



PHOTO AVEC L'AUTORISATION DE LINDA STEWART

Adaptation à la hausse du niveau de la mer à Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard

Les mesures d'adaptation aux changements climatiques peuvent être ajustées au fil des progrès scientifiques.



Charlottetown (32 000 habitants), capitale de l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.), se situe dans un port naturel qui s'ouvre sur la partie sud du détroit de Northumberland. La ville côtière est exposée aux inondations associées aux ondes de tempête et à la hausse du niveau de la mer. La plus grande partie du secteur historique de Charlottetown – le réseau urbain, les infrastructures municipales et l'important parc immobilier à valeur patrimoniale – se trouve dans des quartiers en zone relativement basse.

Les changements climatiques augmentent les risques d'inondation de la ville. Les trois incidences sur le climat les plus préoccupantes sont : la hausse du niveau de la mer qui s'accélère, les ondes de tempête qui se font plus intenses et plus fréquentes, et la glace de mer qui diminue. En hiver, la glace forme une barrière naturelle qui protège la côte contre le battement des vagues fortes, mais elle cause parfois aussi des dommages directs aux infrastructures côtières.

Charlottetown fait figure de pionnière au Canada pour ce qui est de planifier l'adaptation aux changements climatiques. Entre 1999 et 2002, des scientifiques de Ressources naturelles Canada et de Pêches et Océans Canada (Institut océanographique de Bedford), d'Environnement Canada, de l'Université Dalhousie et du Nova Scotia Community College ont entrepris une recherche complète pour évaluer les incidences de la hausse du niveau de la mer sur la ville et sur l'île. La recherche a reçu un solide appui du conseil municipal et du service d'urbanisme de Charlottetown.

UNE ONDE DE TEMPÊTE RECORD

La tempête du 21 janvier 2000 a été la plus intense de l'histoire de Charlottetown. Une onde de tempête a coïncidé avec une marée haute, ce qui a produit un niveau d'eau record de 4,23 mètres (m) au-dessus du zéro des cartes. Pour donner une idée, le front d'eau de la ville commence à être inondé lorsque le niveau de l'eau atteint 3,60 m au-dessus du zéro des cartes. La tempête, qui a endommagé des quais, déplacé un phare de ses fondations (sous la poussée des glaces sur les berges) et inondé une partie du centre-ville, a causé des dommages estimés à 20 millions de dollars aux biens et aux infrastructures de l'Î.-P.-É. Cette tempête record, ainsi que la succession de tempêtes intenses qui ont frappé les côtes de l'Î.-P.-É. au cours de la dernière décennie, a suscité une prise de conscience dans la collectivité des répercussions possibles des changements climatiques et de l'accélération de la hausse du niveau de la mer.



Au moyen d'un logiciel de cartographie numérique, l'équipe scientifique a fait une projection de la hauteur possible de crue et de l'ampleur des inondations selon trois scénarios de changements climatiques. Les cartes établies ont été remises au service d'urbanisme pour servir aux processus d'approbation des aménagements et à la planification future de l'adaptation. Ces cartes ont permis au service d'urbanisme de démontrer clairement les incidences possibles de la hausse du niveau de la mer aux promoteurs éventuels.

En plus des cartes, l'équipe scientifique a produit un rapport qui décrit les grandes lignes des mesures d'adaptation que la ville de Charlottetown pourrait mettre en œuvre pour faire face à la hausse du niveau de la mer. Les mesures recommandées comprennent la modification des règlements de zonage, l'acquisition des terrains inondables, la protection des sous-sols contre les inondations et le déplacement d'infrastructures clés vers des lieux moins à risques lorsque les infrastructures existantes atteignent leur fin de vie utile.

Depuis 2002, les urbanistes intègrent les facteurs des changements climatiques dans le processus d'approbation des plans. La ville fait surtout appel à des ententes de développement pour parer aux inondations imputables à la hausse du niveau de la mer et aux ondes de tempête. Ces accords juridiques, conclus entre le promoteur et la Ville, établissent les critères que le promoteur doit respecter pour avoir la permission d'aménager un terrain. Les ententes de développement s'appliquent dans les zones désignées qui ont une importance stratégique pour une ville (à Charlottetown, ce sont les zones d'aménagement intégré ou *comprehensive development areas*), comme un secteur riverain au centre-ville, un arrondissement historique ou des terrains dans des secteurs d'emploi importants.

Charlottetown a désigné une partie de son centre-ville comme la zone d'aménagement intégré du front d'eau. Dans cette zone, les urbanistes ont négocié au cas par cas pour que les locaux habitables des nouveaux bâtiments se situent à au moins 4,93 m au-dessus du zéro des cartes, ce chiffre ayant été retenu d'après les travaux scientifiques entrepris en 2002. Plusieurs immeubles privés et institutionnels ont été construits pour respecter cette cote minimale de rez-de-chaussée dans la zone du front d'eau. Il y a notamment un immeuble d'habitation en copropriété, un restaurant, deux immeubles d'appartements et le centre

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

La recherche sur la hausse du niveau de la mer et sur les mesures pour s'y adapter qui a été réalisée à Charlottetown était la première du genre au Canada. Les leçons en ont été tirées dans de nombreux projets scientifiques, y compris ceux sur les « Impacts de l'élévation du niveau de la mer et du changement climatique sur la zone côtière du sud-est du Nouveau-Brunswick » (de 2003 à 2006) et d'autres dans des collectivités au Nunavut et dans le Canada atlantique (p. ex., l'étude de cas de Halifax).

Les directives de Charlottetown pour le terrassement des terrains (*Lot Grading Guidelines, 2007*) comprennent des recommandations destinées à renforcer la résilience à la hausse du niveau de la mer et aux ondes de tempête, y compris :

- que les locaux habitables dans les nouveaux bâtiments soient situés à au moins 4,93 m au-dessus du zéro des cartes dans les zones inondables;
- que les fondations des bâtiments soient conçues de façon à résister aux impacts des tempêtes intenses (dont la poussée des glaces);
- que les locaux électriques et techniques soient situés à 4,93 m au-dessus du zéro des cartes;
- que les sous-sols se trouvant sous la cote recommandée ne contiennent pas de matières inflammables, de substances explosives, toxiques ou autrement dangereuses;
- que les zones extérieures soient aménagées de sorte à préserver l'accès au bâtiment et aux parcs de stationnement en cas de tempête.

La Ville s'appuie sur ces directives facultatives pour définir les critères de base des ententes de développement qu'elle conclut.

de la Réserve navale. Ces immeubles ont été érigés soit sur un remblai de terre et de roches, soit sur pieux (voir la photo).

La zone d'aménagement intégré du front d'eau de Charlottetown ne renferme qu'une partie du centre-ville. Il y a des zones inondables dans d'autres parties du centre-ville ainsi que dans des quartiers plus loin. Tout aménagement à l'extérieur d'une zone d'aménagement intégré se fait « de plein droit ». Il y a donc peu de place pour négocier

– l'aménagement n'a qu'à respecter les critères minimaux fixés par les règlements municipaux et la législation provinciale. Dans les secteurs inondables à l'extérieur des zones d'aménagement intégré, les urbanistes municipaux fournissent aux promoteurs des cartes montrant les niveaux de crue possibles à titre indicatif, afin d'éclairer leurs décisions. Toutefois, il importe de noter que, à moins d'une mise à jour des règlements de zonage, les urbanistes sont incapables de fixer une cote minimale de rez-de-chaussée qui tienne compte de la hausse prévue du niveau de la mer à l'extérieur d'une zone d'aménagement intégré.



En 2008, la Ville s'est associée au projet international des Alliances de recherche universités-communautés (ARUC) dans le contexte de C-Change (coastalchange.ca/), projet de recherche interdisciplinaire universités-communautés portant sur la vulnérabilité des collectivités côtières aux changements climatiques, au Canada et dans les Caraïbes. Dans ce projet, des chercheurs du Centre of Geographic Sciences en Nouvelle-Écosse et de la Memorial University à Terre-Neuve-et-Labrador ont mis à jour les cartes de vulnérabilité à la hausse du niveau de la mer pour Charlottetown en s'appuyant sur les données scientifiques et les techniques les plus récentes.

La modélisation de la hausse à prévoir du niveau de la mer et la production des nouvelles cartes ont exigé plusieurs étapes (Forbes et autres, 2012) :

- **Scénarios de hausse du niveau de la mer et de niveaux d'eau extrêmes à venir**

L'équipe de chercheurs a élaboré trois scénarios de hausse du niveau de la mer et de niveaux d'eau

extrêmes pour le port de Charlottetown. Les scénarios I et II se fondent sur les prévisions d'un rapport sur les scénarios d'émissions publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat en 2007, tandis que le scénario III est basé sur les prévisions semi-empiriques tirées de la documentation la plus récente évaluée par les pairs. Les chercheurs ont combiné ces scénarios de hausse du niveau de la mer avec les données statistiques sur les effets des tempêtes (niveaux d'eau des marées et des ondes de tempête) ainsi qu'avec les taux locaux de subsidence (affaissement de l'écorce terrestre) pour imaginer de quoi aurait l'air une tempête centennale en 2100.

- **Visualisation des niveaux de crue possibles**

Au moyen de données de détection et de télémétrie par ondes lumineuses (LIDAR) de 2008 provenant de la province de l'Île-du-Prince-Édouard, l'équipe de chercheurs a cartographié l'étendue potentielle d'inondation selon les trois scénarios de changements climatiques décrits plus haut. Ces données de LIDAR sont obtenues au moyen d'un faisceau de laser infrarouge oscillant, monté sous un aéronef. Elles permettent de déterminer les données altimétriques précises de la zone étudiée.

Le service d'urbanisme de la Ville compte employer les cartes actualisées pour informer la population et les promoteurs de la modification des cotes minimales des rez-de-chaussée et pour guider l'élaboration des éventuelles mesures ou stratégies d'adaptation. Par exemple, la Ville est à mettre à jour son plan conceptuel du front d'eau, qui devrait comprendre des normes d'altitude minimale des rez-de-chaussée à appliquer à toute nouvelle construction sur le front de mer.

Cet exemple montre que, en se fondant sur les meilleurs renseignements scientifiques dont elles disposent, les collectivités sont à même d'appliquer des premières mesures simples, notamment de hausser la cote minimale des rez-de-chaussée, afin d'augmenter la résilience aux ondes de tempête et à la hausse du niveau de la mer. Plus tard, à mesure que la science avance, que de nouveaux outils d'adaptation se développent et que la population se sensibilise davantage au problème, les mesures d'adaptation peuvent être améliorées ou d'autres, mises en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

City of Charlottetown. *City Of Charlottetown Lot Grading Guidelines*. Charlottetown, Î.-P.-É., city.charlottetown.pe.ca/pdfs/lot_grading_guidelines.pdf, 2007.

City Of Charlottetown. *Comprehensive Waterfront Master Plan - Final Report*. Charlottetown, Î.-P.-É., http://city.charlottetown.pe.ca/pdfs/Charlottetown-Waterfront-Final-2012_12_19.pdf, 2012

City Of Charlottetown. *Sea Level Rise & Sustainable Development*. Charlottetown, Î. P.-É., city.charlottetown.pe.ca/sealevelrise.php, 2012.

Forbes, D. L., Webster, T. L. et Macdonald, C. *Projecting and Visualizing Future Extreme Water Levels For Climate Change Adaptation In Charlottetown Harbour, P.E.I.*, Halifax, Nouvelle-Écosse : C-Change Working Paper, 2012.

McCulloch, M. M., Forbes, D. L., et Shaw, R. D. *Coastal Impacts Of Climate Change and Sea-Level Rise On Prince Edward Island*. Ottawa, Ontario. Commission géologique du Canada, dossier public n° 4261, ftp://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/213/213246/of_4261.zip, 2002.

Ressources naturelles Canada. *Résumé de la tempête de l'Atlantique des 21 et 22 janvier 2000*, 2012.

Webster, T. L., Forbes, D. L., Dickie, S., et Shreenan, R. *Using Topographic Lidar To Map Flood Risk From Storm-Surge Events For Charlottetown, Prince Edward Island, Canada*. *Canadian Journal Of Remote Sensing / Journal canadien de télédétection*, 30(1), 64-76, 2004.

Pour obtenir des renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Ressources naturelles Canada à droitdauteur.copyright@rncan-nrcan.gc.ca.

Also available in English under the title: Adapting to sea level rise in Charlottetown, P.E.I.

N° de cat. M174-10/2013F-PDF (En ligne)

ISBN 978-0-660-21474-0

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de Ressources naturelles Canada, 2014

Cette étude de cas fait partie d'une série d'études en cours effectuées par la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada. La série d'études illustre toute une gamme d'impacts des changements climatiques et de mesures d'adaptation de diverses communautés partout au Canada.

Soyez à l'affût des mises à jour en consultant le site suivant : adaptation.rncan.gc.ca