape de préaction puisse être activée de manière à remplir d'eau la tuyauterie du système de gicleurs et que ces derniers ensuite se déclenchent. À cette étape, on s'attend à avoir une quantité de fumée si grande qu'elle peut entraîner des dommages généralisés dans le matériel informatique situés dans la salle. Il est à noter qu'en raison de la sensibilité du matériel informatique, même des petites quantités de fumée peuvent rendre ce matériel non fiable. Dans ces cas, les

dommages ont lieu avant tout déclenchement des systèmes d'extinction à gaz ou de gicleurs.

On s'attend à un déclenchement des gicleurs dans la salle d'ordinateurs seulement quand la température s'élève au-dessus de 74 dec.c. La soupape de préaction empêchera le fonctionnement des gicleurs si au moins deux détecteurs de fumée ne se déclenchent pas, protégeant ainsi la salle et le matériel contre les dommages causés par l'eau si des gicleurs sont endommagés ou en cas de déclenchement accidentel d'un gicleur. À part cela, les gicleurs sont des systèmes d'extinction très fiables avec des possibilités d'extinction éprouvées.

L'installation d'un système d'extinction à gaz supplémentaire pourrait représenter une valeur ajoutée. Cependant, il existe des restrictions.

La décharge d'un système d'extinction à gaz (comme le FM 2000 ou le Inergen) doit avoir lieu dans un court laps de temps pour obtenir un bon mélange avec l'air, par conséquent, le gaz est déchargé avec une grande puissance. Toute chose dans la salle qui n'est pas fixée peut être entraînée et ballottée. Toute poussière dans la salle sera mise en suspension dans l'air, ce qui réduira la visibilité. Cette dernière sera encore plus réduite par la production d'un brouillard. En effet, les gaz en expansion sortant des gicleurs refroidissent considérablement l'air au

point que l'humidité contenue dans l'air de la salle condense produisant ainsi le brouillard. Le bruit intense des gaz de décharge combiné au bruit de l'alarme incendie augmente la confusion générale.

Les gaz utilisés pour l'extinction des incendies ne causent pas des effets indésirables au contact de la peau et sont en général non toxiques dans les concentrations et les durées d'exposition prescrites. Cependant, les gaz sont plus lourds que l'air; par conséquent, une salle remplie de ces gaz aura très rapidement, après la décharge, une haute concentration de ces gaz près du sol et pratiquement aucune aux niveaux supérieurs. Cela peut entraîner deux problèmes :

1. Si une personne se trouvait bloquée dans la salle après la décharge de gaz, il y a risque d'asphyxie si cette personne tombait et restait allongée sur le plancher, compte tenu du fait que le gaz s'accumule au niveau du plancher.
2. Les incendies situés à des niveaux au-dessus du plancher peuvent reprendre en quelques minutes après la décharge de gaz, étant donné que le gaz s'accumule au niveau du plancher.

## **B4.0 Conclusion**

Les systèmes d'alerte rapide de détection de la fumée et les systèmes de protection incendie à préaction sont généralement considérés comme suffisants pour protéger les installations d'informatique et de communication lorsque les salles d'ordinateurs sont occupées.

On doit élaborer des protocoles appropriés et fournir une formation adéquate au personnel et aux gestionnaires des salles d'ordinateurs ainsi qu'au personnel d'entretien et aux agents de sécurité du bâtiment, en ce

qui concerne les mesures à prendre en cas d'alarme incendie. La mise en oeuvre des mesures et des séances de formation qui s'imposent, ajoutée à un système d'alerte rapide de détection de la fumée, devrait offrir une protection convenable pour la salle d'ordinateurs et le matériel connexe.

Ainsi, la valeur ajoutée par la mise en oeuvre d'un système d'extinction à gaz supplémentaire n'est pas considérée comme suffisante pour compenser les coûts additionnels d'entretien, les complications éventuelles et les risques pour les occupants de la salle en cas de déclenchement d'un tel système.