

Etude de l'amélioration d'un panneau aérovoltaïque installé sur un bâtiment à faibles besoins énergétiques



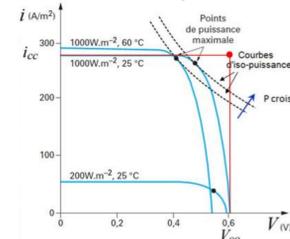
Benoit Liémans^(1*) & Prof. Véronique Feldheim⁽¹⁾ & Prof. Daniel Bougeard⁽²⁾ & Serge Russeil⁽²⁾

SITUATION ET SYNDROME DU PHOTOVOLTAÏQUE

Les panneaux photovoltaïques convertissent le flux solaire reçu en électricité avec un rendement de référence de l'ordre de 17% pour les technologies répandues à base de cellules de silicium monocristallin. Malheureusement, ce rendement se dégrade dès lors que la température de ces dernières dépasse les 25°C. Un panneau en pose libre ne peut se refroidir que majoritairement par convection naturelle et légèrement par rayonnement avec respectivement l'air ambiant et son environnement. Le problème connu est que généralement lorsque le flux solaire est important, la température de l'air extérieur est également plus élevée et le refroidissement est donc plus difficile. Dans la pratique, la situation est encore plus compliquée lorsque le panneau est posé sur une paroi de bâtiment, comme en toiture par exemple.



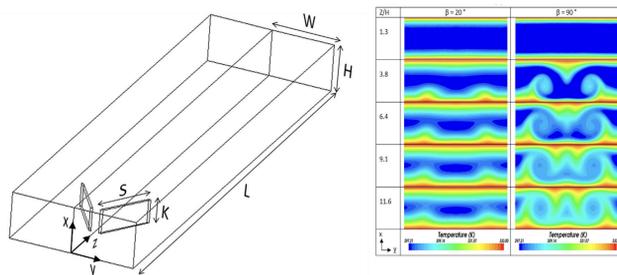
Afin de solutionner ce problème, de nombreux systèmes ont été étudiés comme le recours à la convection forcée de l'air, l'utilisation d'un fluide circulant dans un serpentin à l'arrière du panneau ou encore l'ajout d'ailettes mais rarement concernant l'amélioration possible du coefficient d'échange thermique par convection avec l'air ambiant autrement que par que par le passage en convection forcée par le biais de ventilateurs.



ETUDE

Objectifs

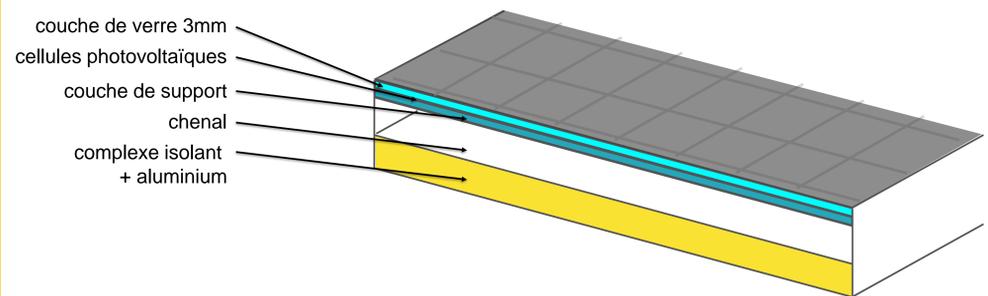
Dans le cadre de notre travail, nous allons étudier la combinaison d'un pavillon à faibles besoins énergétique et d'un panneau photovoltaïque modifié, à l'arrière duquel une structure de canal va être équipée d'ailettes génératrices de vortex. Le refroidissement du panneau PV va être réalisé grâce à l'air extérieur ambiant, dans un système éventuellement lié à la ventilation mécanique du bâtiment.



(A. Khanjian et al., 2017)

Composition du capteur

Le capteur aérovoltaïque est composé d'une couche protectrice, de la couche de cellules photovoltaïques, d'une couche de support, du chenal à travers lequel l'air circule et d'un panneau comprenant la plaque métallique qui recevra les ailettes génératrices de vortex, un isolant et la protection de ce dernier avec l'environnement extérieur.



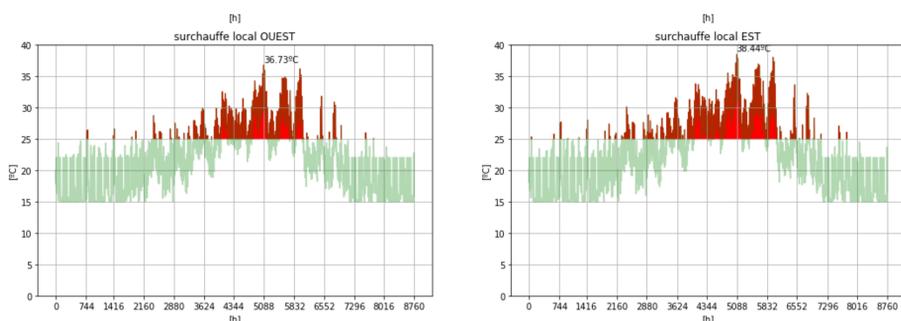
PREMIERS RESULTATS

Pavillon

Le pavillon, situé à Douai, est composé de 2 locaux et formé de parois préfabriquées fortement isolées (U de ~0,10 à ~0,12 W/m²K). Sur base des dimensions extérieures, il présente un volume protégé de 122,7 m³ et une surface totale de déperdition de 155,5 m². La particularité de ce bâtiment est d'être équipé de systèmes de ventilation différents par local : ventilation double flux avec récupération de chaleur pour l'un et une ventilation naturelle pour l'autre, ce qui nous a amené à envisager une étude sur deux zones.



Pour la première simulation, la température de consigne pour le chauffage a été fixée à 22°C du lundi au vendredi de 6h à 18h et à 15°C le reste du temps. Les gains internes sont scindés entre les gains permanents (les appareils en veille) et les gains liés à l'occupation (personne et appareils en fonctionnement). Les résultats nous indiquent une surchauffe estivale importante avec des pics jusqu'à plus de 36°C et 38°C en fonction du local.



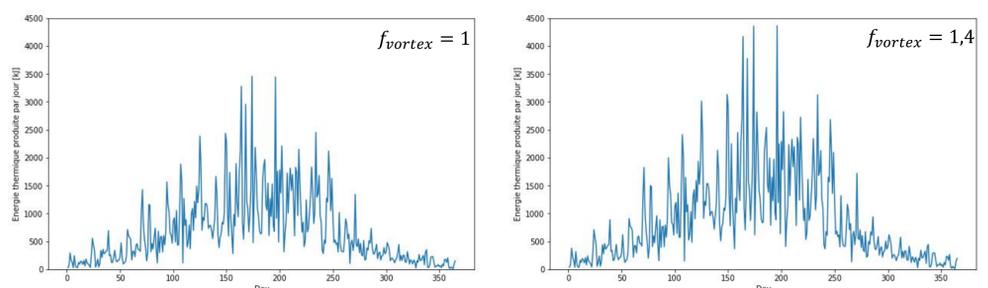
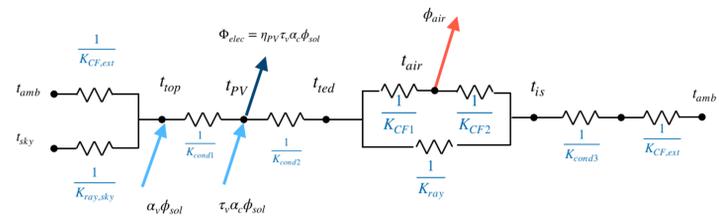
Capteur

Le modèle simplifié (1D - résistif) doit permettre de pouvoir intégrer ultérieurement l'amélioration engendrée sur le coefficient de transfert par convection, ce qui se fera par le biais d'un facteur multiplicateur sur le nombre de Nusselt global.

$$\text{Si } Re < 2300 \rightarrow \overline{Nu} = 3,6$$

$$\text{Si } Re \geq 2300 \rightarrow \overline{Nu} = 0,0234 \times Re^{0,8} \times Pr^{0,4}$$

$$K_{CF} = \frac{(\overline{Nu} \times f_{vortex}) \times \lambda_{air}}{D_h}$$



Les premiers graphes issus de notre modèle, ci-dessus, nous montrent des résultats encourageants sur la production journalière d'énergie thermique (calculée sur base du Φ_{air}) pour un capteur de 1,6m² orienté plein sud avec une inclinaison de 30° et un faible débit d'air de 0,02 kg/s.

La production annuelle thermique passe de 242,8MJ à 314,6MJ en introduisant un facteur d'amélioration de 1,4, soit un gain de quasi 30%.

(*) Auteur correspondant (benoit.liemans@umons.ac.be)
 (1) UMONS – FPMs – Thermique et Combustion, 56, rue de l'Epargne – 7000 Mons (Belgique)
 (2) IMT Lille Douai - CERI Energie Environnement, 764, Boulevard Lahure - 59508 Douai