



# AUTOMATIC CONTROL OF AN ELECTRO-CHROMIC WINDOW

## Rapport annuel 2010

Auteur et coauteurs	Nicolas Morel, Nikos Zarkadis
Institution mandatée	LESO-PB/EPFL
Adresse	EPFL, bâtiment LESO, station 18, 1015 Lausanne
Téléphone, e-mail, site Internet	021 693 4546 / 021 693 4545, <a href="mailto:nicolas.morel@epfl.ch">nicolas.morel@epfl.ch</a>
N° projet / n° contrat OFEN	103'320 / 154'379
Responsable OFEN du projet	Dr. Charles Filleux
Durée prévue du projet (de - à)	1 octobre 2009 - 30 septembre 2011
Date	18 décembre 2010

### RÉSUMÉ

Le but du projet est le développement d'un algorithme de contrôle avancé pour un vitrage électrochromique, tenant compte à la fois d'une optimisation énergétique par rapport aux gains solaires directs et du confort (visuel et thermique) des utilisateurs. L'algorithme inclura les éléments suivants:

- un contrôle prédictif de la transmission du vitrage, rendu nécessaire par le temps de réaction important (de l'ordre de 15 minutes) et la grande variabilité du rayonnement solaire lors de ciels variables (alternance de zones nuageuses et de ciel clair);
- une optimisation des gains solaires en fonction de la saison (gains solaires bienvenus durant la saison de chauffage et à rejeter au maximum durant la saison chaude).

Le projet comprend un travail de développement théorique de l'algorithme, en tenant compte également des autres équipements techniques du bâtiment (chauffage, éclairage électrique), et une vérification expérimentale sur un bureau du bâtiment LESO, en utilisant des vitrages EControl-Glas.

## Buts du projet

Les vitrages électrochromiques (EC) peuvent représenter une alternative aux protections solaires conventionnelles (souvent écartées par les architectes lorsqu'il s'agit de protections solaires externes, les seules véritablement efficaces par rapport aux surchauffes), ou les vitrages protectifs à coefficient de transmission fixes (leurs caractéristiques fait qu'ils sont en général peu adaptés durant la plus grande partie du temps, et ils ne sont pas suffisamment efficaces pour lutter contre les surchauffes dues à des gains solaires importants). Les vitrages EC actuellement disponibles ont une dynamique de transmission suffisamment étendue pour représenter une bonne protection contre les surchauffes, même si la protection contre l'éblouissement devrait encore être améliorée.

Les études menées jusqu'à présent ont essentiellement considéré les vitrages EC comme un équipement technique commandé manuellement par les utilisateurs. Quelques schémas de contrôle automatique élémentaires ont également été proposés, mais les caractéristiques temporelles (délai de commande, usuellement entre 5 et 15 minutes) des vitrages EC n'ont pas été considérées. Dans ces conditions, un algorithme prédictif semble une solution intéressante, comme dans le cas du chauffage pour lequel une réaction anticipée est souhaitable. De plus, la protection insuffisante que les vitrages EC assurent vis-à-vis de l'éblouissement peut amener à les combiner avec des protections solaires légères (intérieures), les deux protections solaires devant alors être contrôlées de façon coordonnée.

Le projet comporte deux parties principales:

1. Le développement d'un algorithme de contrôle optimisé (des deux points de vue énergétique et confort visuel), prédictif à court terme et tenant compte des préférences des utilisateurs;
2. Une vérification expérimentale sur un bureau du bâtiment LESO, bureau qui sera équipé de vitrages EC pour ses deux composants (fenêtre standard en partie inférieure et système anidolique en partie supérieure). Cette vérification expérimentale sera effectuée avec des personnes réelles, ce qui permet d'évaluer l'acceptation du système de contrôle.

## Travaux effectués et résultats acquis

Un doctorant (Nikos Zarkadis) a été engagé sur le projet, dès le 1er février 2010. Durant la première phase du projet, il a essentiellement travaillé à l'élaboration de l'algorithme de contrôle. Cet algorithme repose sur les principes suivants:

- Une image du ciel est acquise de façon continue (par exemple à chaque intervalle de chaque 2 ou 5 minutes). Pour l'instant, des images prises avec une webcam (angle de vue de l'ordre de 60 degrés), visant l'horizontale, sont utilisées. Dans le futur, il serait préférable d'utiliser une caméra de type fish-eye dirigée à la verticale, mais l'algorithme fonctionne également avec un angle de vue plus restreint.
- Les images sont traitées avec le logiciel mathématique Matlab et pour le moment les zones non obstruées par des nuages sont détectées, en se basant sur la couleur (images 1a et 1b).



Image 1a : Image originale prise avec la webcam (détail); Image 1b : Image traitée où le ciel non obstrué par des nuages est détecté et marqué (couleur blanc)

- Lorsque le ciel présente à la fois des zones découvertes et des zones obstruées par des nuages, le mouvement général de la couverture nuageuse est détecté, sur la base du traitement avancé de deux images consécutives (images 2a et 2b).



Image 2a : Image original (dessus) et image traitée (dessous) prise au 06.08.2010 à 08h00

Image 2b : Image original (dessus) et image traitée (dessous) prise au 06.08.2010 à 08h05

- En tenant compte des angles solaires actuels, la probabilité de passer d'un ciel dans lequel le soleil est caché par des nuages à un ciel où le soleil est visible, ou l'inverse, est déduite.

Sur le plan expérimental, la commande ferme des vitrages électrochromiques auprès de EControl-Glas a été effectuée à mi-août 2010, mais les vitrages n'ont pas encore été livrés et installés. Ils seront connectés à un ordinateur chargé d'implémenter l'algorithme de contrôle, qui recevra également les informations des autres capteurs installés sur le bâtiment LESO et connectés au bus EIB/KNX. Le protocole d'échange d'informations entre les boîtiers de commande des vitrages électrochromiques et l'ordinateur, par le biais d'un interface sériel, a été investigué, mais les tests pratiques n'ont pas encore pu être effectués en l'absence des vitrages installés sur le bureau prévu dans le bâtiment LESO.

## Évaluation de l'année 2010 et perspectives pour 2011

Le projet a commencé effectivement en février 2010. Cette année a été essentiellement occupée au développement de l'algorithme de contrôle. Ce développement n'est pas encore terminé. Le setup expérimental a pris quelque retard (l'installation des vitrages aurait dû avoir lieu durant l'automne 2010), Durant l'année 2011, le développement de l'algorithme sera finalisé. L'installation des vitrages devrait avoir lieu au tout début 2011, et l'expérimentation devrait pouvoir commencer au printemps 2011.

Aucune publication n'est encore disponible. Des publications devraient être effectuées durant l'année 2011, dans des journaux scientifiques.