

# Le modèle du fleuve Churchill En plein succès expérimental

**Le laboratoire d'hydraulique de la Division de génie mécanique a construit et mis au point l'un des premiers modèles réduits simulant les marées au Canada.**

La ville de Churchill se trouve à l'embouchure du fleuve Churchill, à environ 600 miles (1 000 km) au nord de Winnipeg, sur la côte ouest de la Baie d'Hudson. Le Churchill a été découvert en 1619 par l'explorateur danois Jens Munk, neuf années après le voyage tragique d'Henry Hudson. En 1689, un port a été créé et environ 22 années plus tard on a construit un comptoir de la Compagnie de la Baie d'Hudson. Au milieu du dix-neuvième siècle, on avait besoin d'un port pour évacuer les grains des grandes plaines des Prairies. A cette fin, on a fait une série d'études et des expéditions jusqu'à la fin du siècle afin de trouver le meilleur terminus de la ligne de chemin de fer reliant le grenier à blé canadien du sud et de l'ouest à la côte au nord. A l'origine, on a choisi, entre 1912 et 1917, Port Nelson comme terminus mais, comme il fallait faire des dragages coûteux, Churchill a été finalement choisi et son développement comme port de mer a commencé en 1928. Actuellement, le port dispose de 2,770 millions de boisseaux de grain environ chaque année.

En raison de sa latitude proche du 59ième parallèle le port de Churchill est sérieusement limité par les glaces. Habituellement, on ne peut pas passer dans le détroit d'Hudson avant la mi-juillet et ce détroit se trouve ensuite bloqué par les glaces dès le début de novembre. En outre, cette saison de navigation fort courte est encore réduite du fait de conditions particulières des glaces dans le port. En effet, bien avant que la mer soit prise par les glaces, les eaux du fleuve en amont du port commencent à geler. Lorsque la marée commence à descendre, un mélange d'eau et de glace descend le fleuve et traverse le port avant d'arriver dans la Baie d'Hudson. La partie relativement profonde du port, le long des quais, se trouve à l'extérieur de la trajectoire courbe suivie par l'écoulement de sorte que les courants ont naturellement tendance à envoyer la glace vers le port et contre les quais. Les bateaux sont donc gênés dans leur mouvement pour s'approcher des quais et s'y amarrer et les parois des quais peuvent être endommagées. En outre, il se produit des accumulations de glace entre les parois des quais et les bateaux déjà amarrés ce qui, s'ajoutant à un courant fort de trois pieds par seconde (1 mètre par seconde) dû à la marée, peut surcharger les amarres des bateaux.

En 1965, sur la demande du Conseil des ports nationaux, le Conseil national de recherches s'est livré à une étude sur les possibilités de prolonger la durée d'utilisation du port de Churchill. On peut lire dans le rapport: "En automne, le port devient inutilisable vers le 23 octobre et l'on ne peut plus passer dans le détroit d'Hudson vers le 10 novembre quoique ce détroit se trouve plus au nord. On pense donc, en raison de la différence de ces dates, qu'il serait possible de faire quelque chose pour prolonger la durée d'utilisation du port d'environ 14 jours". Dans ce rapport, on décrit plusieurs manières de s'y prendre pour y parvenir, la plus prometteuse étant de dégager les glaces le long des quais au moyen d'une structure permanente qui s'étendrait vers l'amont et jouerait le rôle de déflecteur. Toutefois, cette proposition est accompagnée de la mise en garde: "Il est à remarquer toutefois que, même si cette technique est appliquée par étapes, une étude sur maquette serait extrêmement utile. . . ."

Le Conseil des ports nationaux a donc soutenu une étude sur maquette du port de Churchill, étude qui se fait au laboratoire d'hydraulique de la Division de génie mécanique du Conseil national de recherches. Il s'agit, principalement, d'étudier différents types de structures déflectrices des glaces et de déterminer le mouvement des sédiments et alluvions causé par cette déflexion. Le modèle a 185 pieds de lon-

gueur (56 mètres); il représente 14 miles (22 km) du fleuve Churchill et de l'estuaire ce qui donne une échelle du 1/400. Toutefois la profondeur est au 1/50. Le Dr Bruce Pratte, du laboratoire d'hydraulique, nous a dit: "Il est nécessaire d'avoir un écoulement turbulent dans la maquette mais, si nous utilisons une échelle au 1/400 pour la profondeur, les eaux sont si peu profondes à certains endroits que nous avons alors un écoulement laminaire, c'est-à-dire sans la moindre turbulence ce qui ne représente pas vraiment la situation. Avec une échelle au 1/50 pour la profondeur, l'écoulement est suffisamment profond pour être turbulent et pour représenter les mélanges d'une manière réaliste." Cette différence d'échelle pour la profondeur rend nécessaire de créer une autre déformation, celle du lit du fleuve grâce à des rugosités. Le Dr Pratte a ajouté: "Nous commençons avec un modèle comparativement lisse quant aux parois et nous ajoutons des rugosités artificielles selon le besoin. Dans la région des docks, par exemple, nous utilisons des bandes d'acier inoxydable qui dépassent du fond du lit et, plus en amont, du gros gravier ajouté par tâtonnement jusqu'à ce que, finalement, la hauteur des marées et les vitesses des courants soient en accord avec les valeurs observées dans le fleuve lui-même."

C'est notre première maquette utilisant des nappes d'eau salée et c'est l'une des premières grandes maquettes représentant des marées au Canada. La raison pour laquelle il était nécessaire de disposer d'une maquette à eau salée était que la rivière présente une stratification bien définie des eaux dans la région du port. Des mesures faites sur place ont montré qu'il existe des vitesses remarquablement différentes entre les couches plus froides à la surface de la rivière et les couches profondes et plus lourdes d'eau salée de la Baie d'Hudson. Ainsi, par exemple, à l'entrée de l'estuaire, lorsque la marée commence à monter pendant plusieurs heures, les couches salées remontent le courant jusque dans le port en suivant le chenal profond alors que, en même temps, les couches de surface plus froides continuent de descendre vers la mer. En conséquence, des boues peuvent être apportées par les couches les plus basses selon un phénomène que l'on ne pourrait pas représenter si l'on ne disposait que d'une maquette à eau douce. Écoutons le Dr Pratte: "Ce phénomène de l'écoulement peut être bien visualisé si nous utilisons un colorant pourpre au fond, c'est-à-dire dans l'eau salée, et un colorant vert dans la couche de surface plus froide. On peut ainsi s'apercevoir que le courant de surface se déplace vers l'aval alors que le courant d'eau salée pourpre remonte vers l'amont."

Une autre condition pour laquelle il est nécessaire de disposer d'eau salée se trouve dans le fait que l'on veut étudier le déplacement du front d'eau salée, c'est-à-dire de la région ne comportant qu'une trace de sel et qui pénètre vers l'amont aux très grandes marées et aux très faibles débits du fleuve. Ces renseignements sont nécessaires si l'on veut s'assurer que la prise d'eau douce de la ville de Churchill se trouve assez loin en amont pour qu'il n'y ait aucun risque de contamination par le sel d'autant plus que les débits du fleuve seront plus faibles à l'avenir lorsqu'un assez grand pourcentage de son débit sera dirigé sur le fleuve Nelson afin d'en tirer de l'énergie électrique. On utilise donc dans la maquette une sonde très sensible pour détecter la présence d'eau salée et préciser les limites de la pénétration.

La clé du succès pour mettre au point le modèle des marées se trouve dans le fait que le modèle représente fidèlement les conditions réelles dans le port. Le Dr Pratte nous a expliqué: "En fait, de construire le modèle n'a rien de particulièrement difficile et les essais, si le modèle est bon, ne