

from the high voltage conductors to the ground, resulting in a loss of power and the generation of troublesome audible noise and radio interference.

Corona discharge increases with voltage. In an effort to minimize the discharge it is customary to replace one conductor with arrays of two or more cables that are separated in a fixed geometric pattern by spacers located at intervals along the length of each span. A four-cable array would be called a four-conductor bundle and, as engineers raise the transmission system voltage, the number of conductors in the bundle must also increase. Currently four, six and eight conductor bundles are under active consideration by Hydro-Québec.

For the voltage levels envisioned for the James Bay project it becomes vital that the problems in dynamic behavior of such large bundles be solved before actual construction of the hydro-electric complex begins. In particular the oscillation of sub-spans must be examined.

Hydro-Québec will be constructing towers 1,600 feet apart. The bundled conductors hang between the towers, their geometrical array fixed by spacers about 200 feet apart over the 1,600-foot span. The wind blowing over the conductors causes them to oscillate between spacers. This wind-induced vibration is called subspan galloping since the motion is confined between spacers and does not involve the whole span moving in unison.

The cause is considered to be an aerodynamic effect created by one conductor being in the wake of another. It has been shown that, in an array, there are certain positions in the wake of a conductor where its downstream mate will become unstable and the amplitudes may build up to a point where the two conductors will clash. The result can be very serious since motion can damage the conductors at the clamps on the spacers causing the outer strands to fail. In some cases the spacers themselves will be destroyed by the violent motion. At worst, the lines can shake themselves right off the tower and fall to the ground causing power blackouts.

Since construction on the James Bay project is scheduled to commence this summer, Hydro Québec undertook a three-pronged assault on these particular problems.

Approximately one year ago Hydro-Québec and the National Research Council of Canada embarked on a co-operative program of wind tunnel tests on conductor models.

The aerodynamic study underway at NRC is being done by the staff of the Low Speed Aerodynamics Section of NRC's National Aeronautical Establishment. Under a cooperative arrangement with Hydro-Québec, NRC, which maintains a wind tunnel complex for industrial use in Canada, is providing overhead costs, some staff, and wind tunnel time. Hydro-Québec, in order to meet its critical timetable, is funding two additional staff members, computer time, special equipment and, in addition, has posted one of its engineers, Albert Watts, to Ottawa for a two-year stint with NRC.

Tests have been completed for conductors with a diameter of 1.4 inches. In the 30-foot wind tunnel small-scale models with a one-quarter inch diameter have been used to represent up to four subspans.

R. L. Wardlaw, of the Low Speed Aerodynamics Section, feels that theoretical work and dynamic model tests to date have yielded highly satisfactory results.

"We now can say that we understand the mechanics of the problem and know what causes the motion," he says. "We also have developed theoretical prediction methods which are confirmed by the simulation in our tunnels.

"From an aerodynamic point of view some ideas we have tested out certainly look promising as solutions. One in

Les résultats de ces essais au CNRC devront être comparés à ceux qui auront été données par les essais à l'échelle grande sur une ligne expérimentale d'un mile de long que l'on construit aux îles de la Madeleine dans le golfe du St-Laurent.

Les problèmes aérodynamiques, si l'on utilise des fils en faisceaux, apparaissent lorsque l'on essaye de réduire au minimum les conséquences d'un phénomène connu sur le nom de décharge par effet couronne. Il s'agit de pertes par effluves qui se produisent entre la ligne et le sol avec interférences radio et bruits audibles.

Comme ces pertes augmentent avec la tension, on les réduit au minimum en remplaçant les conducteurs de grand diamètre par des groupes de conducteurs de plus petit diamètre, chacun d'eux étant séparé des autres par des entretoises placées à intervalles réguliers entre les pylônes. Plus la tension est élevée, plus il faut de conducteurs par faisceau. Actuellement, on envisage de se servir de 4, de 6 ou de 8 conducteurs par faisceau.

En raison des très hautes tensions considérées pour la Baie James, il est vital d'étudier le comportement dynamique de si grands faisceaux avant de se lancer dans la construction et surtout leurs oscillations entre les pylônes sous l'action des vents.

L'Hydro-Québec va construire des pylônes espacés de 1 600 pieds pour ces conducteurs en faisceaux et les entretoises seront placées tous les deux cents pieds. Entre ces entretoises, les fils pourront osciller sous l'action du vent.

On pense que la force qui amorce et entretient ces oscillations est d'origine aérodynamique car on a montré que le conducteur placé dans le sillage d'un autre est en équilibre instable ce qui déclenche des oscillations dont les amplitudes peuvent être suffisantes pour que les deux conducteurs se touchent. Dans ce cas, les fils peuvent être endommagés à leurs points d'attache sur les entretoises ce qui peut causer des ruptures. Il est même possible que les entretoises soient détruites sous le choc et que la ligne se décroche des pylônes, tombe sur le sol, se casse et, ainsi, cause une panne privant d'électricité tout un secteur.

Puisque la construction doit commencer à la Baie James cet été, l'Hydro-Québec a attaqué ces problèmes particuliers de trois manières.

Il y a environ un an, l'Hydro-Québec et le Conseil national de recherches du Canada ont commencé à faire des essais en souffleries sur des maquettes.

Ces essais se font à la section de l'aérodynamique des faibles vitesses de l'Établissement aéronautique national où l'on dispose de souffleries pouvant être utilisées par les industriels canadiens et d'un personnel spécialisé en même temps que de certains crédits couvrant les frais généraux. Pour accélérer les travaux, l'Hydro-Québec paie les salaires de deux personnes supplémentaires pour l'équipe d'essais, les frais de calcul par ordinateurs et des équipements spéciaux; en outre M. Albert Watts, ingénieur, a été affecté à Ottawa pour deux ans.

On a terminé les essais avec des conducteurs de 1.4 pouce de diamètre. Dans la soufflerie de trente pieds, des maquettes à petite échelle utilisant des conducteurs de ¼ de pouce de diamètre ont été utilisées pour simuler jusqu'à quatre intervalles consécutifs entre les pylônes.

M. R.L. Wardlaw, de la Section de l'aérodynamique des faibles vitesses, a exprimé l'opinion que, jusqu'à ce jour, les travaux théoriques et les essais de maquettes dynamiques ont donné des résultats très satisfaisants.

"Nous pouvons dire maintenant que nous comprenons les