

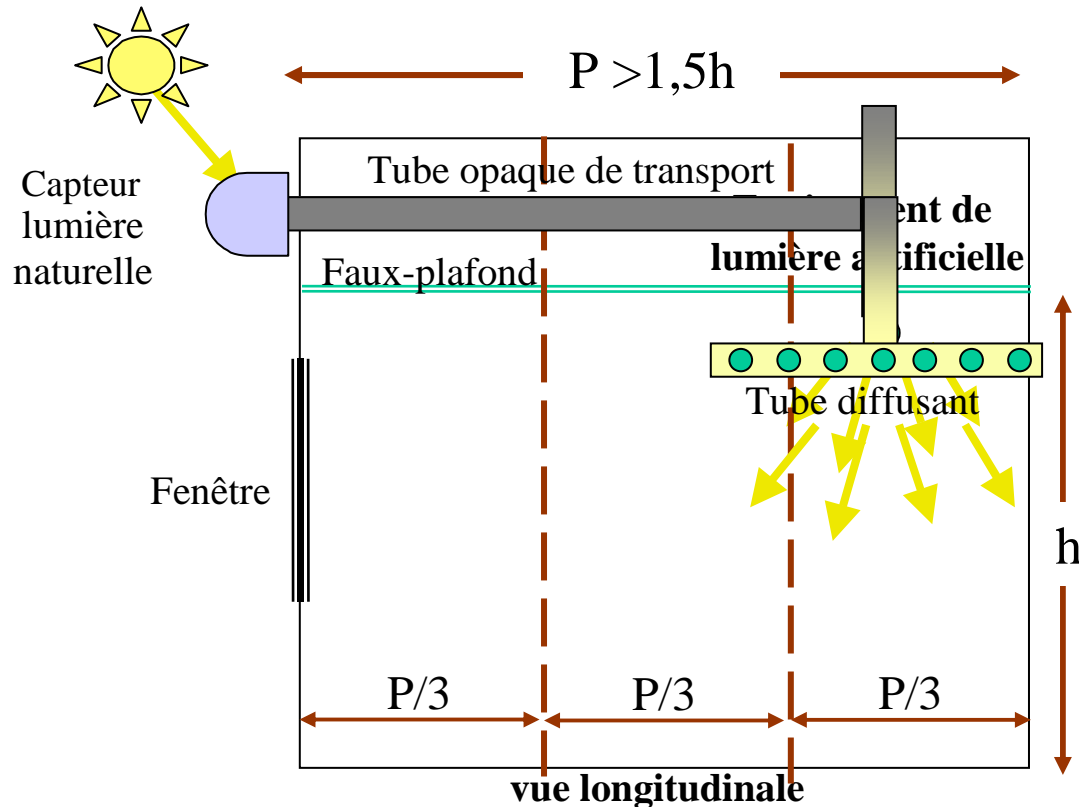
Eclairage mixte : LEDs et lumière naturelle

« Analyse et conception de tubes de lumière associés à des LEDs pour optimiser la mixité entre l'éclairage artificiel et l'éclairage naturel des bâtiments »

Oana Dobre, Gilbert Achard,
Jean-Louis Lovato, Alain Perrin

1. Contexte de l'étude

Réaliser des économies d'énergie par la valorisation du gisement lumineux naturel et de lampes basse consommation (LED)



Solution déjà existante :
Duits de lumière
L'éclairage à LEDs
contribue à une bonne
efficacité énergétique

2. Objectifs de l'étude

- Étudier la faisabilité et construire un **système d'éclairage innovant** qui associe éclairages naturel et artificiel;
- Évaluer l'impact de la complémentarité entre l'éclairage naturel et l'éclairage artificiel sur la thermique d'un bâtiment (économies d'énergie).

3. Déroulement de l'étude

Étude du gisement lumineux naturel



a

Données satellite
Météostat



Dimensionnement d'un système d'éclairage innovant



b

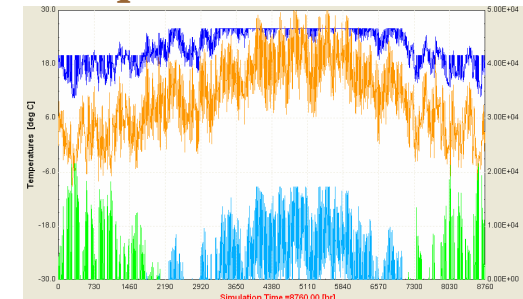
Construction et optimisation du démonstrateur



c

Étude d'éclairage et mesures
Conception de la régulation

Évaluation de l'impact de la complémentarité des éclairages sur la thermique d'un bâtiment

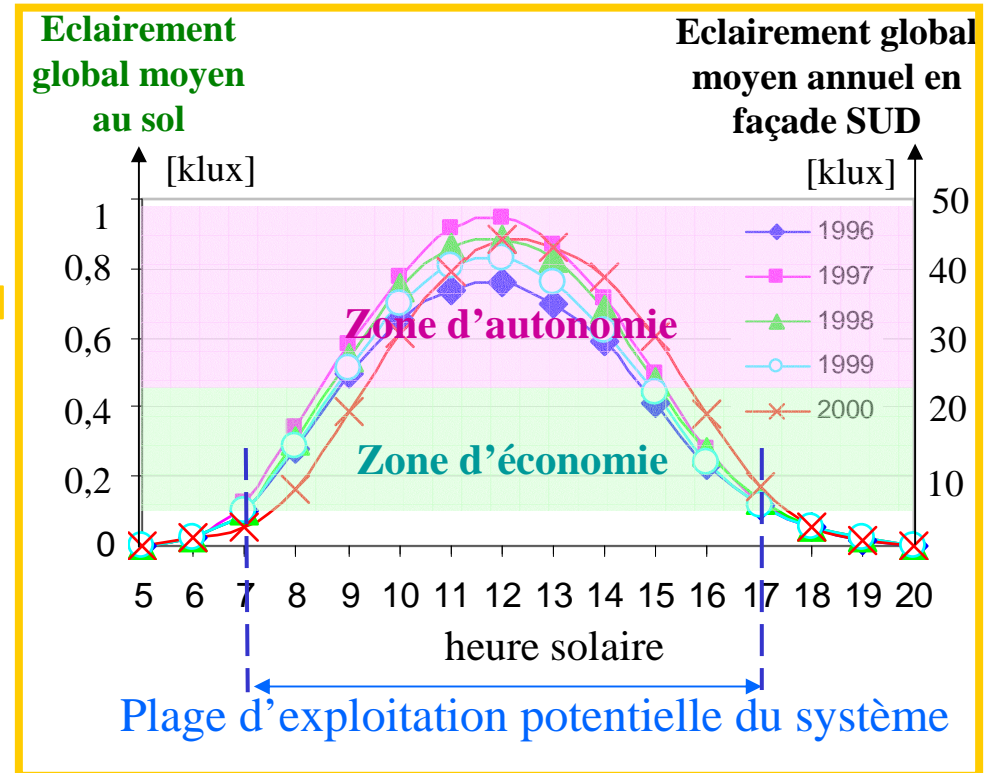
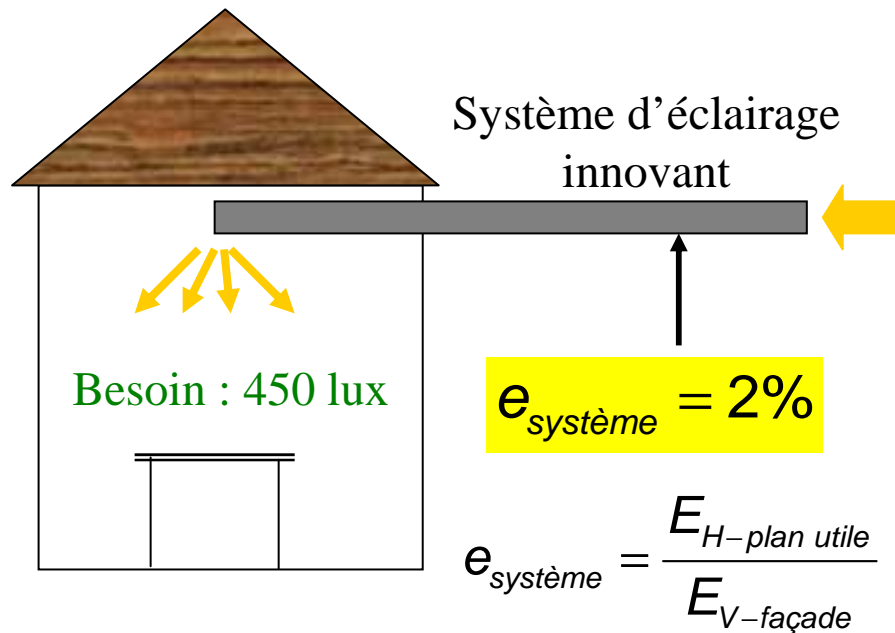


d

Logiciel TRNSYS

3.a. Étude du gisement lumineux naturel

Modèle de l'efficacité du système



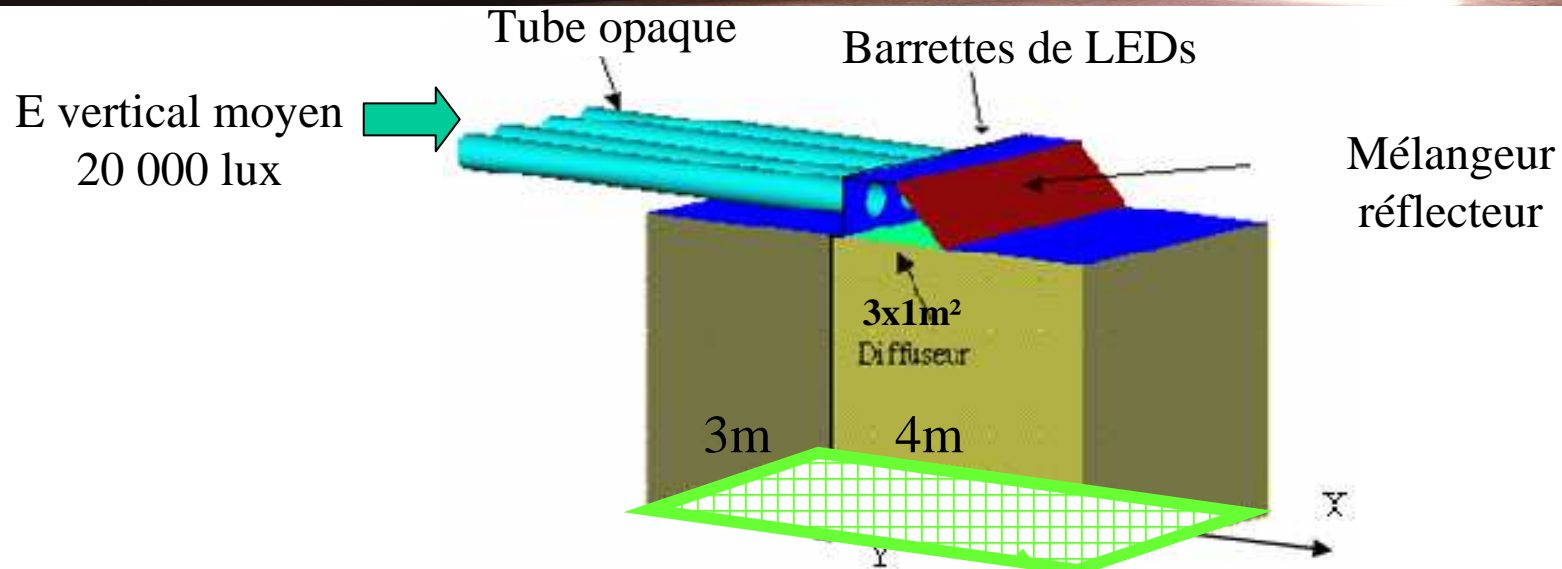
L'éclairage direct est dû au soleil.

L'éclairage diffus est dû à la voûte céleste.

$$E_{\text{global}} = E_{\text{direct}} + E_{\text{diffus}}$$

3.b. Dimensionnement du système

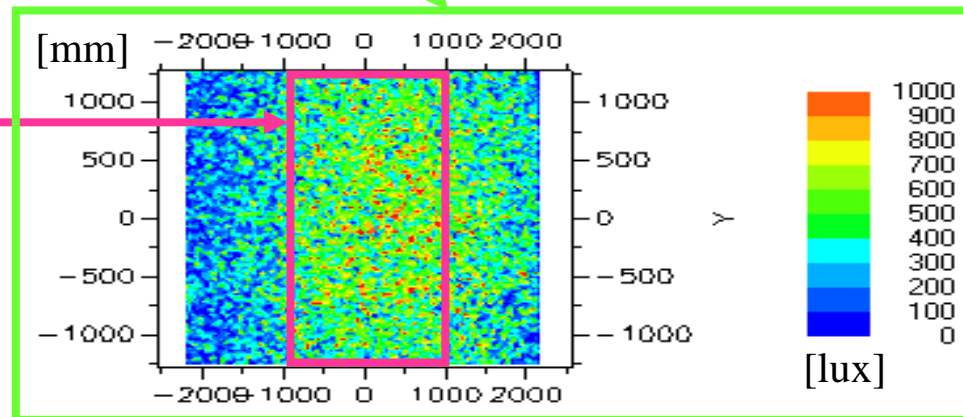
Solution étudiée



Simulation APILUX

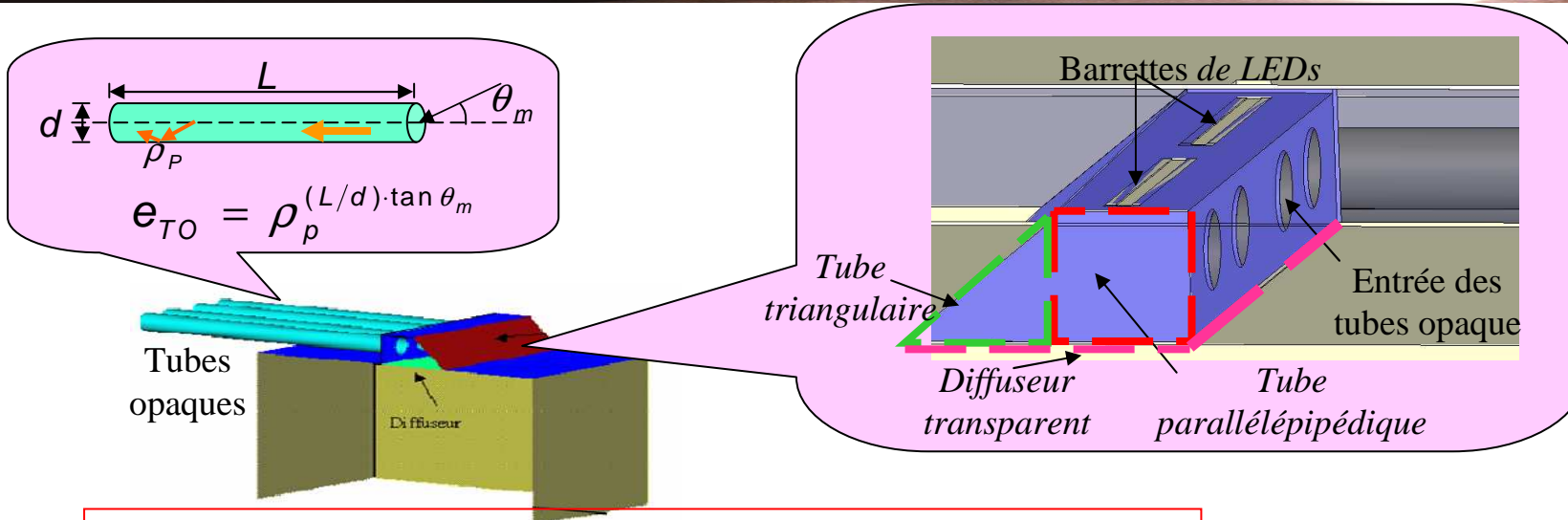
$E_{\text{plan utile moyen}} = 480 \text{ lux}$

$e_{\text{simulation système}} = 2,4\%$



3.b. Dimensionnement du système

Approche analytique



$e_{\text{tube parallélépipédique}} = \rho_p^{(L/2r) \times \tan \theta}$

$e_{\text{mélangeur}} = e_{\text{tube parallélépipédique}} \times e_{\text{tube triangulaire}} \times e_{\text{diffuseur}}$

$e_{\text{calcul système}} = 2,3\%$

$e_{\text{tube triangulaire}} = \rho_p$

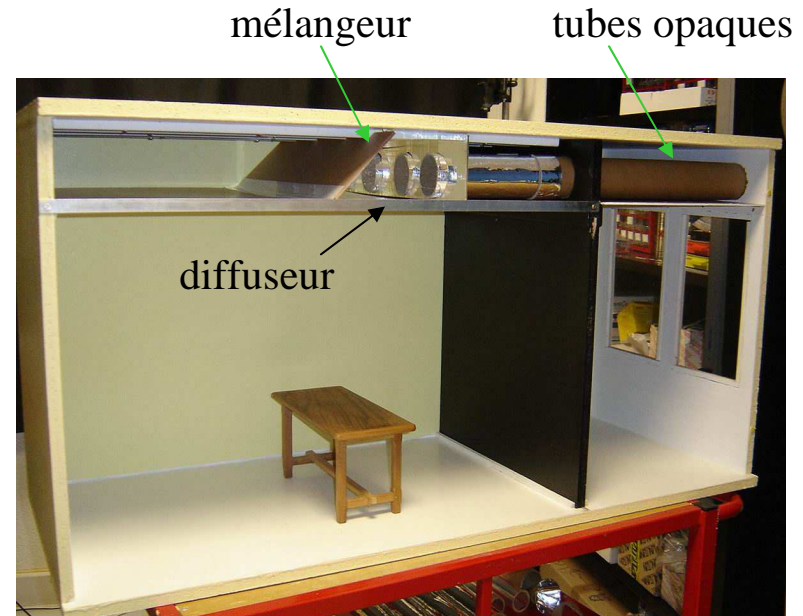
$\Delta l \cdot \tan \theta_m \times \sum_{k=1}^n 1/d_k$

mesures

3.b. Dimensionnement du système

Validation de l'étude par mesures photométrique sur maquette

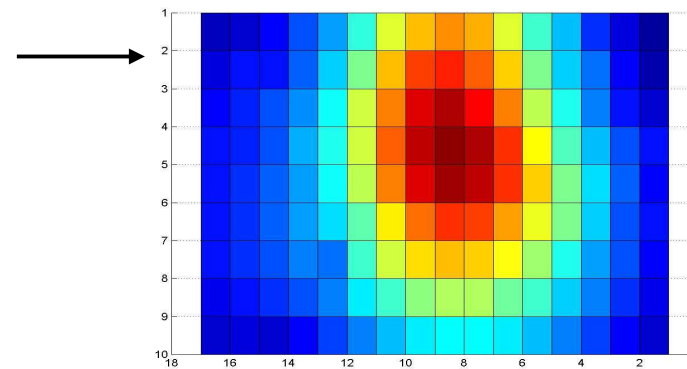
Mesures photométriques au luxmètre



Distribution uniforme au sol de la lumière diffusée par le système

$$e_{\text{mesure maquette}}^{\text{systeme}} = 2,4\%$$

Maquette à l'échelle 1/5



3.c. Construction et optimisation du système

Les étapes



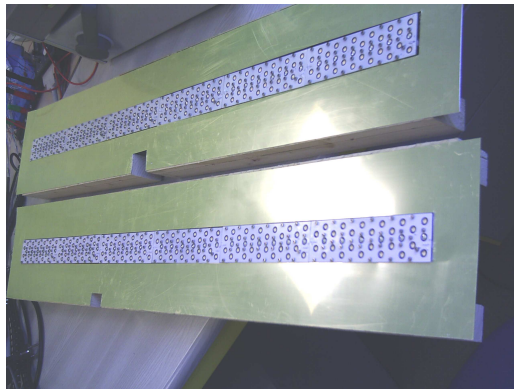
Réalisation des tubes
de lumière



Assemblage des
tubes par cerclage



Mise en place des tubes
de lumière



Réalisation de l'éclairage à LEDs
blanches (chaudes et froides)



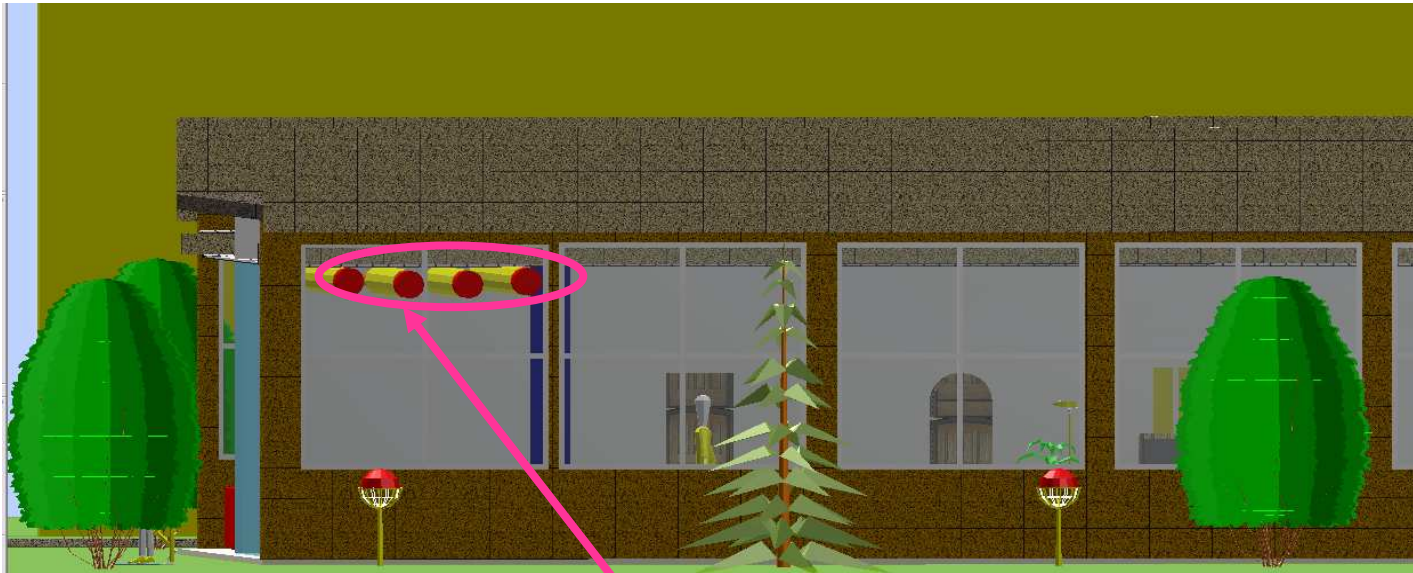
Pose du diffuseur



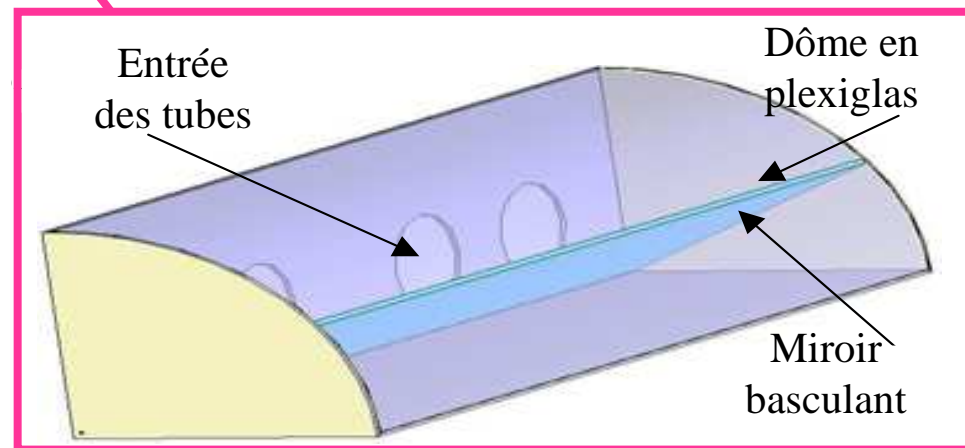
Installation de
l'héliostat

3.c. Construction et optimisation du système

Capture de la lumière naturelle en façade



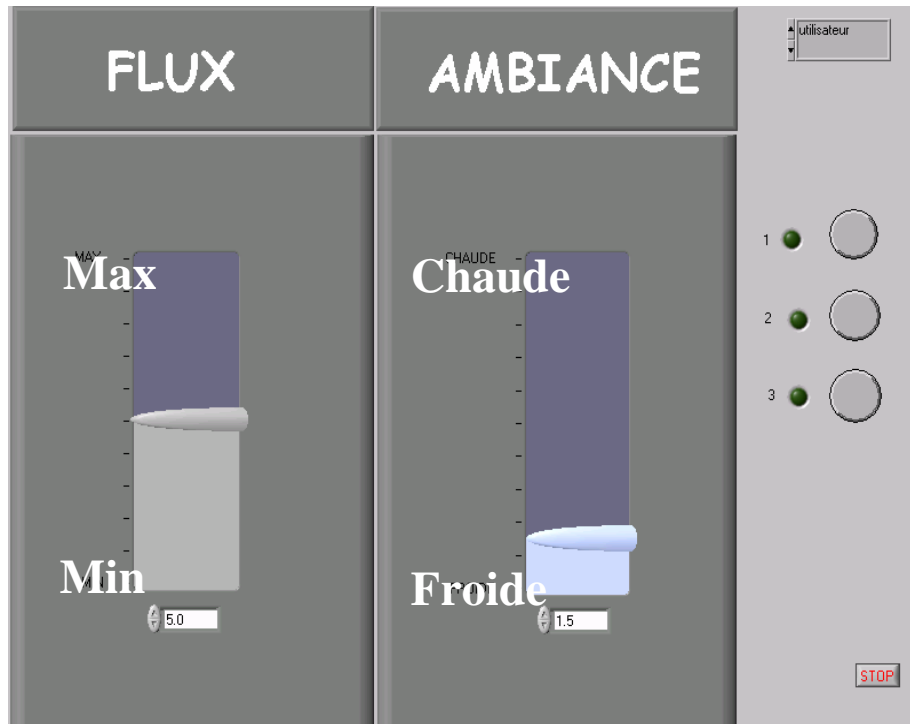
Héliostat de type anidolique



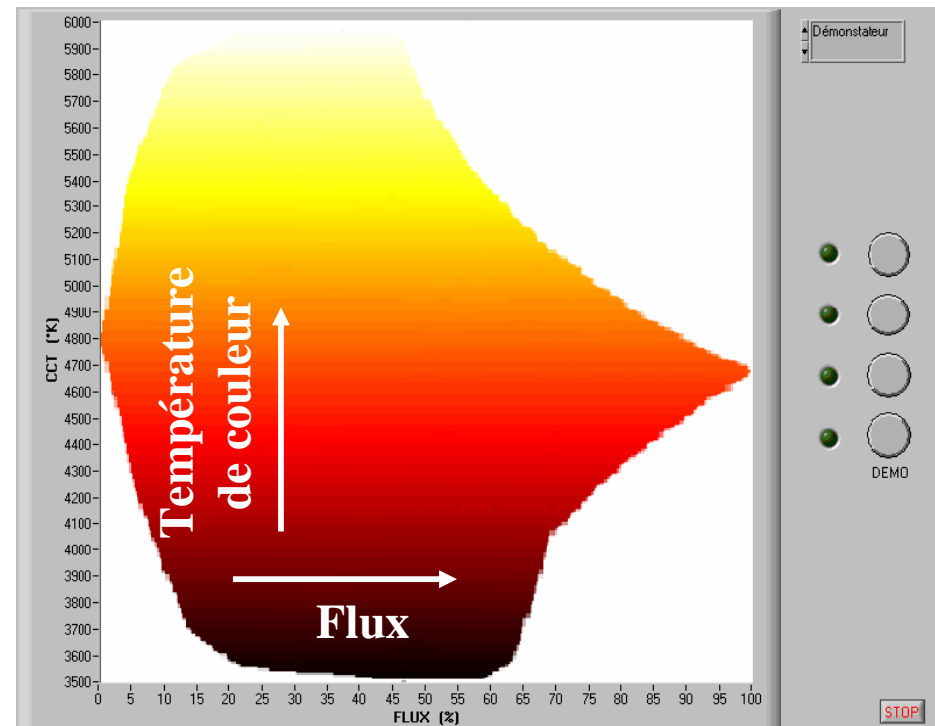
3.c. Construction et optimisation du système

Interfaces de contrôle

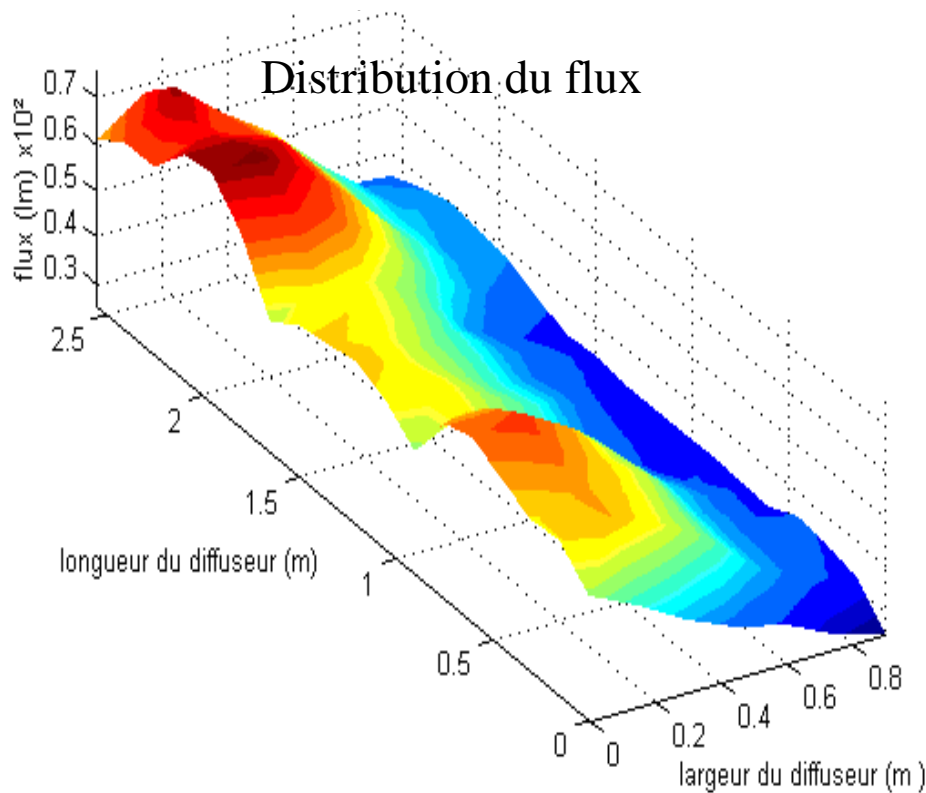
Interface UTILISATEUR



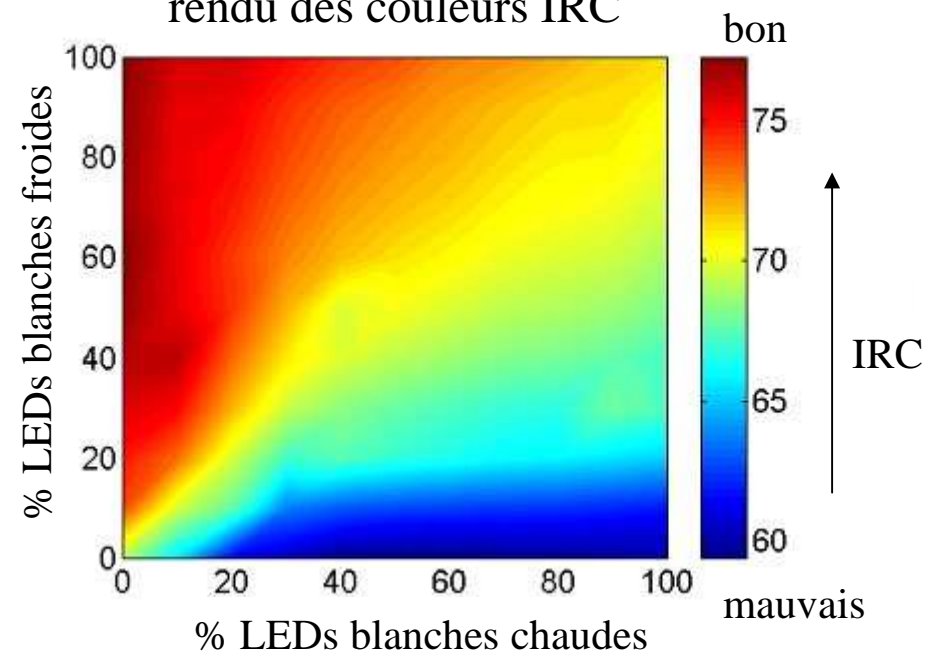
Interface CONFORT



- **Caractérisation du luminaire : LEDs**



Variation de l'indice de rendu des couleurs IRC

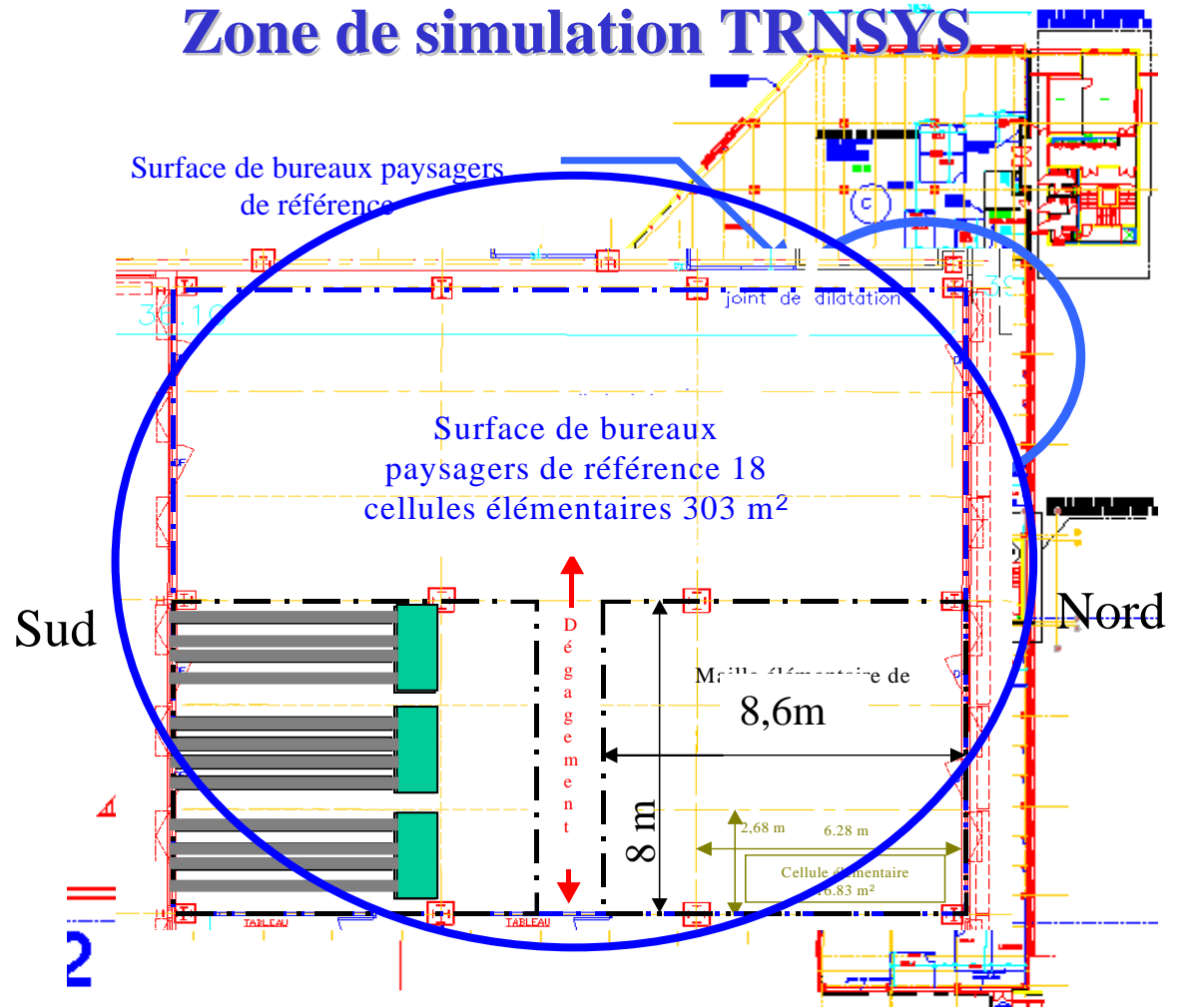


3.d. Étude de l'impact sur la thermique d'un bâtiment

Choix du bâtiment de référence



Zone de simulation TRNSYS

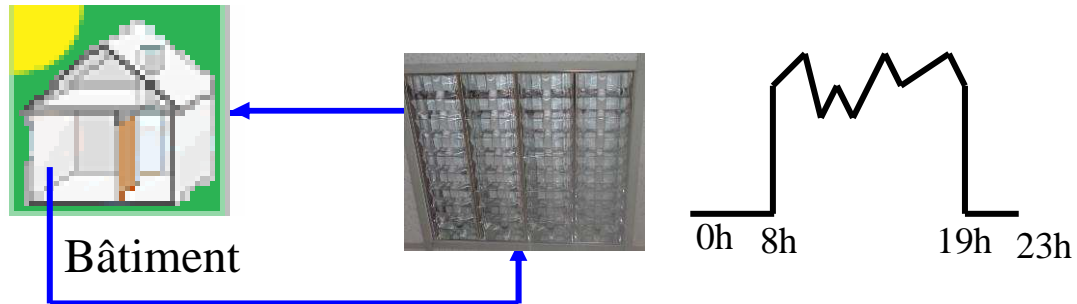


3.d. Étude de l'impact sur la thermique d'un bâtiment

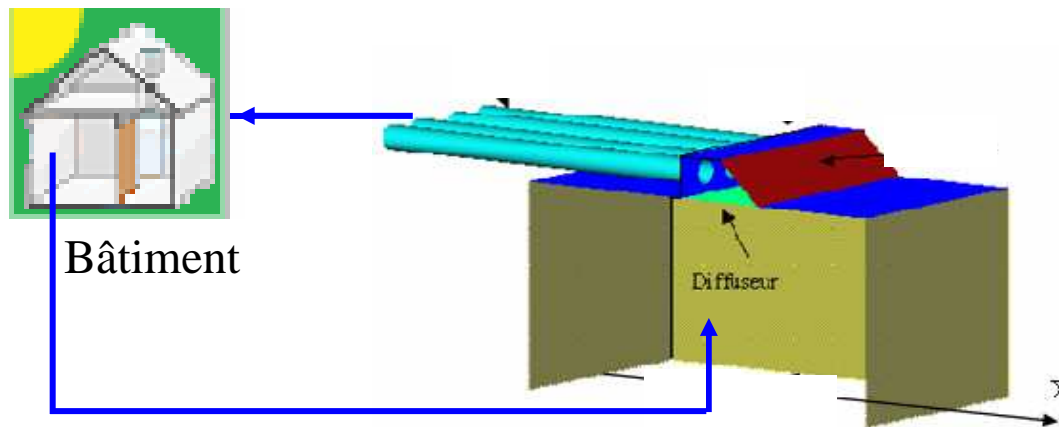
Choix du référentiel

Deux cas étudiés sous TRNSYS 16 :

- **Éclairage fluorescent variable**



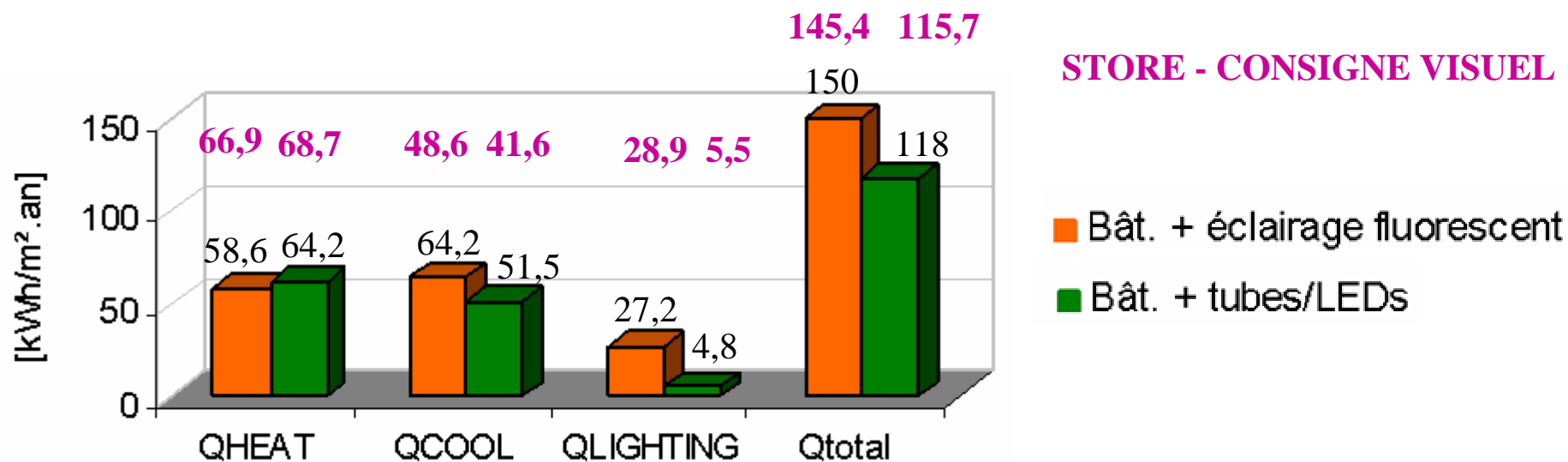
- **Éclairage LED variable + TUBEs de lumière**



3.d. Étude de l'impact sur la thermique d'un bâtiment

Bilan
comparatif

Consommation énergétique du chauffage / de la climatisation / de l'éclairage – simulations sous TRNSYS 16



↗ 3%

↘ 15%

↘ 80%

- 5% d'augmentation sur la consommation du chauffage (QHEAT) ;
- 20% d'économie sur la consommation de la climatisation (QCOOL) ;
- 80% d'économie sur la consommation de l'éclairage (QLIGHTING).

4. Conclusion

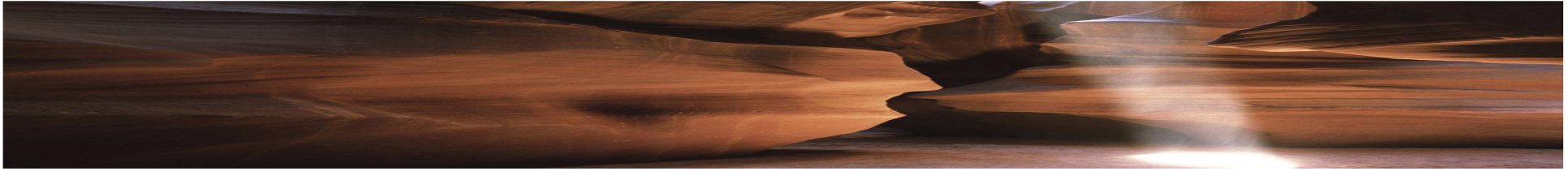
- Le démonstrateur grandeur réelle est opérationnel pour effectuer des caractérisations



- Sur notre cas d'étude, l'impact du système sur la consommation électrique globale annuelle peut atteindre **20% d'économie**

5. Perspectives

- Établir des règles d'ingénierie du système ;
- Réaliser une étude technico-économique du système ;
- Évaluer l'impact de la complémentarité des éclairages naturel et artificiel à LEDs sur le confort visuel ;
- Valider l'ergonomie de l'interface de commande du système.



Merci pour votre attention