

Modélisation d'un système de rafraîchissement passif

Travaux de stage

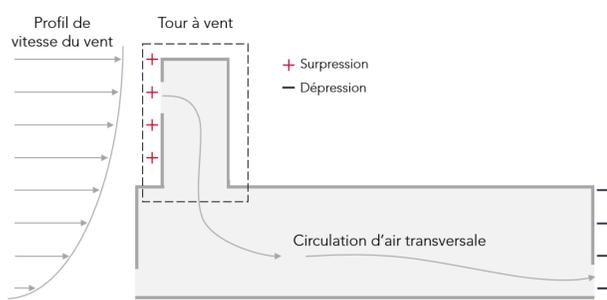
Contexte

Le rafraîchissement des ambiances intérieures en période estivale est devenu une problématique prépondérante lors de la conception des bâtiments. Les dispositifs passifs sont des solutions intéressantes dans le cadre d'espaces semi-ouverts comme les gares. Toutefois, peu d'outils de modélisation intègrent leurs effets sur la thermique.

L'objectif du stage est l'élaboration d'un modèle numérique permettant de prendre en compte et de caractériser l'influence d'une tour à vent sur l'écoulement d'air dans le volume d'une halle voyageurs.

La tour à vent

La tour à vent est un dispositif architectural largement utilisé dans les régions chaudes pour favoriser la ventilation naturelle en intérieur.



Principe de la tour à vent

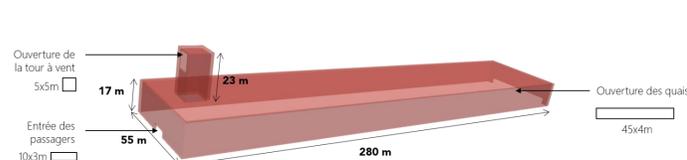
Le vent induit des différences de pression en façade. Le différentiel entre l'entrée de la tour et l'ouverture située à l'opposé de la grande halle crée une circulation d'air transversale.

Modélisation

Un premier modèle aéraulique de gare équipée d'une tour à vent est réalisé sur OpenFOAM. Sur cette base, une variante incluant les variations de température est mise au point.

	Modèle isotherme	Modèle anisotherme
Moteur de calcul	OpenFOAM v1806	OpenFOAM v1806
Géométrie	Sans tour à vent	Avec tour à vent
Phénomènes physiques simulés	Ecoulements d'air	Ecoulements d'air Température de l'air
Phénomènes physiques non simulés	Température de l'air Rayonnement solaire Conduction	Rayonnement solaire Conduction
Amélioration	Intégrer l'environnement urbain et la rose des vents locale Simuler en régime transitoire	Intégrer la conduction Intégrer le rayonnement Simuler en régime transitoire

Modèle thermo aéraulique – hypothèses



Modèle géométrique - dimensions

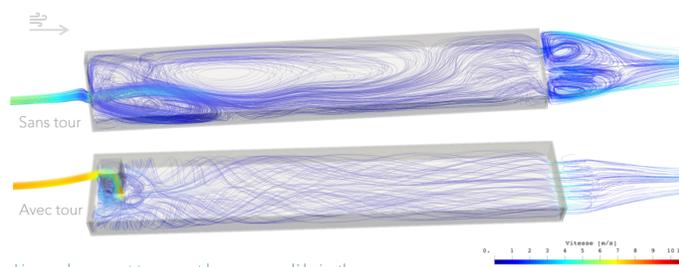
Méthodologie

Le stage s'est déroulé en deux temps.

- 1. Recherches bibliographiques** sur
 - Le principe de la tour à vent
 - Les modèles existants
- 2. Elaboration des modèles** à travers
 - L'automatisation du traitement des données
 - L'optimisation du maillage
 - Le choix des paramètres d'entrée
 - L'analyse des résultats

Résultats

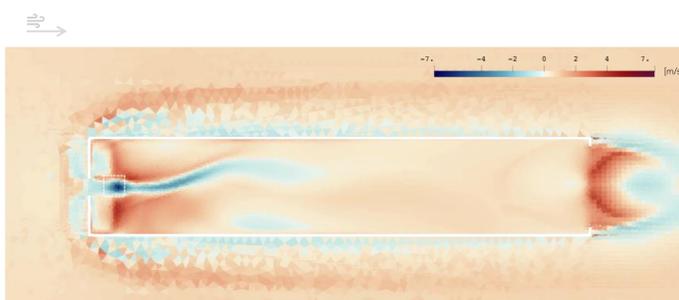
Pour une direction de vent frontale et une géométrie simplifiée, on observe une uniformisation de l'écoulement de l'air en intérieur, en présence de la tour à vent.



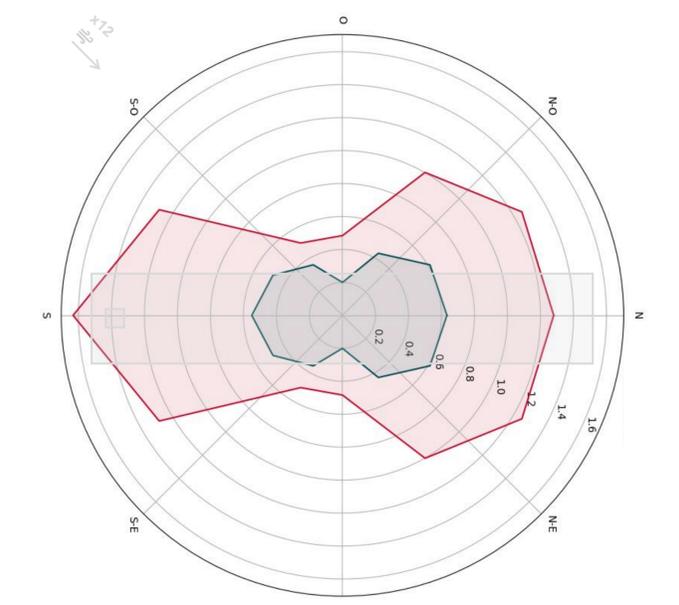
Lignes de courant traversant la gare - modèle isotherme



Champ de température de la gare - modèle anisotherme avec tour à vent



Champs de vitesse des gares - comparaison avec et sans tour à vent



Rose des taux de renouvellement horaire [vol/h]

— Avec tour à vent
— Sans tour à vent

Étudiant.e	Caroline Rest
Niveau d'études	Master 2
Spécialité	Thermique
Tuteur.rice école	Jérôme Bellettre
Durée	25 semaines
Période	Du 02/03 au 28/08
Entité AREP	L'hypercube
Tuteur AREP	Antoine Hubert

EMC2B



Les **premiers résultats** montrent l'intérêt de la tour à vent comme dispositif de rafraîchissement passif. Dans le cas ci-contre, en **présence d'une tour à vent** :

- Le renouvellement d'air naturel est doublé
- Les courants d'air inconfortables sont atténués
- Aucun inconfort supplémentaire n'est généré
- L'air apporté est plus frais

Les paramètres dimensionnant à considérer sont :

- La direction des vents dominants
- La hauteur
- Le nombre d'ouvertures
- La forme de la section

Ce dispositif est un moyen intéressant pour réduire la consommation d'**énergie** des bâtiments et **améliorer le climat** ambiant. Ce modèle permettrait à terme de quantifier, sur chacun de nos projets, ces conclusions.

Références

H. Montazeri and F. Montazeri. CFD simulation of cross-ventilation in buildings using rooftop wind-catchers : Impact of outlet openings. Renewable Energy, 118 :502–520,2018

Ben Richard Hughes, John Kaiser Calautit, and Saud Abdul Ghani. The development of commercial wind towers for natural ventilation : a review. Applied energy, 92 :606–627,2012.

Bert Blocken, Ted Stathopoulos, and Jan Carmeliet. CFD simulation of the atmospheric boundary layer : wall function problems. 41(2) :238–252, 2007