

«Blowin' in the Wind»

La température dans les villes est nettement plus élevée qu'en milieu rural. Le réchauffement global et l'urbanisation galopante ne vont que renforcer ce phénomène. Si l'on veut protéger les villes contre les températures excessives, il est nécessaire de mieux connaître les interactions entre la météorologie et le climat urbain. C'est ce à quoi travaille Jan Carmeliet, professeur à l'ETH de Zurich et chef du laboratoire «Technologies du bâtiment» de l'Empa depuis le mois de juin 2008, cela pour contribuer à accroître le confort et la qualité de l'air et par là la qualité de vie dans les villes tout en réduisant simultanément de la consommation d'énergie des bâtiments.

TEXTE: Beatrice Huber, Simon Berginz

Jan Carmeliet et sa toile «Descente de Croix» (acrylique sur toile): Une interprétation libre de la Descente de Croix du peintre flamand Roger van der Weyden (env. 1435, Musée du Prado à Madrid) qui représente la Vierge évanouie (en bleu), Saint Jean (en orange) et deux demi-sœurs de Marie. (Photos: Andreas Rubin)

Dans le «clan Carmeliet» il est normal d'être professeur. Jan Carmeliet a quitté en 2008 sa chaire à l'Université catholique de Louvain pour venir occuper la double charge de professeur à l'ETH de Zurich et de chef du laboratoire «Technologies du bâtiment» de l'Empa. Mais il reste encore plusieurs Carmeliet dans sa patrie académique. Aussi bien son frère Peter que sa sœur Geert occupent en effet une chaire à la faculté de médecine de Louvain suivant ainsi les traces de leur père, Edward Carmeliet.

Au lieu de poursuivre la tradition médicale familiale, Jan Carmeliet a effectué des études d'architecture et d'ingénieur. «Je me suis engagé dans cette voie parce que la combinaison de l'art et de la science m'attirait», explique-t-il. Une fois ses études achevées, plusieurs voies s'offraient à lui. Après un mois passé dans un bureau d'architecture, il se rendit compte que cette orientation n'était pas la bonne. Ayant toujours eu un très grand intérêt pour la physique du bâtiment, il se lança alors dans une carrière d'ingénieur et de scientifique dans ce domaine, une décision qu'il n'a jamais regrettée.

Et en particulier non plus avec sa venue en Suisse. Ses fonctions actuelles «réunissent le meilleur de deux mondes». «D'une part l'Empa met un fort accent sur la recherche appliquée et le transfert de technologie et elle dispose de plus d'installations de recherche de haut niveau – bref, le lieu idéal pour construire notre soufflerie expérimentale», explique Carmeliet. Par ailleurs, ses chercheurs et ses doctorants peuvent aussi profiter de l'excellente expertise des techniciens de l'Empa. «D'autre part, ma position à l'ETH me donne la liberté d'effectuer de la recherche fondamentale «plus risquée», ce qui me plaît.» Cette double fonction offre à Jan Carmeliet la possibilité de suivre directement comment les résultats de ses travaux de recherche débouchent sur des applications pratiques pour la résolution de problèmes actuels urgents.

Bien que Jan Carmeliet travaille en Suisse depuis le mois de juin 2008 déjà, il a continué l'année dernière à s'occuper à Louvain de ses six doctorants restés en Belgique. Pour Carmeliet la formation d'étudiants n'est pas seulement une de ses tâches les plus importantes, c'est aussi pour lui un enrichissement. C'est aussi pourquoi il a déjà amené des étudiants bachelor et master de l'ETH dans ses laboratoires à l'Empa pour élargir leur horizon et leur faire mieux «sentir» les matériaux. «Ils étaient enthousiasmés, cette combinaison des cours à l'ETH et de la pratique de laboratoire à l'Empa était pour eux captivante.»

Une recherche centrée sur la physique urbaine

Dans sa nouvelle position, Jan Carmeliet a déjà des projets ambitieux. Les nouveaux pôles de recherche de son laboratoire portent sur le domaine de la physique urbaine. Le monde s'urbanise de plus en plus, aujourd'hui déjà plus de la moitié de la population mondiale vit dans des agglomérations urbaines, et d'ici 2050 cette proportion pourrait



atteindre 70 pour-cent. Carmeliet est convaincu que la physique urbaine va devenir de plus en plus importante. La durabilité des villes en est un exemple. «Tout le monde parle des villes durables et des objectifs du protocole de Kyoto bien qu'il existe encore des lacunes énormes dans la compréhension des phénomènes physiques impliqués», remarque Carmeliet. C'est ainsi que, par exemple, les météorologues étudient comment le changement climatique va influencer les phénomènes météorologiques en général; et les techniciens de la construction s'efforcent d'accroître l'efficacité énergétique des bâti-

ments. Mais le COMMENT de l'effet de ces changements sur les villes, reste en majeure partie «terra incognita».

«En Suisse et dans d'autres pays, la température dans les villes est de quelques degrés supérieure à celle de leur environnement rural», explique Carmeliet. Les scientifiques parlent ici d'îles thermiques urbaines. Si l'on ajoute à cela le réchauffement climatique global, il devient rapidement clair que la consommation d'énergie pour la climatisation ne va certainement pas diminuer dans les villes – pas plus que les exigences de confort des habitants. On estime que l'augmentation de la consommation d'électricité pour la climatisation atteint jusqu'à 8 pour-cent par degré Celsius de réchauffement. De plus, les îles thermiques urbaines tendent à s'étendre et à modifier ainsi le climat régional et le régime des vents, ce qui exerce à son tour une influence notable sur la consommation d'énergie de régions entières.

Il n'est pas simple de réfrigérer des villes entières. Les systèmes de réfrigération actifs sont inappropriés car ils dégagent de la chaleur et ne font ainsi que réchauffer davantage l'environnement. Les surfaces réfrigérantes sont plus prometteuses, ainsi que le montrent des études récentes. En font partie les surfaces vertes telles que les parcs ou les toitures végétalisées, les plantations en bord des rues, qui rafraîchissent par leur évaporation et l'ombre qu'elle procurent, mais aussi des matériaux humidifiables ou encore des peintures qui reflètent le rayonnement solaire. On pourrait encore utiliser le vent pour amener de l'air plus frais dans les villes ou pour en évacuer de l'air chaud. Malheureusement le mode de construction dense de la majorité des villes est un obstacle à cette réfrigération par le vent. «Bien des efforts sont encore nécessaires pour faire connaître et appliquer les principes de la physique urbaine dans l'aménagement des villes», relève Carmeliet.

Avec le soutien d'une nouvelle installation d'essai

Afin de simuler et de mieux comprendre les écoulements de l'air dans les villes – et de combler ainsi au moins partiellement une lacune dans ce domaine – l'Empa construit actuellement dans sa Bauhalle une soufflerie de 25 mètres de long et d'une hauteur atteignant jusqu'à 4 mètres. Ce que cette installation a de particulier, c'est la méthode de mesure utilisée, dénommée PIV (Particle Image Velocimetry), qui permet une détermination temporelle et spatiale précise des mouvements

>>

de l'air. Pour cela, des particules de taille micrométrique mélangées à l'air de la soufflerie sont éclairées par des impulsions laser. A partir des images successives obtenues, un logiciel permet de déterminer l'ensemble de la configuration des écoulements dans la soufflerie. «Actuellement nous procédons aux travaux de transformation et d'aménagement de la halle pour qu'on puisse y installer la soufflerie», explique Jan Carmeliet. «Une telle installation demande pas mal de place». Les données recueillies sur cette soufflerie serviront à étudier les écoulements de l'air et des polluants dans les rues et autour des blocs d'immeubles. De plus, ils permettront de valider les modèles de calcul déjà développés pour la simulation des écoulements afin de pouvoir utiliser ensuite ces modèles pour l'étude détaillée des caractéristiques des écoulements.

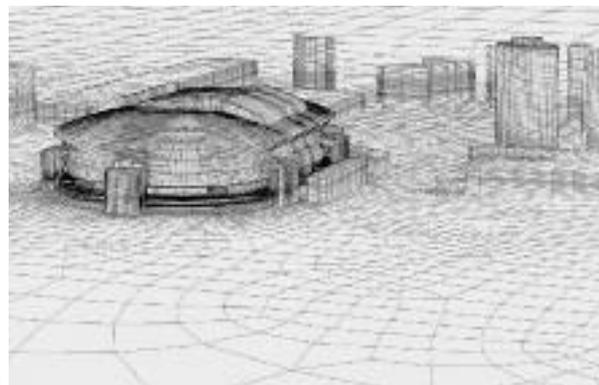
A côté de ces essais en soufflerie, Jan Carmeliet et son équipe s'attachent à d'autres domaines de recherche. «Finalement nous désirons développer de nouveaux matériaux pour des technologies de construction innovatrices. Nous avons entre autres l'intention d'utiliser des matériaux nanoporeux, tels que les aérogels, pour réaliser ainsi des matériaux hautement isolants», explique Carmeliet. De plus, la Suisse, tout comme d'autres pays, devrait entreprendre de gros efforts pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments anciens, par exemple avec une meilleure isolation ou l'utilisation de l'énergie solaire. Ce n'est toutefois pas uniquement l'utilisation durable des ressources qui tient à cœur de Carmeliet. C'est ainsi que le développement de vitrages sous vide – sur lesquels la pression dans l'espace intermédiaire est réduite au maximum pour diminuer significativement les déperditions calorifiques - et d'autres technologies de construction innovatrices - devraient permettre d'améliorer le confort des habitations ainsi la qualité de vie de leurs occupants.

Jan Carmeliet est sans cesse à la recherche de nouveaux thèmes pour les approfondir. C'est aussi pourquoi il invite volontiers des hôtes académiques à l'ETH ou à l'Empa et visite de son côté d'autres instituts de recherche. En 2007, il a effectué un séjour sabbatique à l'Université d'Illinois à Urbana-Champaign et au «Los Alamos National Laboratory» au Nouveau Mexique. Son intérêt pour les nouveaux défis est aussi la raison de son départ de Belgique. «Je désirais quelque chose de nouveau qui soit aussi un défi», déclare-t-il.

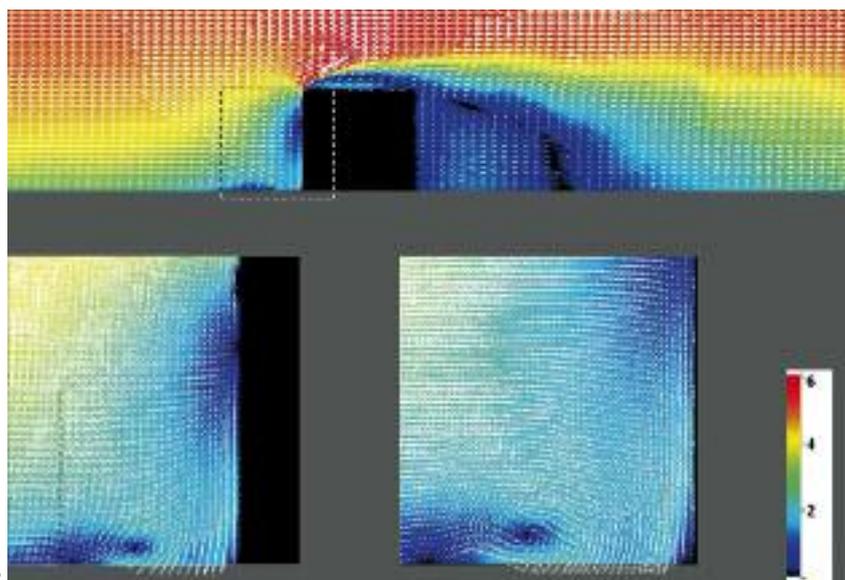
La peinture

Jan Carmeliet n'est que louange pour sa nouvelle patrie, en particulier pour la qualité de vie qu'elle offre. «A l'échelle internationale, Zurich est certes petite, mais elle possède tous les avantages d'une grande ville», exprime-t-il avec enthousiasme. Ici à Zurich, il désire encore une fois franchir un nouveau pas – et pas seulement scientifiquement parlant, mais aussi dans son violon d'Ingres qu'est la peinture. «Pour moi la peinture est voyage dans l'univers des couleurs, des formes et de la composition. Lorsque je peins, je perds la notion du temps», avoue Carmeliet.

Pour Jan Carmeliet, l'art et la science présentent des points communs. «Lorsque je peins, j'ai une idée en tête. J'applique alors les couleurs sur la toile et en peignant je découvre sans cesse de nouvelles idées que je travaille jusqu'à ce que la toile prenne forme.» Ce processus d'exploration est, selon lui, aussi un des traits distinctifs de la recherche scientifique. //



1



2

1 Analyse des écoulements d'air autour et dans le stade ArenA à Amsterdam. On a étudié si le vent restait agréable sur l'Arena-Boulevard, quelle était la charge exercée par le vent sur le toit mobile, les conditions de vent dans le stade durant les manifestations sportives et le potentiel de ventilation naturelle durant un concert (© J. Persoon, T. van Hooff, B. Blocken, J. Carmeliet et M. de Wit, 2008)

2 Distribution des vitesses du vent autour d'un bâtiment cubique déterminée par PIV haute résolution. On distingue bien un tourbillon stationnaire devant le bâtiment. Les agrandissements montrent le tourbillon stationnaire ainsi que des tourbillons secondaires. (© T. Defraeye et J. Carmeliet)