

## **Prédétermination de la lumière naturelle dans les bâtiments**

### **1. Introduction**

Le confort visuel est un élément important du confort intérieur et est intimement lié aux conditions d'éclairage. Assurer le confort visuel de l'occupant est une tâche que tout concepteur se doit de considérer dès le début de l'acte architectural. Dans un registre écologique la maîtrise de la lumière naturelle peut être un facteur déterminant dans la production de bâtiments à faible consommation énergétique. Pour estimer notre confort visuel, et générer des ambiances à l'intérieur de notre espace, il est important donc de prédéterminer correctement la pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur d'un bâtiment. Des outils de prédétermination de l'éclairage, comme les méthodes simplifiées et les simulations informatiques, ont été mis au point à cette fin. Le ciel et le soleil artificiels à une lampe sont de nouveaux outils de simulation de l'éclairage naturel sur modèles réduits, afin d'offrir de nouvelles possibilités d'étude et de prévisualisation. L'utilisation judicieuse de ces dispositifs devrait conduire à une meilleure sensibilisation à l'intégration de la lumière naturelle dans la conception des bâtiments.

### **2. Les différents outils et méthodes de simulation de la lumière naturelle**

#### **2.1 Les outils numériques de simulations de la lumière naturelle :**

On entend par outils numérique de simulation des outils informatiques permettant soit la simulation de la propagation de la lumière sous son aspect quantitatif ou qualitatif .constituant ainsi des outils d'aide à la décision.ou bien la présentation interactive de certaines information constituant une base de données que les utilisateurs peuvent utiliser comme outils d'aide à la conception.

##### **2.1.1 Ecotect**

Ecotect est un logiciel de simulation complet qui associe un modéleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. C'est est un outils d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels..

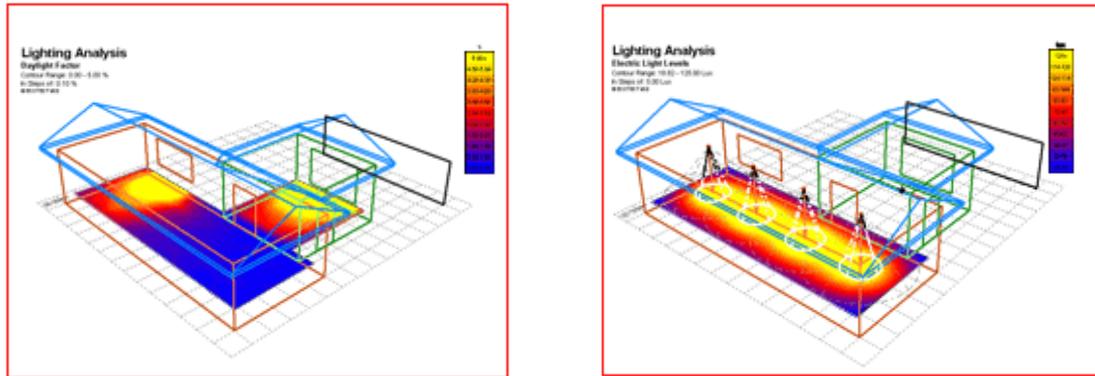


Figure B.1 : Résultats de simulation sous Ecotect (éclairage naturel, à gauche et éclairage artificiel, à droite) (Source:Ecotect Help)

Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design. Le logiciel répond à ceci en fournissant la rétroaction visuelle et analytique, guidant progressivement le processus de conception en attendant que les informations plus détaillées soient disponibles. Ses sorties étendus rendent également la validation finale de conception beaucoup plus simple en se connectant par interface à Radiance, EnergyPlus et à beaucoup d'autres outils plus spécialisés.

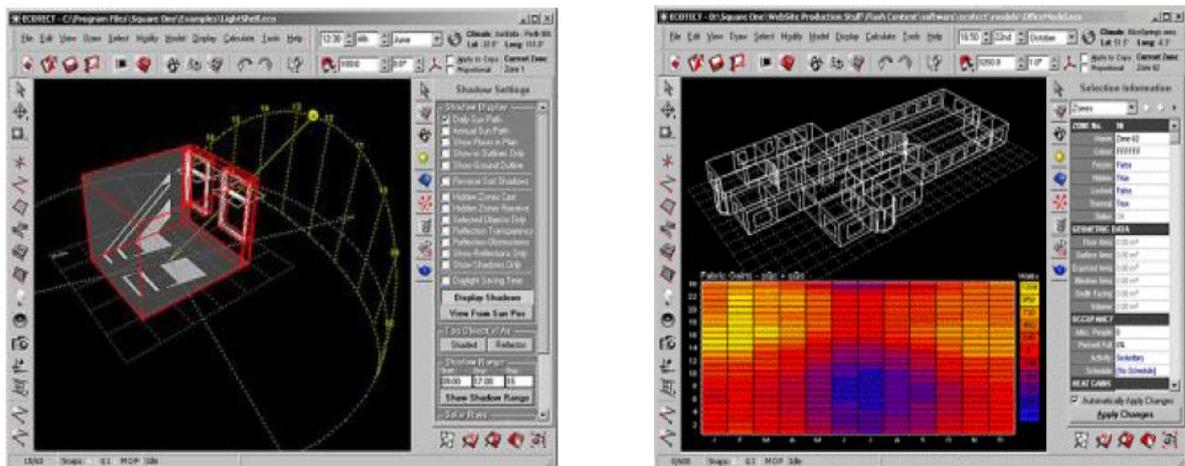
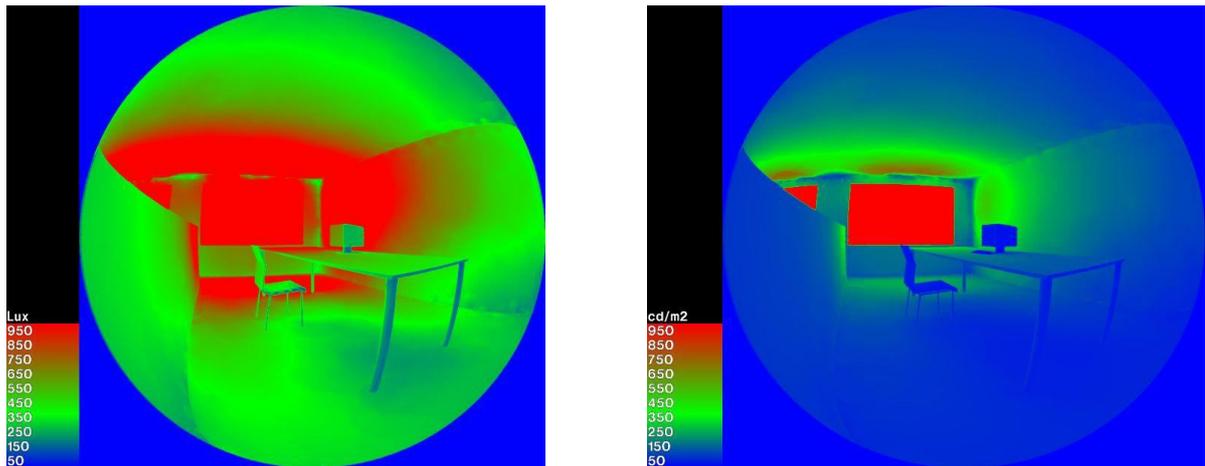


Figure B.2 : Résultats de simulation sous Ecotect (tache solaire, à gauche et analyse thermique, à droite) (Source:Ecotect Help)

## 2.1.2 Radiance

Le logiciel Radiance est un logiciel de création d'images réalistes sur le plan de la lumière naturelle. La très grande qualité et la précision de ses résultats en fait un des références dans



**Figure B.3 : Simulation avec Radiance - vue en fausses couleurs (à gauche les Eclairment, à droite les luminances) (Source:Magali Bodart )**

Le rendu d'images réalistes avec un niveau de précision et de similitude très fort (entre les résultats d'une simulation numérique de l'éclairage et la réalité).cet outil peut être aussi rattaché a d'autre logiciels de simulation comme Ecotect.



**Figure B.4 : Rendu d'image (projet 'Sunlight house', Pressbaum, Autriche) (Image de simulation Radiance, à gauche, et photo du projet réalisé, à droite) (Source: <http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact31&art=483>)**

### 2.1.3 Daylight 1-2-3

Le logiciel Daylight 1-2-3 est un outil d'analyse conceptuelle d'usage général ou l'utilisateur doit choisir une typologie d'espace, d'ouverture, donnant ainsi un modèle géométrique type qu'il va personnaliser pour l'adapter à son idée de l'espace en précisant certains aspects. Il permet de calculer les résultats en utilisant le moteur de calcul lightswitch.

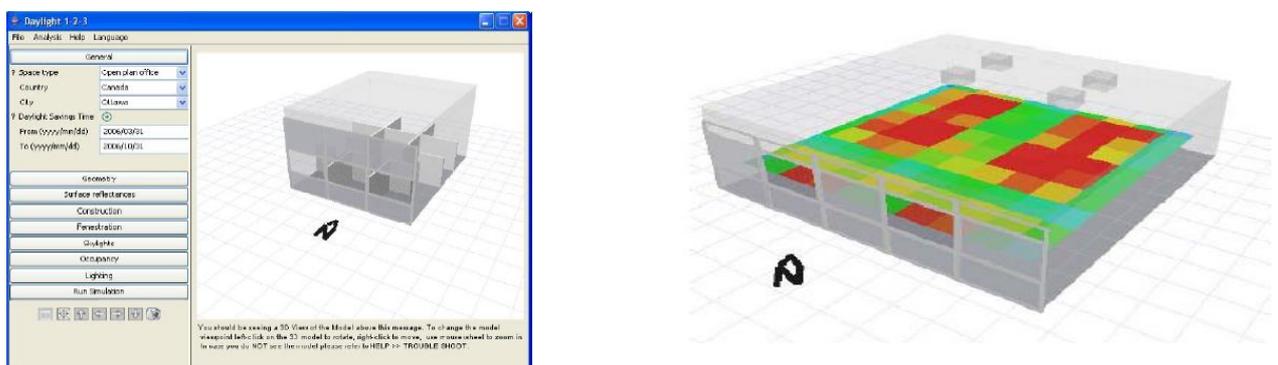


Figure B.5 : Le logiciel Daylight 1-2-3 (à gauche l'interface, à droite résultat FLJ)

(Source: (Source:Gallas, 2009)

### 2.1.4 DIAL

Le but de ce logiciel est de donner aux architectes des informations utiles concernant l'utilisation de la lumière du jour dans un bâtiment dès la phase de l'avant-projet.

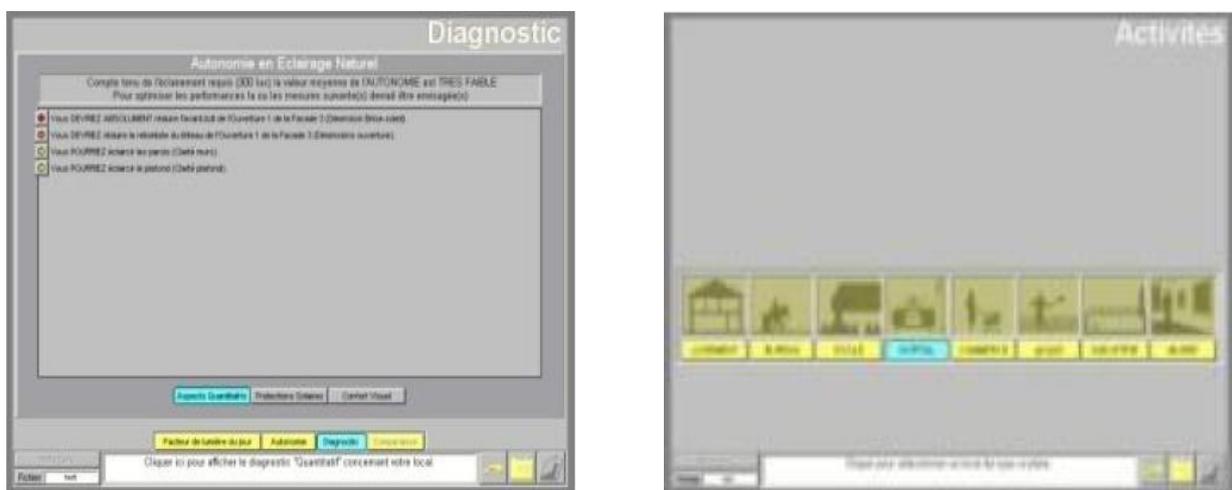


Figure B.6 : DIAL, (diagnostic et recommandations des corrections, à gauche et activité, à droite)  
(Source: (Source: Gallas, 2009)

Il permet d'avoir une estimation quantitative du facteur de lumière du jour ainsi qu'un diagnostic qualitatif suivant une analyse experte qui se base sur les règles de la logique floue avec un ensemble d'indications à suivre permettant d'améliorer la qualité de l'espace conçu en effectuant des modifications directement sur le modèle

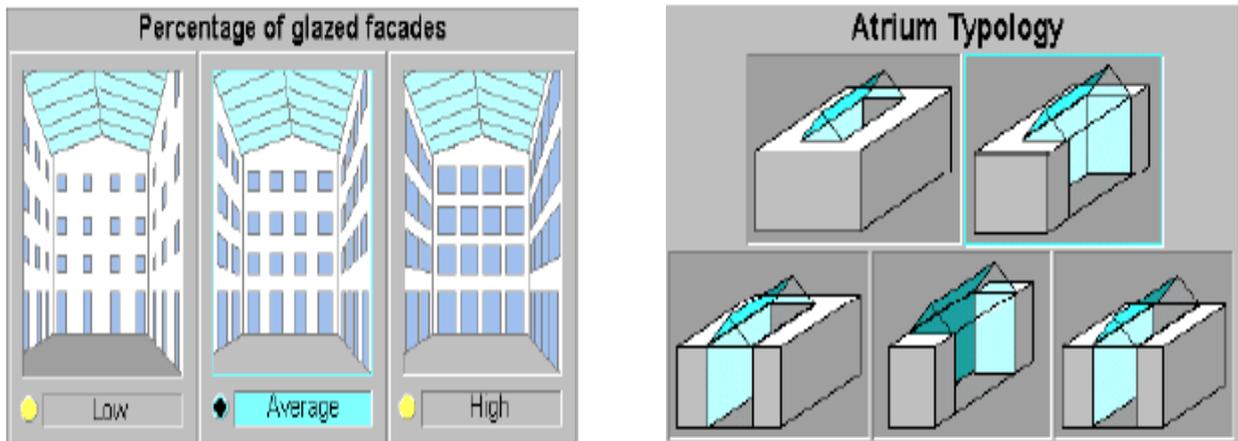


Figure B.7 :DIAL, (pourcentage de vitrage sur la façade, à gauche et typologie d'Atrium, à droite)  
(Source: (Source: Gallas, 2009)

### 2.1.5 Daya@mbiance

C'est un outil qui vise à assister le concepteur dans sa recherche d'intentions en matière d'ambiances lumineuse pendant les phases primaires de conception. Cette assistance se base sur un ensemble d'images de projets de référence présentant les ambiances lumineuses sous leurs différent aspect.Cet outil permet une navigation interactive qui donne à l'utilisateur une liberté dans sa recherche d'intention à travers cinq mots-clés correspondant à une classification des références:Usage, Surface, Effet, Dispositif et Quantité.

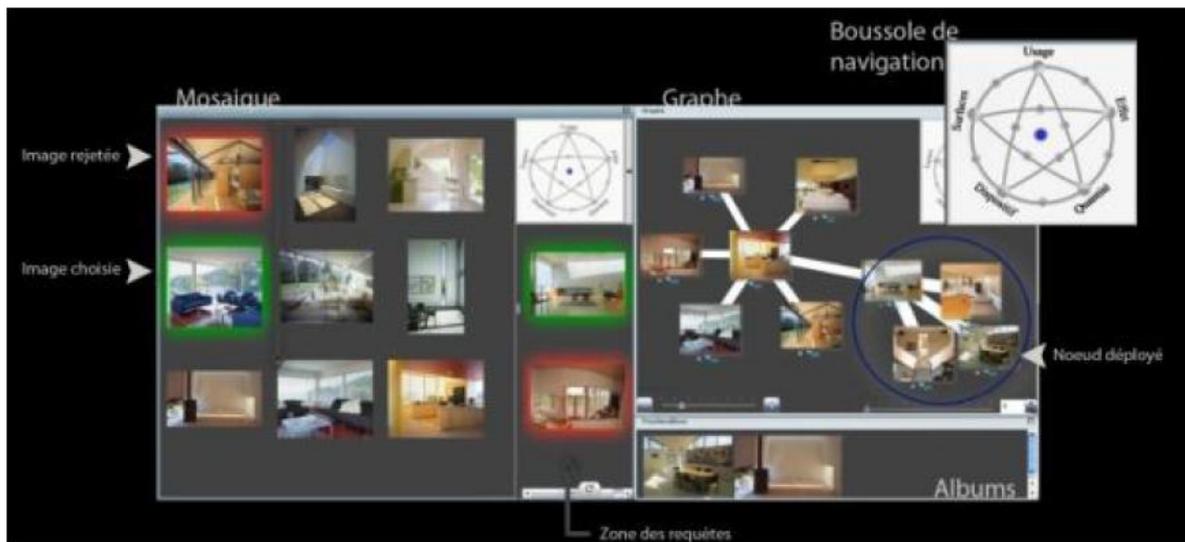


Figure B.8: Interface d'utilisation de Daya@mbiance  
(Source: Gallas, 2009)

## 2.1.6 DIALUX

Dialux est logiciel de simulation d'éclairage naturel et artificiel avec des possibilité d'étudier un placement optimal des luminaires, avec le modèle le mieux adapté, et le niveau d'éclairage adéquat pour une bonne diffusion de la lumière .Le logiciel propose une

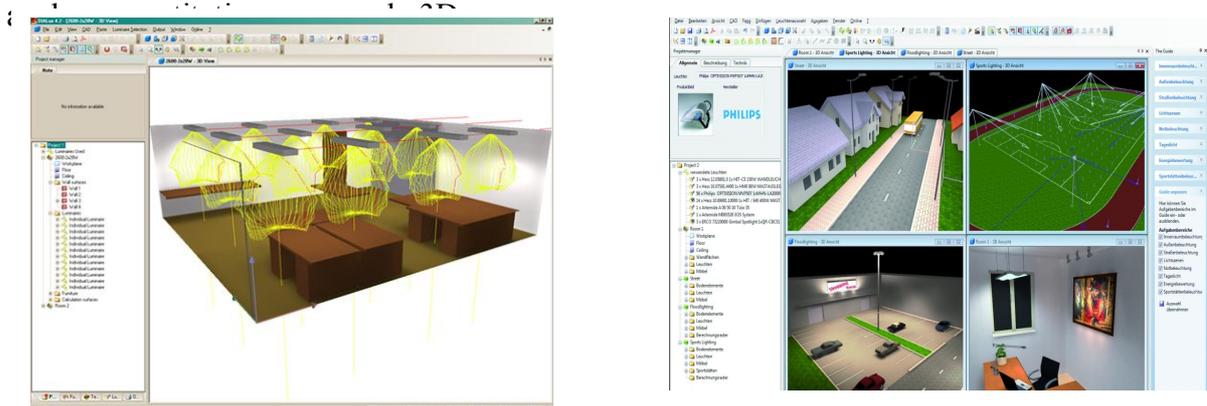
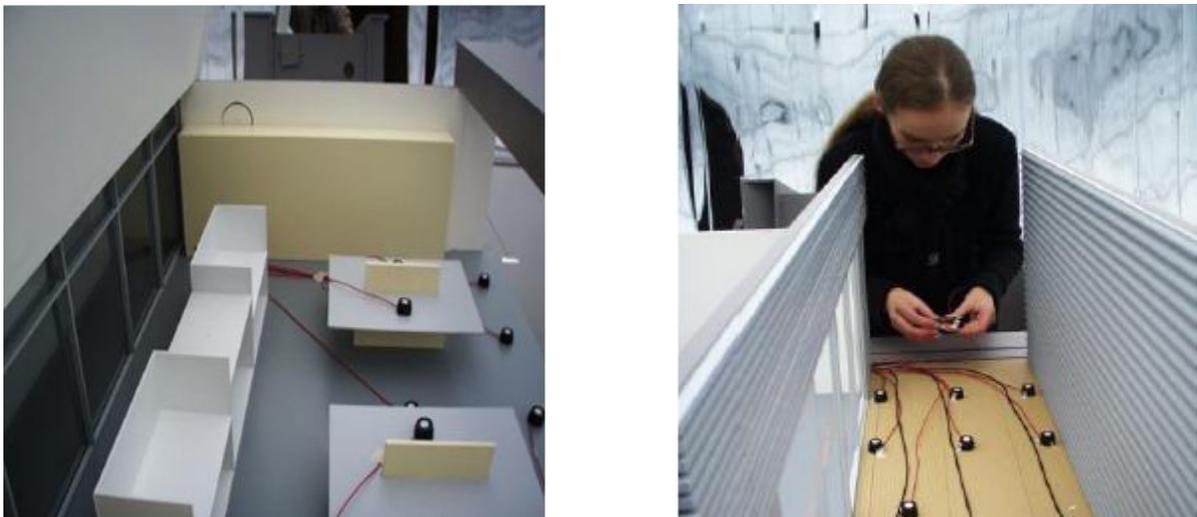


Figure B.9: Logiciel DIALUX : écran de contrôle (éclairage intérieur à gauche, éclairage extérieur à droite)  
(source: <http://www.dial.de>)

## 2.2 Les outils analogiques de simulations de la lumière naturelle :

Cette méthode a le potentiel théorique de s'accorder à tout problème de design et n'est limitée que par la présentation en maquette et la précision des instruments de mesure photométrique. La physique de l'illumination est telle que la lumière se comporte de manière identique indifféremment de l'échelle de l'espace (Lam, 1986). Le facteur de réduction d'échelle absent, les mesures photométriques pour des espaces proportionnellement identiques sont les mêmes. L'étude de la lumière par modélisation en maquettes permet tant l'analyse qualitative que quantitative de l'éclairage ambiant d'un espace peu importe son degré de complexité (Robbins, 1986)

Parmi les avantages de cette technique : i) permet l'analyse qualitative et quantitative de la lumière ii) approche tactile proche à la pratique architecturale iii) permet la modélisation de géométries complexes avec une grande précision iv) visualisation rapide des espaces à l'aide de photographies ou de vidéo v) les maquettes sont facilement transportables et adaptables



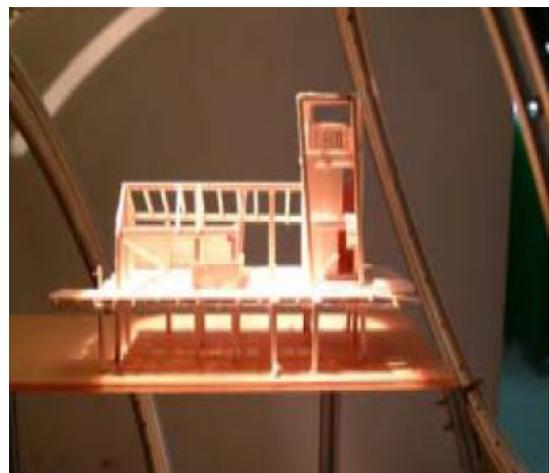
**Figure B.10: Modèle réduit (à gauche disposition de capteurs, à droite installation de Luxmètres)**  
(Source: CSTC)



**Figure B.11: Installation de la sonde photométrique dans le model réduit  
(Source : (IEA))**

Il existe deux types de simulation analogique de la lumière : i) simulateur de lumière direct (héliodon) ii) simulateur de lumière diffuse (le ciel type dôme, boîte miroir)

L'héliodon est un dispositif, constitué d'une source lumineuse émettant des rayons lumineux parallèles (figure x) simulant les rayons solaire et leur inclinaison au cours du temps. le réglage de l'héliodon permet de fixer la latitude, la date et l'heure à considérer. Le site ou la construction à simuler est représenté par une maquette de la volumétrie du projet qui est exposé aux rayons lumineux de l'héliodon, les ombrages sont alors immédiatement visibles sur les plans de la maquette.



**Figure B.12 : simulation de la lumière directe avec l'héliodon, Faculté D'architecture,  
Université de Hong-Kong (à gauche et à droite  
(Source: <http://www.grap.ulaval.ca/Mission/CielArtificiel.html>)**



**Figure B.13 : la boîte-miroir, le ciel artificiel, Université Laval**  
(Source: <http://www.grap.arc.ulaval.ca/Mission/CielArtificiel.html>)

La boîte-miroir, simulant les conditions diffuses d'un ciel couvert (figure x) est construite d'après les spécifications de (Ann Airy; 1983) à l'université de Washington, elle-même inspirée des recherches de (Hopkinson et al, 1966). l'intérieur de la chambre de simulation mesure 1219X 1219 X 1219 mm. Les tubes fluorescents utilisés sont de type "daylight", lumière du jour, et l'élément diffusant est constitué d'une feuille d'acrylique opalescente de couleur blanche (W2447, épaisseur 3mm). Le sol du ciel est peint de couleur gris neutre 18% correspondant à la référence photographique connue (Rorer, 1992). La courbe de luminance de ciel artificiel respecte celle de la CIE (Commission Internationale de l'éclairage) pour un ciel couvert et produit un éclairage d'environ 7000 lux.