

BIENVENUE AU LUNCH ÉCLAIR DE IES-MONTRÉAL



PLATINE

axis

CREE

EATON
Powering Business Worldwide®

LumiGroup

Rayonled

Signify

BFC SOLUTIONS

STANDARD
STANPRO

**Merci aux parrains 2019-2020
pour leur soutien à IES-Montréal**

OR

ABB **AcuityBrands** **cyclone** **DELUX** **edp**

FORTTREM **lumenpulse** **LUMENWERX**

Nedco **UL** **ULS** **WESCO**

ARGENT

Contact Delage **HITECH** **exp.**

HUBBELL **Induktion** **legrand**

Liteline **Lumen** **PAGEAU MOREL**

SNOC **Systèmes Urbains** **Westburne**

BRONZE

Artlux Innovation Inc. **Eureka Lighting**

Charland, Dubé, Robillard **Lumca**

Dupras Ledoux Inc. **Stantec**

Eclairage Techno **Urbex**

**Merci aux parrains 2019-2020
pour leur soutien à IES-Montréal**

Impact de l'éclairage naturel sur l'efficacité énergétique des bâtiments



2020-05-12

Présenté par: Roland Charneux, ing

Plan de la présentation

- Un peu d'histoire
- Éclairage naturel
- Un premier exemple
- Un deuxième exemple
- L'impact du vitrage sur la consommation
- Conclusions et recommandations

La nature va toujours gagner



La nature va toujours gagner



Il y a toujours une solution



Le bâtiment vert



Ou le bâtiment zéro-énergie



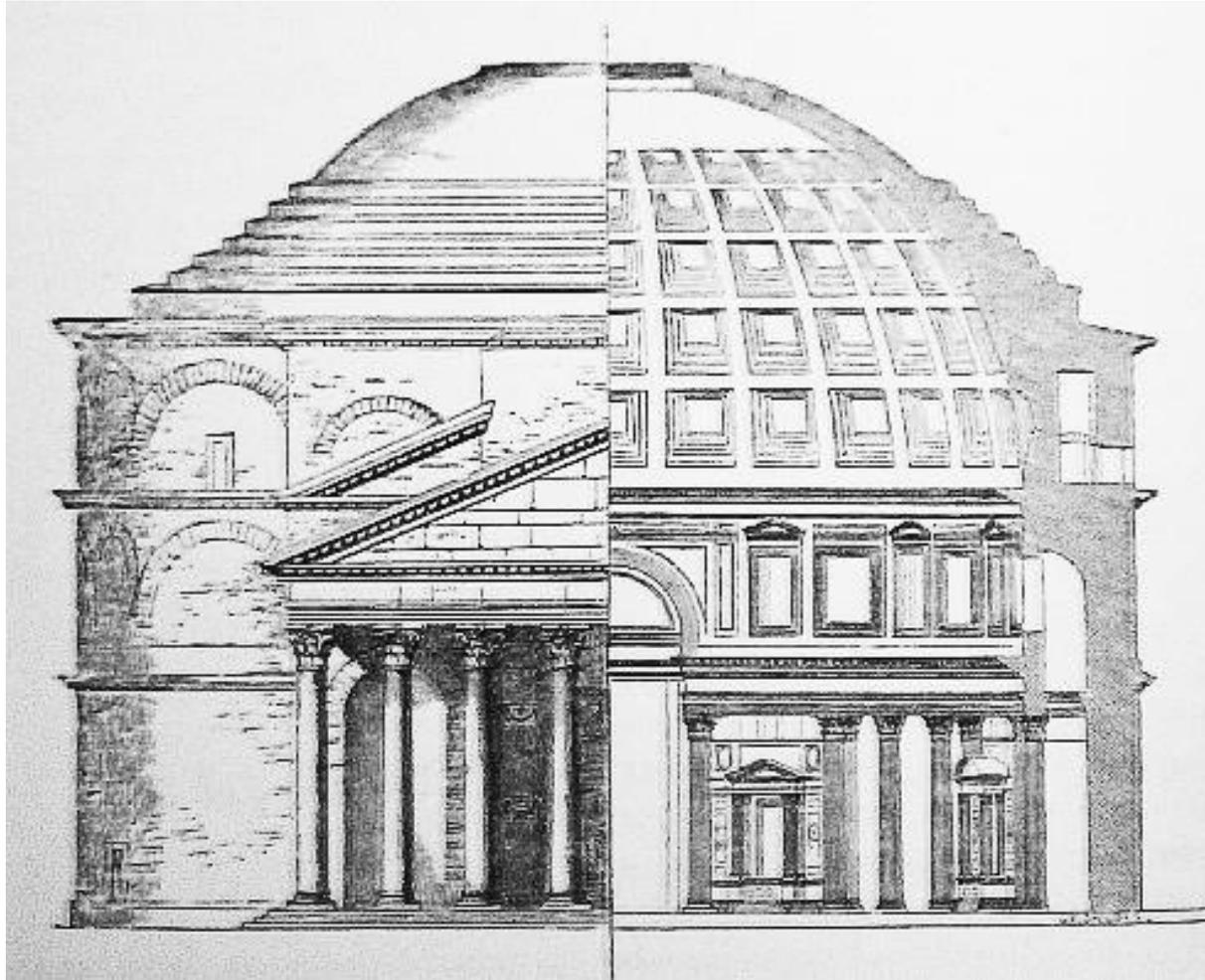
Plan de la présentation

- Un peu d'histoire
- Éclairage naturel
- Un premier exemple
- Un deuxième exemple
- L'impact du vitrage sur la consommation
- Conclusions et recommandations

L'humain a toujours voulu maîtriser la lumière



Le Panthéon de Rome



Le Panthéon de Rome, 43,3m x 8,7m



Le Panthéon de Rome



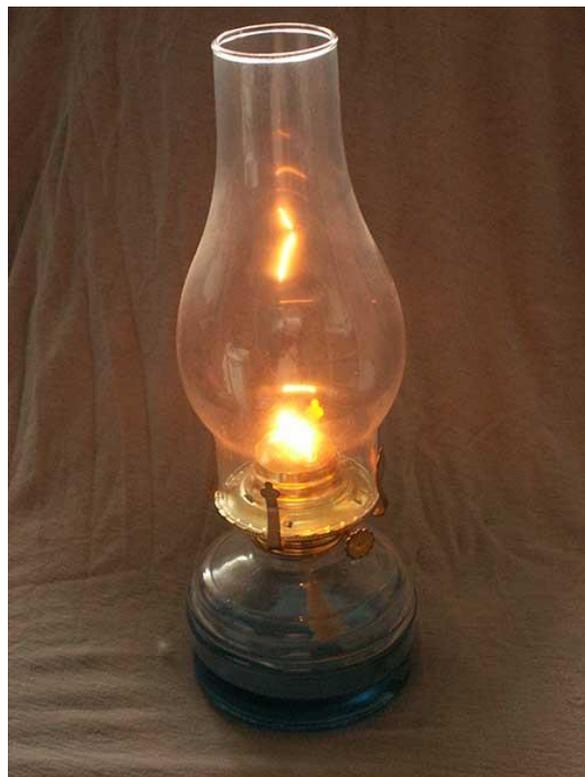
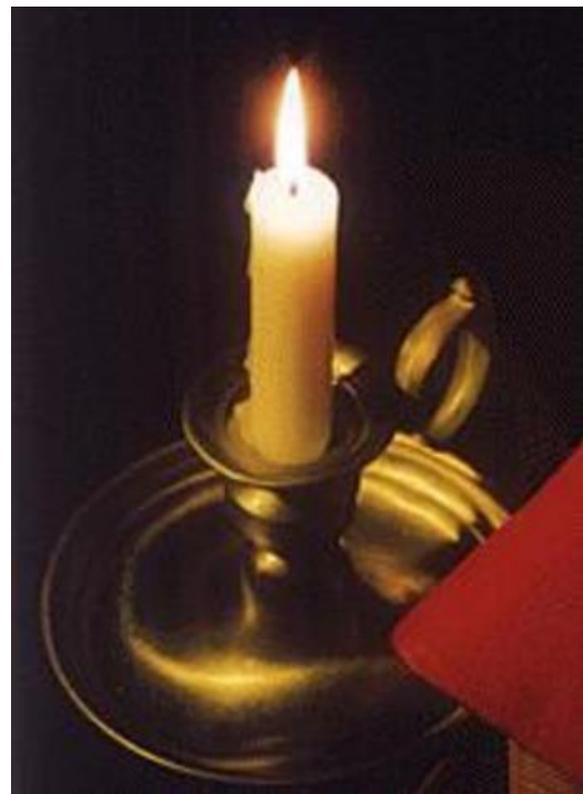
La venue du verre

- Auparavant
 - Volets de bois
 - Toiles cirées
 - Peaux fines
 - Papier huilé

Impôts sur les fenêtres en France de 1798-1926



Évolution de la maîtrise de la lumière



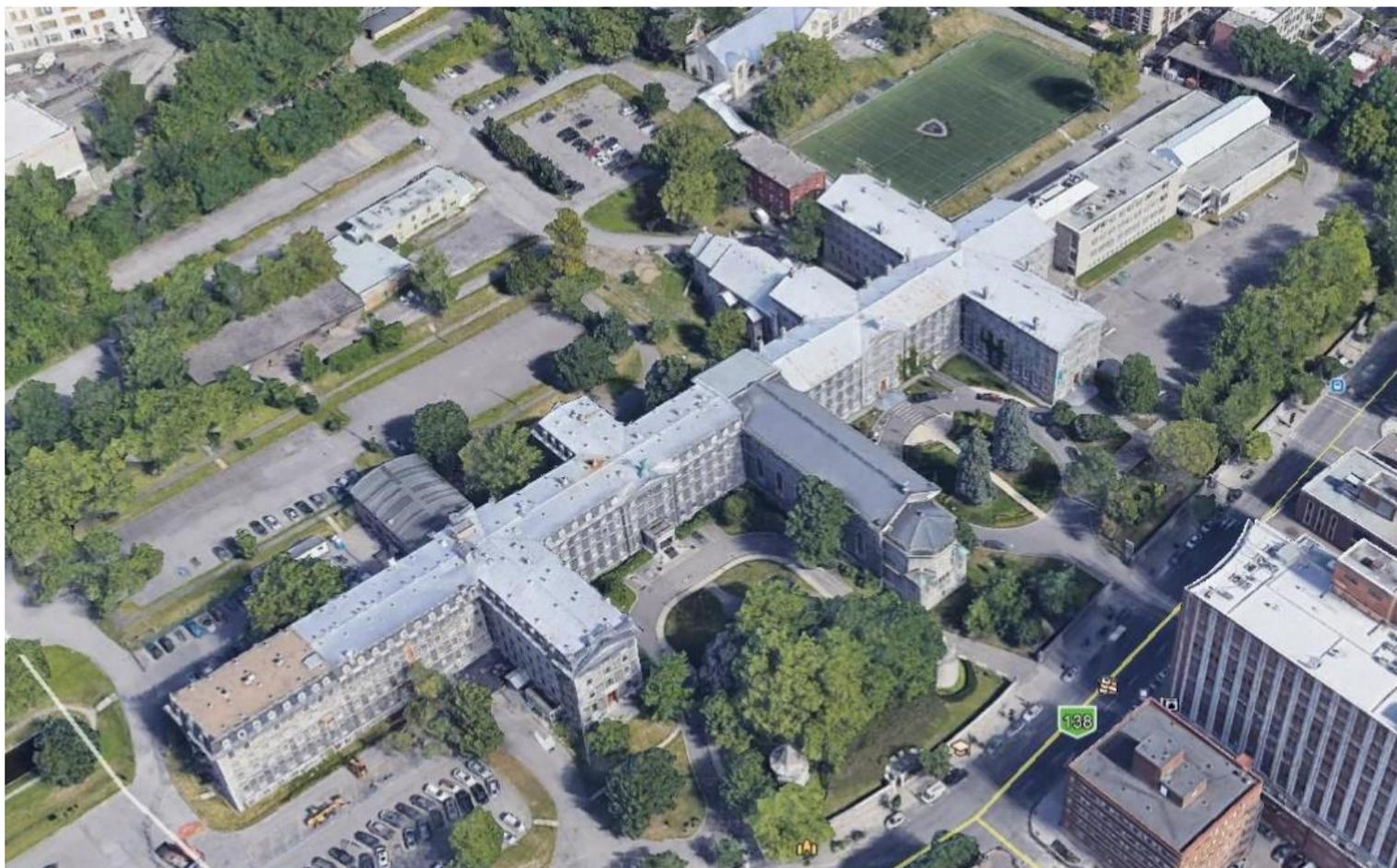
Utilisation de la lumière naturelle; Ancien Hôtel Dieu



Marché Bonsecour



Collège et Séminaire de Montréal



Plan de la présentation

- Un peu d'histoire
- Éclairage naturel
- Un premier exemple
- Un deuxième exemple
- L'impact du vitrage sur la consommation
- Conclusions et recommandations

Pourquoi l'éclairage naturel

- La vue sur l'extérieur est devenu un critère important de satisfaction des occupants.
- Dans les commerces l'éclairage représente +/- 50% de la consommation
- Dans les bureaux, +/- 20% de la consommation

Pourquoi l'éclairage naturel ?

- Le chauffage, on peut le faire de multiples façons
- L'éclairage il n'y a que 2 façons efficaces
 - Avec l'électricité
 - Avec le soleil

La lumière artificielle

- Les humains ont toujours voulu maîtriser la lumière
- Peu à peu l'éclairage naturel a fait place à l'éclairage artificiel

Et la lumière fut avec ses impacts



École secondaire Lucien Pagé et bureaux



U de M et Polytechnique



Disponibilité du soleil

- Soleil direct, 44,6% du jour
- Soleil direct disponible au Sud durant les heures de bureau; Environ 30% du temps
- Durée de vie probable du soleil de 10 milliards d'années
- Coût de cette énergie: 0\$/kWh

L'efficacité du soleil

- Une source de lumière très efficace
 - Soleil direct, +/- 100 Lumen par Watt dirigé
 - Ciel clair diffus, 150 Lumen par Watt
 - Ciel clair moyen, 125 Lumen par Watt
 - Éclairement solaire au sol, 120 000 Lux
 - Éclairement de la lune, 1 Lux

Éclairage diffus

- Ce n'est pas tout d'avoir des fenêtres
- Tout dépend du ciel bleu vu par le point éclairé
- Donc on est dépendant des immeubles environnants

Les obstacles à l'éclairage naturel

- La surchauffe
- L'éblouissement
- Pas de contrôle de l'éclairage artificiel adéquat
- Du vitrage non performant
- Bas coût de l'électricité
- La disponibilité du ciel bleu

Méthodes d'apport de la lumière naturelle

- Fenêtre au dessus de 2,3m (7,5')
- Lanterneaux à vitrage vertical (Claires-voies)
- Lanterneaux avec vitrages à angle (Claires-voies)
- Lanterneaux à vitrage complets (Puits de lumière)
- Tubes de lumières (Light tubes)
- Fibres optiques

Technologies disponibles

- Vitrage performant
- Détection de lumière naturelle
- Éclairage modulant
- Facilité avec l'éclairage DEL
- Stores motorisés
- Vitrage diffusant
- Éclairage de tâche

Plan de la présentation

- Un peu d'histoire
- Éclairage naturel
- **Un premier exemple**
- Un deuxième exemple
- L'impact du vitrage sur la consommation
- Conclusions et recommandations

Exemple du siège social de MEC à Vancouver

- 10 000 mètres-carrés
- Espace de bureau principalement

Objectifs du client

- **Le confort des occupants**
 - Lumière naturelle;
 - Vue sur l'extérieur;
 - La qualité de l'air intérieur;
 - Confort thermique;
 - Confort acoustique.
- **L'efficacité énergétique**



Le confort thermique

Paramètre de confort	Procédé	% de la contribution à la perception du confort
Température de l'air	Conduction	6 %
Température des surfaces	Radiation	50 %
Mouvement de l'air	Convection	26 %
Humidité de l'air	Évaporation	18 %

Décisions

- Chacune de nos décisions est un compromis

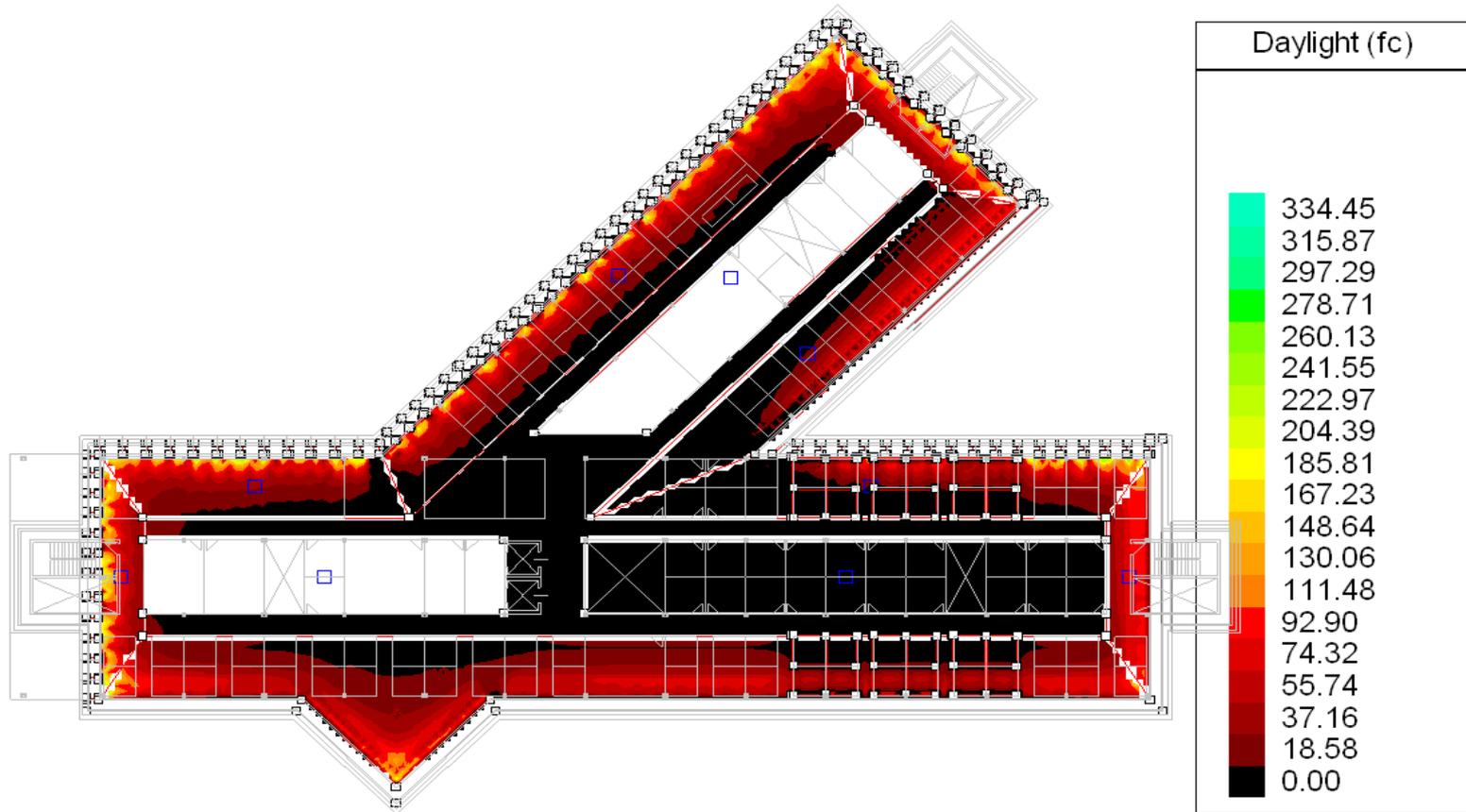
L'éclairage naturel

- Produit un bâtiment allongé



- Limite de hauteur pour faciliter l'utilisation des escaliers établie à 4 étages

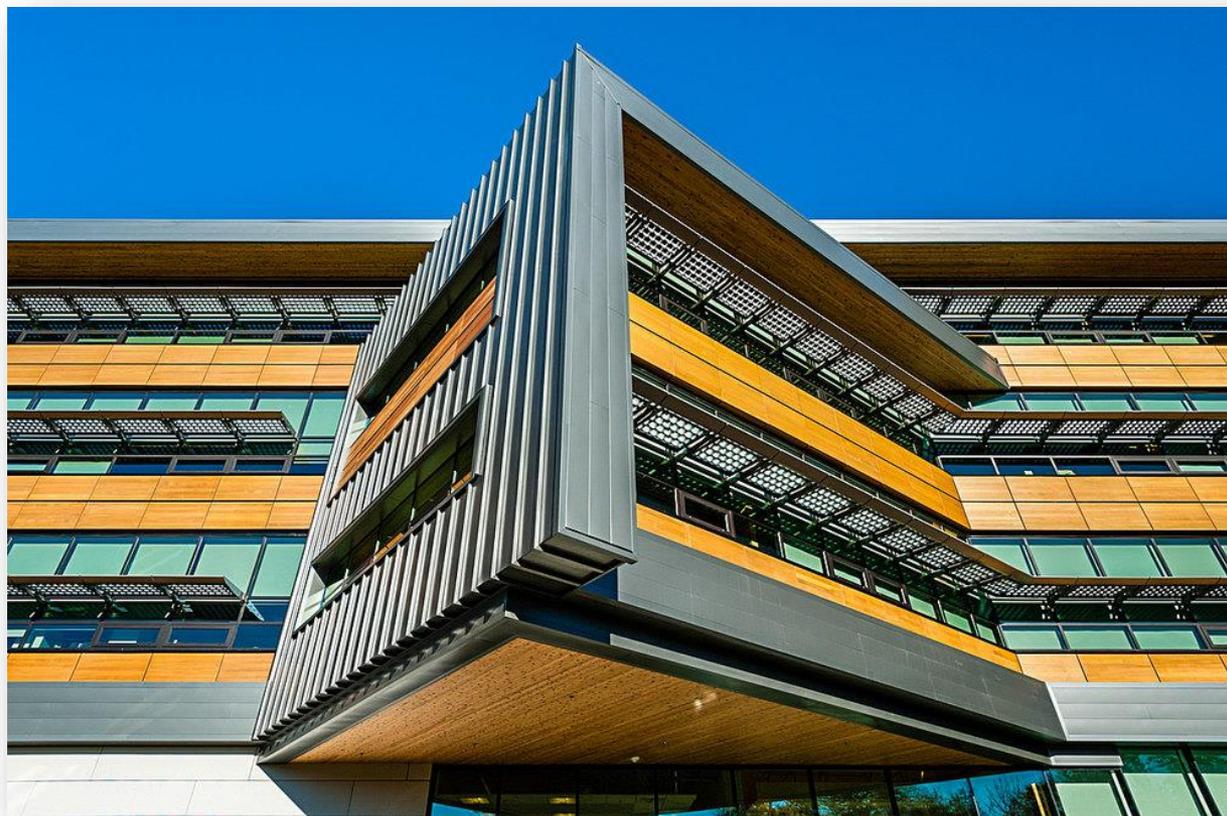
Éclairage naturel - simulations



Contrôle de la surchauffe



Contrôle des surchauffes, Brise-soleil



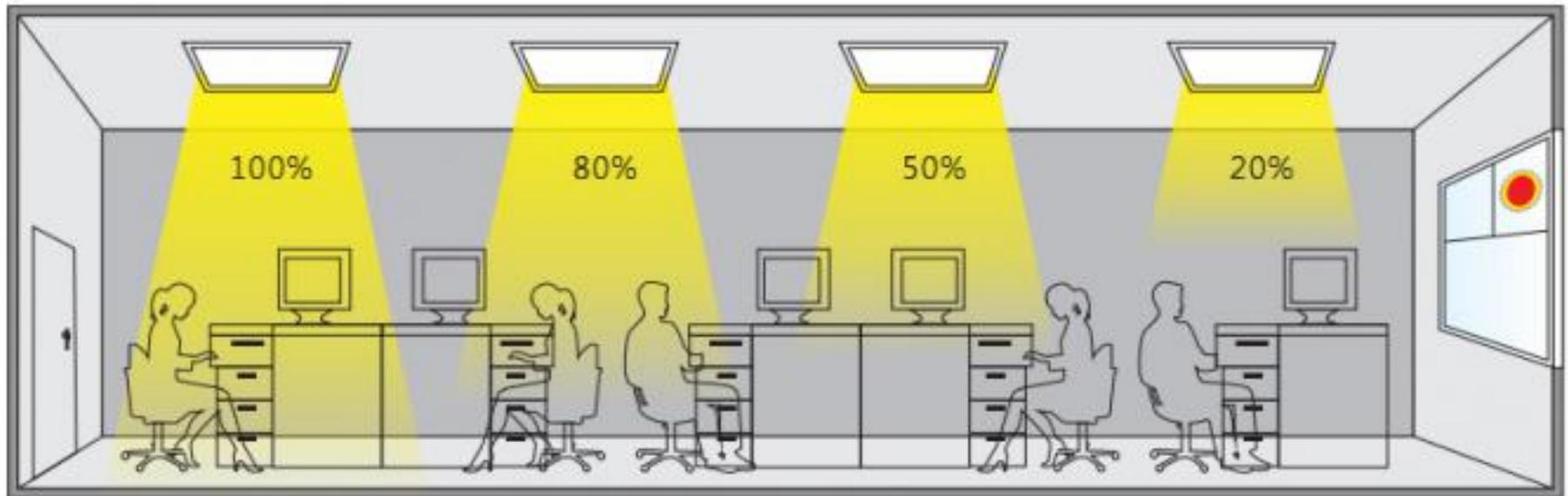
Contrôle de l'éblouissement motorisé



Contrôle non-motorisés



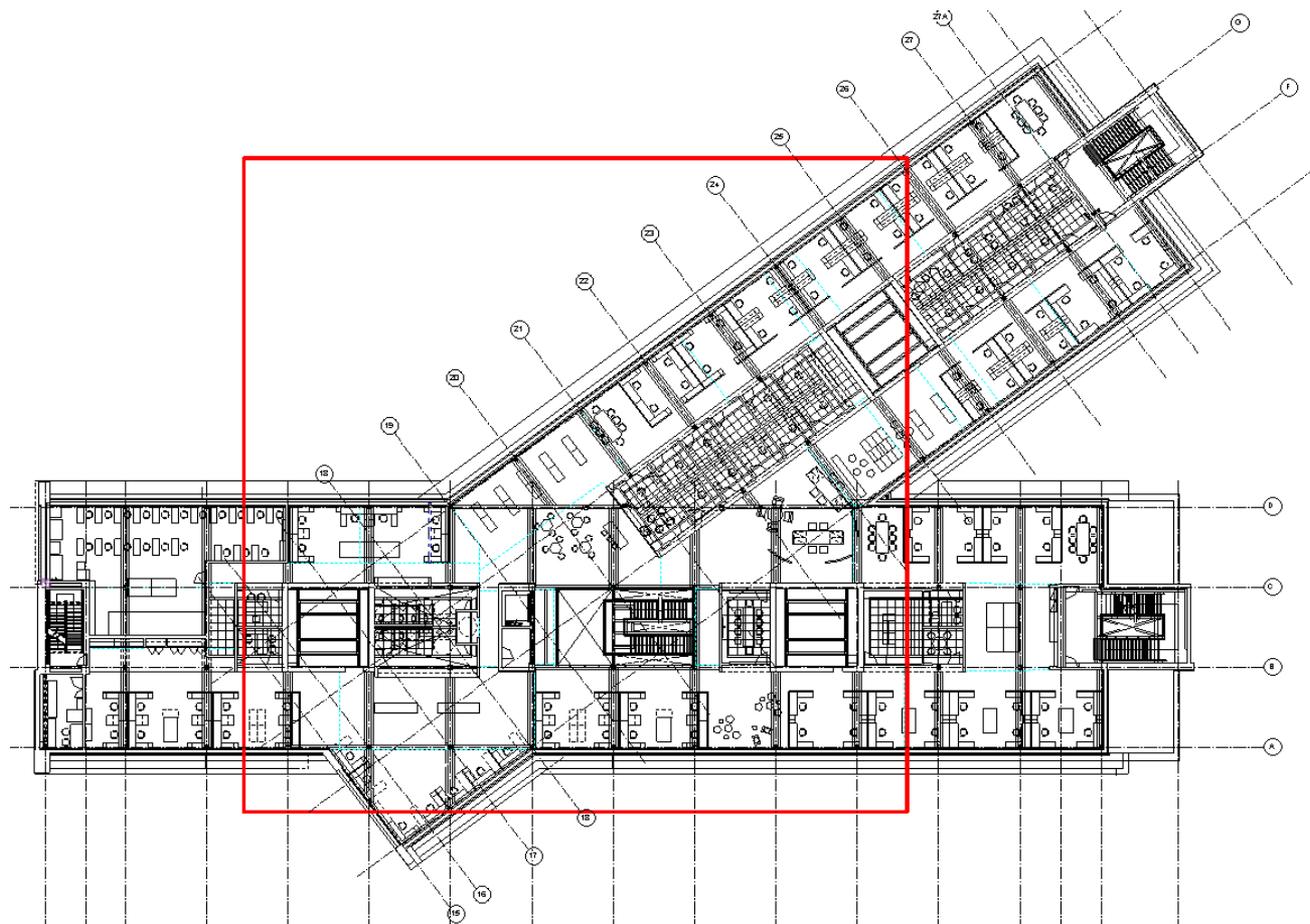
Modulation de l'éclairage artificiel



Éclairage naturel et vues



53% plus de périmètre



Comment compenser ?

■ Pour un bâtiment traditionnel carré

- 40 % de verre;
- Le U*A aurait été de 4,36 kW/°C (8 264 BTU/h-°F)

■ Dans notre cas avant modifications

- 47 % de verre;
- 53 % plus d'enveloppe;
- Le U*A aurait été de 7,0 kW/°C (13 222 BTU/h-°F)
- Soit 1,60 x plus de pertes

■ Comment corriger la situation ?

- En améliorant la résistance thermique des éléments.

Verre triple , cadre en fibre de verre; R-1,1 (6,3)



Des vitrages performants

- Caractéristiques recherchées
 - Transmission visible (VLT)
 - Facteur d'ombrage (SC)
 - Résistance thermique
- Exemple Verre triple (MEC)
 - VLT = 0,53
 - SC = 0,42
 - RSI = 1,1 (Rimp 6,3)

Analyse du verre triple

- **Économies**
 - Pompes à chaleur, 24 tonnes: 60 000\$
 - 7 puits géothermiques: 70 000\$
 - 150 mètres carrés de panneaux radiants: 48 000\$
 - Total: 178 000\$ pour 2 100 mètres-carrés de fenêtres,
 - soit un économie unitaire équivalent de 85\$ par mètre-carré
- **Coût additionnel:**
 - 86\$ par mètre-carré de fenêtres
- De plus, économies d'opération annuels de 7,100\$

Murs, Panneaux SIP de 300 mm; R-8,8 (R-50)



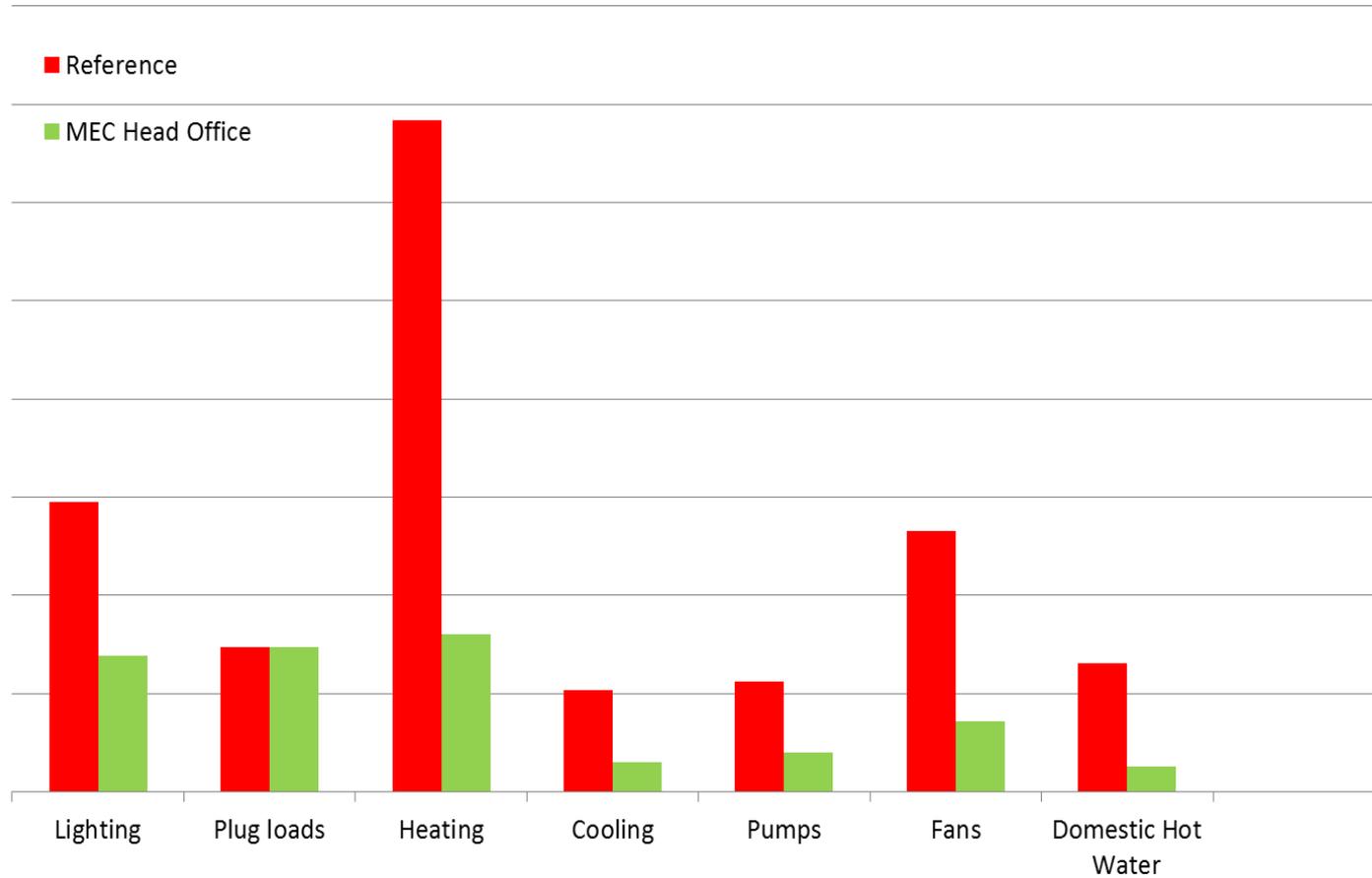
Toit, Polyisocyanurate; R-12,3 (R-70)



Comparaison des résistances thermiques

	Vancouver CMNEB 1997	Vancouver ASHRAE 2007	Vancouver ASHRAE 2013	Vancouver CNEB 2011	Vancouver MEC	Quebec CNEB 2011
Toit	4,3 (24,4)	3,52 (20)	5,3 (30)	4,4 (25)	12,32 (70)	6,2 (35)
Mur	2,9 (16,5)	2,0 (11,4)	2,0 (11,4)	3,17 (18)	8,8 (50)	4,75 (27)
Fenêtres	0,3125 (1,77)	0,35 (2,0)	0,35 (2,0)	0,42 (2,4)	1,1 (6,3)	0,45 (2,58)

Réduction de la consommation de l'éclairage



Autres mesures

- Surfaces à réflectances très élevées (blanches..)
- Espaces ouverts au périmètre
- Partitions basses et perpendiculaires aux fenêtres
- Mobilier et surfaces de travail de couleur blanche ou pâle

Vue de l'intérieur du bâtiment



Bureaux en zone intérieure



Lumière naturelle et vues



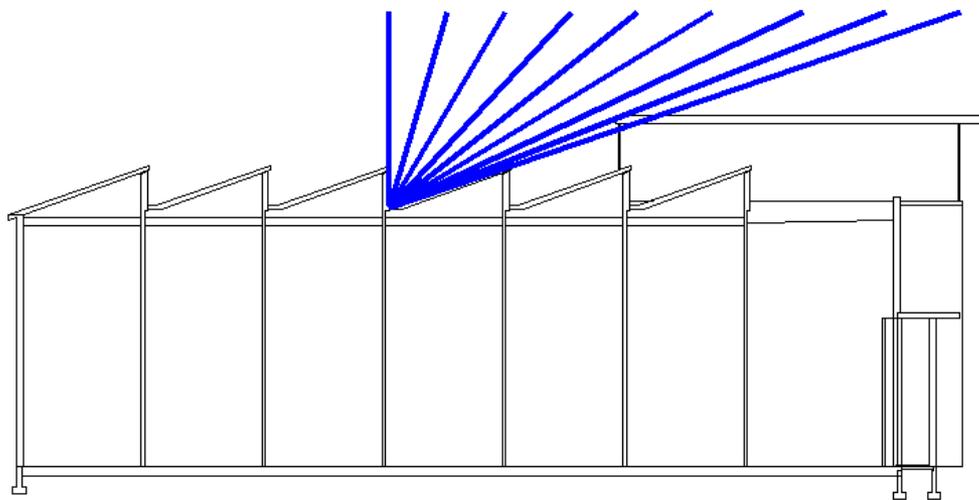
Plan de la présentation

- Un peu d'histoire
- Éclairage naturel
- Un premier exemple
- **Un deuxième exemple**
- L'impact du vitrage sur la consommation
- Conclusions et recommandations

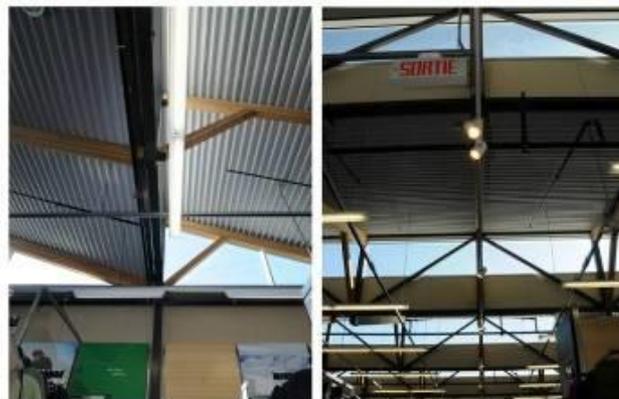
Éclairage à clairevoies, orientées Nord



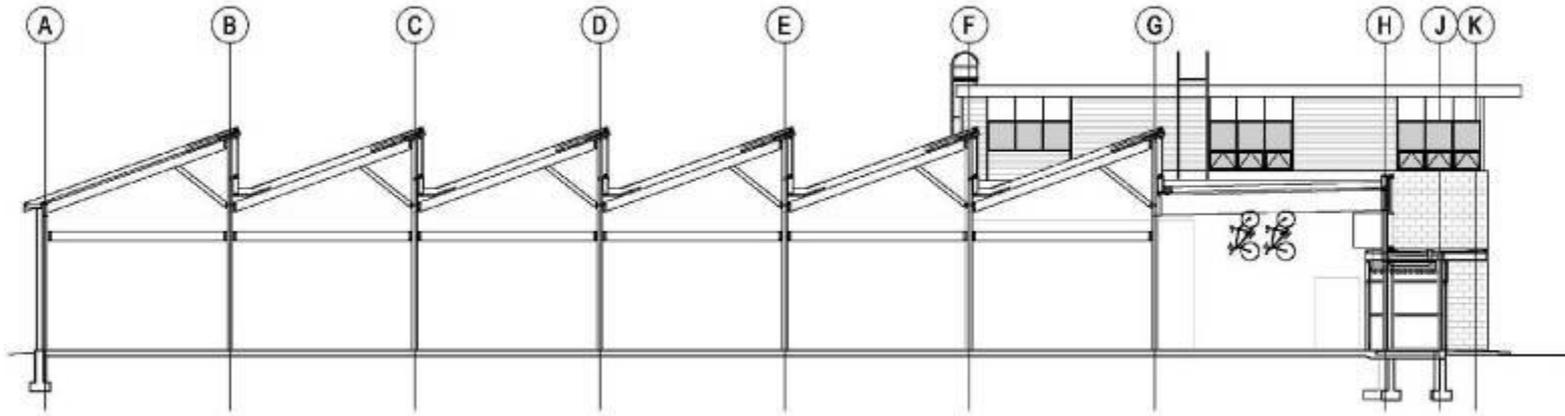
Surface réfléchissante blanche du toit



Quelques détails



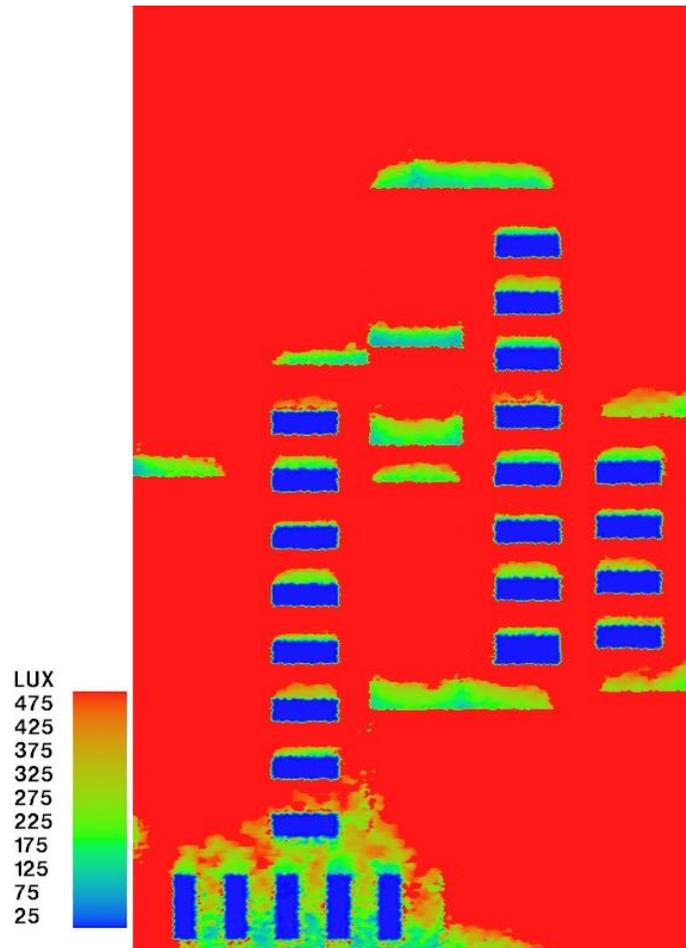
Toit en dents de scie



Pénétration et diffusion de la lumière



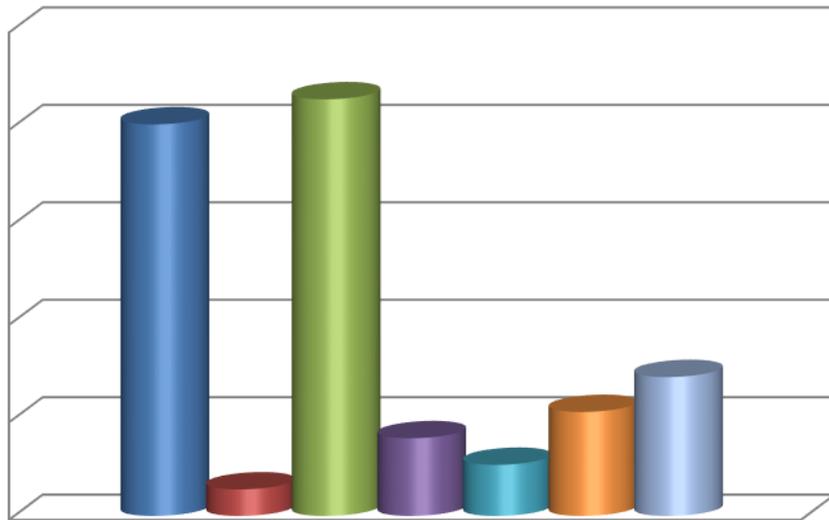
Éclairage naturel, 21 sept à midi, simulation



Économies liées à l'éclairage naturel

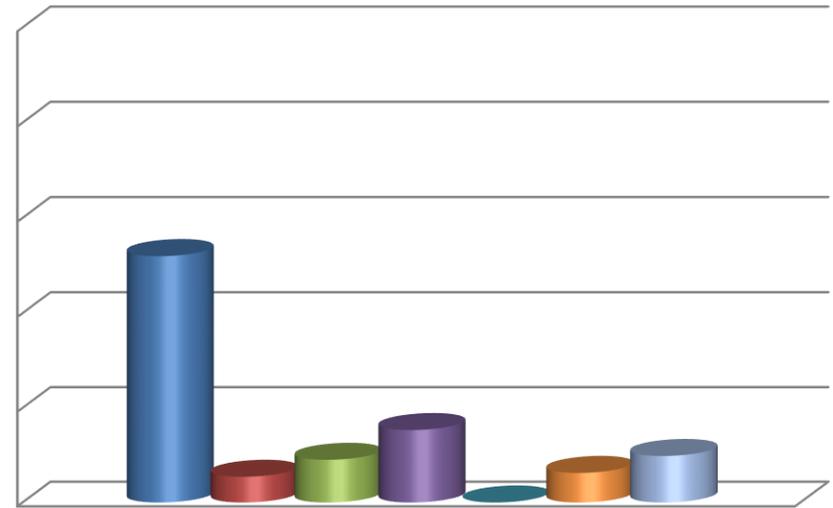
- Avec éclairage naturel
 - Chauffage 280 000 kWh
 - Autres usages incl. l'éclairage 200 000 kWh
 - Total 480 000 kWh
 - Total avec géothermie 293 000 kWh
- Sans éclairage naturel
 - Chauffage 250 000 kWh
 - Autres usages incl. l'éclairage 235 000 kWh
 - Total 485 000 kWh
 - Total avec géothermie: 318 000 kWh
- Différence de 25 000 kWh

Performance du bâtiment



REFERENCE

- Area Lights
- Misc. Equip.
- Space Heat
- Space Cool
- Heat Reject
- Pumps & Misc.
- Vent Fans



EFFICIENT

- Area Lights
- Misc. Equip.
- Space Heat
- Space Cool
- Heat Reject
- Pumps & Misc.
- Vent Fans

Utilisation des toits inclinés pour du PV



Plan de la présentation

- Un peu d'histoire
- Éclairage naturel
- Un premier exemple
- Un deuxième exemple
- L'impact du vitrage sur la consommation
- Conclusions et recommandations

Quelques exemples de verre triple

Thickness (mm)	SHGC	VT	U value (W/m ² -K)	R value (K-m ² /W)	U value (BTU/(hr-°F-ft ²))	R value (ft ² -°F-h/BTU)
44	0.54	0.68	0.73	1.38	0.13	7.81
44	0.34	0.58	0.58	1.72	0.10	9.77
44	0.51	0.74	0.58*	1.72	0.10	9.79
44	0.60	0.73	0.68	1.47	0.12	8.34
44	0.23	0.46	0.56	1.8	0.10	10.21
44	0.35	0.57	0.60	1.68	0.10	9.54
43.9	0.57	0.72	0.69	1.44	0.12	8.18
43.9	0.33	0.54	0.58	1.72	0.10	9.74
52	0.23	0.45	0.54	1.86	0.09	10.56
52	0.32	0.53	0.56	1.77	0.10	10.06
52	0.25	0.53	0.54	1.87	0.09	10.61

Effet du % de fenestration et qualité des fenêtres

Hypothèses		
U fen (kWh/°C*m²)	2,22	U Imp. 0,39
U mur (kWh/°C*m²)	0,21	R imp. 27
Hauteur mur + fen (m)	3,65	12 pi.
A plancher (m²)	9	96,8 pi²
Éclairage W/m²	10	
hres/sem (h)	50	

Hypothèses		
U fen (kWh/°C*m²)	0,7	U Imp. 0,12
U mur (kWh/°C*m²)	0,21	R imp. 27
Hauteur mur + fen (m)	3,65	12 pi.
A plancher (m²)	9	96,8 pi²
Éclairage W/m²	10	
hres/sem (h)	50	

Pour 1 mètre de largeur de mur						
% de fenêtres	30%	40%	50%	60%	70%	80%
kWh de chauffage (2,2)	95	118	142	165	189	212
kWh de chauffage (0,7)	42	47	53	59	65	70
kWh d'éclairage	234	234	234	234	234	234
Économies potentielles	35	44	52	60	69	77

Plan de la présentation

- Un peu d'histoire
- Éclairage naturel
- Un premier exemple
- Un deuxième exemple
- L'impact du vitrage sur la consommation
- Conclusions et recommandations

Planification de l'orientation du bâtiment

- Orientation du bâtiment
 - Allongé selon l'axe Est-Ouest
 - Fenêtres abondantes du côté Sud et Nord (limitée)

MEILLEUR

CORRECT

MAUVAIS

PIRE

Conclusions

- La fenestration devient un critère de confort pour les occupants
- Les superficies d'enveloppe augmentent
- Les superficies de zones intérieures diminuent
- L'éclairage artificiel devient de plus en plus performant
 - La disponibilité de chaleur intérieure diminue.

Recommandations

- Travail en conception intégrée
- Optimiser l'éclairage naturel
- On devrait contrôler la surchauffe de l'extérieur
- On doit contrôler l'éblouissement de façon automatique
- Maximiser les surfaces blanches à l'intérieur
- La performance thermique de l'enveloppe (Fenêtres) doit aller au-delà des minimum des codes.

Mesure de l'efficacité

- Une façon de mesurer l'efficacité d'un système d'éclairage naturel
 - Spatial Daylight Autonomy ($sDA_{300,50\%}$)
 - Proportion d'une aire de plancher qui est éclairée naturellement à 300+ lux pendant au moins 50% des heures d'opération annuelles.



Période de questions

rcharneux@pageaumorel.com

PAGEAU 
MOREL
UN ENGAGEMENT
DURABLE

Prochaines activités

Assemblée générale annuelle le 4 juin

De 12h00 à 13h30

Cours d'éclairage reprendra en septembre –
nouvelle formule améliorée

Tournoi de Golf – Septembre 2020

SUIVEZ-NOUS SUR NOTRE SITE WEB !

WWW.IESMONTREAL.CA

IES Illuminating ENGINEERING SOCIETY Section Montréal

PLATINE

- axis
- CREE
- FAT•N
Powering Business Worldwide®
- LumiGroup
- Rayonled®
- signify
- BFC SOLUTIONS
- STANDARD STANPRO

OR

- ABB
- AcuityBrands®
- DELUX
- edp
- cyclone
- FORTREM
- lumenpulse®
- LUMENWERX
- Nedco
- UL
- ULS
- WESCO

ARGENT

- Contact Delogo
- HITECH
- exp.
- MURBELL
- Induktion
Groupe corast
- legrand®
- Liteline
- lumen
- PAGEAU MOREL
- SNOC
- Westburne

BRONZE

- Artlax Innovation Inc.
- Charland, Dubé, Robillard
- Digras Ledoux Inc.
- Eclairage Techno
- Eureka Lighting
- Lumca
- Stantec
- Urbex

Merci aux parrains 2019-2020 pour leur soutien à IES-Montréal

