
Projet W

Centre de distribution automatisé

Martin Roy, ing. PA LEED
ASHRAE/Hydro-Québec
Montréal 13 Décembre 2010



Projet W

- Le projet
- Profil énergétique
- Simulation Energy+
- Éclairage
- Le concept



Le projet

- Centre de distribution de 460,000 pi²
- Manutention automatisé
- Force motrice importante
- Environ .3 personne/1000 pi²



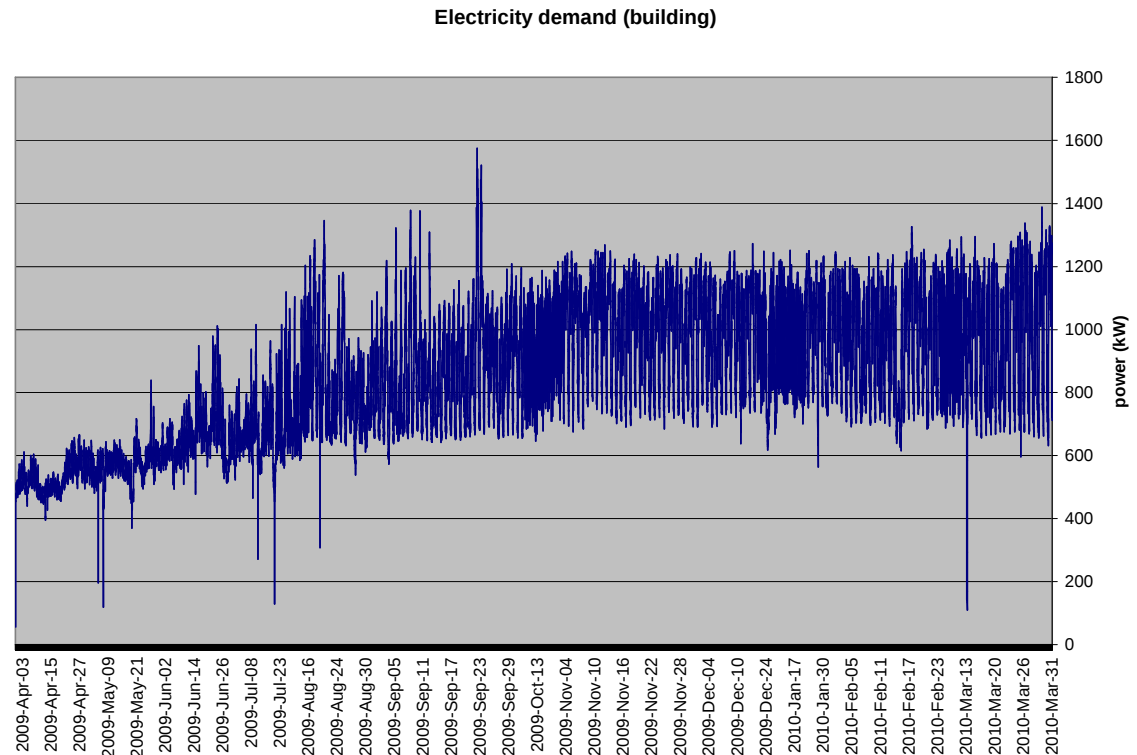
Profil énergétique

- Entrepôt de Vaughn
 - ❑ 500,000 pi²
 - ❑ 70 pieds de haut
 - ❑ 100 personnes
 - ❑ Climatisation par unités de toitures
 - ❑ Chauffage au gaz



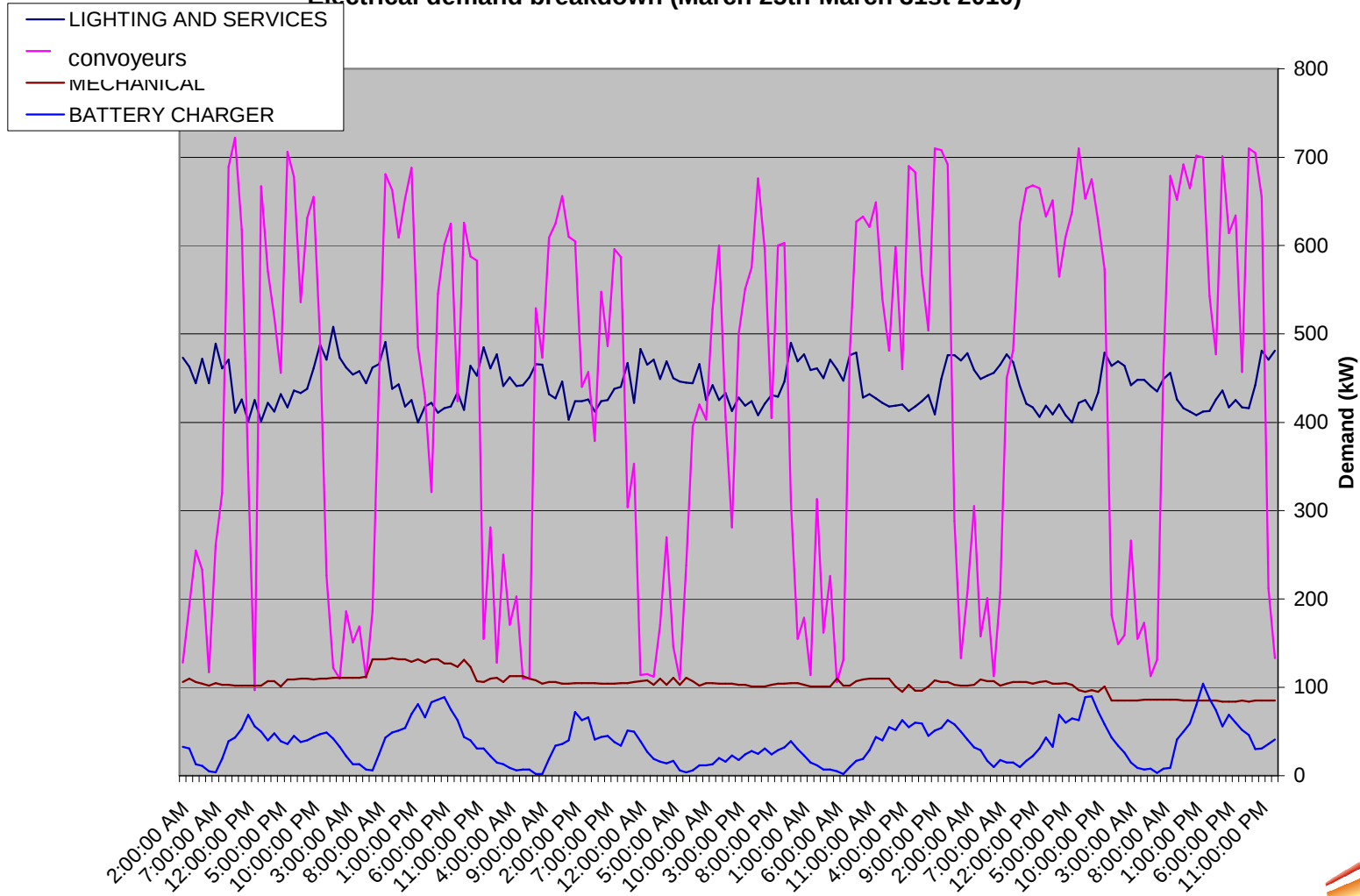
Demande électrique

- Convoyeurs
- Éclairage et services des bureaux
- CVAC
- Chargeur de batterie

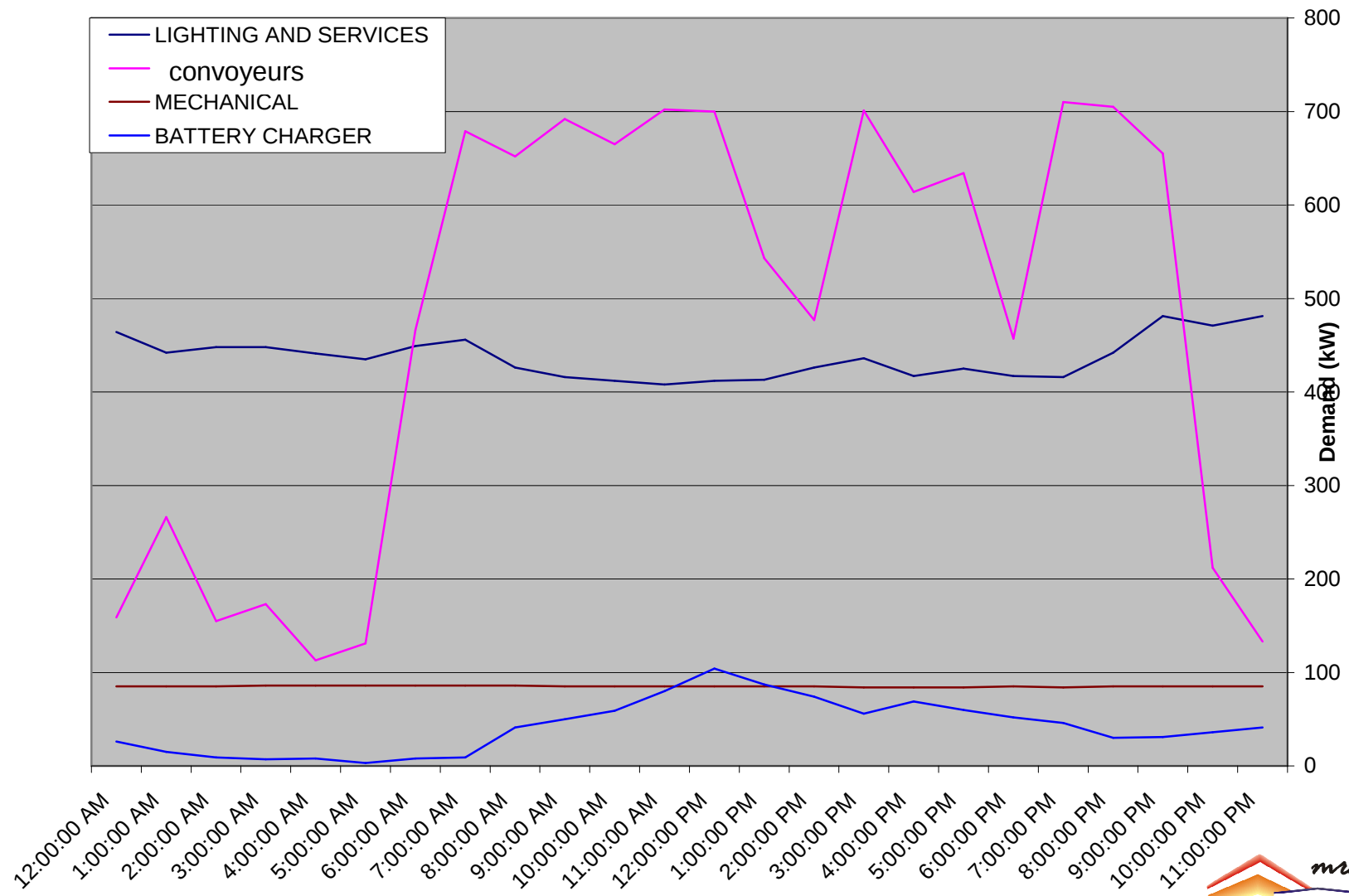


Distribution de la demande électrique

Electrical demand breakdown (March 25th-March 31st 2010)

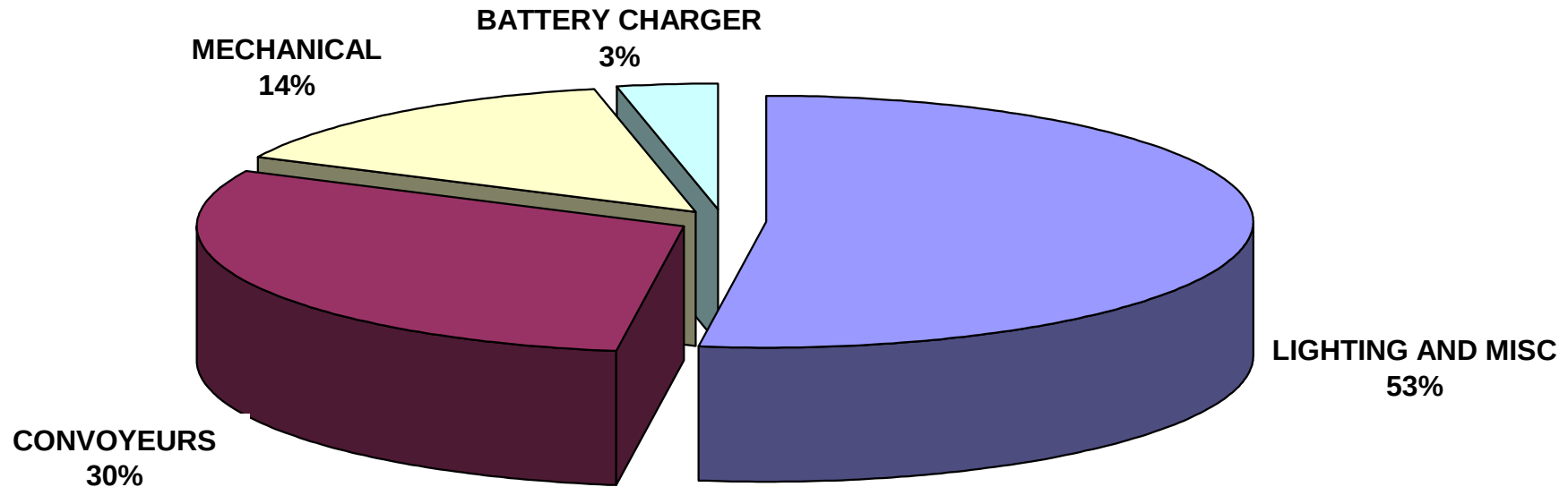


Electrical demand breakdown (March 31st 2010)



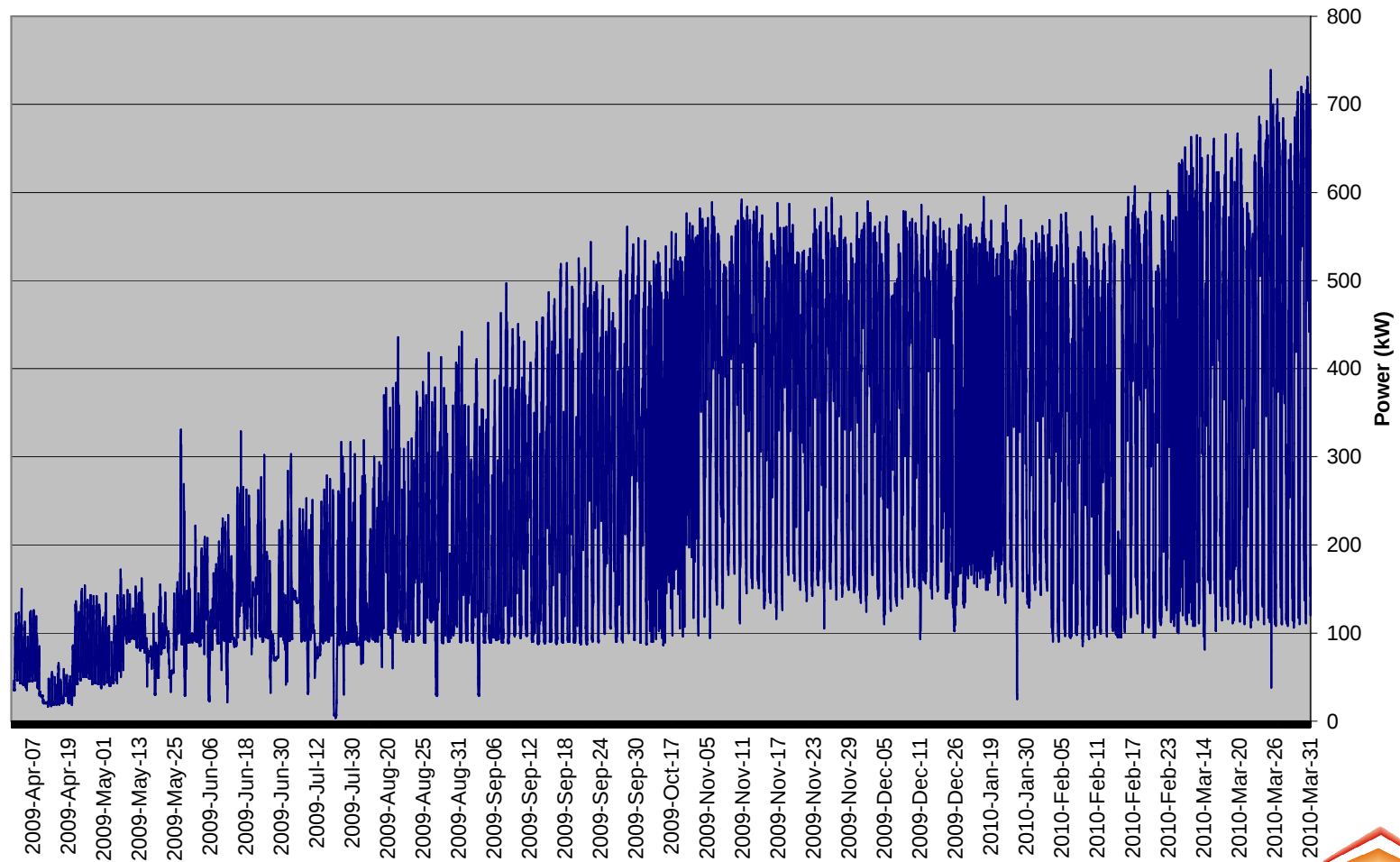
Distribution de la consommation

Electricity consumption breakdown



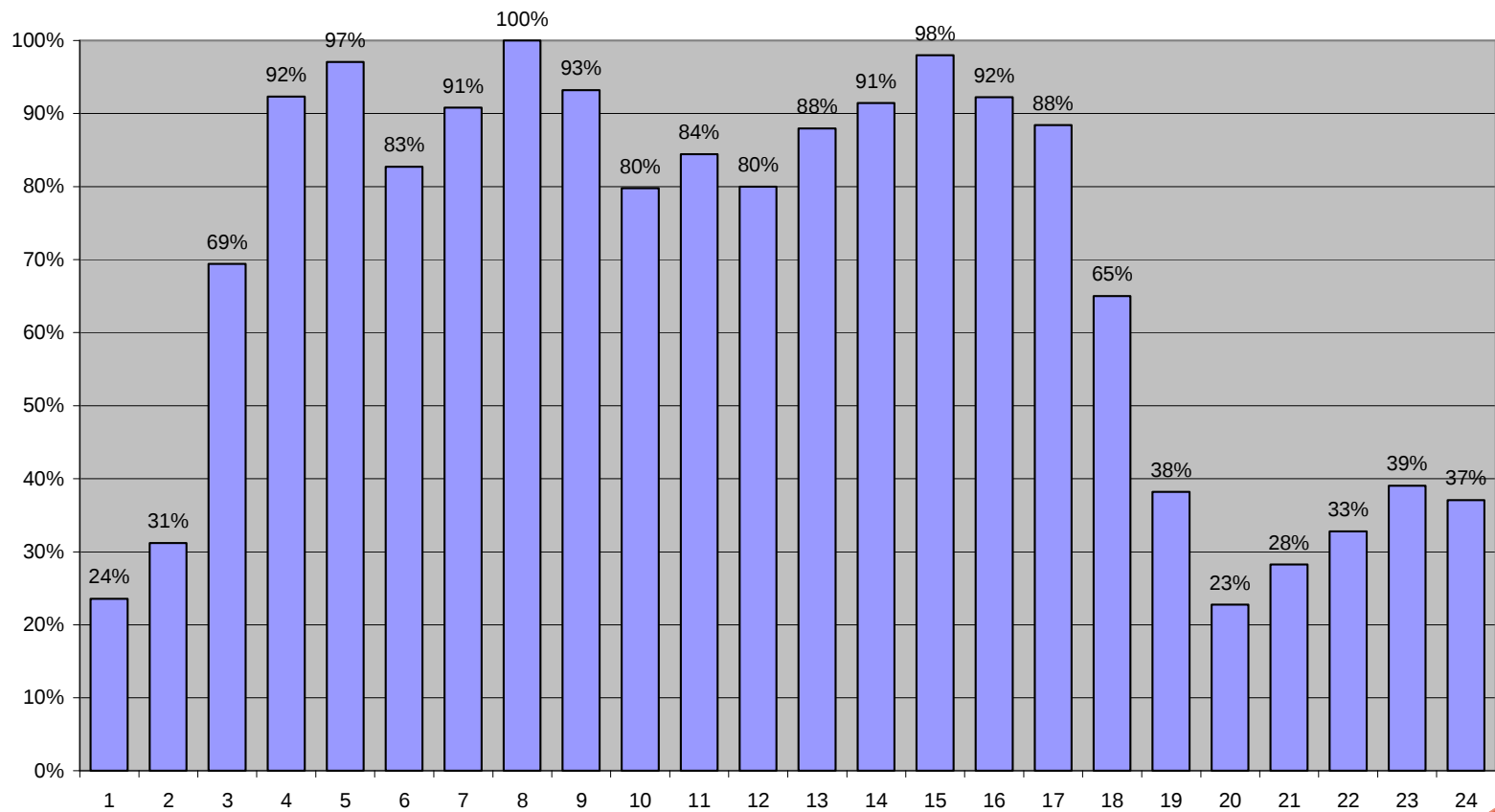
Demande des convoyeurs

Electricity demand



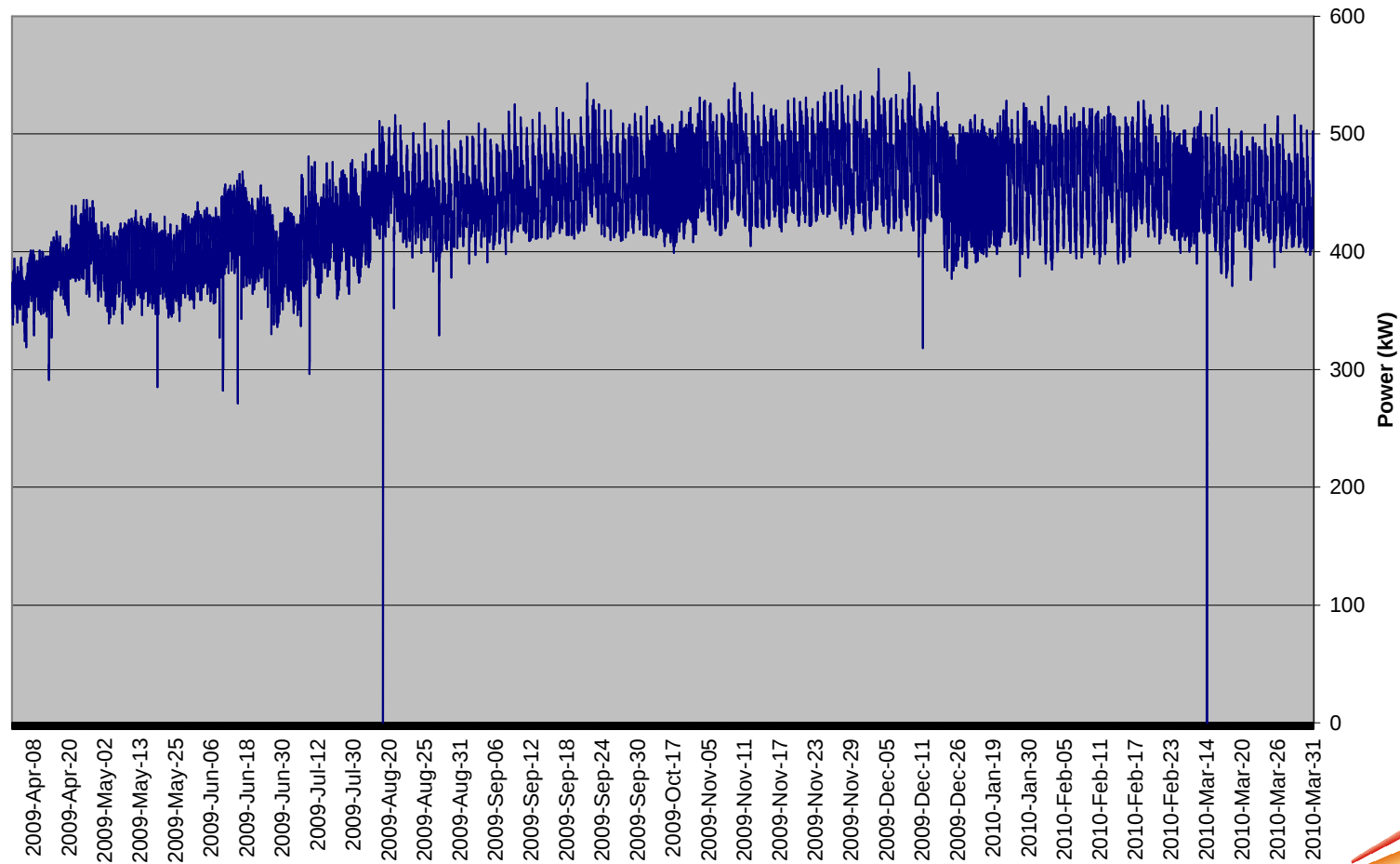
Facteur d'utilisation des convoyeurs

Equipment load profile
march 31



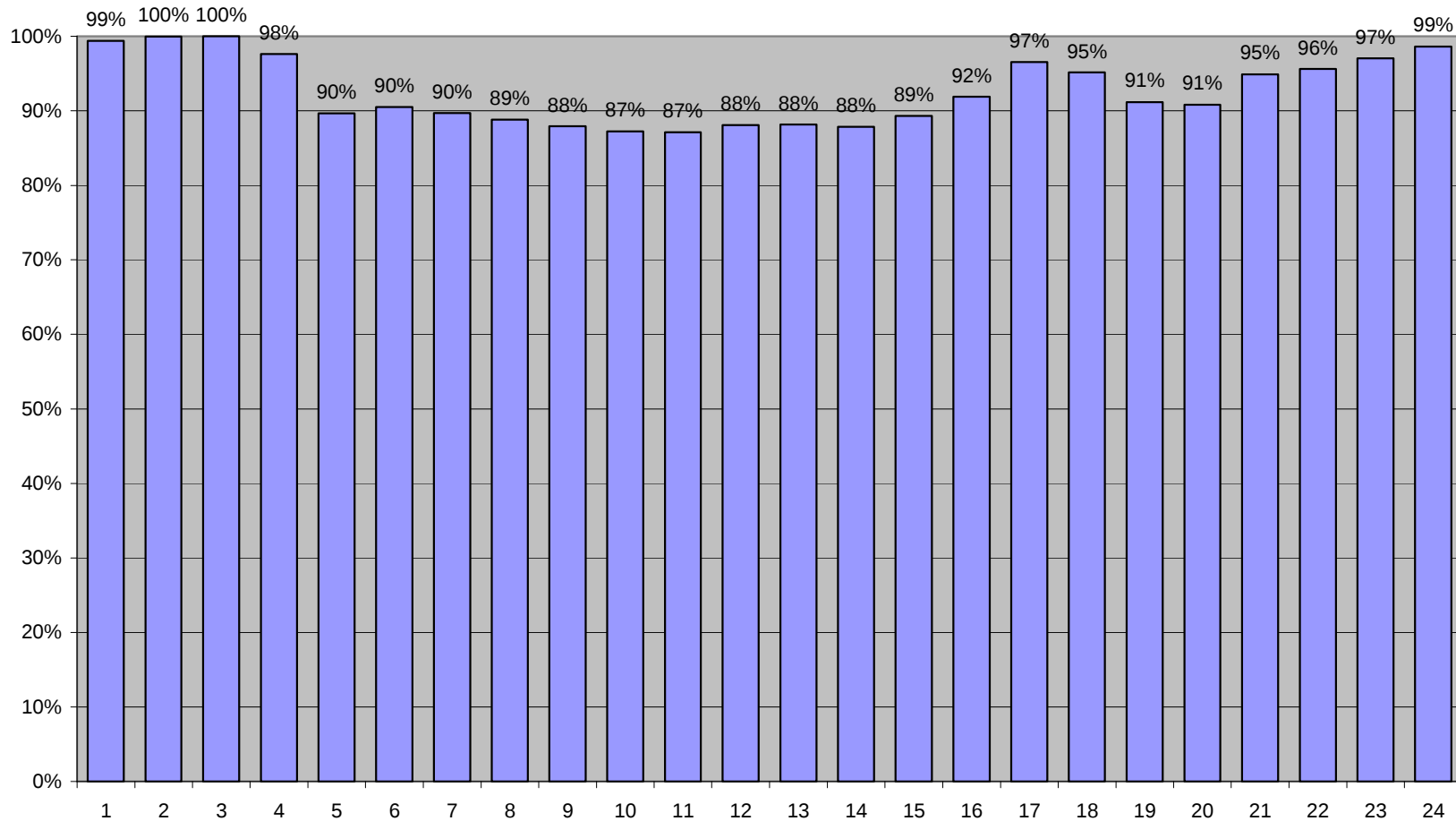
Éclairage et services

Electricity demand (Lighting and services)



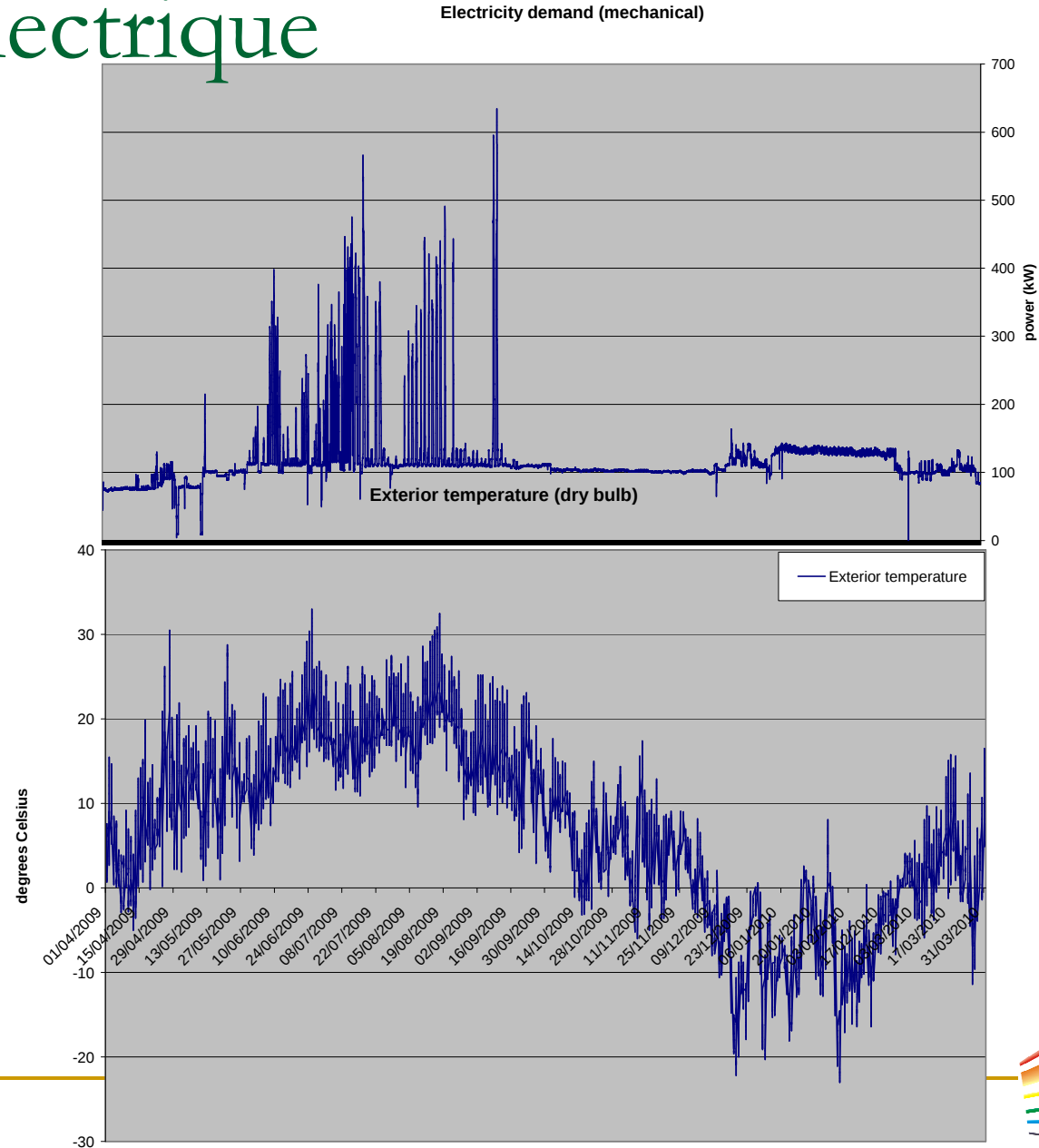
Facteur d'utilisation

Service and lighting load profile



CVAC électrique

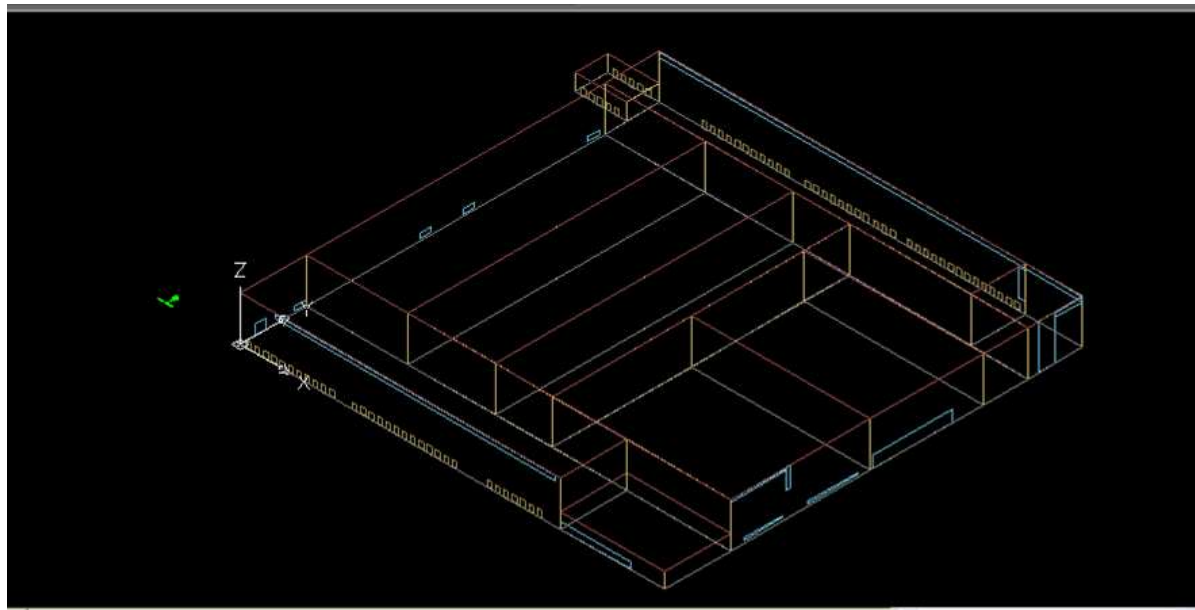
- 100 Kw de ventilateur
- 246 000 cfm
- 48 000 cfm d'air neuf
- 2 200 kW de climatisation



Simulation Energy+

- Maintenir 29 °C au plafond et 26 °C au plancher
- Utilisation de la ventilation naturelle
- Échange par paroi adiabatique
- Masse thermique

11 zones



Ce qui ne ce fait pas

■ Stratification

- ❑ Pas de fonction pour le moment
- ❑ Condition à maintenir 27 °C

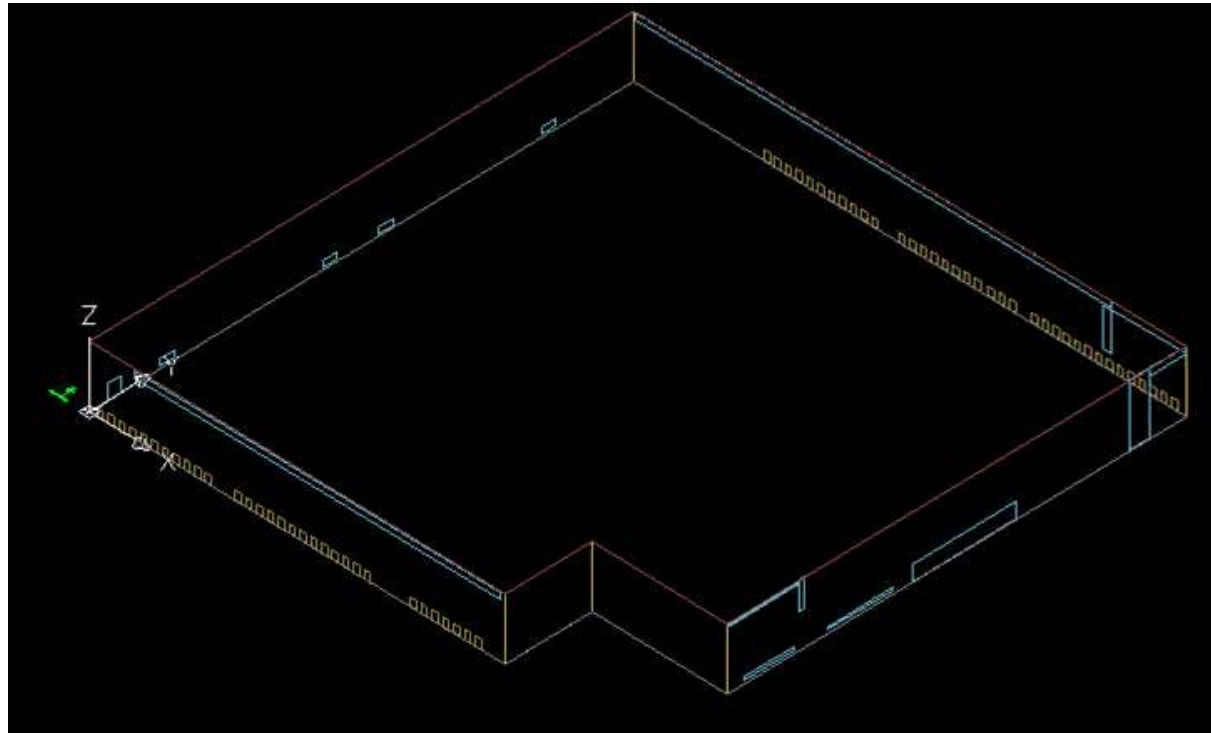
■ Parois adiabatique et ventilation naturelle

- ❑ Infrared Radiation Transfer Material fonctionne mal
- ❑ Mouvement d'air entre le parois ne fonctionne pas
- ❑ Avec effet de vent sur les façades (fatal error)
- ❑ Très long à calculer



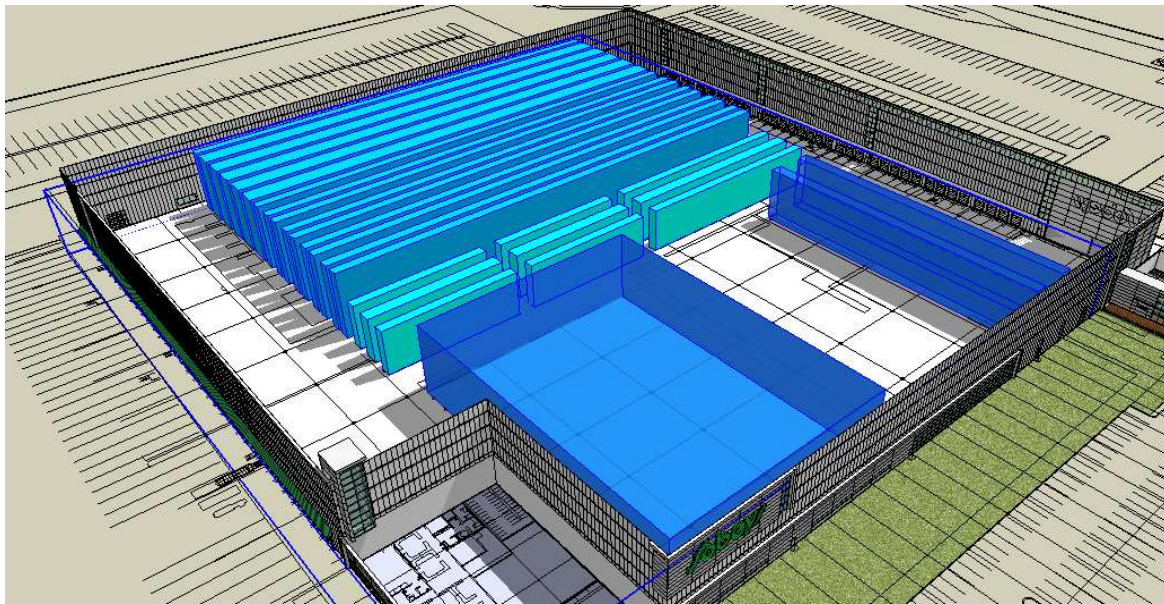
Modèle à une zone

- Calcul qui tient compte de toutes les charges
- Intégration de la masse thermique
- Modélisation du free cooling



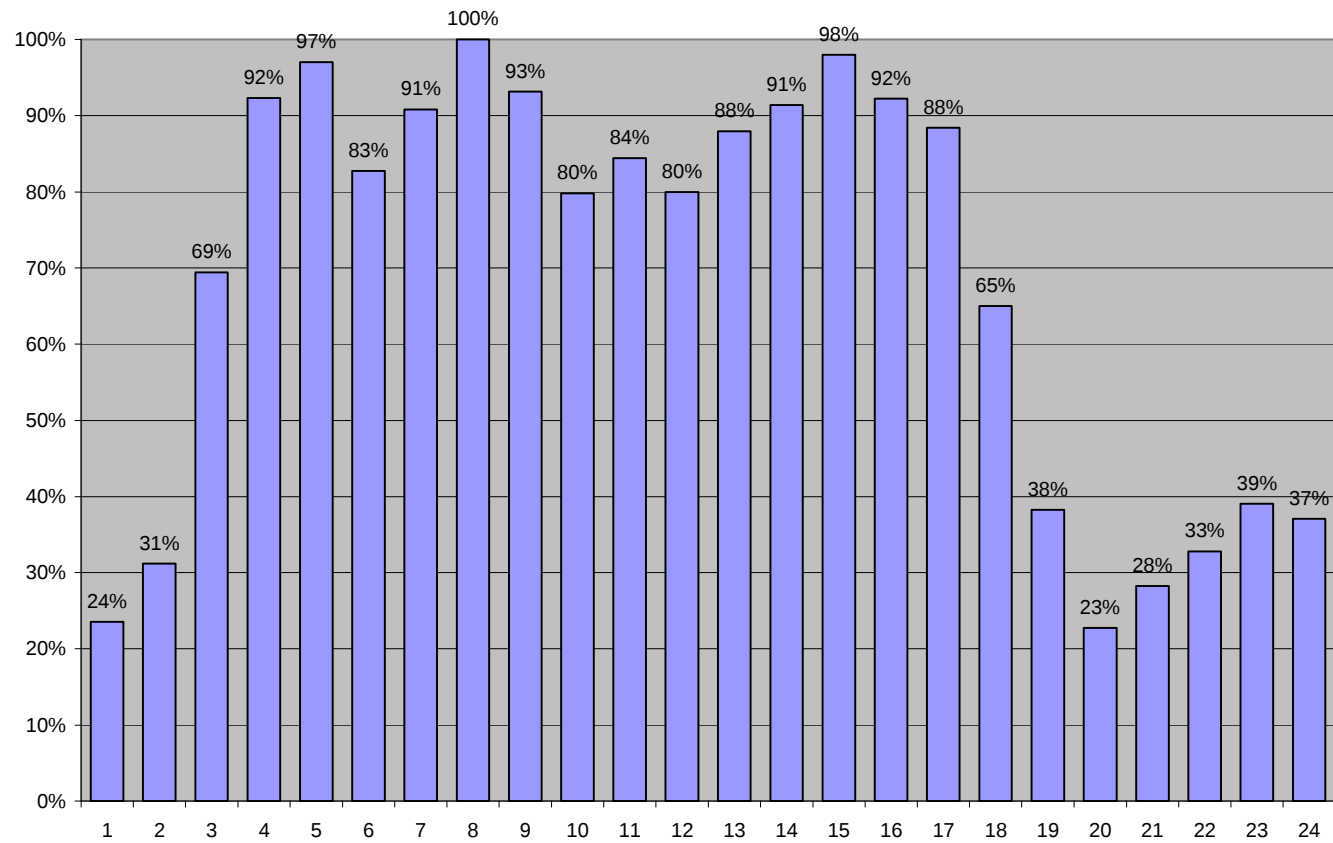
Masse thermique

- 17 350 tonnes de produits
 - Densité : 256 kg/m³ (moyenne)
 - Chaleur spécifique : 3 875 J/kg.K (source : ASHRAE refrigeration handbook 1998, 8.3, table 3 : Unfrozen Composition Data, Initial Freezing Point and Specific Heat of Foods, Juice and beverage)
 - Épaisseur de la surface : 40 cm
 - Conductivité thermique : 2.0 W/m.K
 - Calcul de la surface à saisir: Masse totale de produits/ (densité x épaisseur)
- Effet sur le refroidissement



Charges internes

Profil journalier d'utilisation des équipements



50% convectif 50% radiation



Charges internes

Zone	Surface (m2)	Nombre d'occupants	Charge Occupants (W)	Charge Équipements (W)	Charge Chargeur de batteries(W)	Charge Éclairage (W)	Densité éclairage (W/m2)
Shipping	4 652	15	1 950	32 900	0	33 156	7.13
HBW	7 003	0	0	14 100	0	0	0.00
CPS	6 027	5	650	14 100	0	14 256	2.37
Manual area	3 918	5	650	0	0	15 984	4.08
Forks	721	0	0	0	10 000	5 184	7.19
DPS	1 871	10	1 300	42 300	0	13 392	7.16
Working area	4 707	15	1 950	340 750	0	35 200	7.48
OPM	5 793	0	0	89 300	0	0	0.00
Receiving	4 931	15	1 950	49 350	0	31 332	6.35
Total	39 623	65	8 450	582 800	10 000	148 504	3.75



Infiltration

- Infiltrations d'air non contrôlées fonction de la vitesse du vent et de la différence de température d'air entre l'intérieur et l'extérieur (Coblenz and Achenbach 1963)

$$Q = (I_{design})(F_{schedule})[A + B|T_{zone} - T_{odb}| + C(windspeed) + D(Windspeed)^2]$$

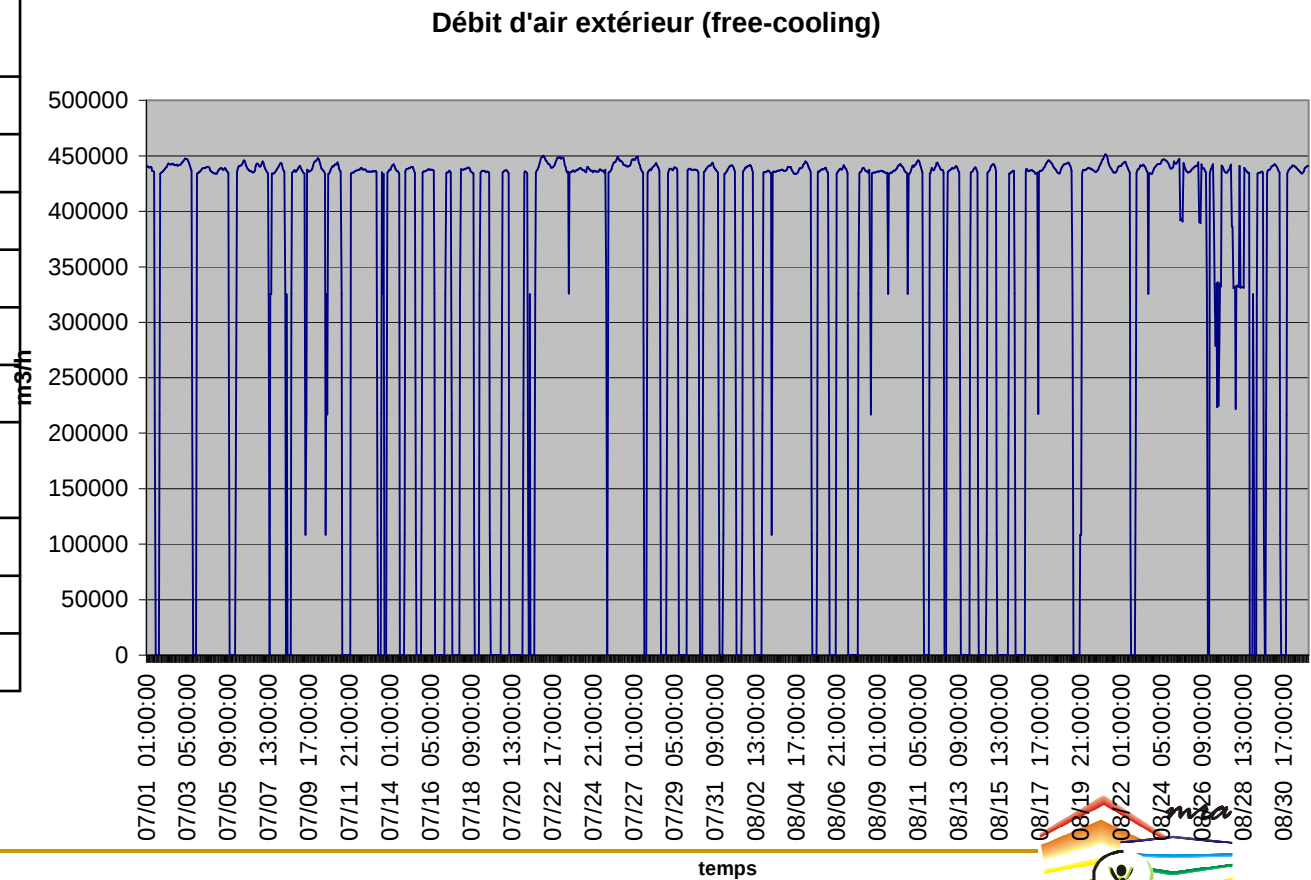
- 1.0 @ delta T=0°C et windspeed=3.35 m/s Été
- 2.75 @ delta T = 40°C et windspeed = 6.00 m/s Hiver
- Le débit d'infiltration d'air de design a été fixée à 500 CFM/dock (ASHRAE crack method)
 - Shipping : 31 docks --> $I_{design} = 15\,500$ CFM (7.315 m³/s)
 - Receiving : 36 docks → $I_{design} = 18\,000$ CFM (8.495 m³/s)



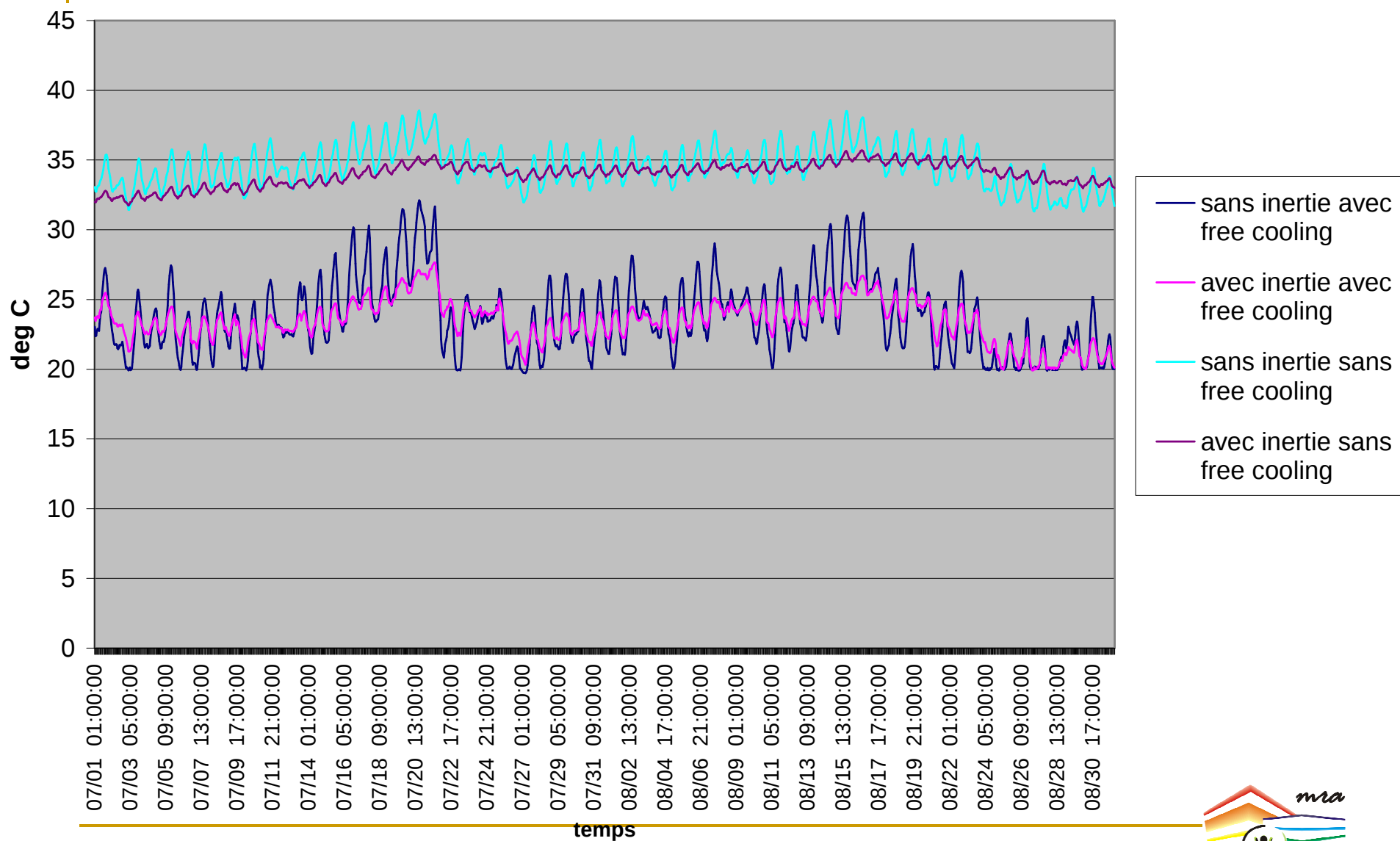
Free cooling

oAutorisé en tout temps si $T_{\text{extérieur}} < T_{\text{intérieur}}$ et si $T_{\text{extérieur}} < 27 \text{ deg C}$

	Débit d'air extérieur (CFM)
Shipping	21 200
Forks	21 200
HBW	21 200
CPS	21 200
Manual area	21 200
DPS	21 200
Working area	84 800
OPM	21 200
Receiving	21 200
Total	254 400



Température moyenne de l'air de l'entrepôt en été



Avantage Energy +

- Simulation intégrée : charges, systèmes et centrale sont résolus simultanément. DOE-2 fonctionne de façon séquentielle (d'abord charges, puis systèmes et enfin centrales).
- Possibilité d'exécuter des simulations avec un pas de temps inférieur à une heure (jusqu'à 1 minute)
- Possibilité d'importer des géométries depuis SketchUp avec le plug-in Open Studio.
- Grand choix de systèmes mécaniques
- Possibilité de saisir des systèmes mécaniques idéaux qui seront auto-dimensionnés pour combattre les charges de chauffage et de refroidissement
- Beaucoup de choix et de flexibilité pour la présentation des résultats.
- Possibilités d'étudier le confort thermique (température opérative, etc...)



Désavantage Energy+

- Interface peu conviviale (IDF Editor)
- Saisie fastidieuse de systèmes mécaniques (malgré les templates)
- Apprentissage assez long
- Temps nécessaire pour créer un modèle
- Temps de calcul élevé
- Certaines fonctionnalités encore en développement
- Certaines fonctionnalités ne sont pas encore disponibles (étude de la stratification,...)



Analyse d'éclairage naturelle

Table 1 : Luminance Limits to Consider for Visual Comfort (Obtain from Steffy (Steffy, 2002), p.73)

Source	Application	Suggested Luminance Limit
Daylight media	Classroom	850 Lux
	High-tech industrial	850 Lux
	Industrial	750 Lux
	Medical fab	850 Lux
	Office	850 Lux
	Transitional	3400 Lux

- Prévenir l'éblouissement pour les occupants

- Outils de simulation

- Lightup for Sketchup
- SPOT

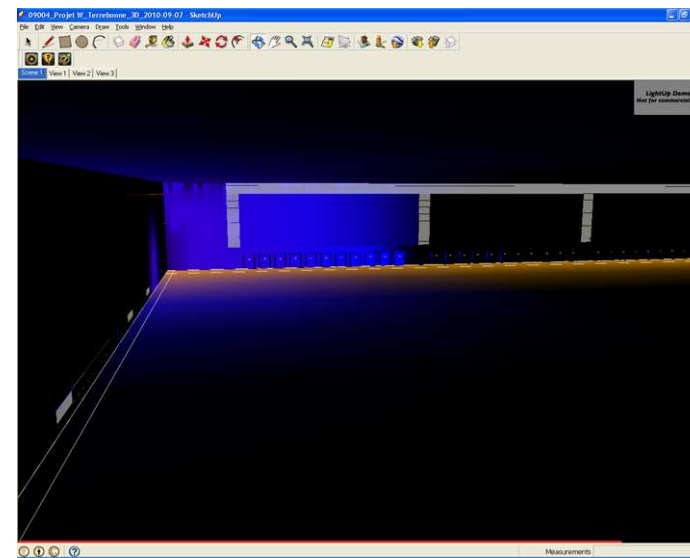
Table 1 : Luminance Ratio Suggestions (Obtain from Steffy (Steffy, 2002), p.74)

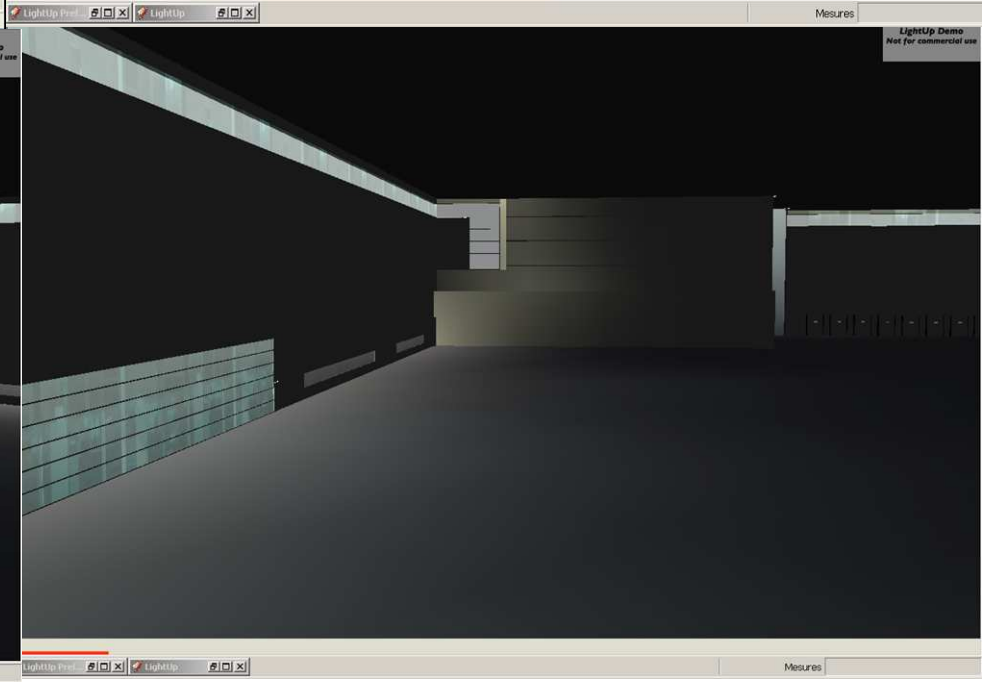
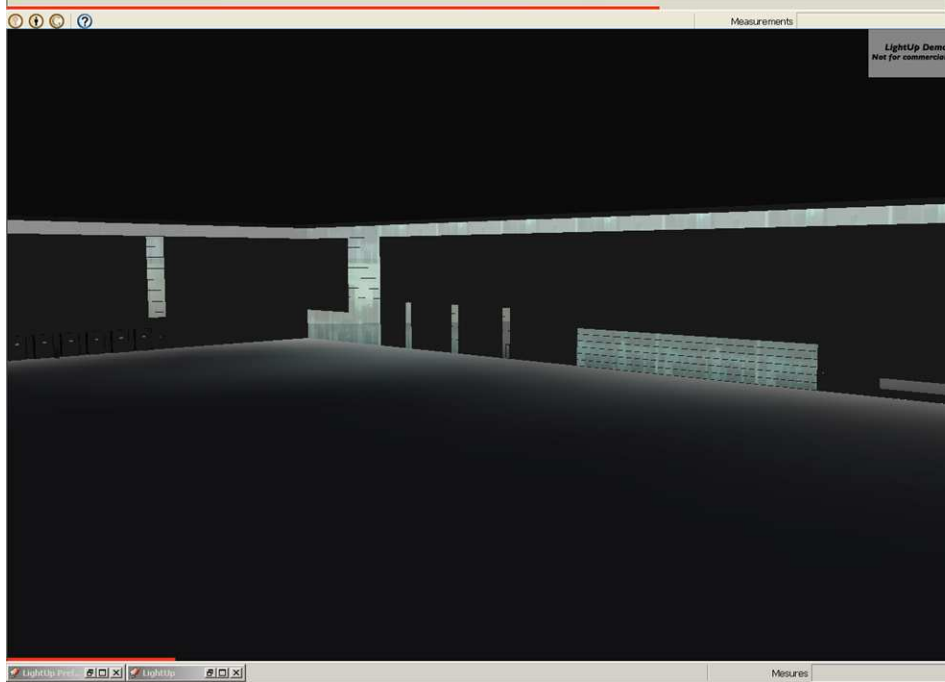
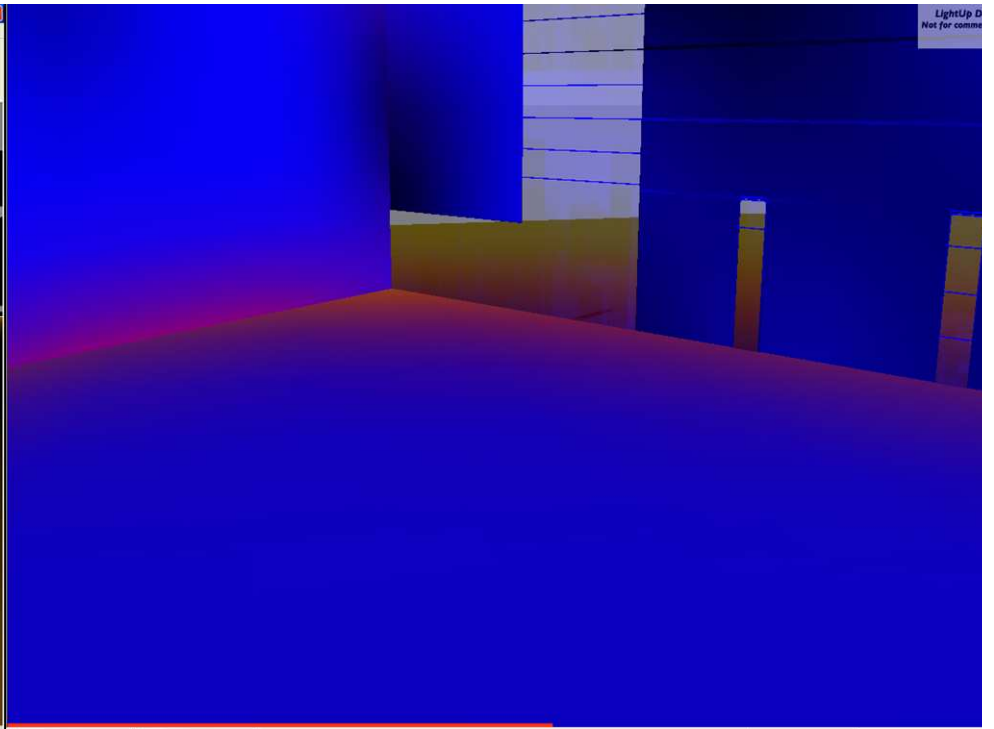
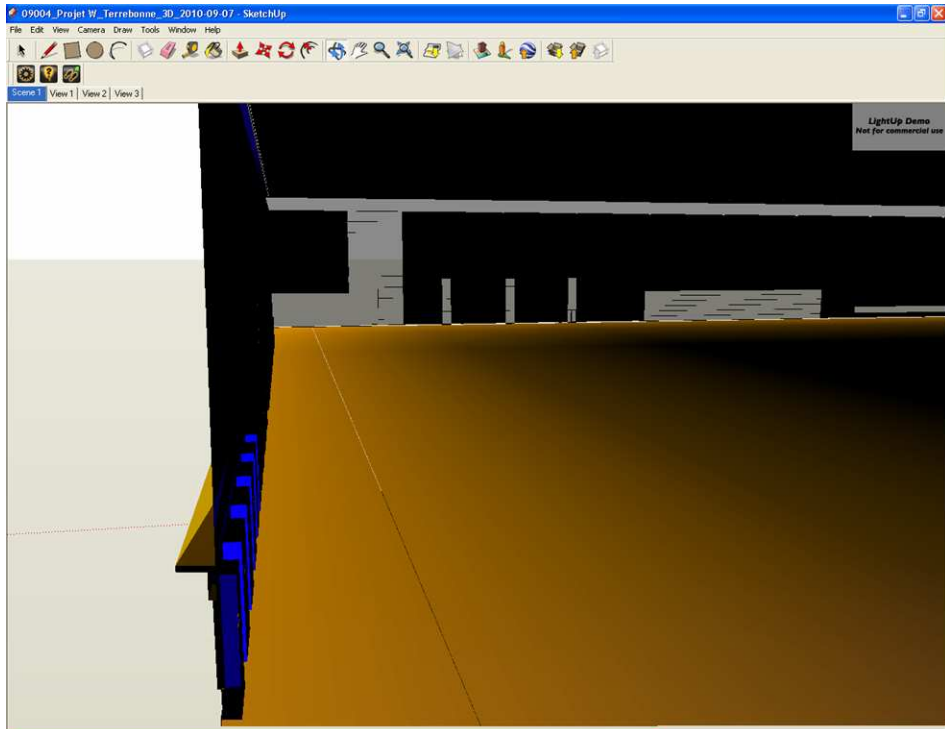
Intent	Ratio of Interest	Suggested Luminance Ratio
Maintain task attention	Paper task to computer	1:3 or 3:1
	Task to immediate background surfaces	3:1
	Task to darker distant background surfaces	10:1
	Task to lighter distant background surfaces	1:10
Minimize discomfort glare	Task to daylight media	40:1
	Task to luminaires	40:1
	Daylight media to adjacent surfaces	20:1
	Luminaires to adjacent surfaces	20:1



Lightup for SketchUp

- Facile à utilisé
- Nécessite des ressources informatiques importantes
- Difficile à paramétrer
- Résultats visuels intéressants
- 149.00 \$

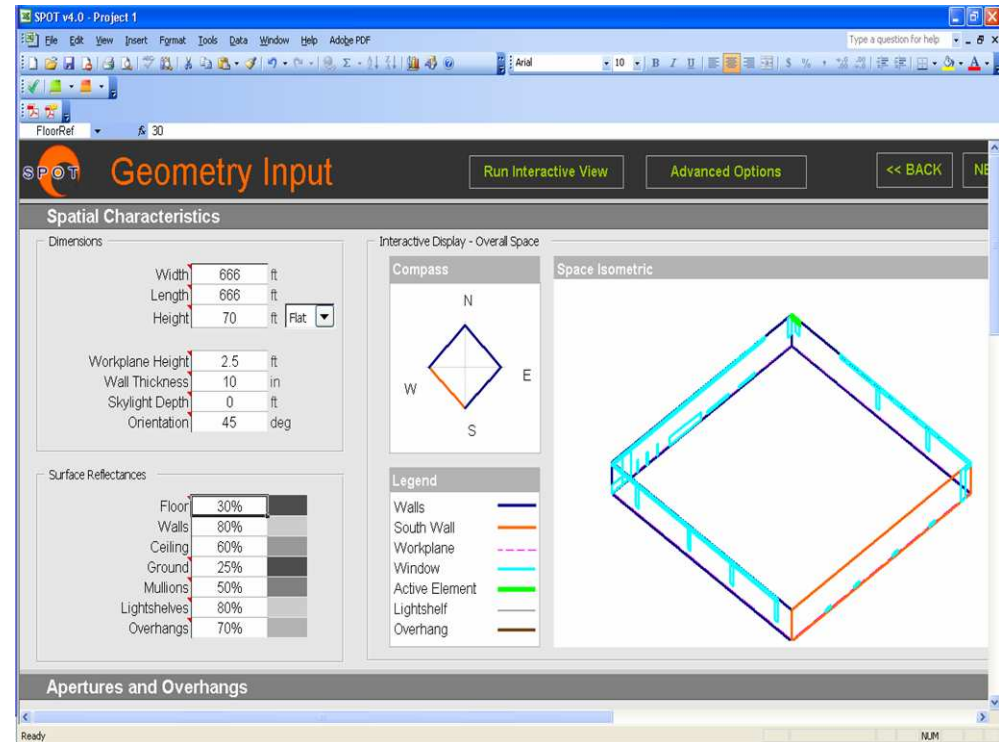




SPOT



- Utilise Radiance
- Simple à utiliser
- Paramètres connus
- Gratuit



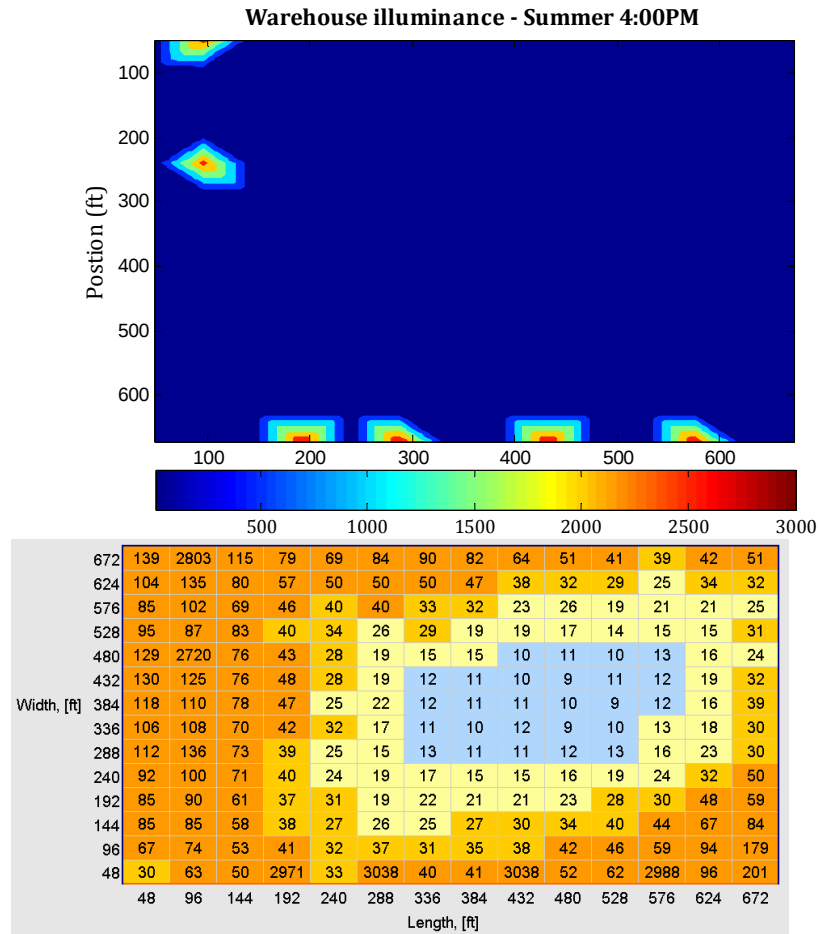


Figure 1 : Warehouse illuminance – Summer 4 :00PM – Clear double glass

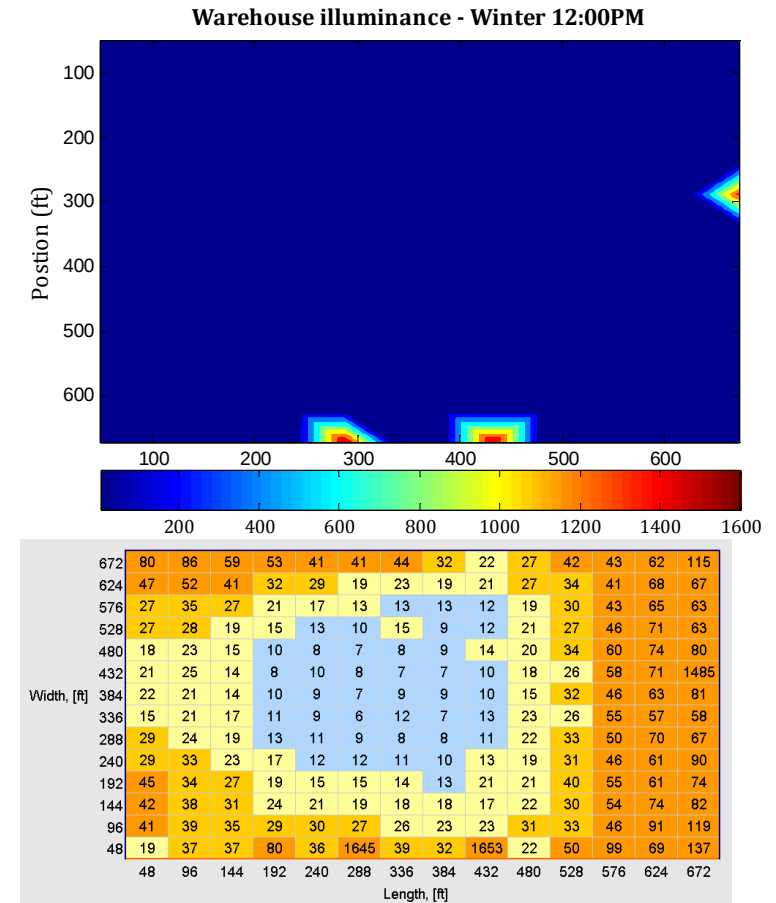


Figure 2 : Warehouse illuminance – Winter 12 :00PM – Clear double glass



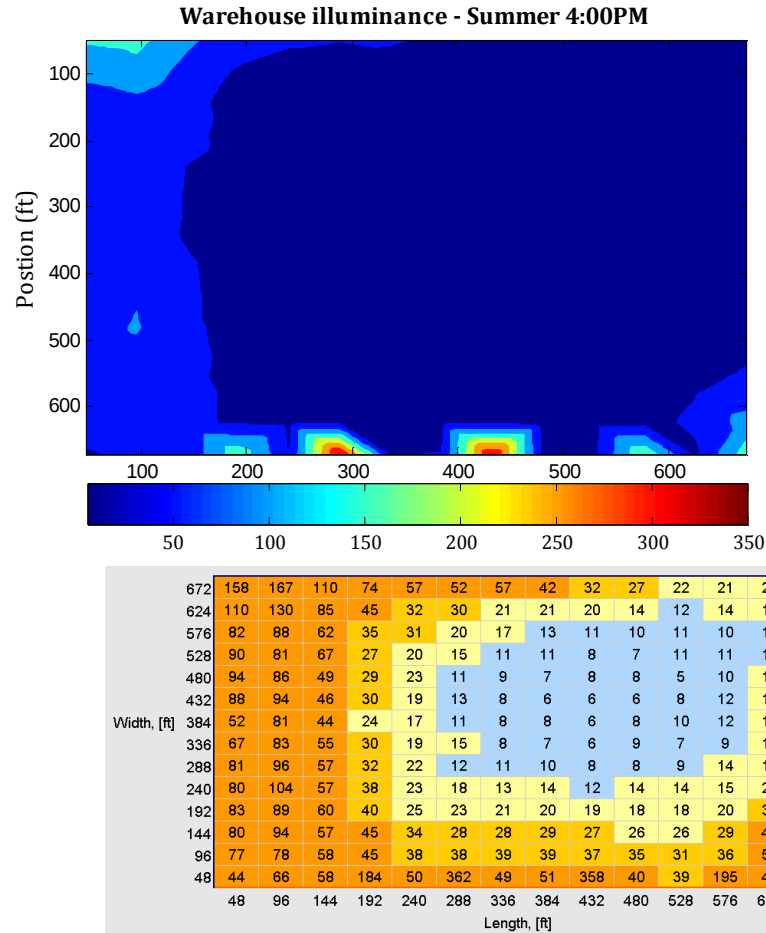


Figure 1 : Warehouse illuminance- Summer 4 :00PM – Translucent 20%

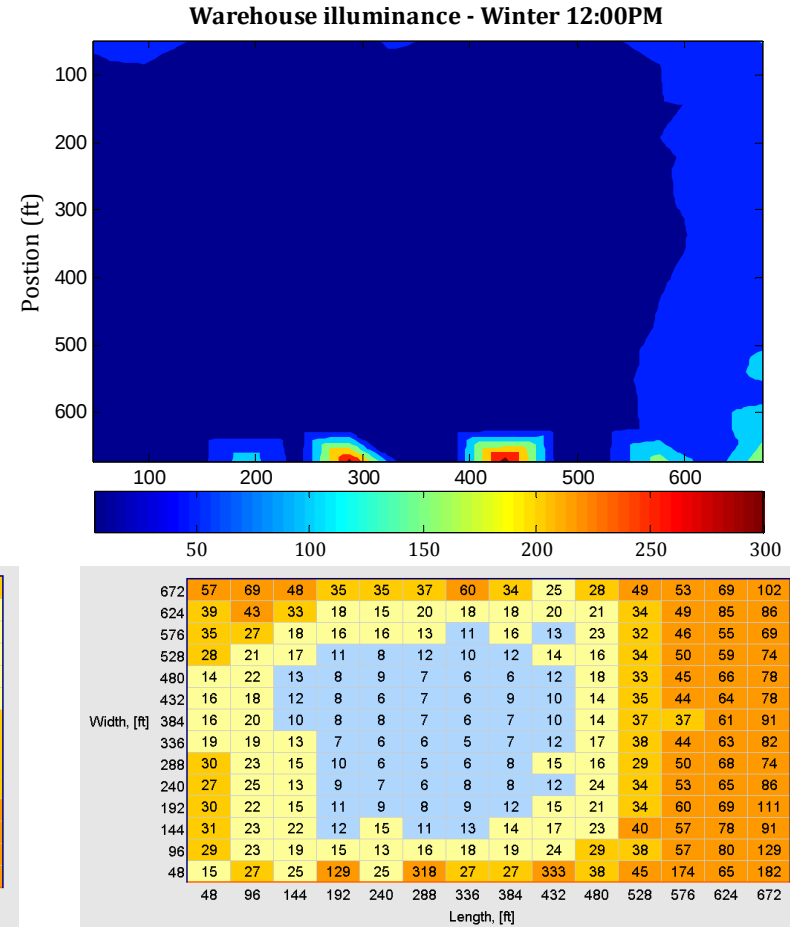


Figure 2 : Warehouse illuminance- Winter 12 :00PM – Translucent 20%



Résultats

Table 1 : Ratio of maximum illuminance over 85fc and over design illuminance

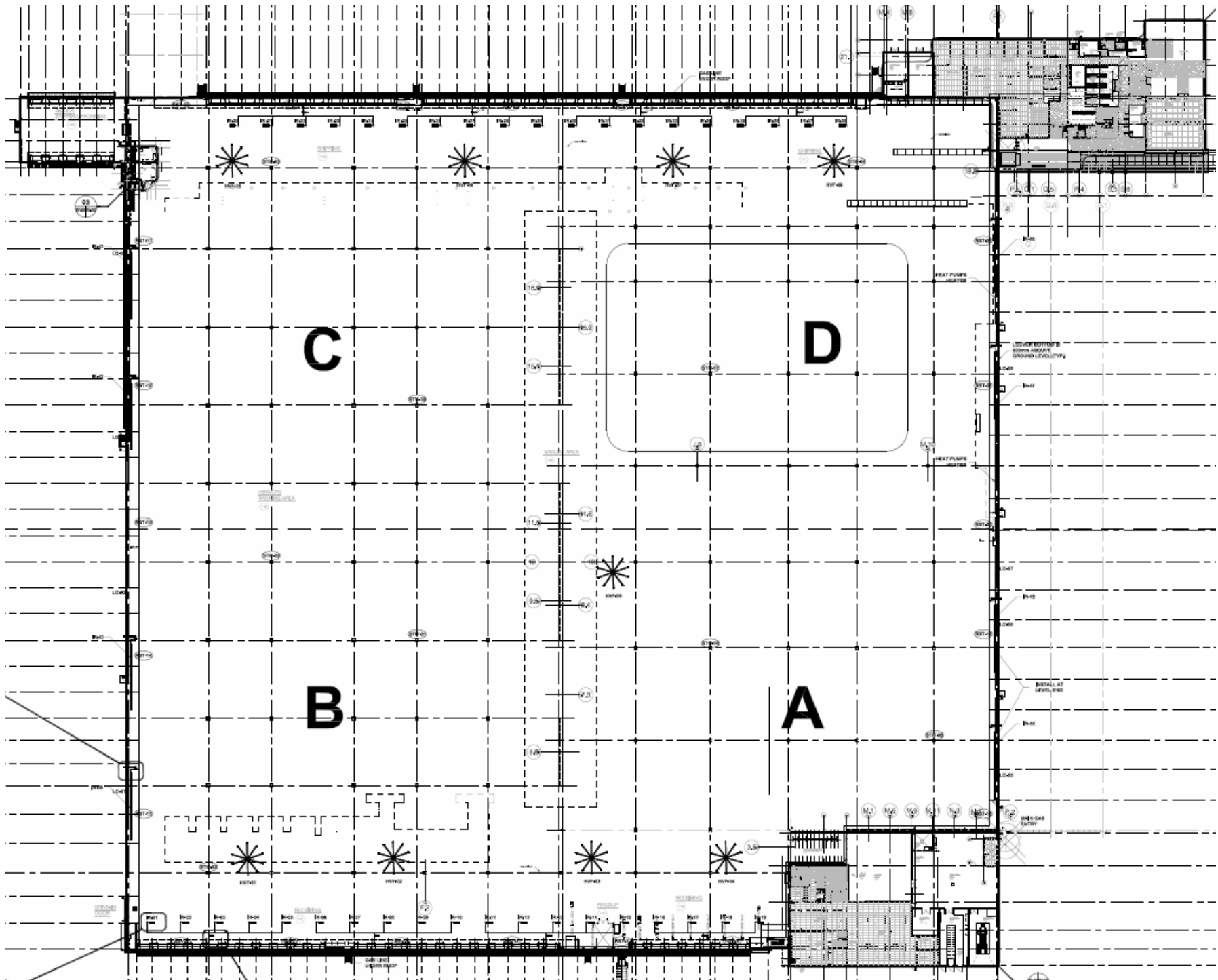
Design condition		Clear	20% Translucent	40% Translucent	Clear	20% Translucent	40% Translucent
		Ratio of maximum illuminance over 85fc			Ratio of maximum illuminance over design illuminance (30fc)		
Winter	8:00 AM	0.7	0.6	0.6	1.9	1.7	1.7
	12:00 PM	19.4	3.9	7.4	55.1	11.1	20.9
	4:00 PM	0.8	0.3	0.6	2.2	0.9	1.7
Equinox	8:00 AM	16.1	3.4	3.3	45.6	9.7	9.5
	12:00 PM	41.6	3.7	7.0	117.9	10.3	19.9
	4:00 PM	20.1	4.5	9.1	57.1	12.8	25.8
Summer	8:00 AM	43.9	43.9	44.4	124.5	124.5	125.7
	12:00 PM	2.7	2.6	4.9	7.7	7.4	14.0
	4:00 PM	35.7	4.3	7.8	101.3	12.1	22.2



Le concept

- Récupération de la chaleur des convoyeurs
- Récupération de la chaleur sur l'air évacué
- Ventilation naturelle et hybride
- Accumulation thermique
- Chauffage radiant
- Éclairage efficace
 - DEL
 - Détecteur de mouvement et lumière naturelle
 - Verre translucide
- Transformation électrique locale

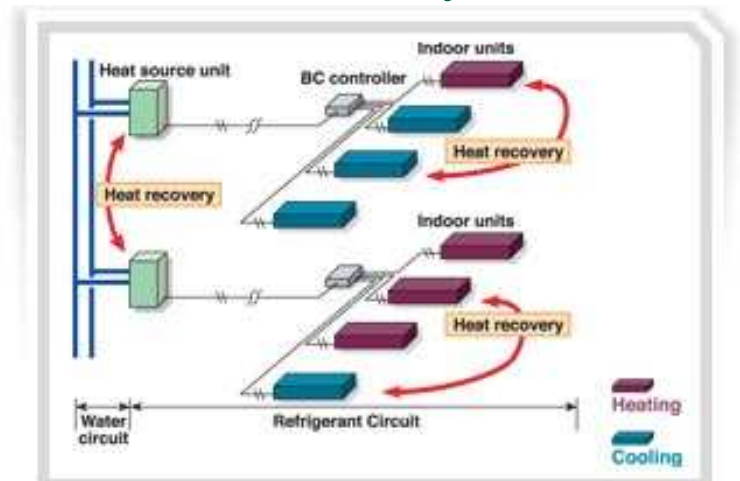


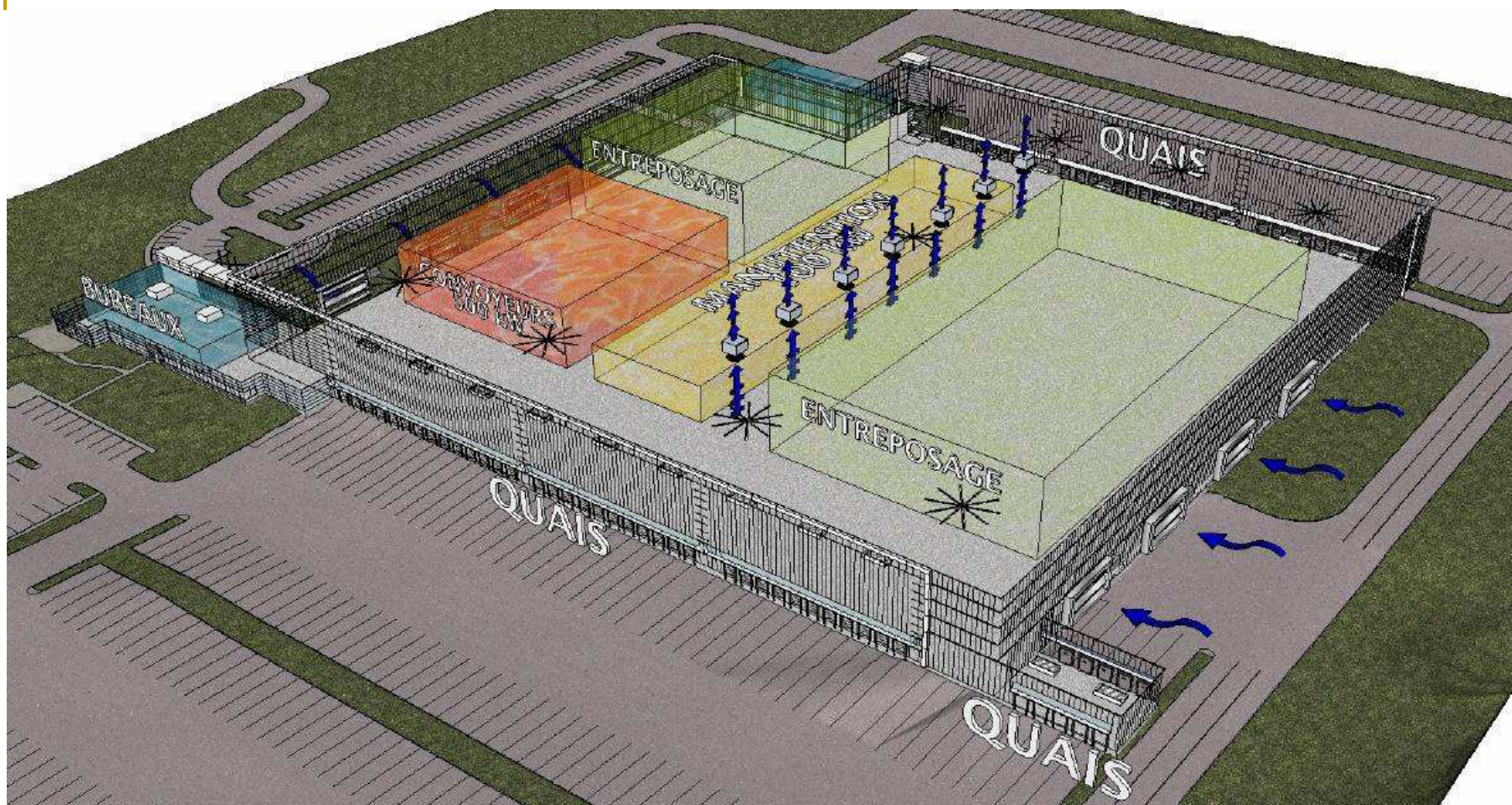




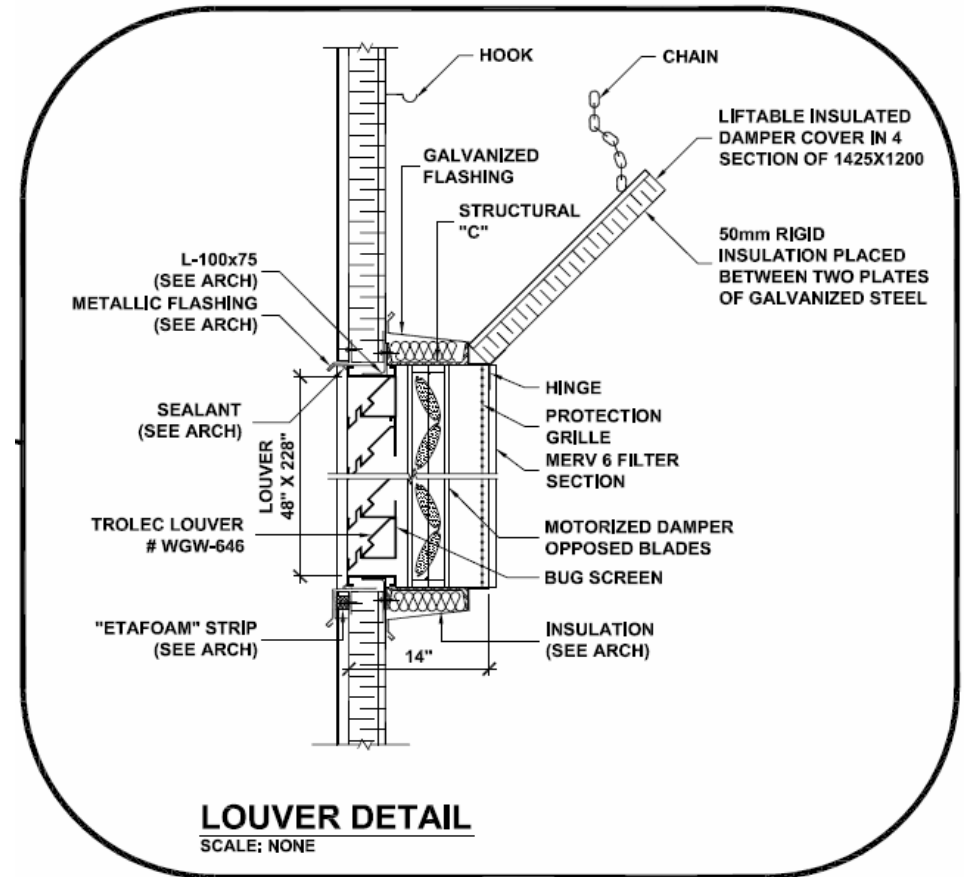
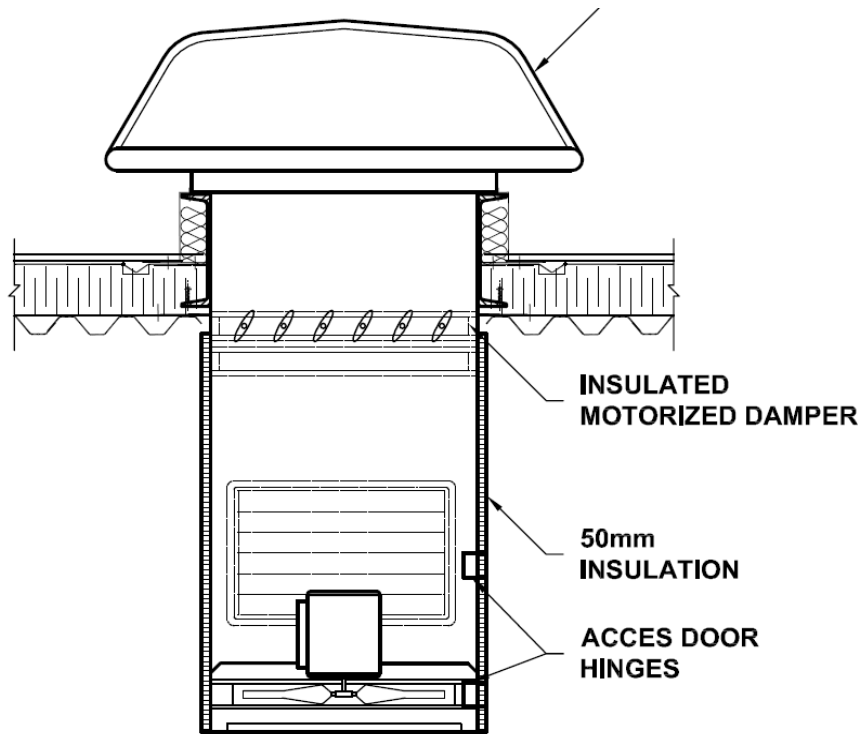
Récupération de la chaleur des convoyeurs

- Thermopompe sur boucle d'eau pour l'entrepôt
- Système DRV sur boucle d'eau pour les bureaux
- HVLS

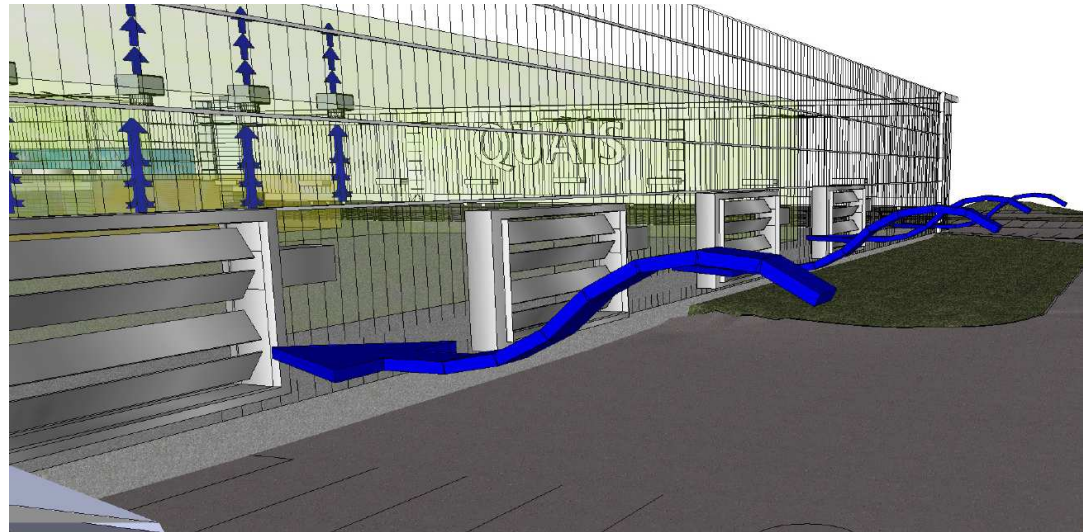
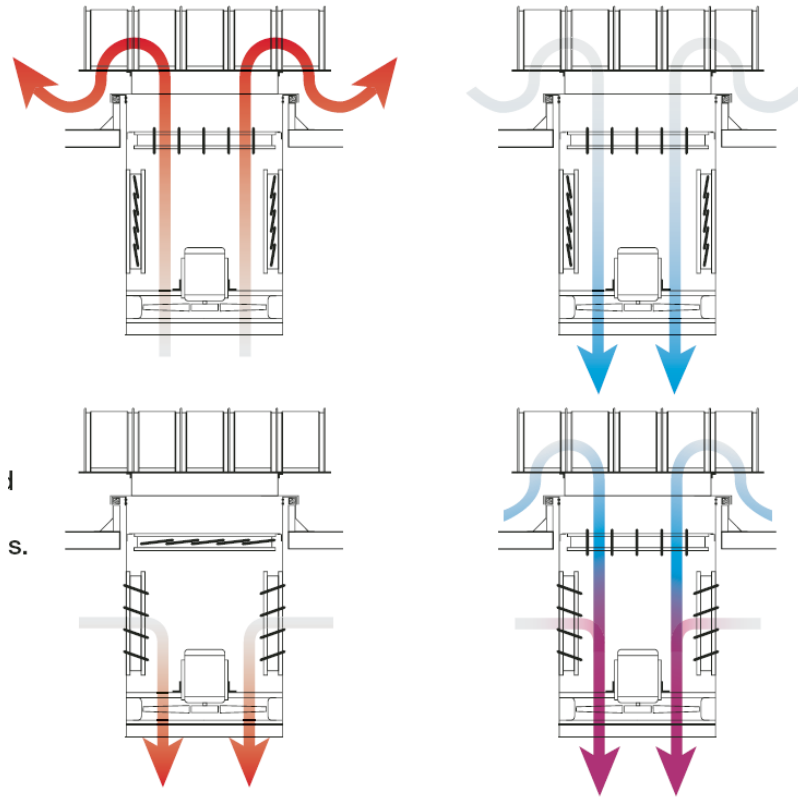




Ventilation naturelle et hybride

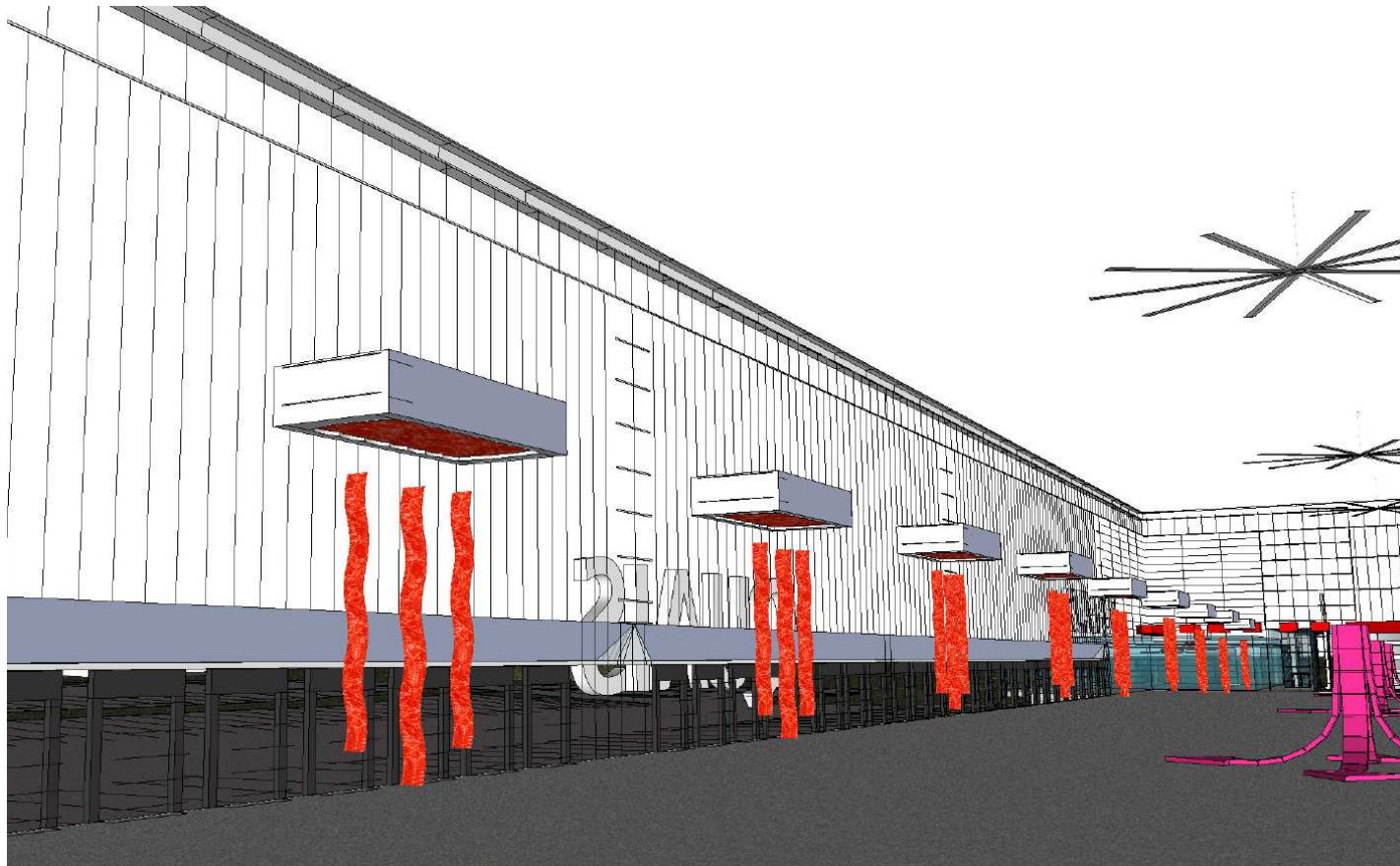


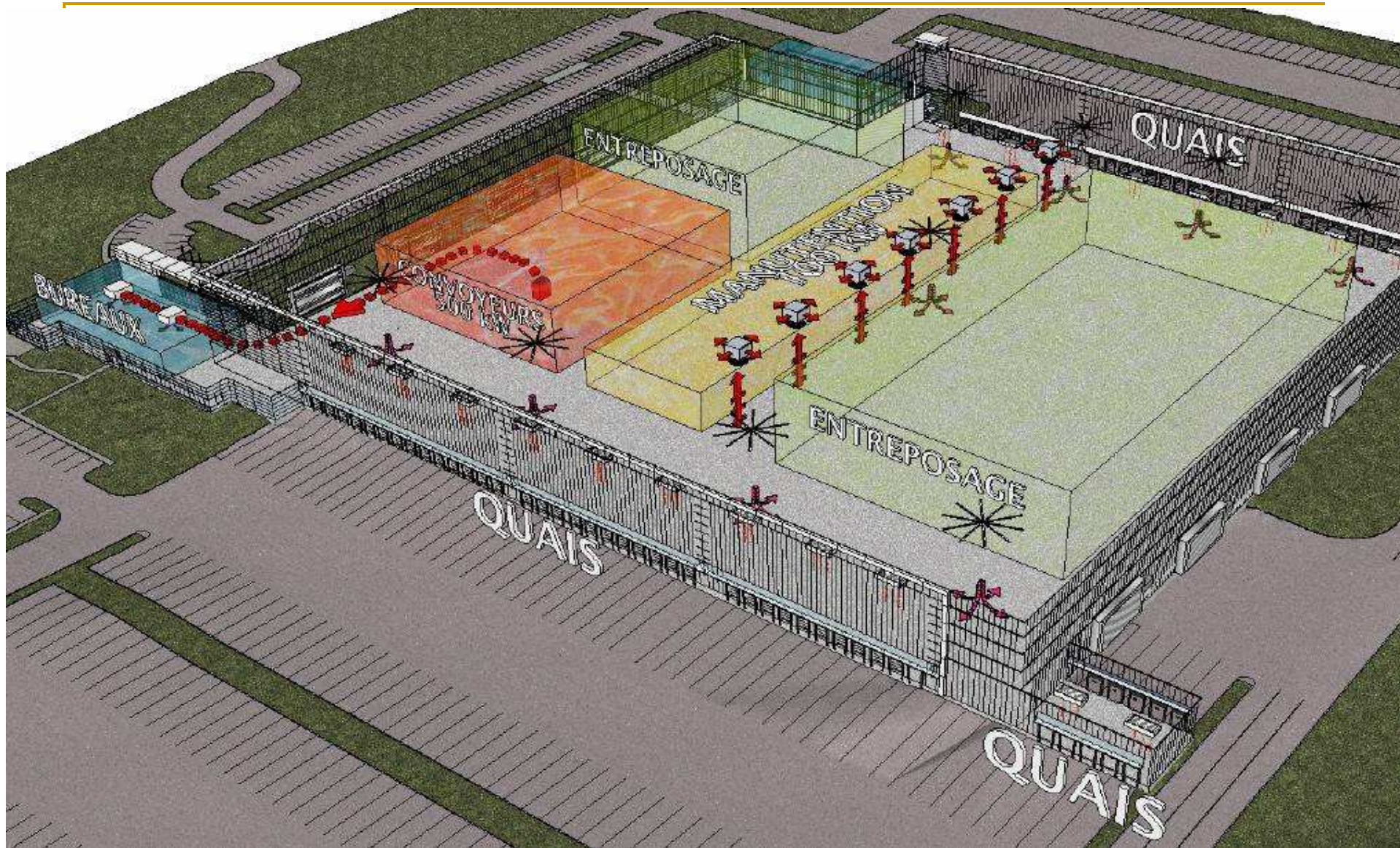
Ventilation naturelle et hybride



Chauffage radiant

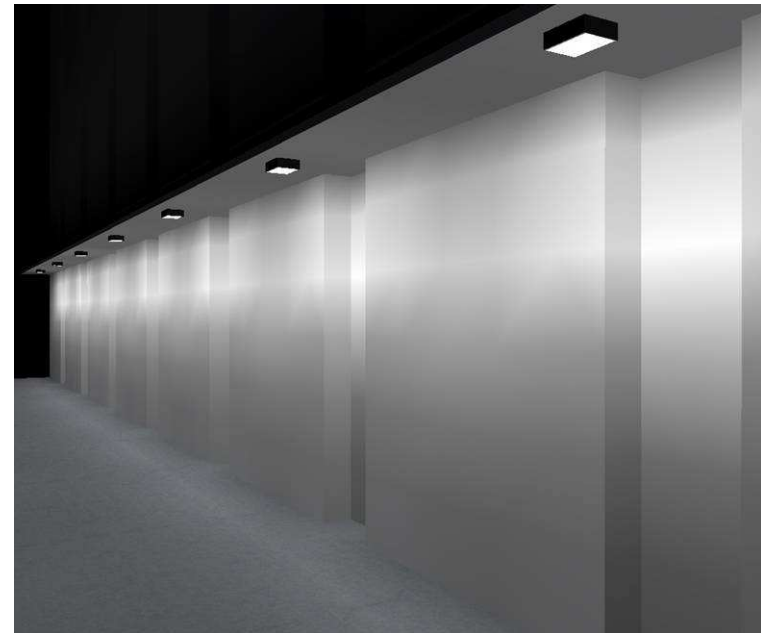
- Radiation haute intensité devant les portes
- Plancher radiant dans les bureaux





Éclairage efficace

- DEL extérieur
 - 40% de réduction
- T5 suspendu
 - Contrôles par détecteur de mouvement
 - 3.75w/M²



Conclusion

- 50% de la force motrice des ventilateurs
- 25% de la consommation
 - HVLS variables
 - Évacuation intermittente
- 6 fois moins de refroidissement
- 33% de l'intensité d'éclairage
- 50% de réduction de la puissance transformée
- Projet en voie de certification LEED

