

Rendez-vous Hydro-Québec 2007

# Le Complexe des Sciences de la vie de l'Université McGill

**Pageau Morel et associés inc.**

Roland Charneux, ing., M.Ing., LEED AP

Nicolas Lemire, ing., M.Sc., LEED AP



3 décembre 2007

# Remerciements



- Diamond and Schmitt Architectes
  - M. John Featherstone
  - Mme Caroline Spigelski
- Provencher & Roy Architectes
  - M. Michel Roy
  - Mme Marie-Claude Lambert
- McGill University
  - Dr. Michel Tremblay
  - M. André Aylwin



 **McGill** Complexe des Sciences de la Vie de l'Université McGill

# Plan de la présentation



- Le contexte
- Le programme
- Les considérations architecturales
- La conception intégrée
- Les défis particuliers en E/M
- Les mesures d'efficacité énergétique
- Les résultats

# Plan de la présentation



- Le contexte

# Besoins scientifiques



« Créer un environnement moderne, compétitif et durable afin d'attirer les meilleurs chercheurs de la planète pour poursuivre des recherches biomédicales de pointe »

# Financement du projet



## ■ Pavillon Bellini

- Dr. Francesco Bellini : 10 million \$
- Gouvernement du Québec : 20 million \$
- Fondation canadienne pour l'innovation (CFI) : 20 million \$
- **Total :** **50 million \$**

## ■ Cancer

- Gouvernement du Québec : 14 million \$
- McGill University : 10 million \$
- **Total :** **74 million \$**

# Le contexte



## 1. Fonctionnalité

- + Rencontre les objectifs établis par les usagers (PFT)
- + Rencontrer la mission établie par l'Université « Synergistic research environment »

## 2. Livraison du projet

- + Structure du processus décisionnel

## 3. Efficacité et développement durable

- + Conception intégrée, approche holistique

# Le contexte



## 1. Fonctionnalité

- + Rencontre les objectifs établis par les usagers (PFT)
- + Rencontrer la mission établie par l'Université « Synergistic research environment »

## 2. Livraison du projet

- + Structure du processus décisionnel

## 3. Efficacité et développement durable

- + Conception intégrée, approche holistique

# Le contexte



## 1. Fonctionnalité

- + Rencontre les objectifs établis par les usagers (PFT)
- + Rencontrer la mission établie par l'Université « Synergistic research environment »

## 2. Livraison du projet

- + Structure du processus décisionnel

## 3. Efficacité et développement durable

- + Conception intégrée, approche holistique

# Le contexte



## 1. Fonctionnalité

- + Rencontre les objectifs établis par les usagers (PFT)
- + Rencontrer la mission établie par l'Université « Synergistic research environment »

## 2. Livraison du projet

- + Structure du processus décisionnel

## 3. Efficacité et développement durable

- + Conception intégrée, approche holistique

# Le contexte



## 1. Fonctionnalité

- + Rencontre les objectifs établis par les usagers (PFT)
- + Rencontrer la mission établie par l'Université « Synergistic research environment »

## 2. Livraison du projet

- + Structure du processus décisionnel

## 3. Efficacité et développement durable

- + Conception intégrée, approche holistique

# Le contexte



## 1. Fonctionnalité

- + Rencontre les objectifs établis par les usagers (PFT)
- + Rencontrer la mission établie par l'Université « Synergistic research environment »

## 2. Livraison du projet

- + Structure du processus décisionnel

## 3. Efficacité et développement durable

- + Conception intégrée, approche holistique

# Le contexte



## 1. Fonctionnalité

- + Rencontre les objectifs établis par les usagers (PFT)
- + Rencontrer la mission établie par l'Université « Synergistic research environment »

## 2. Livraison du projet

- + Structure du processus décisionnel

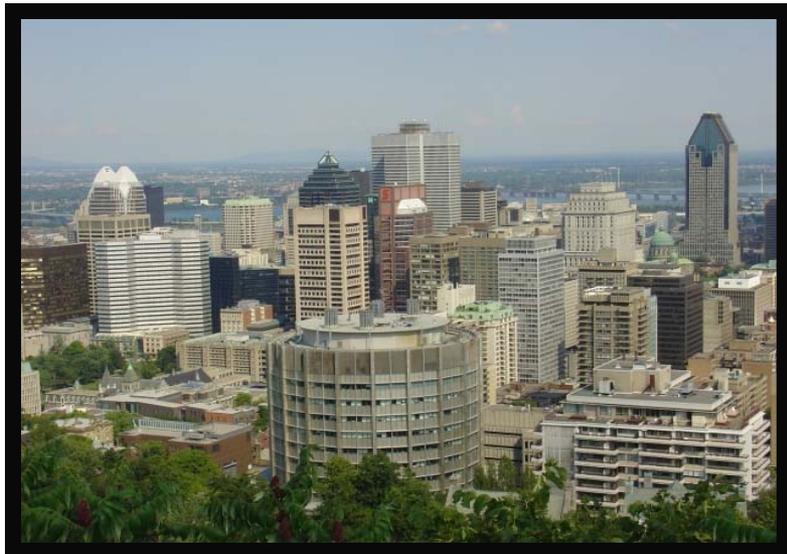
## 3. Efficacité et développement durable

- + Conception intégrée, approche holistique

# Difficultés reliées au Site



- Bâtiments historiques à proximité
- Site extrêmement sensible pour la communauté
- Emplacement patrimonial pour la province
- Le site le plus photographié à Montréal



# Projet en bref



- Propriétaire : Université McGill
- Endroit : Montréal, Québec
- Type de projet : Laboratoires de recherche
- Architecte : Diamond and Schmitt Architectes / Provencher + Roy architectes
- Mécanique, Électricité et Énergie: Pageau Morel et associés inc.
- Entrepreneur général : Pomerleau
- Méthode Construction : traditionnelle (forfaitaire)
- Durée de la construction : 2 ans
- Date de fin des travaux : mars 2008

# Description du bâtiment



CONTEXTE URBAIN 1:3000    PAVILLONS FRANCESCO BELLINI ET CANCER    PLAN D'IMPLANTATION

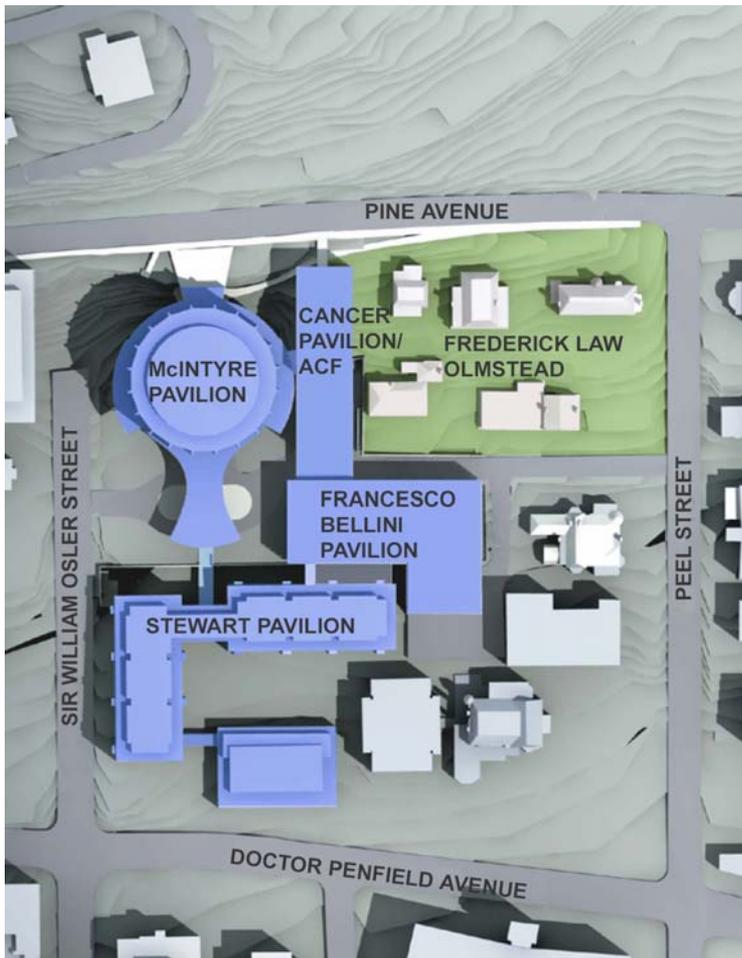
- Superficie (brute) : 17200 m<sup>2</sup> (185 000 pi<sup>2</sup>)
- Superficie (nette) : 10200 m<sup>2</sup> (109 700 pi<sup>2</sup>)
- Efficacité: 59%
- Budget de construction 58,6M
  - 3407\$/m<sup>2</sup> (317\$/pi<sup>2</sup>)
- Accréditation LEED visée : OR

# Plan de la présentation



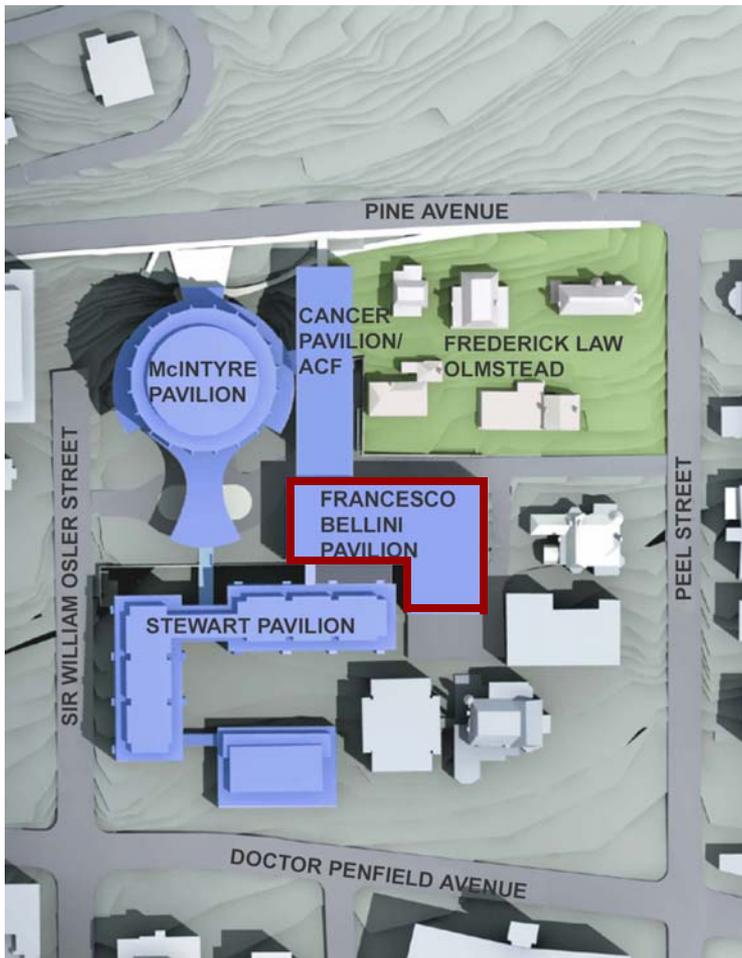
- Le programme

# Sommaire du programme



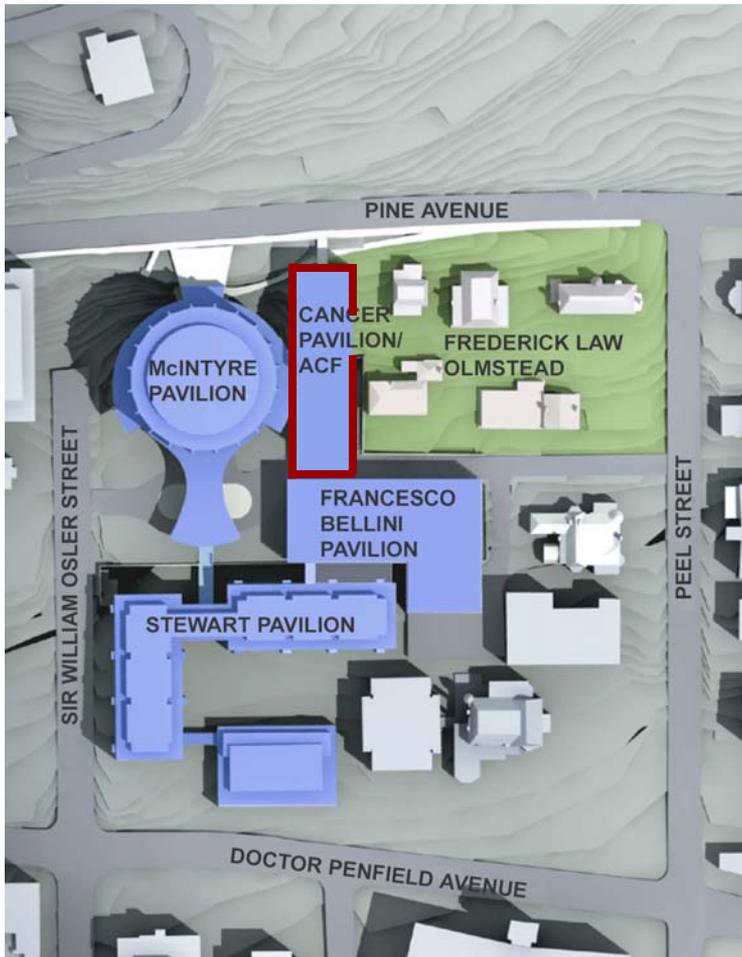
- Trois groupes de recherches interdisciplinaires dans deux pavillons
  - Bellini (400 chercheurs, 40 hottes chimiques)
  - Cancer (200 chercheurs, 20 hottes chimiques)
  - ACF (22 000 cages, secteur NC3)
- Intégré aux installations existantes
  - Pavillon Steward Biology
  - Pavillon McIntyre Medical Research

# Sommaire du programme



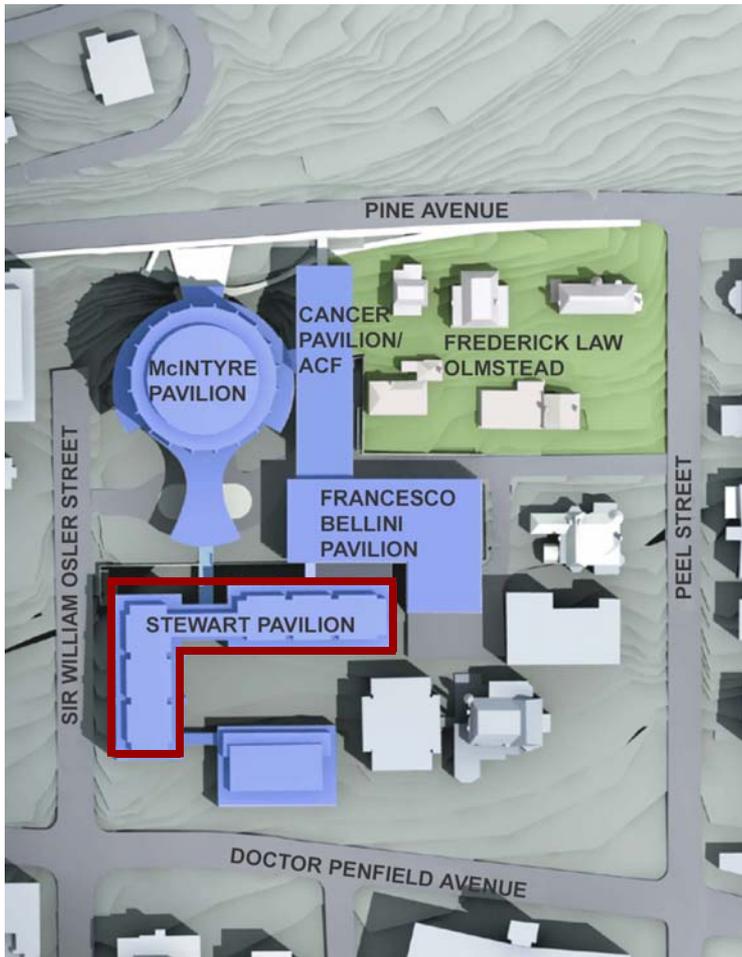
- Trois groupes de recherches interdisciplinaires dans deux pavillons
  - Bellini (400 chercheurs, 40 hottes chimiques)
  - Cancer (200 chercheurs, 20 hottes chimiques)
  - ACF (22 000 cages, secteur NC3)
- Intégré aux installations existantes
  - Pavillon Steward Biology
  - Pavillon McIntyre Medical Research

# Sommaire du programme



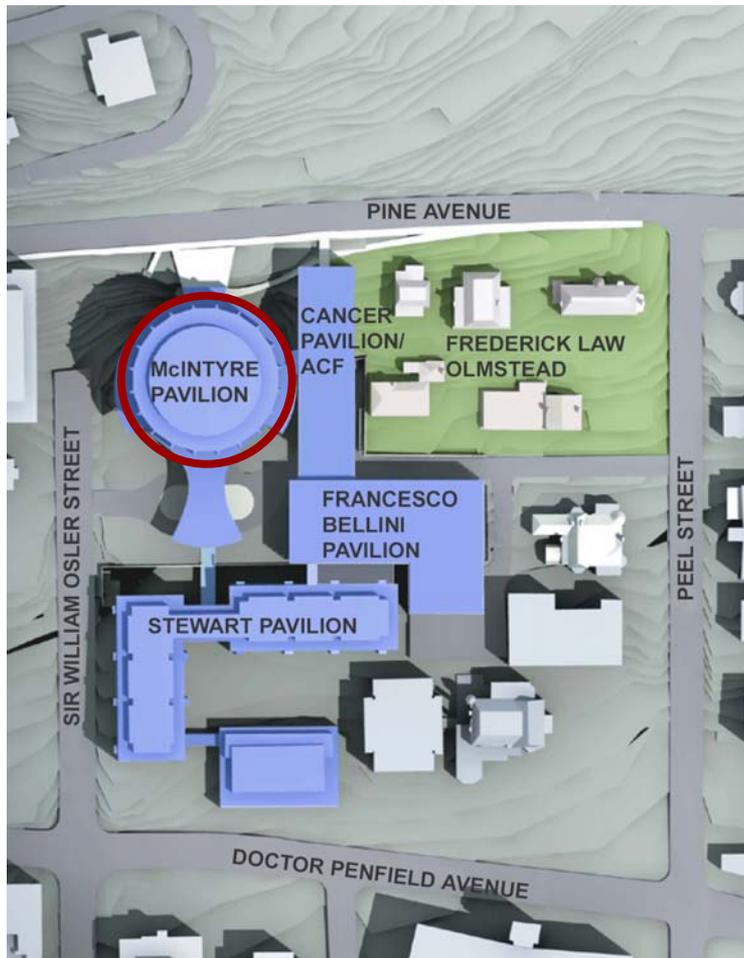
- Trois groupes de recherches interdisciplinaires dans deux pavillons
  - Bellini (400 chercheurs, 40 hottes chimiques)
  - Cancer (200 chercheurs, 20 hottes chimiques)
  - ACF (22 000 cages, secteur NC3)
- Intégré aux installations existantes
  - Pavillon Steward Biology
  - Pavillon McIntyre Medical Research

# Sommaire du programme



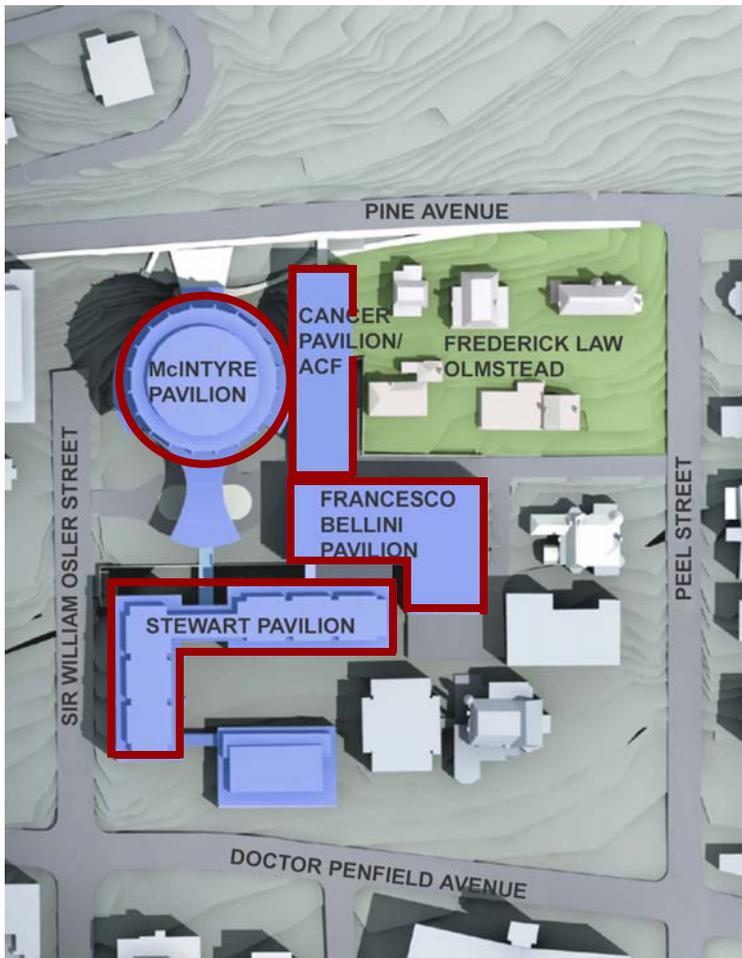
- Trois groupes de recherches interdisciplinaires dans deux pavillons
  - Bellini (400 chercheurs, 40 hottes chimiques)
  - Cancer (200 chercheurs, 20 hottes chimiques)
  - ACF (22 000 cages, secteur NC3)
- Intégré aux installations existantes
  - Pavillon Steward Biology
  - Pavillon McIntyre Medical Research

# Sommaire du programme



- Trois groupes de recherches interdisciplinaires dans deux pavillons
  - Bellini (400 chercheurs, 40 hottes chimiques)
  - Cancer (200 chercheurs, 20 hottes chimiques)
  - ACF (22 000 cages, secteur NC3)
- Intégré aux installations existantes
  - Pavillon Steward Biology
  - Pavillon McIntyre Medical Research

# Sommaire du programme



- Trois groupes de recherches interdisciplinaires dans deux pavillons
  - Bellini (400 chercheurs, 40 hottes chimiques)
  - Cancer (200 chercheurs, 20 hottes chimiques)
  - ACF (22 000 cages, secteur NC3)
- Intégré aux installations existantes
  - Pavillon Steward Biology
  - Pavillon McIntyre Medical Research

→ McGill Life Sciences Complex

# Sommaire du programme



- Pavillon Cancer
  - Stem cells – 6e
  - Breast cancer – 5e
  - Development – 4e
  - Vivarium – 2e et 3e
  - Waste management – 1er
  
- Pavillon Bellini
  - Chemical Biology – 4e
  - Complex Diseases - 3e
  - Small dev. Model – 2e
  - Cell system – 1er



# Le Complexe des Sciences de la vie



Stewart Biology

McIntyre Medical



Bellini Pavilion

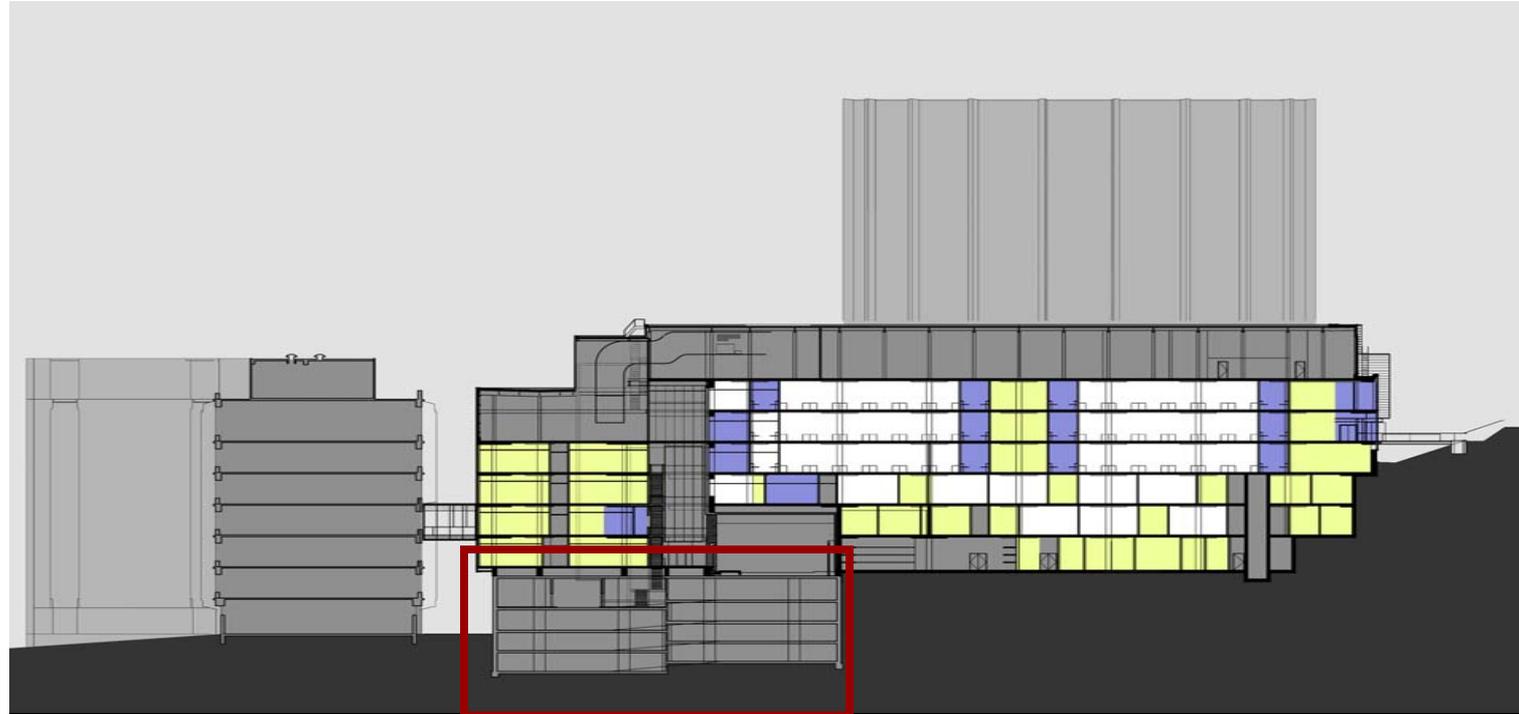
Cancer Pavilion

# Plan de la présentation



- Les considérations architecturales

# Complexité du site



- Construction au dessus d'un stationnement étagé existant
- Construction dans le roc
- Démolition et intégration du secteur de gestion des déchets
- Contrainte de zonage

—	Laboratoires
■	Espace clerical
■	Bureaux
■	Support
■	Alcoves/cuisinette, casiers
■	Espaces de services

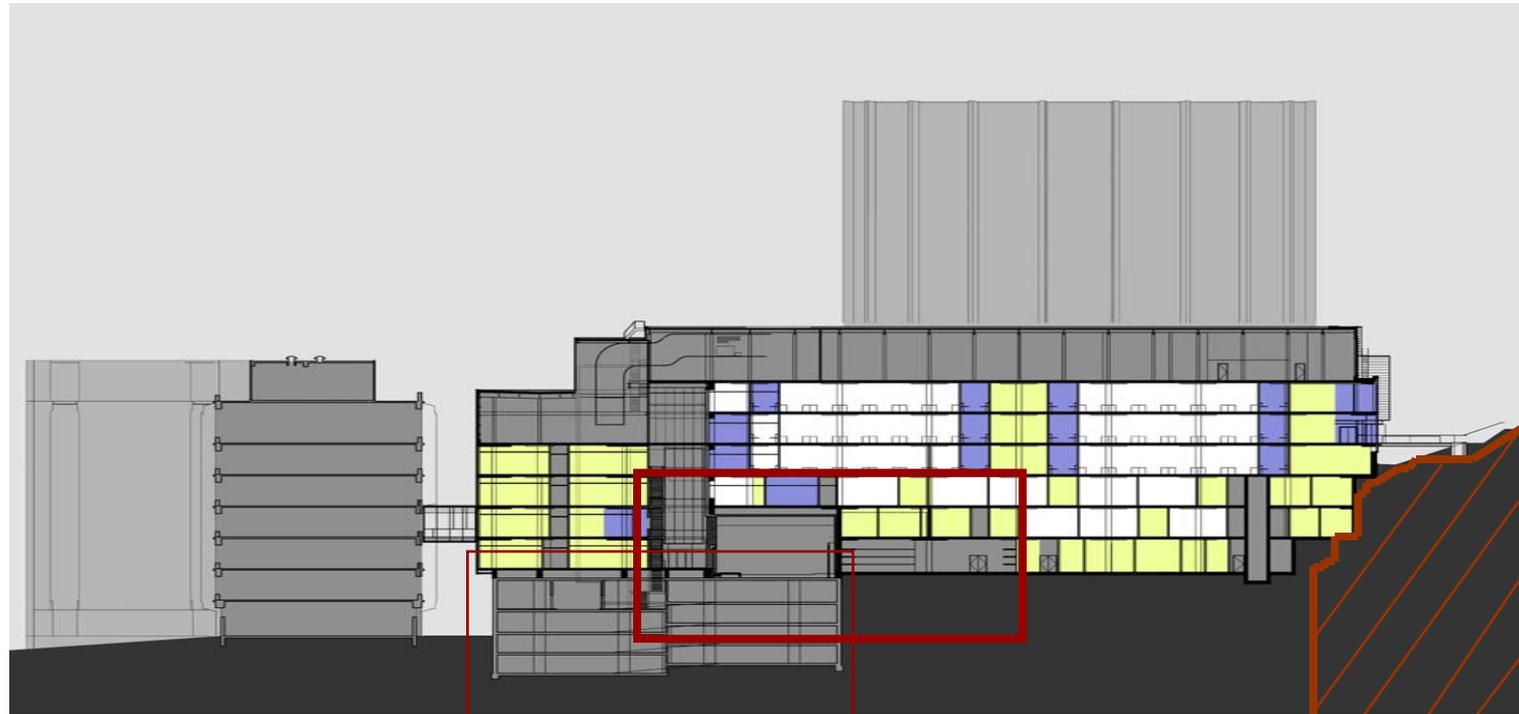
# Complexité du site



- Construction au dessus d'un stationnement étagé existant
- Construction dans le roc
- Démolition et intégration du secteur de gestion des déchets
- Contrainte de zonage

—	Laboratoires
■	Espace clerical
■	Bureaux
■	Support
■	Alcoves/cuisinette, casiers
■	Espaces de services

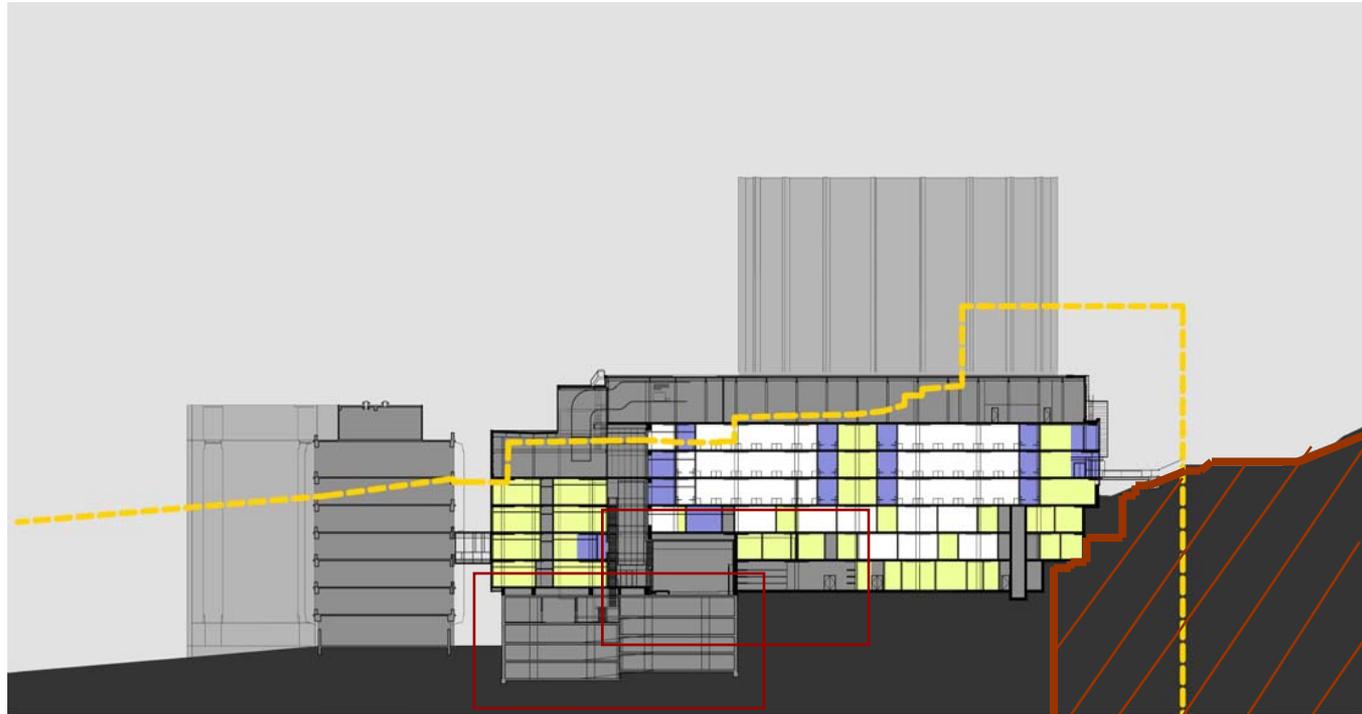
# Complexité du site



- Construction au dessus d'un stationnement étagé existant
- Construction dans le roc
- Démolition et intégration du secteur de gestion des déchets
- Contrainte de zonage

—	Laboratoires
■	Espace clerical
■	Bureaux
■	Support
■	Alcoves/cuisinette, casiers
■	Espaces de services

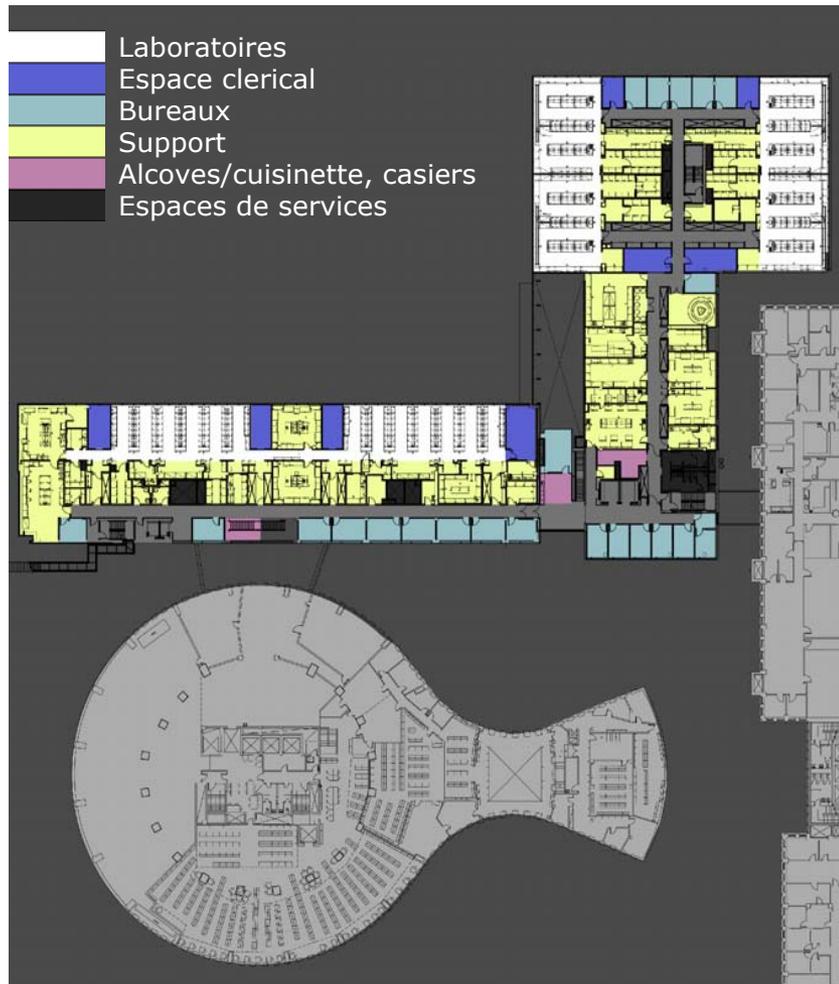
# Complexité du site



- Construction au dessus d'un stationnement étagé existant
- Construction dans le roc
- Démolition et intégration du secteur de gestion des déchets
- Contrainte de zonage

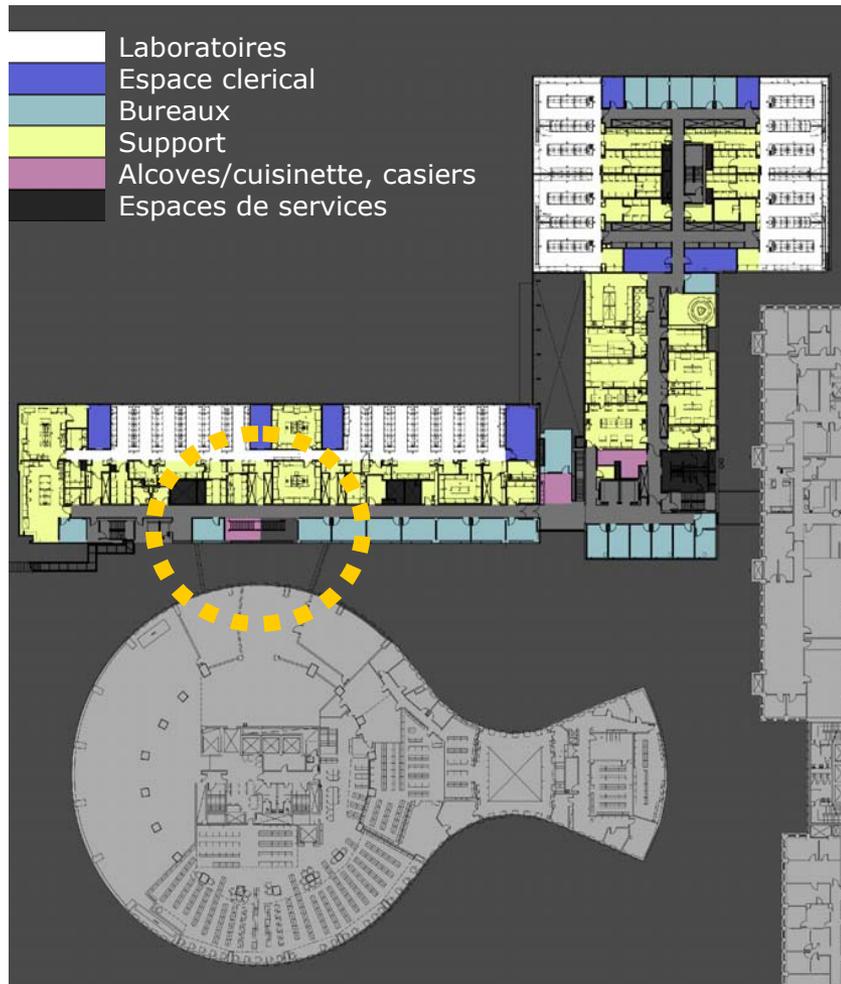
—	Laboratoires
■	Espace clerical
■	Bureaux
■	Support
■	Alcoves/cuisinette, casiers
■	Espaces de services

# Laboratoires ouverts



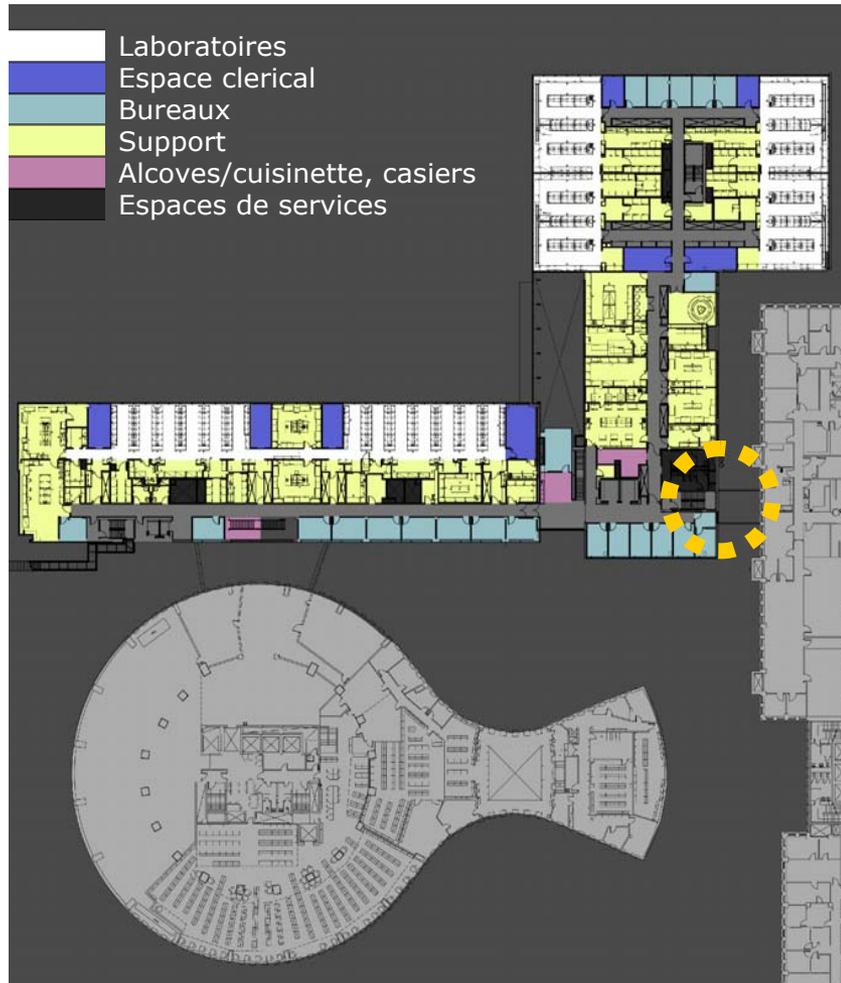
- Création d'espace dédié aux différents projets de recherche
- Fenêtres et éclairage naturel pour toutes les stations de travail
- Isolation des espaces de laboratoires par rapport aux espaces de support
- Bureaux à l'extérieur des zones de laboratoire (proximité)
- Zone de recherche spécialisée centrale
- Hottes chimiques isolées lorsque possible
- Avantages
  - Promouvoir la collaboration et l'interaction
  - Favoriser la flexibilité
  - Augmenter l'efficacité (énergie et espace)
  - Augmenter la diffusion de l'éclairage naturel.

# Laboratoires ouverts



- Lien avec le McIntyre Medical research au 5<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup>
- Liens avec le Stewart Biology au 2<sup>e</sup> Bellini

# Laboratoires ouverts



- Lien avec le McIntyre Medical research au 5<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup>
- Liens avec le Stewart Biology au 2<sup>e</sup> Bellini

# Plan de la présentation



- La conception intégrée

# La conception intégrée



- Comment ?
- Programme fonctionnel et technique terminé au tout début du projet
- Rencontres fréquentes avec les usagers
  - Pour pondérer les intérêts des différents groupes
  - Pour développer les critères de décision
- Impliquer tous les professionnels au tout début du projet (architectes, ingénieurs, chargé de projet, représentant des usagers)
  - Pour pousser dans la même direction
  - Pour responsabiliser l'équipe au complet relativement au produit fini.

# La conception intégrée



- Pour le LSC
  - À la table
    - Le gestionnaire de projet
    - L'architecte
    - L'ingénieur en mécanique
    - L'ingénieur en électricité
    - 3 représentants des usagers (6 groupes)
    - 1 représentant des installations (McGill operations)

# Plan de la présentation



- Les défis particuliers en E/M

# Les défis particuliers en E/M



- Raccordement aux installations existantes du Campus.
- Limitations quant à l'utilisation de la vapeur
- Consommation énergétique habituellement élevée dans les laboratoires
- Génératrice prenant la capacité totale du bâtiment
- Animalerie (complexité, redondance, etc.)
- Secteur avec niveau de confinement biologique 3 (NC3)

# Animalerie



- Superficie de 23 000 pi<sup>2</sup>
- Capacité de 22 000 cages (rongeurs)
- Secteurs: recherche, élevage, transgénique
- Niveau de confinement biologique 1, 2 et 3

# Animalerie (suite)



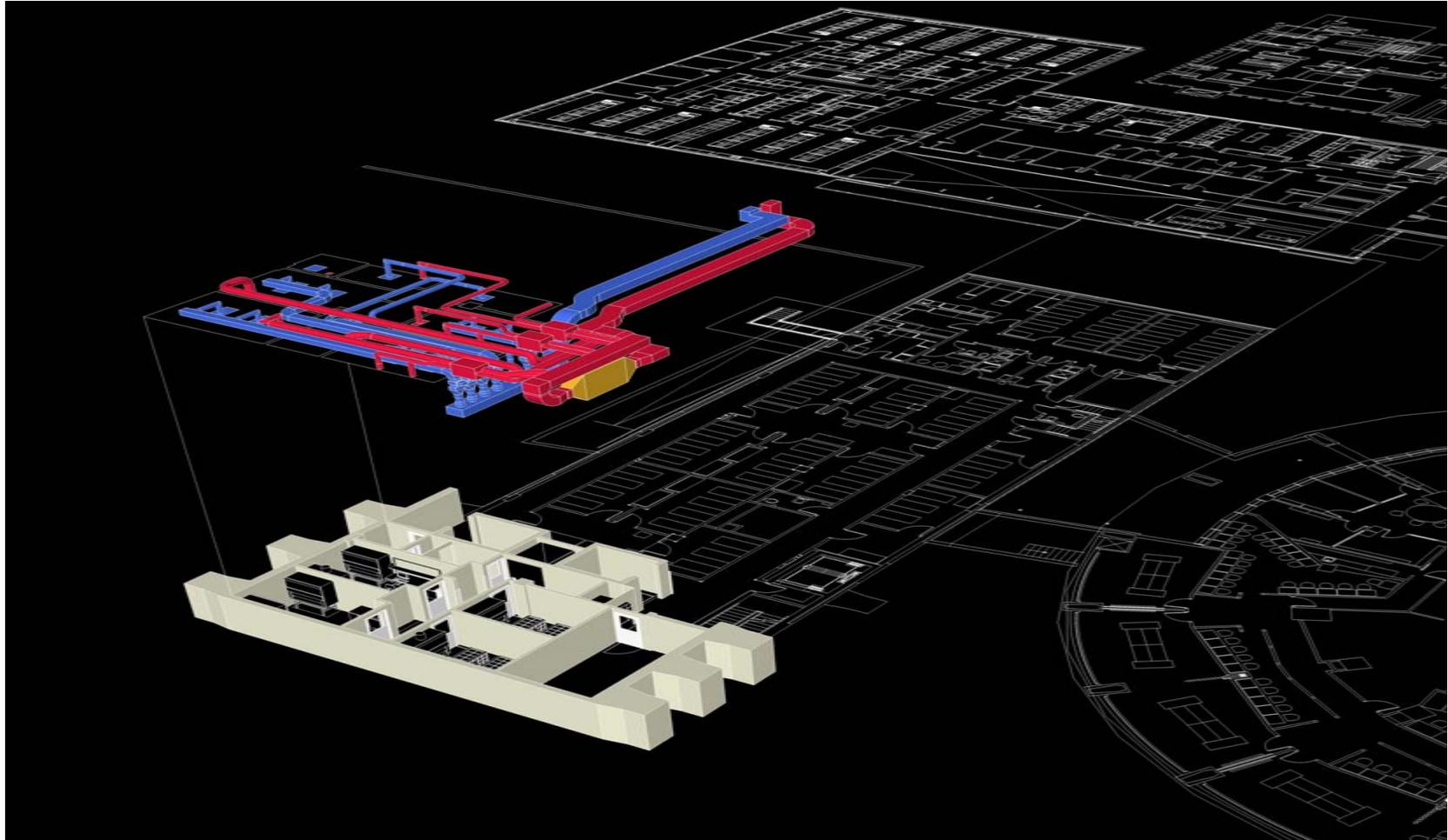
- Support de cage ventilé
- Système automatique pour abreuver les animaux
- Système automatique d'éclairage des salles d'animaux (cycles jour/nuit)
- Système de surveillance des salles d'animaux
- Système de vacuum centralisé pour la distribution de la litière propre et l'évacuation de la litière souillée (infrastructure)

# Niveau de confinement 3

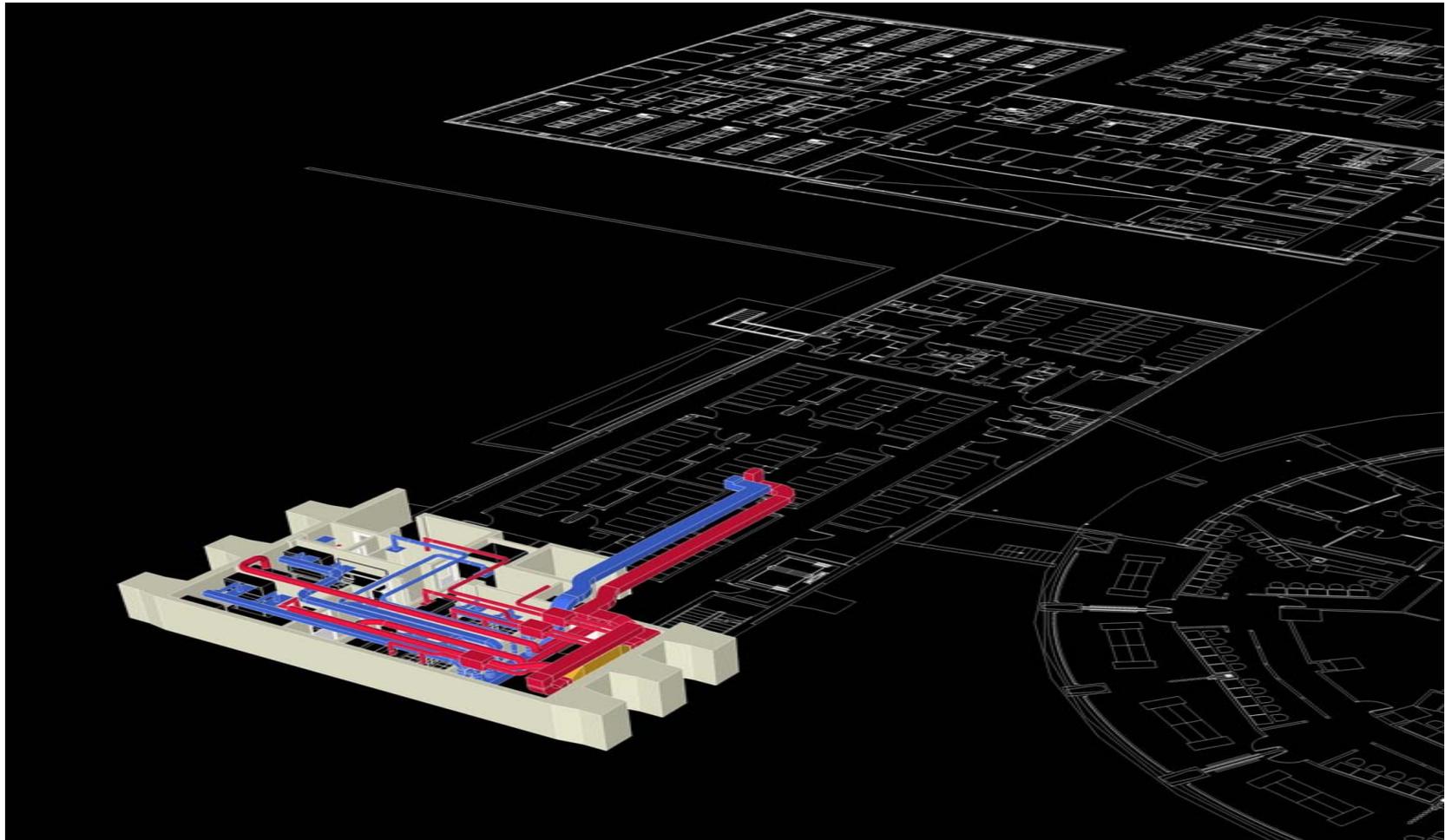


- Superficie de 1 000 pi<sup>2</sup>.
- Suite complète de niveau 3 avec vestibule, sas, corridors, salles d'hébergement et laboratoires
- Support de cage de type à confinement biologique avec pression réversible
- Hotte biologique de classe II, type B2
- Chambre de décontamination
- Autoclave
- Réseaux isolés du bâtiment
- Provision pour système de décontamination des effluents

# Systemes pour labos de niveau 3



# Systeme pour labos de niveau 3



# Plan de la présentation



- Les mesures d'efficacité énergétique

# Données climatiques



- Latitude : 45.47°
- Longitude : 73.75°
- Conditions de conception (ASHRAE Fundamentals)
  - Chauffage: -12°F (-24,4°C); 99,6%
  - Climatisation: 85°F/75,5°F (29,5°C/21,9°C); 0,4%
- Degré jours
  - Chauffage: 8203 DJ (4557)
  - Climatisation: 506 DJ (281)
- Conditions intérieures
  - Chauffage: 70°F (21,1°C); 30% H.R.
  - Climatisation: 74°F (23,3°C); 60% H.R.
  - Animalerie: 72°F (22,2°C); 40-50% H.R.

# Consommation unitaire (kW-h/pi-ca)

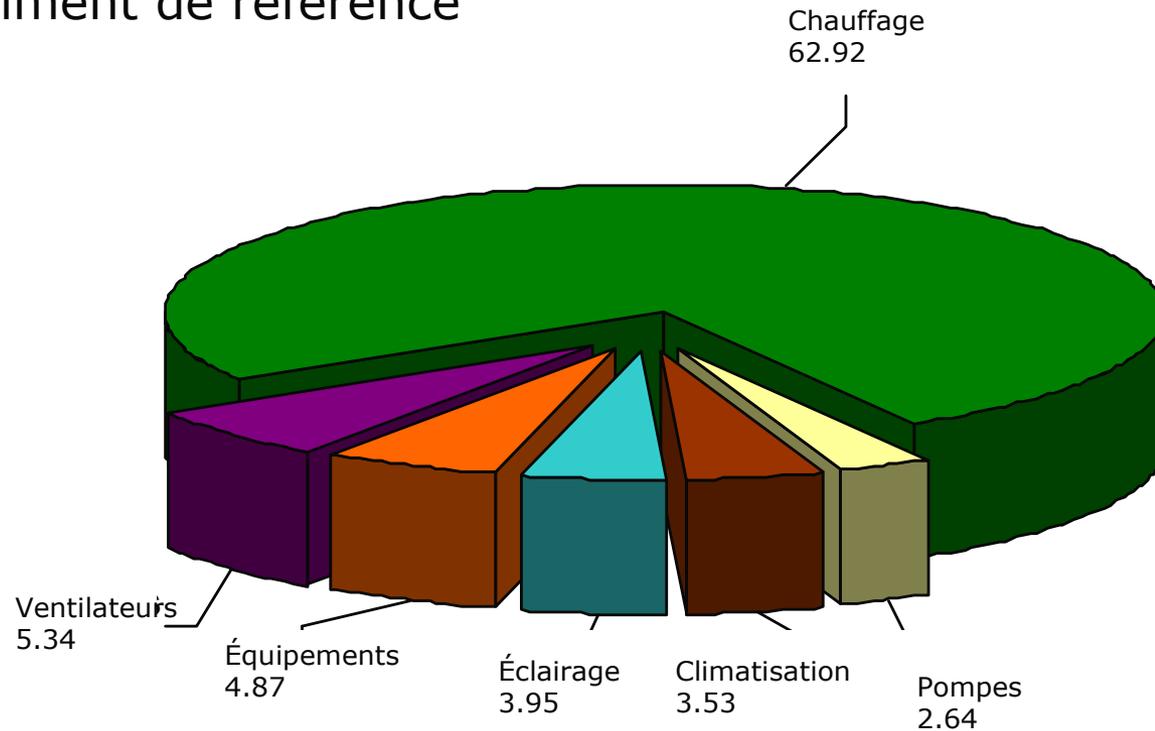


	BÂTIMENT DE RÉFÉRENCE
ÉCLAIRAGE	3,95
POMPES	2,64
CHAUFFAGE	62,92
REFROIDISSEMENT	3,53
ÉQUIPEMENTS	4,87
VENTILATEURS	5,34
TOTAL	83,25

# Consommation unitaire (kW-h/pi-ca)



## Bâtiment de référence



# Problématique



- Le traitement de l'air neuf est notre principal consommateur d'énergie
- Nous devons maintenir un taux de ventilation minimum d'air neuf de 4 CA/H
- Nous devons maintenir un taux de ventilation de 10 CA/H lorsque le laboratoire est en opération

# Exemple no. 1



- Module 15' X 30'; 9' haut
- 10 CA/H = 675 cfm
- Si une hotte 940 cfm max / 180 cfm min
- Si la hotte est fermée, l'évacuation de la pièce est  $675 + 10 \% = 740$  cfm
- Comment réduire l'air extérieur ?

# Exemple no. 2



- Considérant l'infiltration dans le CA/H
- 10 CA/H = 675 cfm
- Alimentation =  $675 / 110 \% = 615$  cfm
- $(675 - 615) / 675 = 8,8$  % de réduction
- Comment réduire plus ?

# Exemple no. 3



- Considérant 6 CA/H au lieu de 10 pendant les périodes inoccupées
- 6 CA/H = 405 cfm
- $(615 - 405) / 615 = 34\%$  de réduction additionnelle

# Exemple no. 4



- Considérant maintenant 4 CA/H au lieu de 10 la nuit lorsque inoccupé
- 4 CA/H = 270 cfm
- $(615 - 270) / 615 = 65\%$  de réduction potentielle

# Économies potentielles



<b>CA/H</b>	<b>ALIMENTATION CFM</b>	<b>CHAUFFAGE / REFROIDISSEMENT</b>	<b>FORCE MOTRICE</b>
<b>10 (Alimentation)</b>	<b>675</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
<b>10 (Évacuation)</b>	<b>615</b>	<b>0,91</b>	<b>0,75</b>
<b>6</b>	<b>405</b>	<b>0,60</b>	<b>0,22</b>
<b>4</b>	<b>270</b>	<b>0,40</b>	<b>0,06</b>

# Détecteurs de présence



- Devraient être du type combiné
  - Infrarouge et Ultrasons
- Devraient couvrir la superficie entière du laboratoire
- Maintien des conditions pour 15 minutes ajustables lorsqu'il n'y a pas d'occupants.
- Contrôlent l'éclairage et le niveau de ventilation

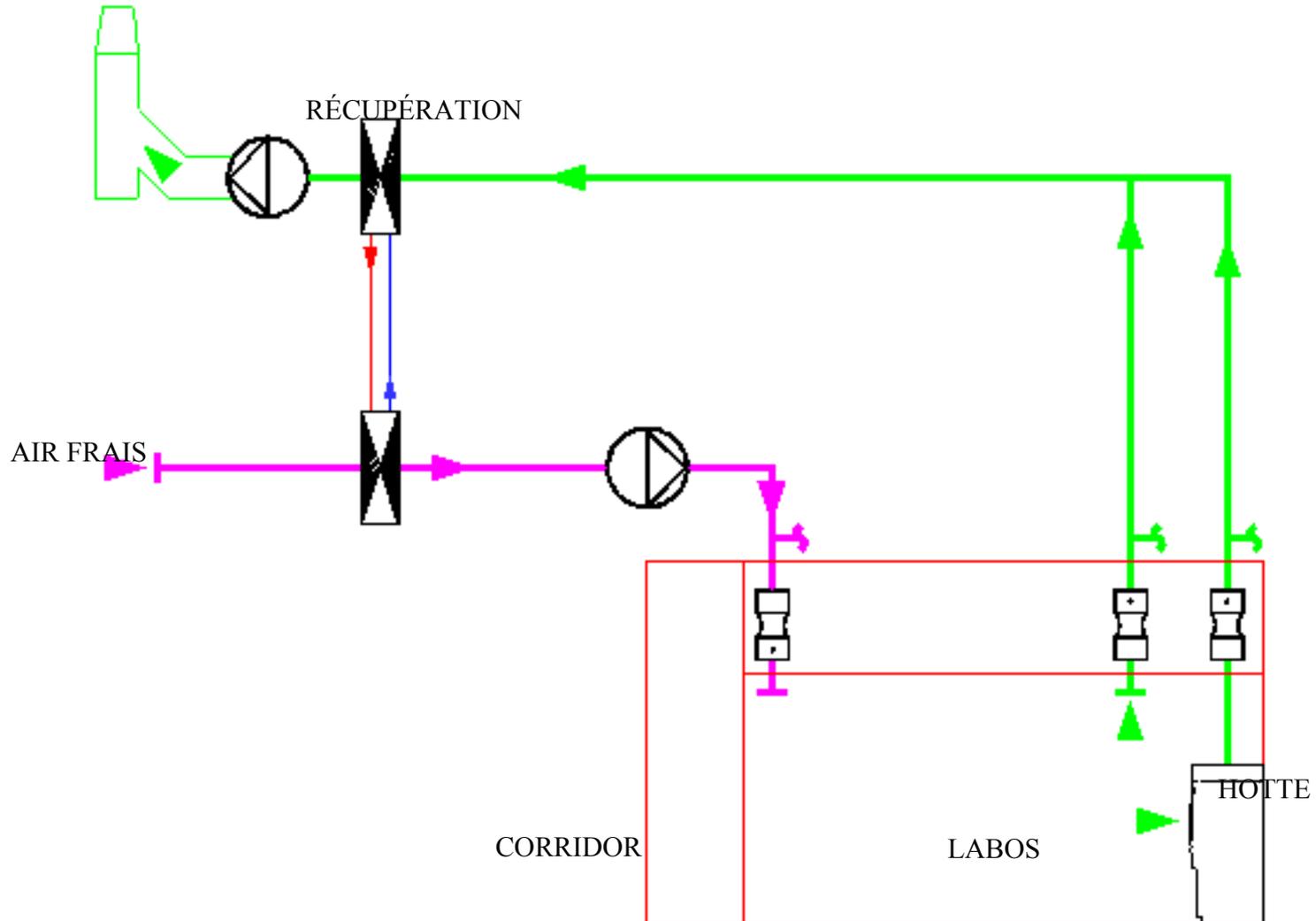
# Facteur de diversité des hottes de laboratoires



QUANTITÉ	% D'ÉVACUATION
1	100 %
2-3	90 %
4-5	80 %
6-7	70 %
8-9	60 %
10+	50 %

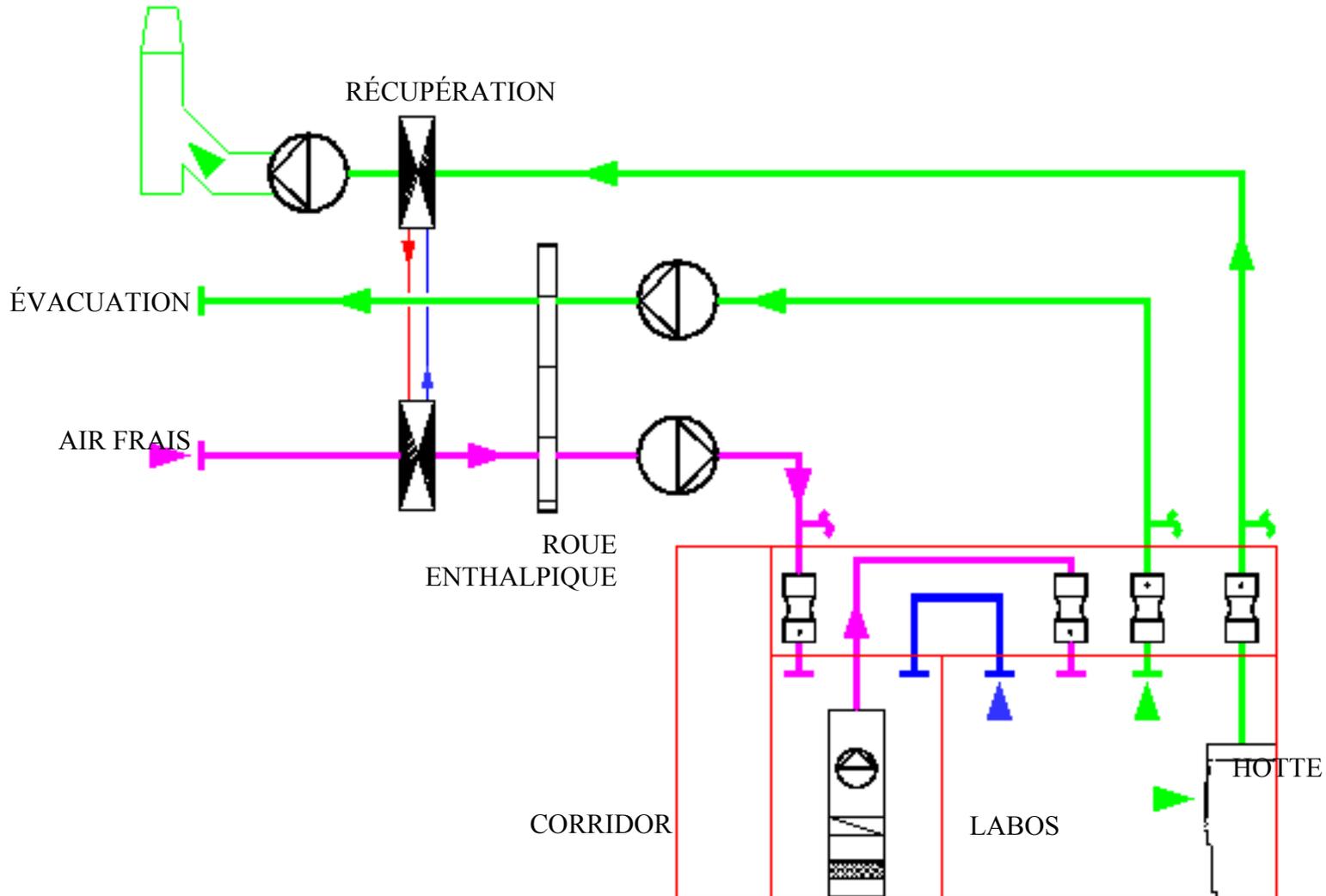
# Systeme habituel

ÉVACUATION  
HOTTE DE LABOS



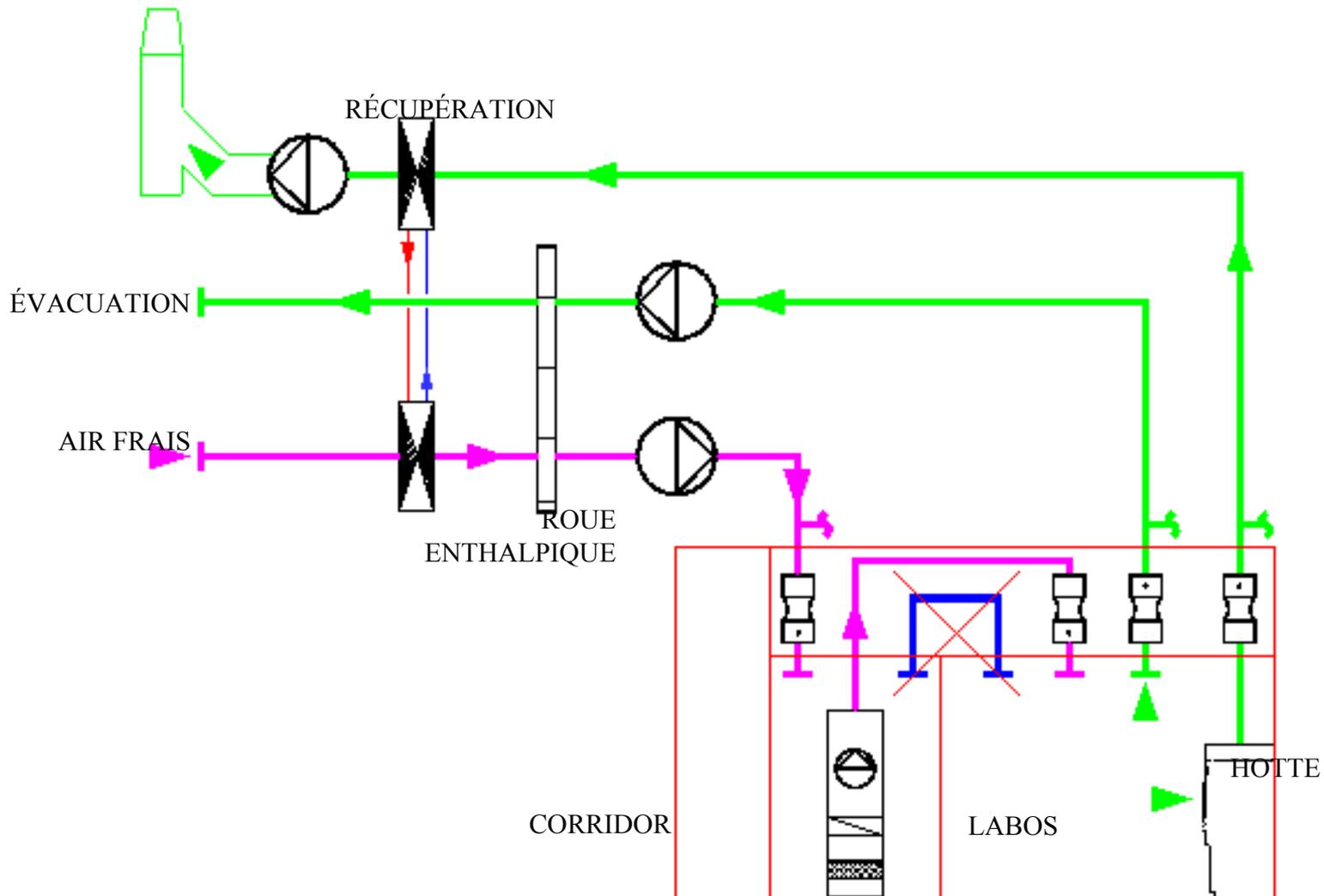
# Systeme implanté – 10 ou 6 CA/h

ÉVACUATION  
HOTTE DE LABOS

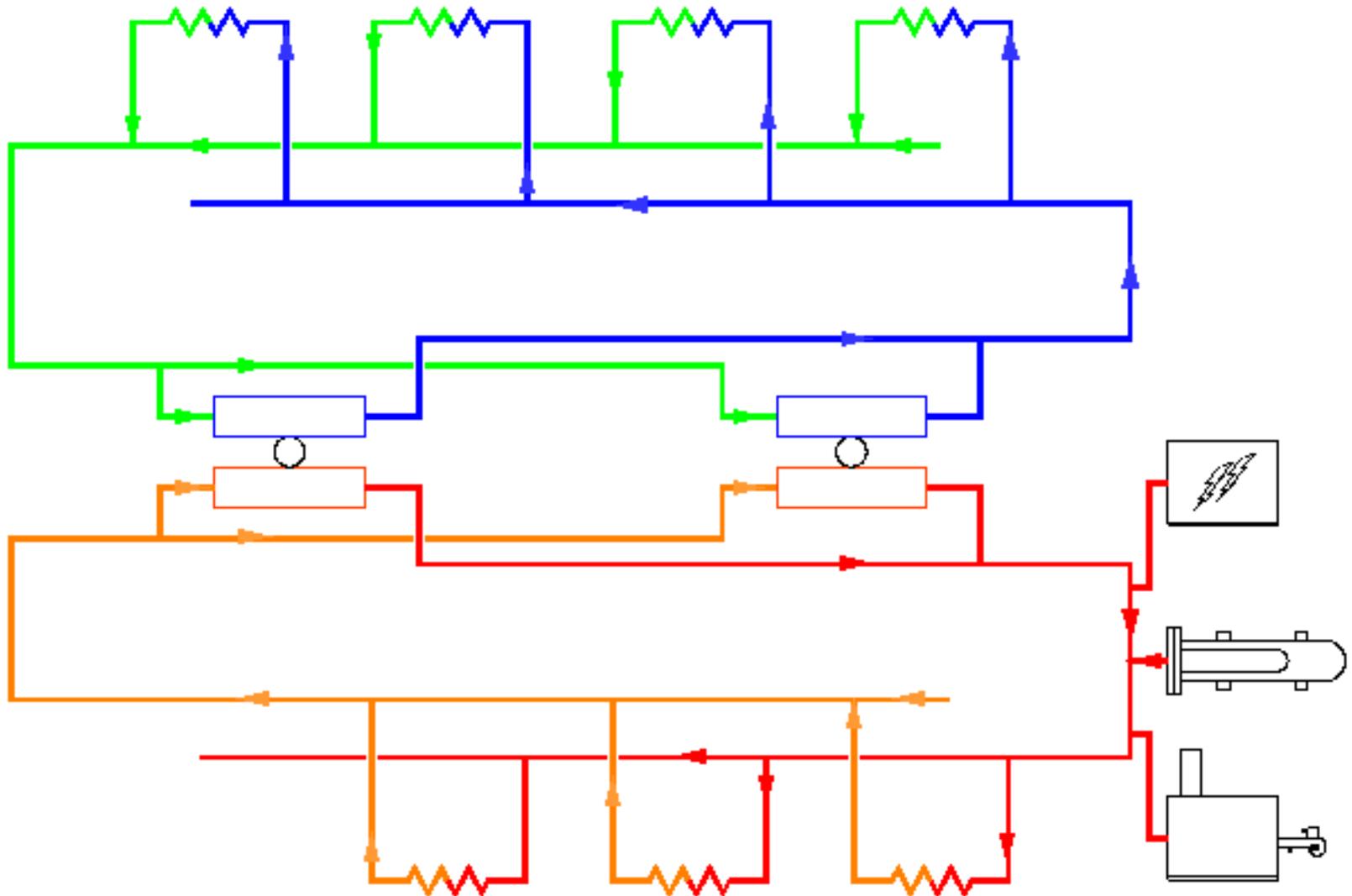


# Systeme implanté - 4 CA/h

ÉVACUATION  
HOTTE DE LABOS



# Refroidisseur – Pompe à chaleur



# Humidification adiabatique



- L'image



# Humidification adiabatique

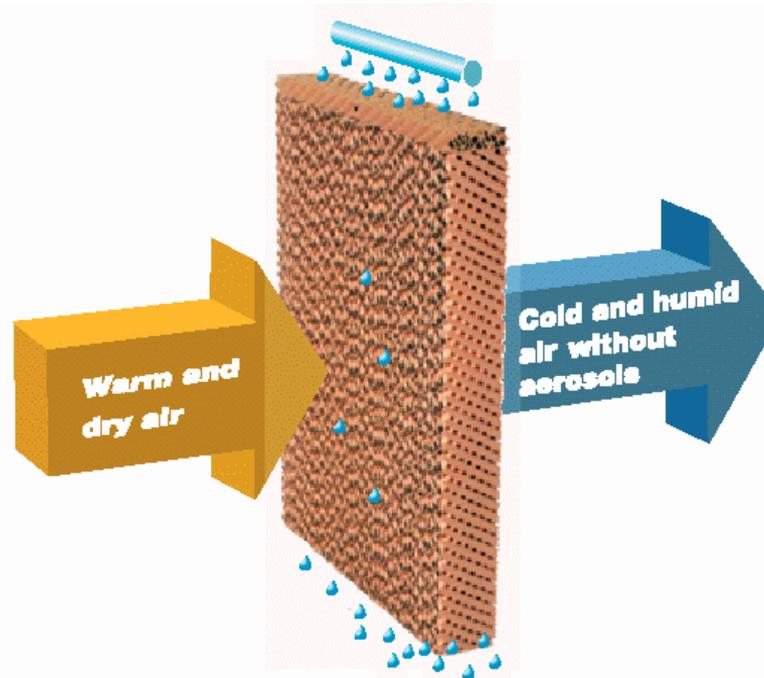


- L'intérêt
  - Utilise les gains internes pour évaporer l'eau
  - Réalise du refroidissement en même temps
    - 12 lb/h d'eau = 1 tonne de refroidissement (sensible)
    - Peut utiliser une source de chauffage basse température
  - « Laveur d'air » - filtration accrue de l'air
  - Pas de longueur d'absorption si à surface mouillée

# Humidification adiabatique



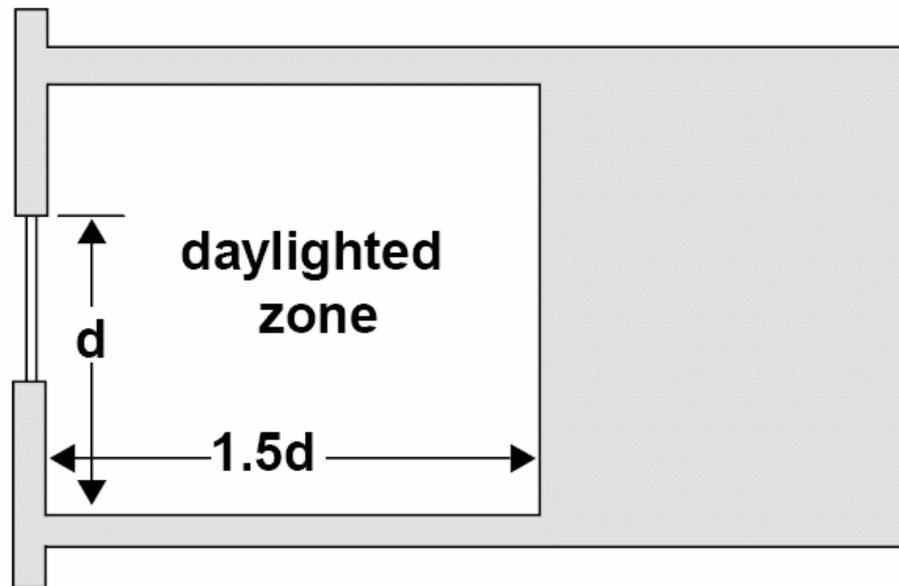
- La technologie
  - À surface mouillée
    - Dans système de CVC (avec circulation d'eau à simple passe)



# Éclairage naturel

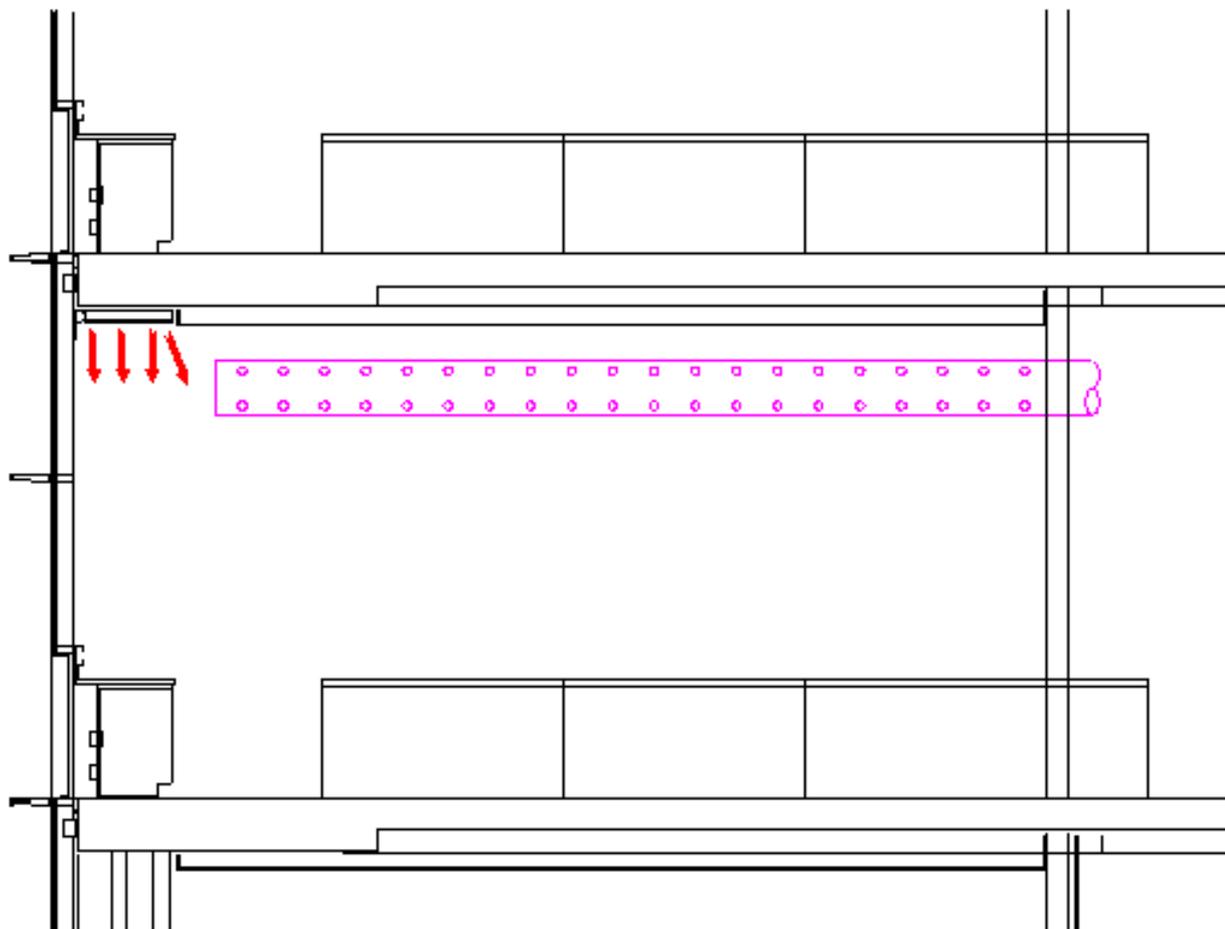


- Les fenêtres

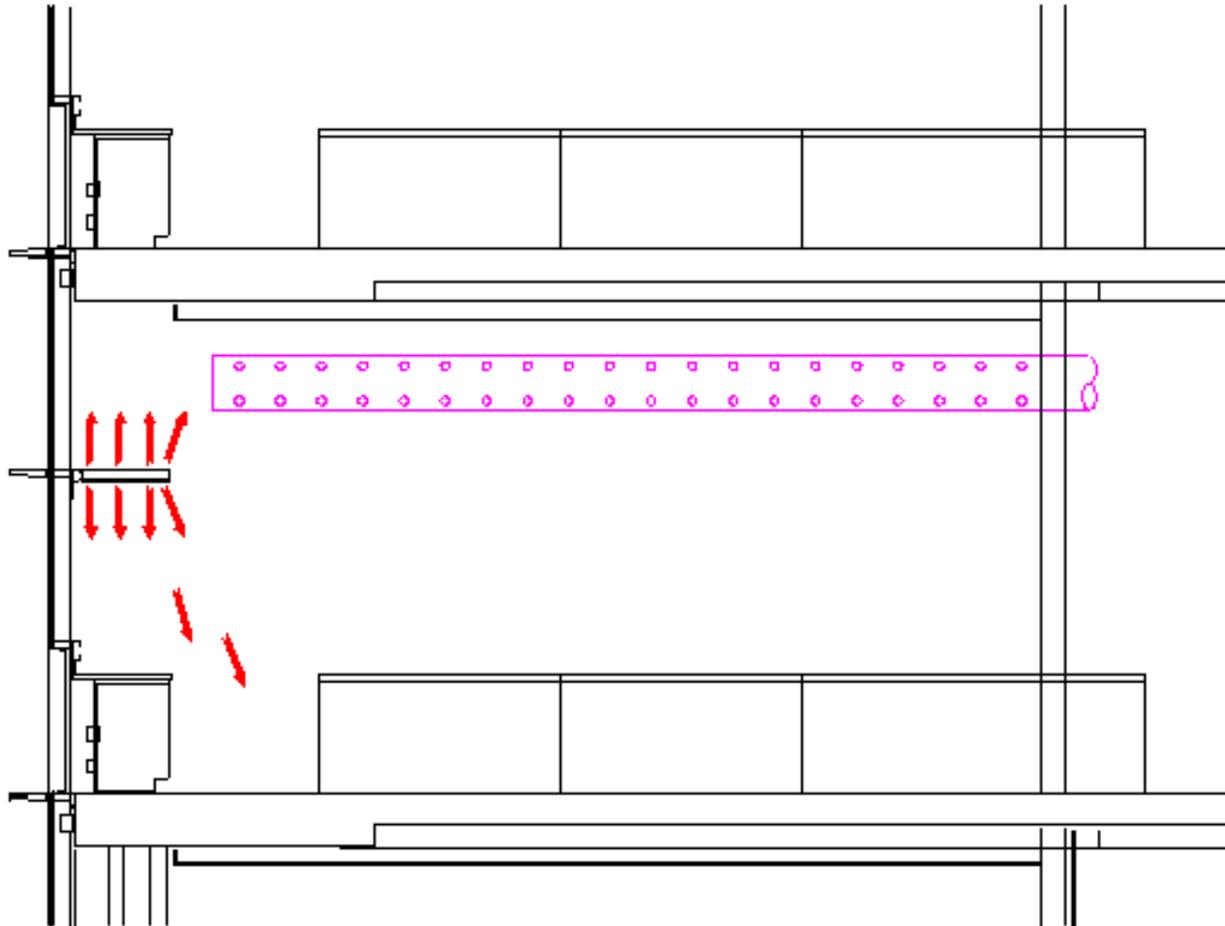


- Haut de la fenêtre => profondeur de pénétration
- Grandeur de la fenêtre => l'intensité de lumière

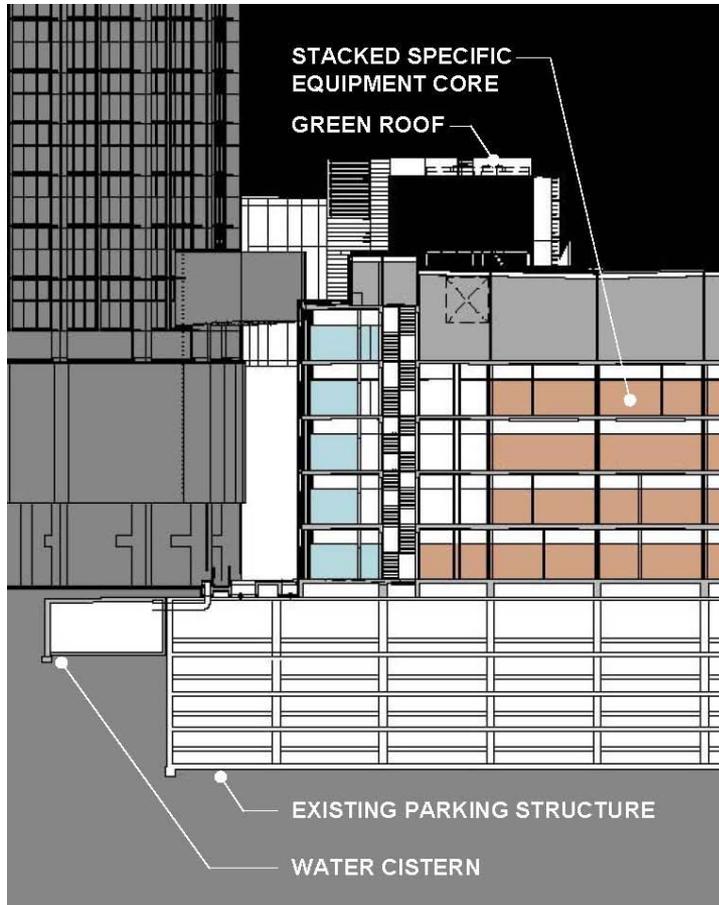
# Chauffage radiant électrique



# Chauffage radiant électrique

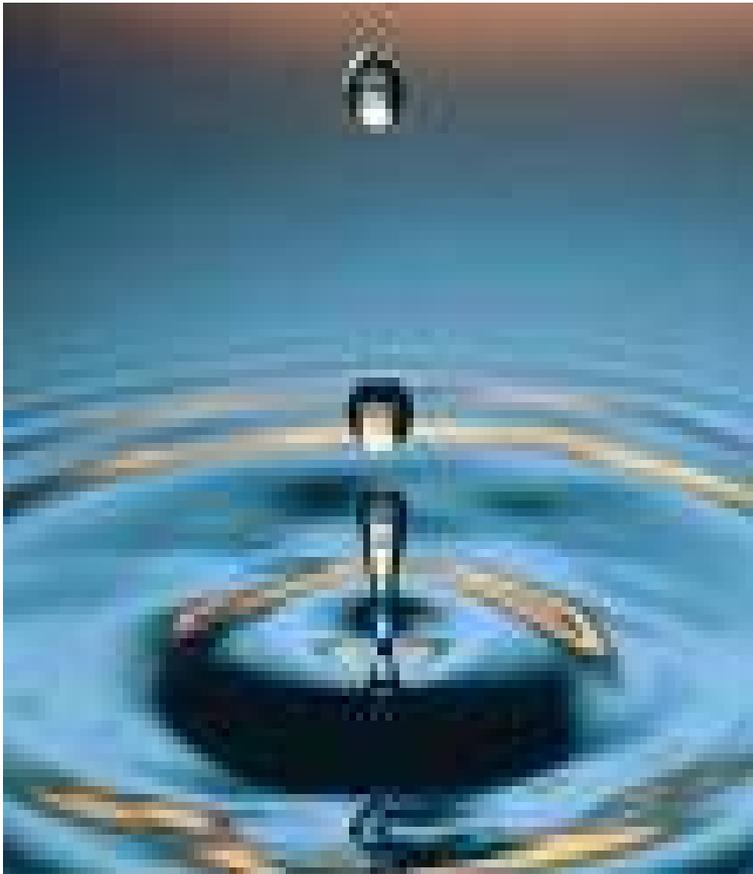


# Conservation de l'eau



- Récupération de l'eau:
  - Citerne *dédiée* pour la récupération des eaux de pluie
  - Raccordement du drain français
  - Purge de l'unité d'osmose inversée
  - Drainage des humidificateurs
- Réutilisation de l'eau:
  - Toilettes et urinoirs
  - Arrosage du toit vert
  - Eau d'appoint pour les tours de refroidissement

# Conservation de l'eau



- Efficacité et conservation de l'eau
  - Basse consommation des appareils de plomberie
  - Robinets à commandes infrarouge
  - Autres :
    - Circuit de refroidissement dédié pour les équipements des laboratoires
    - Réseau de vacuum central

# Leçons apprises



- Le taux d'apport d'air neuf est le critère le plus important associé à la consommation d'énergie
- La réduction de débit en période inoccupée est primordiale
- Les détecteurs de présence facilitent la réalisation de l'objectif de réduction du débit d'air.

# Éclairage

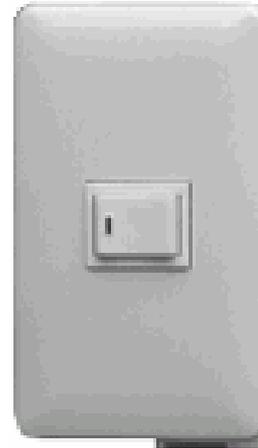


- Appareil d'éclairage direct
- Niveau d'éclairage : 350 à 500 lux dans les bureaux
- Niveau d'éclairage : 700 lux dans les labos
- Éclairage naturel
- Appareils efficaces
- Ampoules : fluorescentes T8-32, Octron
- Type de ballast : électronique

# Contrôles de l'éclairage



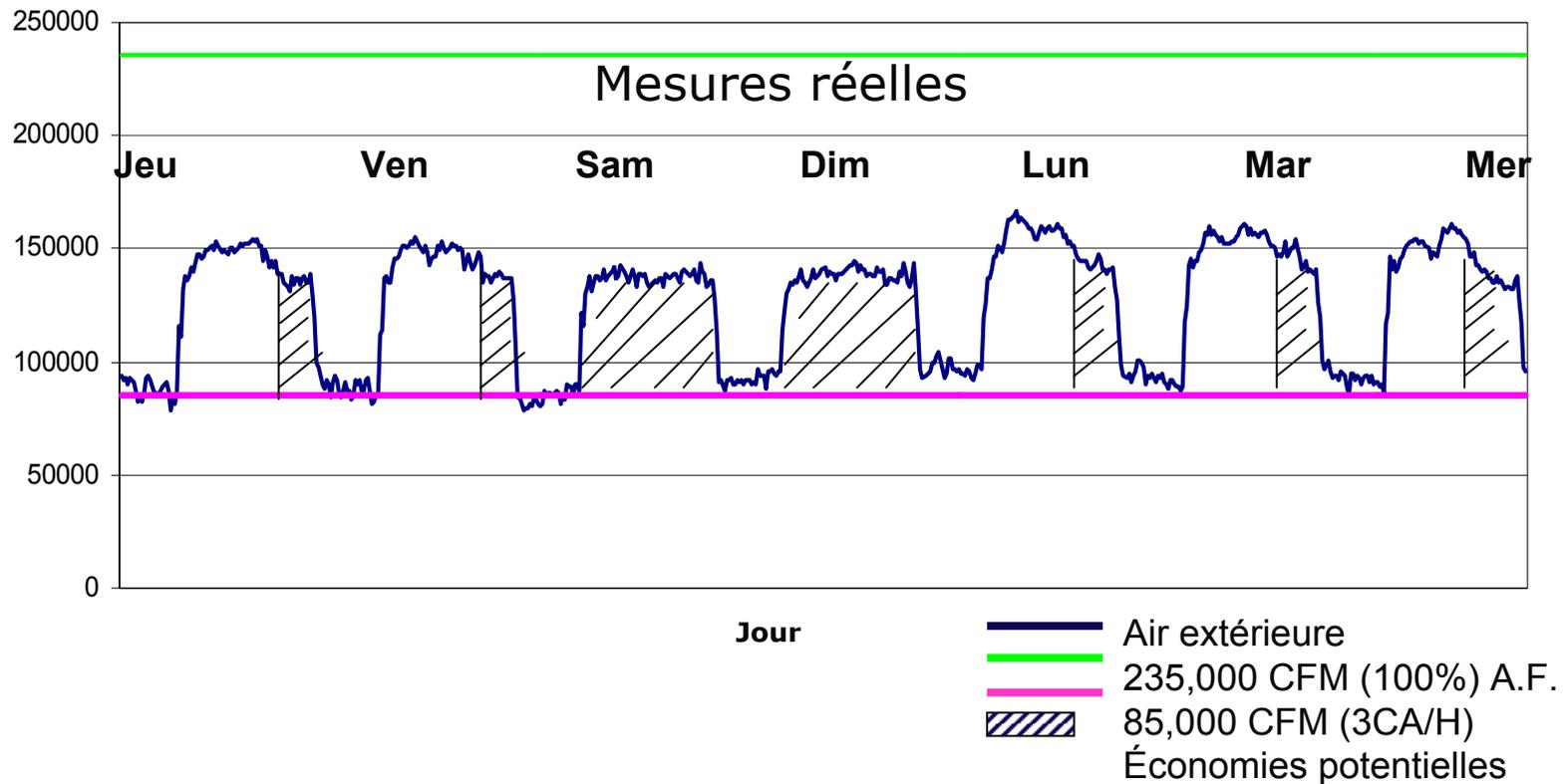
- Interrupteur basse tension
- Détecteurs de présence :
  - Infrarouge et ultrason
- Détecteurs de lumière du jour
- Verrouillage avec contrôle de ventilation
- « ON » : interrupteur mural et détecteur de présence
- « OFF » : interrupteur mural, détecteur de présence, détecteur de lumière du jour



# Mise en service



## Réduction de débit et mise en service



# Autres mesures



- Réduction de la pression statique des systèmes
- Chaudières à condensation
- Ventilateurs à entraînement direct
- Programme de mise en service
- Entraînement à fréquence variable
- Hotte de laboratoire à débit variable
- Fenêtre ouvrante dans les bureaux

# Autres mesures



- Enveloppe du bâtiment efficace
- Moteurs à très haute efficacité énergétique (Premium efficiency motors)
- Contrôle individuel de pièce
- Quantité d'air neuf contrôlée par détecteurs de CO2 pour les zones à haute diversité d'utilisation (salles de conférence, salle de formation, atriiums, zones communes de rassemblement, etc.)

# Plan de la présentation



- Les résultats

# Comparatif

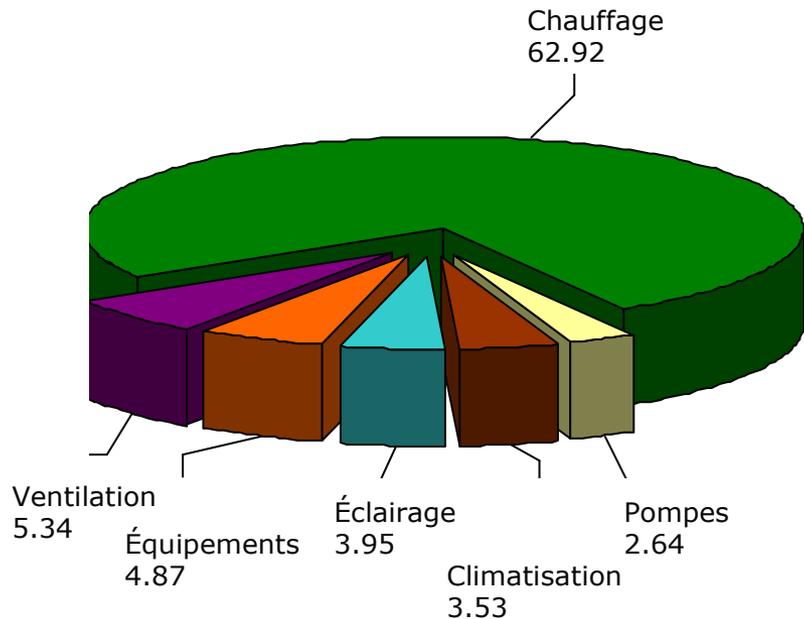


	BÂTIMENT DE RÉFÉRENCE	COMPLEXE DES SCIENCES DE LAVIE
ÉCLAIRAGE	3,95	1,91
POMPES	2,64	2,21
CHAUFFAGE	62,92	29,3
REFROIDISSEMENT	3,53	4,43
ÉQUIPEMENTS	4,87	4,87
VENTILATEURS	5,34	9,43
TOTAL	83,25	52,15

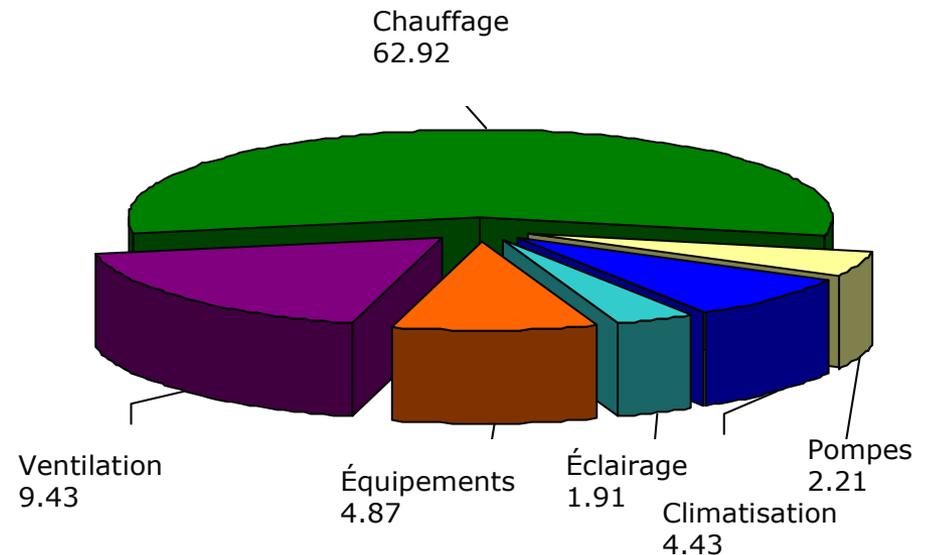
# Consommation unitaire comparative



## Bâtiment de référence



## Complexe des Sciences de la vie McGill



# Points de comparaison



- Laboratoires typiquement énergivores
- Comparaison difficile
- Outre les comparaisons habituelles
  - CA/H
  - CFM/pi<sup>2</sup>
  - Perte des pressions (systèmes)
  - KW/ton
  - Ton/pi<sup>2</sup>
- Nouveaux critères comparatifs apparaissant
  - Densité des hottes de laboratoires
  - Puissance des systèmes

# Densité de hottes



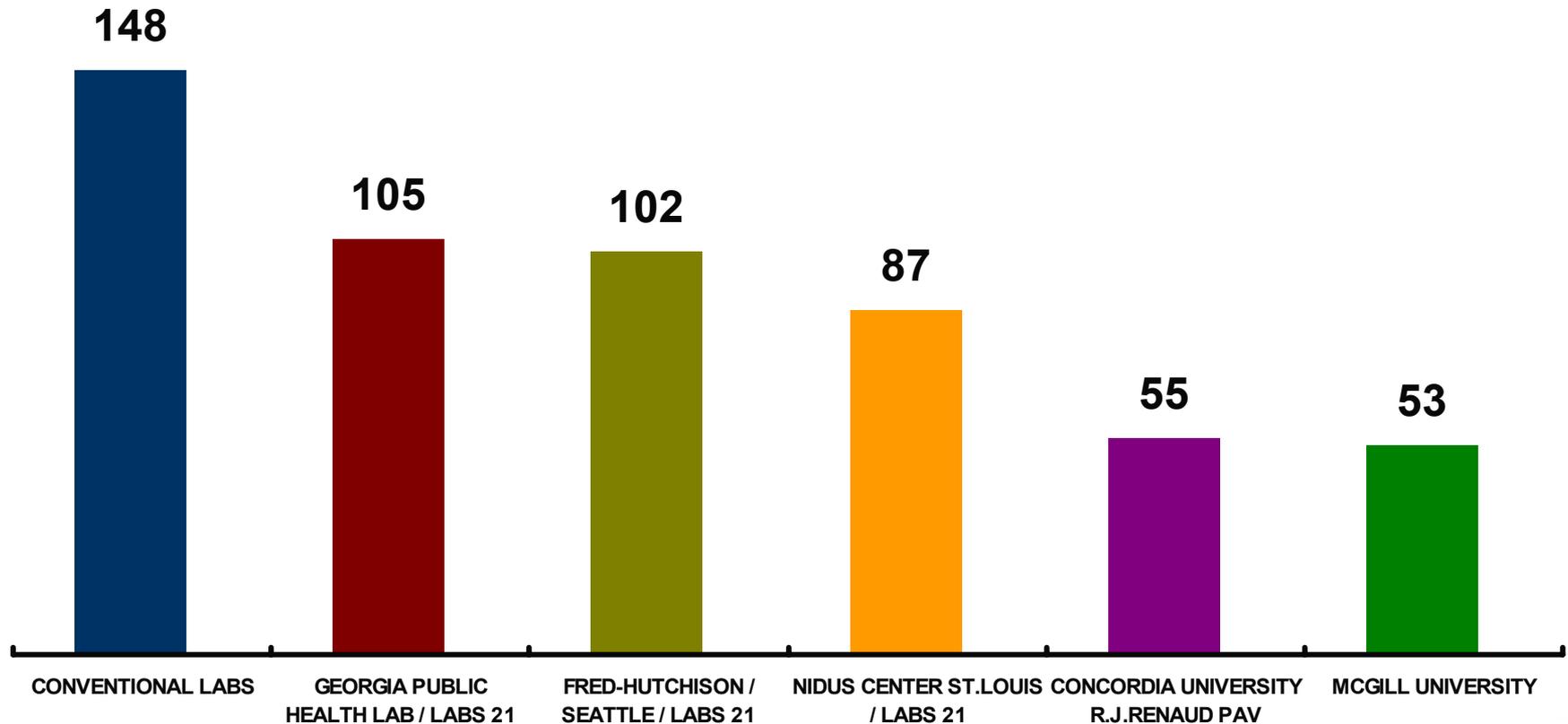
- Définition : Nombre de hottes de laboratoire par surface (surface = 5 000 pi<sup>2</sup> brut)
- Généralement, ce nombre se situe entre 0,5 et 5 selon les fonctions de recherche
- Un chiffre au-delà de 3 représente une possibilité réelle d'optimisation
- McGill LSC : **1,78**

# Puissance des systèmes



- Définition : Puissance totale des ventilateurs d'alimentation de retour et d'évacuation par volume d'air brassé.
- Unités : W/cfm
- Nombre pouvant se situer entre 0,3 et 2.
- McGill LSC : **1,94**
  - unités locales ajoutant beaucoup
  - essentielle pour notre concept
- McGill LSC sur A/N : **1,41**

# Efficacité énergétique dans les laboratoires



# Programme d'initiatives pour les bâtiments Mieux consommer-Grandes entreprises



- Analyse des mesures individuelles
- Conditions :
  - Tarif « L »
  - 15 ¢/kW-h
  - Seul 75 % du surcoût est subventionné
  - Ramener le PRI à 3 ans
  - Maximum de 350 000 \$
  - Économies évaluées à 0,048 \$/kW-h

# Variateurs de vitesse



- Variateurs de vitesse sur les ventilateurs et pompes
- Énergie économisée: 633,203 kWh
- Montant de la subvention: 94,980\$

# Réduction de l'air neuf; Ventilos locaux



- Ventilos-convecteurs permettant de réduire l'apport d'air neuf par climatisation locale
- Énergie économisée: 2,155,426 kWh
- Montant de la subvention: 323,314\$



*Merci beaucoup pour  
votre présence !*

[www.pageaumorel.com](http://www.pageaumorel.com)

Montréal  Gatineau  Laval  Hawkesbury

Rendez-vous Hydro-Québec 2007

# Question ?

[www.pageaumorel.com](http://www.pageaumorel.com)

Montréal  Gatineau  Laval  Hawkesbury

