



COMPUTER DESIGN AND VISUALIZATION TOOL FOR DAYLIGHTING SYSTEMS

OUTIL INFORMATIQUE DE CONCEPTION ET DE VISUALISATION DE SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE NATUREL

Rapport annuel 2009

Auteur(s)	Prof. Dr J.-L. Scartezzini, Dr J. Kämpf
Institution mandatée	Laboratoire d'Energie Solaire et de Physique du Bâtiment
Adresse	EPFL, Bâtiment LE, CH-1015 <u>Lausanne</u>
Téléphone, E-mail, site Internet	021 / 693 4545, leso@epfl.ch , http://leso.epfl.ch
N° contrat OFEN	154 393
Durée prévue du projet (de - à)	1 ^{er} janvier 2010 – 31 décembre 2011

RÉSUMÉ

Les systèmes complexes de fenêtres, composés principalement de **dispositifs de protection solaire et de déviateurs de lumière naturelle**, contribuent de manière significative à réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments (réduction des charges thermiques et des besoins en électricité). Des équipements scientifiques, mis sur pied à cet effet (goniophotomètre bidirectionnel à imagerie numérique), permettent de caractériser les **propriétés bidirectionnelles de transmission lumineuse (Bidirectional Transmission Density Function)** de ces systèmes. L'utilisation de ces données expérimentales par les praticiens est encore insuffisante, en particulier auprès des architectes et des éclairagistes. La mise sur pied d'un outil informatique, permettant de **concevoir et visualiser des systèmes complexes de fenêtres** en cours de fonctionnement, doit contribuer à faciliter leur mise en œuvre dans la pratique.

Le projet vise à tirer profit d'un goniophotomètre bidirectionnel à imagerie numérique, récemment mis sur pied à l'EPFL. Il s'appuie sur une étroite collaboration avec des partenaires académiques (MIT/USA, NUS/Singapore, Fraunhofer/Allemagne) et industriels (Baumann-Hüppe, Vegla, Siemens, etc.) et doit permettre de:

- Mesurer les **propriétés bidirectionnelles de transmission lumineuse** de dispositifs de protection solaire (stores à lamelles, etc.) et de déviateurs de lumière naturelle (Lumitop™, 3M SOLF™, Laser Cut Panel, etc.);
- Elaborer un outil informatique simplifié de **visualisation de systèmes complexes de fenêtres intégrés en façade** en fonction de la position du soleil;
- Elaborer un algorithme informatique détaillé de **dimensionnement de systèmes complexes de fenêtres intégrés en façade** (méthode du lancer de rayons)

Des règles pratiques, en vue de la mise en œuvre de systèmes complexes de fenêtres dans les bâtiments, seront élaborées à l'usage des praticiens.

Buts du projet

Les systèmes complexes de fenêtres, constitués principalement de **dispositifs de protection solaire et de déviateurs de lumière naturelle**, contribuent de manière significative à réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments administratifs et tertiaires (réduction des charges thermiques et des besoins en électricité) (Sca93a) (Sca93b).

Leur mise en œuvre par les acteurs de la construction (architectes, éclairagistes, fabricants industriels, etc.) n'est pas sans difficulté, dans la mesure où ils sont appelés :

- À être intégrés avec des installations d'éclairage artificiel efficaces en vue d'atteindre une utilisation rationnelle de l'énergie (combinaison d'éclairages naturel et artificiel);
- À satisfaire des contraintes ergonomiques toujours plus sévères (présence d'écrans de visualisation aux postes de travail) (Gra87) (Suv99).

De nouveaux équipements scientifiques (goniophotomètre bidirectionnel à imagerie numérique) ont été récemment mis sur pied en vue de caractériser précisément les **propriétés bidirectionnelles de transmission lumineuse de systèmes complexes de fenêtres (Bidirectional Transmission Density Function)** de ces systèmes.

Les grandeurs caractéristiques obtenues grâce à cet équipement scientifique – désignées par BTDF – indiquent dans quelle mesure et en quelle quantité, le flux de lumière naturelle reçu par un **système complexe de fenêtres** est dirigé vers l'intérieur d'un local, participant ainsi à son éclairage naturel. La Figure 1 représente les caractéristiques BTDF d'un dispositif de protection solaire (stores à lamelles, Baumann-Hüppe AG), visualisé à l'aide d'un diagramme polaire : une fraction significative du flux de lumière naturelle (angle d'incidence de 60°) est dévié en direction du plafond.

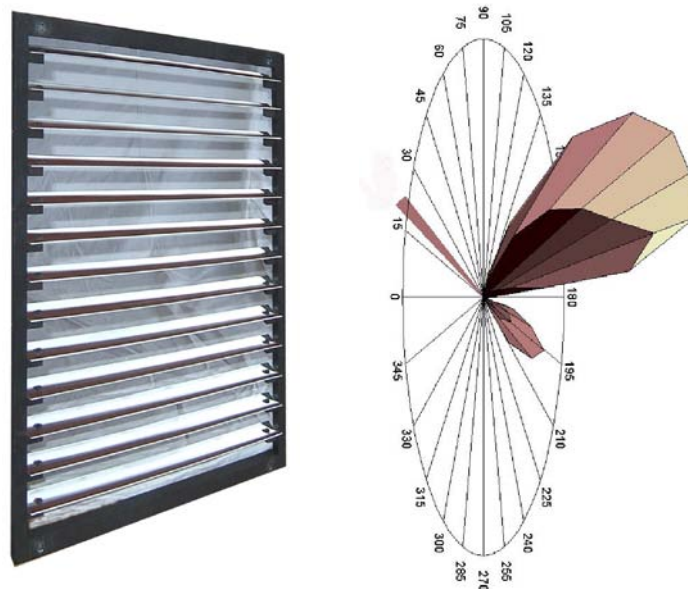


Figure 1 : Caractéristiques photométriques BTDF d'un dispositif de protection solaire mesurées à l'aide d'un goniophotomètre bidirectionnel à imagerie numérique

L'utilisation de ces caractéristiques photométriques dans la pratique est malheureusement encore insuffisante, en particulier auprès des architectes et des éclairagistes. Ces dernières sont toutefois comparables aux caractéristiques photométriques des sources et luminaires artificiels – désignées par solides photométriques – qui sont généralement présentes dans les catalogues de produits et facilitent leur choix.

La mise sur pied d'outils informatiques, permettant de **concevoir et visualiser des systèmes complexes de fenêtres**, lors de la conception des bâtiments, doit contribuer à faciliter leur mise en œuvre dans la pratique (SLG93) (Sca97). Compte tenu de la complexité du processus de projétation architecturale, deux outils de conception et de dimensionnement différents sont envisagés dans le cadre de ce projet :

- Un outil informatique simplifié de **visualisation de systèmes complexes de fenêtres** en fonction de la course du soleil (composante directe);
- Un algorithme informatique détaillé de **dimensionnement de systèmes complexes de fenêtres** intégrés en façade (méthode du lancer de rayons).

L'expérience acquise par le LESO-PB/EPFL, tant dans le domaine expérimental que dans le domaine de la simulation numérique en éclairage naturel et artificiel (And01) (Sca94), sera mise à profit dans ce projet.

Travaux effectués et résultats acquis

Le projet de recherche a été initié à la fin de l'année 2009 : il est donc en pleine phase de mise en route et atteindra sa vitesse de croisière à partir de l'année prochaine.

Évaluation de l'année 2009 - Perspectives pour 2010

L'exécution du projet est conforme au plan de travail proposé lors de la soumission de la requête à l'Office Fédéral de l'Energie. Les impératifs liés à l'engagement de collaborateurs scientifiques (recherche d'un Post Doc et d'un candidat au doctorat) ont différé toutefois le démarrage du projet jusqu'au 1^{er} janvier 2010.

Références

- (And01) M. Andersen, L. Michel, C. Roecker and J.-L. Scartezzini. Experimental assessment of bi-directional transmission distribution functions using digital imaging techniques, *Energy & Buildings*, Vol. 33, N°5, p. 417-431, 2001.
- (Gra87) E. Grandjean, *Ergonomics in computerized offices*, Taylor & Francis, London, 1987.
- (Suv99) Caisse Nationale d'Assurance, *Le travail à l'écran de visualisation*, Manuel technique, pp. 107, CNA/SUVA, Luzern, 1999.
- (Sca93a) J.-L. Scartezzini, et al., *Eléments d'éclairagisme*, Manuel RAVEL, pp. 95, OFFPT, Bern, 1993.
- (Sca93b) J.-L. Scartezzini et al., *Eclairage des bureaux*, Manuel RAVEL, pp. 103, OFFPT, Bern, 1993.
- (Sca94) J.-L. Scartezzini, R. Compagnon, G. Ward and B. Paule, *Outils informatiques en éclairage naturel*, pp. 143, Université de Genève/EPFL, Genève/Lausanne, 1994.
- (Sca97) J.-L. Scartezzini et al., *Daylighting design of European buildings*, Technical Report, pp. 225, LESO-PB/EPFL, Lausanne, 1997.
- (SLG93) Schweizerische Licht Gesellschaft, *Computer Programme für die Beleuchtungsplanung*, SLG/ASE, Bern, 1993.