



**CENTRALE
LYON**

Avis de Soutenance

Madame Annika Vittoria DEL PONTE

Mécanique des fluides

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Étude expérimentale sur l'influence des arbres sur la ventilation des canyons urbains. Attention à la densité des arbres, la géométrie des canyons urbains et la direction du vent.

Cotutelle avec l'université "Politecnico di Torino" (Italie)

Soutenance prévue le **lundi 01 décembre 2025** à 14h30

Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24, 10129 Torino, ITALIA, DIATI3 Sala Riunioni

Composition du jury proposé

M. Pietro SALIZZONI	Ecole Centrale de Lyon	Directeur de thèse
Mme Christina VANDERWEL	University of Southampton	Rapporteuse
M. Paolo MONTI	Università di Roma	Rapporteur
M. Costantino MANES	Politecnico di Torino	Examineur
Mme Maria Grazia BADAS	Università degli Studi di Cagliari	Examinatrice
M. Christof GROMKE	Karlsruher Institut für Technologie	Examineur
M. Luca RIDOLFI	Politecnico di Torino	Directeur de thèse
M. Lionel SOULHAC	Ecole Centrale de Lyon	Co-directeur de thèse
Mme Sofia FELLINI	Politecnico di Torino	Invitée
Mots-clés : soufflerie atmosphérique, arbres, expériences, canyon urbain, ventilation, écoulement turbulent		

Résumé :

La végétation dans les villes a plusieurs avantages. Cependant, l'effet aérodynamique de la végétation n'est pas toujours positif pour la qualité de l'air dans les rues urbaines. Par exemple, dans les avenues bordées d'arbres, les polluants s'accumulent au niveau des piétons. La plupart des études expérimentales sur l'effet aérodynamique des arbres sur la ventilation des rues considèrent des rues perpendiculaires au vent extérieur. Les autres directions du vent ont reçu moins d'attention. De plus, les fluctuations turbulentes de vitesse et de concentration ont été peu étudiées, malgré leur importance dans l'échange vertical entre les rues et l'atmosphère extérieure. Nous avons effectué des mesures de concentration, de vitesse et de mesures simultanées concentration-vitesse dans un canyon urbain, modélisé dans la soufflerie de l'Ecole Centrale de Lyon. Nous avons analysé les champs de concentration et de vitesse turbulents dans un canyon, en considérant plusieurs géométries de la rue, directions du vent, densités de végétation et la présence des intersections des rues. L'effet aérodynamique des arbres a été reproduit en plaçant des miniatures d'arbres en plastique le long des parois du canyon. Nous avons utilisé des sources de traceur passif, placées au sol, pour simuler la pollution due au trafic. Les résultats montrent que, avec une direction du vent orthogonale à la rue, la présence des arbres entrave la vitesse verticale moyenne près de la paroi amont par rapport au vent et réduit l'énergie cinétique turbulente et les flux de masse turbulents dans le canyon, par rapport au cas sans arbres. En conséquence, l'augmentation de la densité des arbres entraîne une distribution spatiale très hétérogène de la concentration moyenne et turbulent le long du canyon. Au sommet du canyon, avec une densité des arbres élevée, la concentration moyenne augmente de 75% de paroi amont au paroi aval par rapport au vent. Dans un canyon parallèle au vent, une densité élevée d'arbres avec des couronnes qui se croisent réduit la vitesse longitudinale moyenne de 80% et réduit les fluctuations de vitesse de 15% par rapport au canyon vide parallèle au vent. Au sommet du canyon, l'interaction entre l'écoulement extérieur et les couronnes des arbres entraîne une augmentation de 30% des fluctuations de vitesse. Lorsque le rapport d'aspect du canyon diminue (i.e., dans les canyons larges), un couloir libre entre les lignes d'arbres ne provoque qu'une diminution de 25% de la vitesse longitudinale moyenne et une augmentation de 30% des fluctuations turbulentes de vitesse, par rapport à un canyon large vide. Cela induit une ventilation de rue plus efficace par rapport au canyon étroit avec les arbres, en particulier quand les polluants sont émis au niveau des piétons. Avec une direction du vent oblique, la coexistence d'un écoulement longitudinal et d'une recirculation transversale dans le canyon sans arbres favorise l'entraînement d'air de l'extérieur dans le canyon, le long de la paroi aval par rapport au vent, et l'accumulation de polluants au centre du canyon. La présence d'arbres bloque les écoulements longitudinal et transversal moyens dans le canyon, mais elle augmente les fluctuations turbulentes et le mixing des polluants en correspondance de l'arbre aval par rapport au vent. Cela implique une concentration moyenne quasi nulle proche du paroi aval par rapport au vent et au centre du canyon, et une concentration moyenne supérieure de 70% proche de la paroi amont par rapport au vent. La présence d'intersections cause des zones de détachement de l'écoulement, modifie la recirculation transversale et augmente les fluctuations turbulentes de la vitesse par rapport au canyon sans intersections, en particulier avec une direction du vent oblique et en l'absence d'arbres. Au contraire, les arbres bloquent les structures turbulentes sur les côtés du canyon et rétablissent partiellement le champ de vitesse turbulent typique d'un canyon sans intersections.