Le génie éolien

Une science dans le vent

Grâce à la contribution de l'Établissement aéronautique national et de la Division des recherches en bâtiment, le génie éolien, nouvelle science s'intéressant au mécanisme d'action des vents, se développe continuellement.

Depuis l'antiquité, l'homme a tiré profit du vent. Il s'en est servi pour faire tourner les pales des moulins à vent qui broyaient le grain et pompaient l'eau, et pour gonfler les voiles des navires chargés de marchandises et les mener d'un continent à un autre.

Cependant, bien que l'exploitation du vent remonte à plusieurs siècles, ce n'est que récemment que des scientifiques et des ingénieurs ont commencé à étudier l'effet de cette force turbulante sur les ponts, les bâtiments, les lignes de transmission et les autres objets situés au sol.

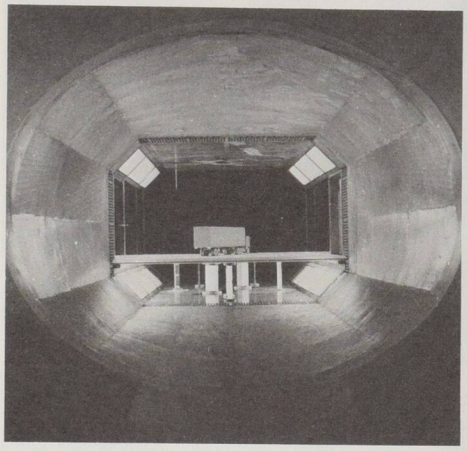
Ce domaine, portant le nom de génie éolien, fait l'objet d'une nouvelle science. Le premier de ses adeptes a sans doute été Gustave Eiffel, dessinateur de la tour portant son nom et érigée à l'occasion de l'exposition de Paris, en 1889. Mais, ce n'est qu'en 1963 que la première conférence internationale sur cette question a lieu en Angleterre.

L'avènement de cette discipline est l'aboutissement de progrès techniques remarquables comme, par exemple, l'apparition des aciers à haute résistance et le développement de la conception assistée par ordinateur qui ont permis la construction de structures d'une souplesse et d'une légèreté considérables. Ces structures peuvent cependant, étant donné leur nature, osciller sous l'action du vent.

Aujourd'hui les architectes ne sont plus tenus de dessiner des édifices dont la robustesse est proportionnelle à la masse; ils sont libres d'ériger des tours hautes et élancées. Or, tout comme les cordes tendues d'une guitare, ces structures peuvent vibrer sous l'action du vent et ceci risque non seulement d'être désagréable pour les occupants, mais de s'accompagner également de dégâts considérables.

Depuis la Seconde Guerre mondiale, le poids des bâtiments par unité de volume a baissé des trois quarts et le poids des ponts par unité de surface de tablier a diminué de moitié. Tout comme les immeubles élevés, les ponts modernes à grandes travées, légers et élastiques, sont susceptibles d'osciller sous l'action du vent, ce qui entraîne des risques très sérieux.

L'effondrement du pont suspendu de 1 524 m de Tacoma, dans l'État de Washington, le 9 juillet 1940, est l'exemple le plus spectaculaire de destruction causée par le vent. Il fut déchiré par des mouvements violents du tablier appelés flottements et provoqués par des vents soufflant à 55 km/h.



Maquette de camion dans la veine d'essais d'une soufflerie. Les ingénieurs ont conçu des moyens de réduire la traînée aérodynamique des camions et partant, leur consommation en carburant. *(Photo: Bruce Kane, CNRC)*

A model truck in the test section of a wind tunnel. Wind engineers have helped save fuel by evaluating ways of streamlining trucks. *(Photo: Bruce Kane, NRC).*

Tout comme Gulliver, ce technicien domine cette ville miniature. Les spires fuselées et les briques responsables des phénomènes de turbulence permettent de reproduire l'écoulement du vent près du sol. *(Photo: Bruce Kane, CNRC)*

Like Gulliver, a wind engineering worker dominates a miniature city. Notice the tapered spires and turbulence inducing bricks, devices which help simulate wind conditions found close to the ground. *(Photo: Bruce Kane, NRC)*

Le vent peut agir d'une façon très complexe. Mais où s'informer au Canada sur les mesures à prendre pour éviter ses effets néfastes? Au cours de cette dernière décennie, un nombre croissant de problèmes techniques ont été étudiés et résolus par le laboratoire d'aérodynamique des faibles vitesses de l'Établissement aéronautique national du CNRC et par la section de structure du bâtiment de la Division des recherches en bâtiment.

L'aérodynamique étudie le jeu subtil des forces créées par des corps se déplaçant dans l'air ou par l'écoulement de l'air autour de corps stationnaires. Cette science s'est notamment développée pour répondre aux questions soulevées par des dessinateurs d'aéronefs; elle utilise comme installations d'essais des souffleries constituées de grands tunnels où sont soufflés des jets d'air et où l'on mesure les forces exercées sur des maquettes d'avions.

Il y a une dizaine d'années, il était impossible d'étudier des problèmes relevant du génie éolien dans les souffleries du CNRC qui étaient surtout conçues pour l'étude des phénomènes aérodynamiques, c'est-à-dire pour reproduire en laboratoire les conditions prévalant dans l'atmosphère et rencontrées par les corps fuselés (avions) se déplaçant d'une façon relativement rapide et régulière. Or, les problèmes de génie éolien sont liés à la présence de corps à forme renflée et surviennent à proximité du sol où les conditions sont considérablement différentes.

Jusqu'à une altitude de 1 000 m au-dessus du niveau du sol, l'air en mouvement est progressivement ralenti et rendu turbulent par les frottements résultant du contact avec l'écorce terrestre.

À la suite d'une réalisation majeure, les ingénieurs du CNRC ont découvert le moyen de modifier les souffleries existantes et d'y créer des courants semblables à ceux qui circulent au niveau du sol. En amont de la partie supérieure du tunnel où sont situées les maquettes, ils ont installé des spires en forme de cônes (pour que l'air soit de plus en plus ralenti à mesure qu'il se rapproche du sol) et ils ont recouvert une partie de la surface d'un revêtement irrégulier permettant de créer des frottements. Ce système ingénieux, qui a été adopté dans plusieurs autres laboratoires, a permis au CNRC d'apporter une contribution considérable au domaine du génie éolien sans avoir besoin de construire des installations spéciales très coûteuses.