

présentent aucune difficulté particulière mais nous devons être sûrs que nous disposons d'une représentation fidèle des phénomènes réels. Il nous faut donc surveiller les configurations des écoulements à la surface, les vitesses des eaux à différentes profondeurs et à différents moments du cycle des marées et nous assurer que les mesures de salinité sont bonnes aux différents emplacements des mesures. Nous pouvons alors comparer ces valeurs à celles qui ont été relevées sur place dans l'estuaire."

La rugosité du fond de la maquette est modifiée jusqu'à ce que les marées enregistrées à différentes stations le long du modèle soient correctes en amplitude, en phase et en temps. Les vitesses sont alors mesurées et les rugosités sont adaptées de nouveau pour s'assurer que le courant a la répartition horizontale correcte à travers l'estuaire. Dans le modèle du CNRC qui est déformé du fait que les profondeurs sont huit fois plus grandes que dans la réalité, l'écoulement tend à se concentrer dans les chenaux rendus beaucoup plus profonds par cette déformation. De dire le Dr Pratte: "C'est dans ces régions profondes que nous devons concentrer les rugosités de manière que l'écoulement s'étale vers des régions moins profondes." Pour avoir un bon étalonnage, c'est-à-dire pour valider le modèle, il est nécessaire de comparer les mesures avec de nombreuses mesures faites sur place à Churchill. Heureusement, une équipe de chercheurs du CNRC a fait, en 1964-65, un relevé de la région du port et de l'entrée de l'estuaire. Une demi-douzaine de stations ont été utilisées pour mesurer les variations des vecteurs des vitesses et de la salinité en fonction de la profondeur et pendant toute la durée du cycle des marées. Lorsque l'on travaille avec le modèle on se sert des emplacements correspondants et l'on a trouvé que les mesures sont en assez bon accord. On compare le niveau des marées dans la maquette avec les marées enregistrées en août 1974 à deux stations temporaires, plus en amont dans l'estuaire, ainsi que les élévations instantanées de la surface des eaux à l'aide d'un relevé exécuté en amont derrière le front d'onde de la marée.

Le contrôle de ce modèle de simulation de la marée est assez intéressant. En effet, le puisard est maintenu à une salinité égale à celle de la mer grâce à un contrôleur pneumatique qui injecte de la saumure saturée donnée par du sel gemme dans la pompe principale. Un aréomètre permet de suivre l'évolution de la masse volumique et donne des signaux qui règlent l'entrée de la saumure que l'on doit ajouter puisque l'eau qui simule celle du fleuve dilue constamment l'eau de mer du puisard. La pompe donne un écoulement constant vers la Baie d'Hudson et la marée est produite en ouvrant ou en fermant lentement une grande vanne papillon permettant à l'eau qui coule dans le modèle de s'échapper vers la pompe de l'eau de mer. Un flotteur et un capteur de niveau donnent continuellement la hauteur des eaux dans la Baie d'Hudson et les valeurs mesurées entrent sur le champ dans un ordinateur EAI-640 qui compare ces hauteurs avec celles des marées ou avec le profil d'évolution de ces hauteurs que l'on désire simuler. Toute différence dans ces valeurs donne un signal qui déclenche l'ouverture, ou la fermeture, de la vanne papillon ce qui abaisse, ou élève, le niveau des eaux.

Tout en pilotant le modèle, l'ordinateur enregistre les niveaux des marées, tels qu'ils ont été mesurés par huit capteurs de niveau placés le long du modèle, et les vecteurs des vitesses mesurés par six capteurs disposés dans la région du port. Ces valeurs apparaissent sur des tableaux d'affichage instantané grâce auxquels on peut lire les valeurs des marées hautes et basses et les vitesses maximales d'entrée et de sortie des écoulements; le système donne également des profils de l'évolution des niveaux et des vecteurs des vitesses au cours des deux derniers cycles de la marée semi-diurne.

On peut suivre l'évolution des configurations des écoulements superficiels grâce à des copeaux de mousse plastique appelés "styrofoam" qui flottent à la surface; les différentes configurations sont photographiées par une caméra montée au-dessus du modèle et contrôlée par l'ordinateur selon des intervalles de temps choisis du cycle des marées. L'obturateur reste ouvert pendant cinq secondes environ de sorte que chaque copeau donne un trait sur le film; ce trait représente le vecteur d'une vitesse. Pour déterminer le sens de ce vecteur, on utilise une lame auxiliaire qui obture la caméra pendant un temps très court, d'environ une seconde, après l'ouverture de l'obturateur de sorte que cette coupure qui apparaît dans le trait est toujours proche de l'origine du vecteur. Cette technique est utilisée pour comparer les configurations des écoulements dans la maquette avec celles qui ont été observées à Churchill. En 1965, l'une des séries de mesures des vitesses exécutée par le CNRC dans le port de Churchill impliquait l'utilisation de flotteurs qui étaient largués d'un bateau et qui suivaient des trajectoires convergentes le long des quais durant les 30 minutes que durait l'essai. Pour s'assurer que l'on simulait bien ces trajectoires, six copeaux de styrofoam ont été placés dans le modèle à un endroit correspondant au point de largage des flotteurs utilisés à Churchill. Le Dr Pratte nous a dit: "Nous avons photographié le mouvement des copeaux en utilisant une durée d'exposition de 32 secondes correspondant aux 30 minutes de Churchill et nous avons remarqué que les trajectoires suivies dans le modèle correspondaient remarquablement bien avec celles qui ont été observées en réalité à Churchill."

Des essais préliminaires du modèle équipé d'une structure de déflexion des glaces ajoutée aux quais telle qu'elle avait été proposée ont donné des résultats très encourageants. Le Dr Pratte a ajouté: "Avec cette structure en place, nous avons utilisé de nouveau les flotteurs de styrofoam mais cette fois sur toute la surface qui nous intéressait. Nos photographies ont montré qu'au moment du débit maximum de la marée descendante la structure permettait d'écarter presque complètement tout ce qui pouvait flotter à la surface des eaux." Il ne semble pas non plus que les glaces flottantes simulées aient tendance à retourner dans le port à la marée montante. Naturellement, les vents forts qui caractérisent la région de Churchill peuvent avoir une influence sur ces résultats. Alors que le Dr Pratte met l'accent sur la nature préliminaire de ces résultats, ceux-ci semblent indiquer que l'utilisation de la région des quais de Churchill peut être prolongée pendant une semaine ou deux au moyen de la structure de la déflexion des glaces. En outre, l'influence de la structure sur les configurations des dépôts de boue et sur le dragage d'entretien est en cours d'évaluation; celle-ci est basée sur des essais exécutés avec ce modèle où l'on utilise, lorsque c'est possible, des coquillages écrasés et de la gilsonite pour simuler les sédiments sur le fond du fleuve.

L'utilisation de modèles réduits pour simuler des fleuves, des rivières et des ports ne constitue pas une technique nouvelle au laboratoire d'hydraulique. Toutefois, cette technique devient de plus en plus intéressante dans une société de plus en plus sensible aux variations ayant une influence lointaine et qui peuvent affecter le sort des hommes et, en même temps, leur environnement. En ce domaine, les rivières et les fleuves sont particulièrement vulnérables et le développement et l'amélioration de la compétence canadienne dans cette technique signifie que l'influence des modifications proposées dans notre système fluvial peut être étudiée en détail au laboratoire, ce qui évite de coûteuses erreurs de la part des ingénieurs lorsqu'ils étudient des modifications du cadre naturel du pays. □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**