Lake Champlain Basin Program

Résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain et la rivière Richelieu

2013

Un examen exhaustif des répercussions des inondations de 2011 dans le bassin versant visant à orienter les politiques et les stratégies de gestion de résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain

Apprendre du passé, préparer l'avenir

Le rapport portant sur la résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain et la rivière Richelieu a été rédigé par le Programme de mise en valeur du lac Champlain (LCBP) en collaboration avec la *New England Interstate Water Pollution Control Commission* **(NEIWPCC).**

Auteur principal: Stephanie S. Castle.
Auteurs collaborateurs: Eric A. Howe, Emily L. Bird, William G. Howland.
Conception graphique: Elizabeth Lee Newman et Ryan Mitchell.
Traduction: Johanne Claveau en collaboration avec Martin Mimeault

Le LCBP remercie le Sénateur américain Patrick Leahy pour identifier un soutien financier pour ce mandat.

Le LCBP souhaite remercier tous les gens qui ont contribué à la préparation de ce rapport, que ce soit en fournissant des données, des images, des photos ou des conseils, ou en agissant à titre de réviseurs. Le LCBP désire remercier particulièrement le personnel de la *Vermont Agency of Natural Resources***, le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec et la** *New York Department of Environmental Conservation.*

Citation suggérée: Programme de mise en valeur du lac Champlain 2013. Résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain et la rivière Richelieu.

Sur la couverture : Inondation printanière de 2011 montrant le panache de sédiment dans le lac Champlain. Photo: LCBP

L'élaboration et la production de ce rapport ont été financées en vertu d'une entente accordée par la *Great Lakes Fishery Commission* (GLFC) à la *New England Interstate Water Pollution Control Commission* (NEIWPCC), en partenariat avec le Programme de mise en valeur du lac Champlain (LCBP). La NEIWPCC est chargée de superviser les tâches de gestion liées au personnel, aux contrats, aux subventions et aux budgets du LCBP, et offre des conseils concernant les activités du programme par l'intermédiaire d'un partenariat avec le Comité directeur sur la gestion du LCBP.

Malgré le fait que les renseignements fournis dans le présent document ont été financés en tout ou en partie par la *Great Lakes Fishery Commission* avec l'aide de la NEIWPCC, ils n'ont pas été soumis au processus de révision de publication de la Commission. Par conséquent, il est possible que le document ne reflète pas nécessairement l'opinion de la Commission. Il ne faut donc pas conclure à l'aval officiel de la Commission. Les opinions exprimées dans le présent document ne traduisent pas nécessairement celles de la NEIWPCC, du Comité directeur du LCBP, ou de la GLFC. Le fait de mentionner des appellations commerciales ou des noms de produits commerciaux ou certaines causes ne constitue en aucun cas une recommandation de les utiliser ou un endossement quelconque de ces produits.

NEIWPCC

Lake Champlain Basin Program

Le présent rapport est une publication technique du Programme de mise en valeur du lac Champlain. Il ne traduit pas nécessairement la position de principe du Comité directeur sur la gestion du lac Champlain

Table des matières

Sommaire 7

Introduction 11
- Historique des inondations dans le bassin du lac Champlain et la rivière Richelieu 11
- Records établis en 2011 du lac et son affluent 12
- Adaptation au changement climatique 13

Impacts sur les écosystèmes et les terres non developpées 17
- Qualité de l'eau et niveaux d'eau 17
  - Impacts des inondations 18
  - Gestion actuelle 19
  - Besoins en matière de gestion 20
  - Lacunes et besoins en matière de données 20
- Biodiversité et espèces aquatiques envahissantes 21
  - Impacts des inondations 21
  - Gestion actuelle 24
  - Besoins en matière de gestion 24
  - Lacunes et besoins en matière de données 25
- Morphologie (Érosion & sédimentation) 25
  - Impacts des inondations 25
  - Gestion actuelle 26
  - Besoins en matière de gestion 30
  - Lacunes et besoins en matière de données 31

Impacts sur les infrastructures et les terres développées 36
- Santé humaine 36
  - Impacts des inondations 37
  - Gestion actuelle 42
  - Besoins en matière de gestion 46
  - Lacunes et besoins en matière de données 46
- Milieu urbain 47
  - Inondation printanière de 2011 du lac Champlain 47
  - Tempête tropicale Irene en août 2011 48
  - Gestion actuelle 49
  - Besoins en matière de gestion 50
  - Lacunes et besoins en matière de données 52

Infrastructure 52
Transport: réseaux routiers municipaux et des états 52
Gestion actuelle 58
Besoins en matière de gestion 60
Lacunes et besoins en matière de données 61
Impacts économiques 62
Gestion actuelle 63
Besoins en matière de gestion 65
Lacunes et besoins en matières de données 65

Impacts sur l'agriculture 71
Les impacts des inondations sur l'agriculture 71
Impact du ruissellement agricole sur les cours d'eau 75
Gestion actuelle 77
Besoins en matière de gestion 82
Lacunes et besoins en matières de données 84

Préparation en vue de futures inondations 89
Recommendations de politiques et de mesures de gestion 89
1. Identifier et promouvoir les avantages d'augmenter la résilience aux inondations 90
2. Développer un modèle hydrologique exhaustif du lac Champlain comprenant l'analyse de la fréquence de l'ampleur des inondations pour la cartographie des risques d'inondation 90
3. Identifier les zones de risque d' érosion fluviale 91
4. Établir des normes d' aménagement des plaines inondables 92
5. Établir des zones de protection riveraine du lac 93
6. Réduire de l' enrochement des rives 93
7. Favoriser l'acceptation des communautés des principes et des règles de gestion des plaines inondables 93
8. Mettre en vigueur des réductions fiscales liées aux efforts de résilience aux inondations pour les propriétés situées sur les rives du lac et en milieu riverain 94
9. Établir des sites de suivi afin de documenter les changements liés à la résilience de l'écosystème 95
10. Élaborer des plans de gestion du risque pour les usines de traitement des eaux usées, des usines d' eau potable et des dépôts de déchets dangereux et trouver des mécanismes de financement pour mettre en oeuvre ces plans 95
11. Mettre à jour les normes de conception des infrastructures de transport 97
12. Travailler de concert avec les communautés pour mettre sur pied des plans d'intervention d'urgence ou les améliorer 98
13. Encourager la mise sur pied de programmes d'indemnisation liés à la résilience aux inondation de la part des compagnies d'assurances et des prêteurs hypthécaires 98
14. Augmenter la résilience dans le milieu agricole 99
15. Mise sur pied d'un Bureau de la résilience aux inondations ou d'un coordonnateur 99

Liste des références **103**

Annexe A: Publications des partenaires **104**

Annexe B: Politiques des inondations en vigueur dans le bassin du lac Champlain **106**

(politiques modifiées à la suite des inondations de 2011 ci-jointes)

New York **106**

Québec **107**

Vermont **108**

Sommaire

Les inondations de 2011 ont eu de profondes et durables impacts sur les bassins versants du lac Champlain et de la vallée de la rivière Richelieu et ses habitants. Le lac Champlain a atteint un niveau critique d'inondation le 13 avril 2011 et est demeuré au-dessus de ce niveau pendant 67 jours, soit jusqu'au 19 juin 2011. Un nouveau record a été établi le 6 mai 2011, lorsque le lac Champlain est monté jusqu'à 31,48 mètres (103,27 pieds) au dessus du niveau moyen de la mer. Les niveaux d'eau élevés ont eu une grave incidence sur les rives du lac causant l'inondation de maisons et d'autres structures et provoquant l'érosion de grandes parties des rives n'ayant jamais été soumises à l'action des vagues. La rivière Richelieu, la décharge du lac Champlain, a également été considérablement touchée par les niveaux d'eau élevés. De plus, plusieurs communautés longeant la rivière ont été gravement touchées par l'inondation survenue pendant une période de deux mois au cours du printemps 2011. Quelques mois plus tard, la tempête tropicale Irene frappait la région le 28 août 2011 apportant de fortes pluies sur les parties sud du bassin du lac Champlain et causant une crue éclair des affluents de cette région affectant par son passage des milliers de personnes dans les états du Vermont et de New York.

À la demande du gouverneur Mr. Shumlin de l'état du Vermont, et du premier ministre Mr. Charest du Québec, le Programme de mise en valeur du lac Champlain (LCBP) a été mandaté pour organiser une conférence afin de discuter de l'inondation printanière de 2011 du lac Champlain et de la rivière Richelieu. Les impacts de la tempête tropicale Irene ont été ajoutés ultérieurement à l'ordre du jour de cette conférence. Le LCBP a organisé des ateliers à Saint-Jean-sur-Richelieu au Québec et à Plattsburgh dans l'état de New York afin d'analyser les impacts liés à l'inondation du lac et de son affluent. Une conférence de deux jours a eu lieu en juin 2012 à Burlington au Vermont afin de poursuivre les échanges portant sur les idées suggérées durant ces ateliers et particulièrement les sujets suivants; les impacts du changement climatique, les incidences de l'inondation sur les rives du lac et sur les affluents, les interventions d'urgence, le transport et les autres infrastructures ainsi que l'agriculture. Le deuxième jour de la conférence, il a été question des perspectives politiques permettant d'augmenter la résilience aux inondations. Le présent rapport fournit un résumé des événements de 2011 mentionnés ci-dessus et des impacts sur la population, sur nos infrastructures et sur l'écosystème. Il fournit également aux états et à la province qui ont compétence dans le bassin du lac Champlain (New York, Vermont et Québec) une série de recommandations politiques à prendre en considération afin d'augmenter la résilience aux inondations futurs. Bon nombre de ces recommandations découlent de la question fondamentale liée à l'identification et à la protection des plaines inondables actuelles et à leurs restaurations lorsqu'elles ont été compromises par l'activité humaine si possible. En retour la protection des plaines inondables permettra une réduction du volume d'eau s'écoulant dans le lac Champlain ce qui aura pour effet de diminuer le niveau d'eau du lac. En conséquent, ces recommandations devraient permette à la fois la sauvegarde des citoyens et des propriétés qui se trouvent le long des corridors des affluents y compris la rivière Richelieu de même que tout le long des rives du lac Champlain.

Une liste de 15 recommandations politiques a été fournie ci-dessous laquelle comprend une brève description de chacune. Veuillez consulter le texte intégral à la page 89 de ce rapport pour obtenir une description complète des concepts dont il est question ci-dessous.

- **Identifier et promouvoir les avantages économiques d'augmenter la résilience aux inondations**
  - ➢ Une revue économique complète des impacts des inondations du lac et des tributaires sur l'économie des régions devraient être fournies pour justifier la mise sur pied de politiques et de programmes liés à la résilience aux inondations.

- **Développer un modèle hydrologique exhaustif pour le lac Champlain comprenant l'analyse de la fréquence et de l'ampleur des inondations pour la cartographie des zones à risque d'inondation**
  - ➢ Les États et la province devraient procéder à la mise à jour régulière des données et des prévisions sur les fréquences des inondations, incluant les variations prévues des régimes climatiques attribuables au changement climatique.
  - ➢ Élaboration d'un modèle permettant de prédire le déplacement des eaux partout dans les bassins versants du lac Champlain et de la rivière Richelieu, y compris les régimes climatiques prévus.

- **Identifier les zones à risque d'érosion fluviale**
  - ➢ L'identification des zones où il y a risque d'érosion fluviale est essentielle pour pouvoir déterminer quels sont les endroits les plus susceptibles de faire l'objet de future inondation et pour la mise en œuvre de pratiques de gestion bénéfiques (PGB) pour réduire ces risques.

- **Établir des normes d'aménagement de plaines inondables**
  - ➢ Des lignes directrices concernant l'aménagement de plaines inondables devraient réduire ou restreindre le développement immobilier près des zones critiques ou dans celles-ci.

- **Établir des zones de protection riveraine du lac**
  - ➢ Réduction ou restrictions des structures rigides tels que les remparts de béton longeant les rives du lac lesquels seraient remplacés par des aménagements de végétaux

- **Réduire l'enrochement des rives**
  - ➢ L'utilisation d'enrochement sur les rives des affluents et du lac devrait être réduite et n'être utilisée que dans les zones les plus sensibles afin de protéger les infrastructures actuelles

- **Favoriser l'acceptation des communautés des principes et des règles de gestion des plaines inondables**
  - ➢ Les organismes gouvernementaux de réglementation devraient travailler en collaboration avec les instances locales pour aider ces dernières à comprendre les principes de résilience aux inondations afin d'en améliorer la conformité

- **Mettre en vigueur des réductions fiscales liées aux efforts de résilience aux inondations pour les propriétés situées sur les rives du lac et en milieu riverain**
  - ➢ Des niveaux d'impôts peuvent être modifiés pour fournir des incitatifs aux propriétaires possédant des terrains sur les rives du lac et en milieu riverain afin d'élaborer et de mettre sur pied des pratiques de conservation appropriées et des plans de résilience aux inondations

- **Établir des sites de suivi afin de documenter les changements liés à la résilience de l'écosystème**
  - ➢ Il serait important d'identifier les sites de suivi à long terme afin de mieux documenter les changements et les conditions défavorables à la flore et à la faune dans l'écosystème du lac Champlain avant et après les inondations.

- **Élaborer des plans de gestion du risque pour les usines de traitement des eaux usées, des usines d'eau potable et des dépôts de déchets dangereux et trouver des mécanismes de financement pour mettre en œuvre ces plans**
  ➢ Les sites des usines de traitement des eaux de haute importance (usines de traitement des eaux usées et d'eau potable) et les sites de déchets dangereux situés dans les plaines inondables devraient posséder des stratégies ou des plans de gestion du risque afin de réduire leur vulnérabilité face aux inondations.

  Mettre à jour les normes de conception de l'infrastructure de transport
  ➢ Les normes de conception liées aux routes, aux ponceaux et aux ponts doivent être établies en fonction des changements climatiques en évolution et de l'intensité des précipitations. Les barrages devraient faire l'objet d'une évaluation afin de déterminer les possibilités de démantèlement pour rétablir la connectivité des plaines inondables

- **Travailler de concert avec les communautés pour mettre sur pied des plans d'intervention d'urgence ou les améliorer**
  ➢ Les plans d'intervention d'urgence devraient être élaborés tant à l'échelle des états, provinciale que locale afin d'accélérer les efforts déployés liés aux mesures d'urgence lors d'inondations futures

- **Encourager la mise sur pied de programmes d'indemnisation liés à la résilience aux inondations de la part des compagnies d'assurance et des prêteurs hypothécaires**
  ➢ Les compagnie d'assurance et les prêteurs hypothécaires devraient tenir compte des risques auxquels sont exposés les établissements situés dans les zones où il y a un risque d'inondation et ils devraient ajuster les règles d'admissibilité et les taux hypothécaires en fonction de ces risques

Un exemple de travaux de réparation dans la rivière Boquet River, NY après Irene. Photo: *Boquet River Association*

- **Augmenter la résilience aux inondations dans le milieu agricole**
  ➢ Les producteurs agricoles devraient élaborer des plans de résilience aux inondations pour leurs entreprises agricoles et mettre en œuvre des pratiques visant à augmenter la retenue des eaux des inondations

- **Mise sur pied d'un Bureau de la résilience aux inondations ou d'un coordonnateur**
  ➢ Coordination des efforts de résilience aux inondations dans les états et la province, comprenant l'élaboration de programmes de formation, d'information et de sensibilisation, et des efforts de résilience aux inondations de la part des programmes de gouvernance fédéraux, des états, de la province et locaux.

Introduction

Le présent rapport traite des impacts à court et à long terme des inondations de 2011 sur différents aspects du bassin versant du lac Champlain dont les aspects liés à l'écosystème, à l'agriculture, aux infrastructures et aux terres développées ou non. Pour atténuer les impacts de futures inondations, le cadre de travail actuel d'intervention à la suite d'inondations est évalué à l'échelle municipale, des états, provinciale et nationale. Le rapport permettra de cerner les lacunes et les occasions d'amélioration en examinant les mesures d'urgence, les stratégies de gestion et les politiques en place. Enfin, nous recommanderons des mesures à prendre pour aider les états et la province ayant juridiction dans le bassin du lac Champlain à mieux se préparer afin de faire face aux inondations futures.

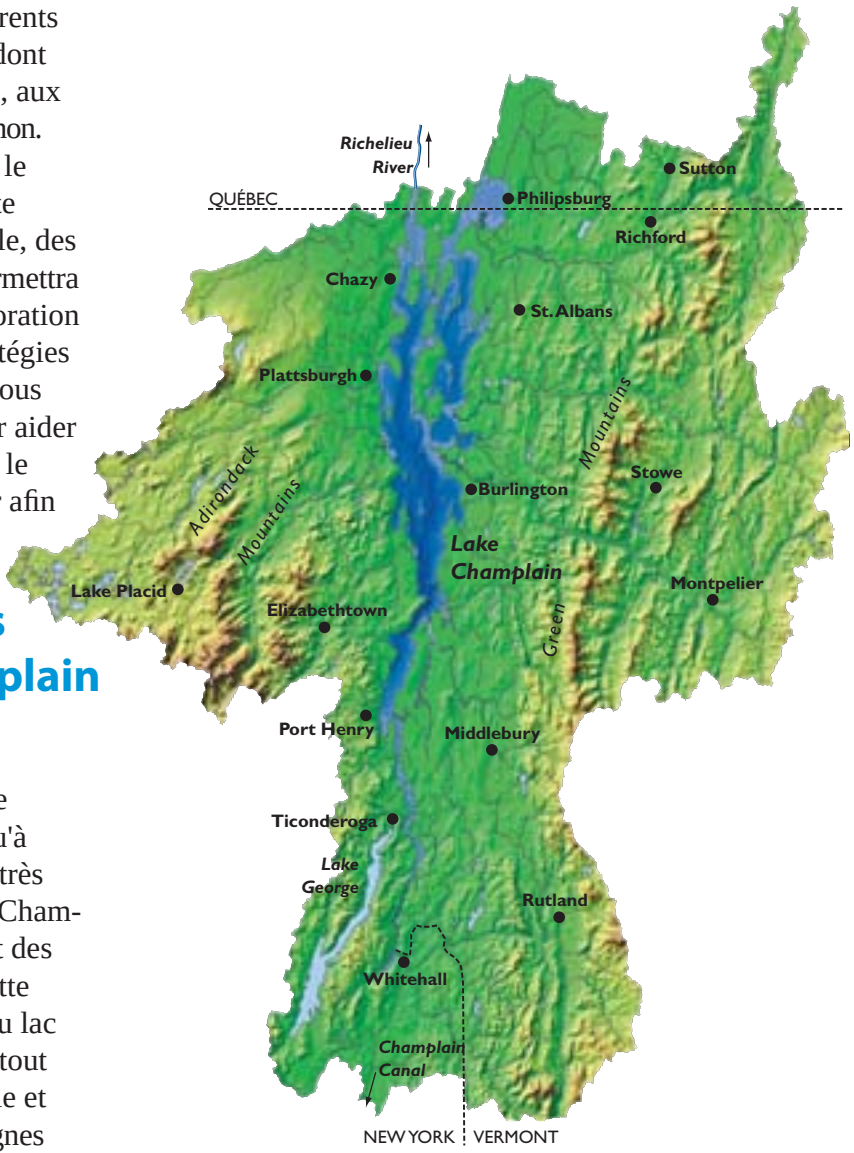


Figure 1. Carte du bassin du lac Champlain

Historique des inondations dans le bassin du lac Champlain et la rivière Richelieu

Le bassin du lac Champlain donne accès à de précieuses ressources naturelles, de même qu'à des eaux navigables et à des terres agricoles très productives. Tous ces aspects ont fait du lac Champlain un endroit des plus attrayants où vivent des êtres humains depuis un millier d'années. Cette relation étroite avec la terre et les affluents du lac a conduit à un développement généralisé partout dans le bassin. Compte tenu de la typographie et du climat observés dans la région, des montagnes escarpées et d'étroites vallées, des accumulations de neiges importantes et des étés humides, le bassin possède une hydrologie unique qui est particulièrement sujet aux inondations. Plusieurs inondations d'importance ont eu un effet sur le lac et ses affluents depuis que l'on a commencé à tenir de façon continue

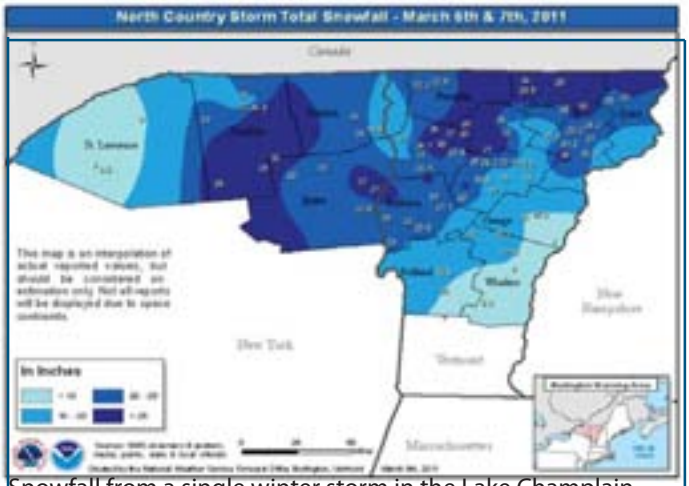
un suivi dès le début du 20ième siècle. En 1927, un ouragan survenant en fin de saison a frappé le bassin causant l'inondation d'affluents la plus destructrice jamais enregistrée. Des inondations printanières successives ont été enregistrées durant les années 30 lesquelles ont été causées par le ruissellement de l'eau de la fonte des neiges provenant des montagnes. En 1936 et 1938, en automne, des ouragans ont causé une importante inondation des affluents dans tous les territoires du bassin et dans la rivière Richelieu. De nouveau, durant les années 70, plusieurs événements importants de fonte printanière jumelés à des tempêtes liées à un printemps pluvieux ont mené à l'inondation du lac laquelle a endommagé de nombreuses propriétés le long de la rivière Richelieu. Dans les années 70, le niveau du lac annuel moyen a subi une augmentation de 0,45 m (1,5 pied). Le niveau du lac n'a jamais diminué depuis.[1] Des tempêtes hivernales importantes ont causé d'autres inondations en 1993 et en 1998. Les niveaux du lac ont atteint un nouveau sommet de 31 m (101,9 pieds) en mai 1993.[2] En 2011, un hiver très enneigé et un printemps pluvieux ont causé une inondation du lac sans précédent qui a eu une incidence grave sur les zones riveraines partout dans les vallées du lac Champlain et de la rivière Richelieu. En août 2011, la tempête tropicale Irene a donné lieu à une très importante inondation des affluents dans la plupart des régions sud et centre du Vermont et dans certaines parties de l'est de l'État de New-York, fracassant les records établis et entraînant des pertes de vie et des dommages matériels importants. De 1997 à 2011, près de 25 inondations désastreuses ont eu une incidence à la fois sur le lac et les affluents du bassin du lac Champlain et sur la rivière du Haut-Richelieu.

Records établis en 2011 du lac et son affluent

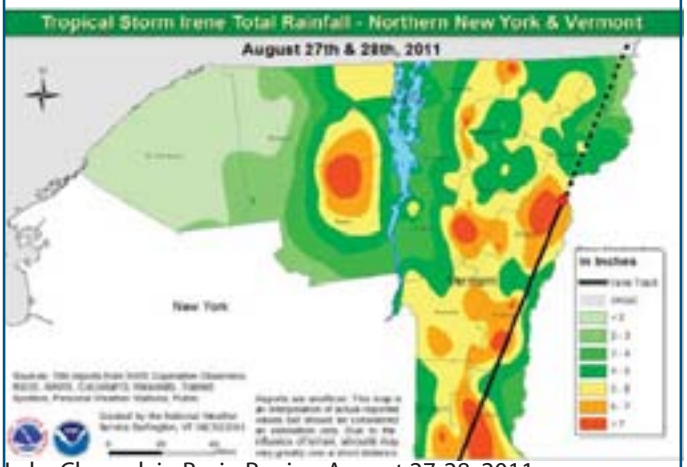
Dans le bassin du lac Champlain, l'intensité et la prédominance des inondations de 2011 ont été sans précédent. En mai 2011, une accumulation record de neige a été établie suivie d'une fonte des neiges,

Figure 2. Secteurs ayant subi des dommages importants causés par des inondations survenues dans le passé. Illustration de l'historique des inondations dans la région. Courtoisie de VT ANR

combinée à de fortes pluies printanières, provoquant une inondation du lac Champlain et faisant monter celui-ci à une hauteur sans précédent de 31,47 m (103,27 pieds) au-dessus du niveau moyen de la mer (AMSL), soit 0,4 m (31,25 pied) de plus que le record établi antérieurement, augmentant ainsi la superficie du lac à 106,2 km^2 (66 milles carrés)[3] Des dommages considérables ont été causés par l'inondation printanière du lac, particulièrement par de longues périodes d'inondation combinées à une intense action des vagues provoquant des dommages remarquables sur les rives, de même que des dommages fluviaux dans les affluents. Quelques mois plus tard, en août 2011, la tempête tropicale Irene a atteint les États du Vermont et de



Snowfall from a single winter storm in the Lake Champlain Basin, March 6-7, 2011.
Courtesy NOAA/NWS



Lake Champlain Basin Region August 27-28, 2011.
Courtesy NOAA/NWS

Figure 3. Accumulations de neige dans la région, pluies printanières, et précipitations totales liées à la tempête tropicale Irene. Courtoisie de NOAA/NWS.

New York engendrant plus de 28 cm (11 pouces) de pluie en 24 heures et de très forts vents dans de nombreux secteurs. Les dommages causés par la tempête tropicale Irene étaient caractérisés par une importante érosion des rives résultant d'une crue éclair et d'un ruissellement fluvial sans précédent dans les affluents du lac Champlain et dans les autres principaux bassins hydrologiques du Vermont et de certains secteurs de l'État de New York. L'intensité, la prédominance et la destruction résultant des inondations de 2011 ont été catastrophique ce qui a entraîné un urgent appel à l'action. L'année 2011 a été la seule année durant laquelle le bassin a fait face à la fois à une inondation sans précédent et à d'importants dommages causés par un ouragan automnal dans les affluents en raison d'un débit élevé.

Adaptation au changement climatique

Le changement climatique est une modification à long terme des régimes climatiques et de l'énergie atmosphérique. Selon l'emplacement géographique et la typographie, le changement climatique peut entraîner des tempêtes sans précédent et des épisodes inhabituels d'inondation et de sécheresse. En ce qui a trait au bassin du lac Champlain et au système de drainage du Richelieu, les climatologues croient que les précipitations et les inondations annuelles accrues continueront de se produire en raison des changements climatiques. Une étude menée par la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) a démontré que dans la région nord-est des États-Unis, 76 % des fluviomètres indiquent un accroissement de l'ampleur des inondations au cours des dernières années. En outre, 80 % des fluviomètres indiquent une augmentation de la fréquence des inondations ce qui suggère que des inondations continueront de se produire dans l'avenir.[4] Les scientifiques prédisent des ouragans plus fréquents qui prendront une route vers le nord par le biais de la Nouvelle-Angleterre surtout si les températures de surface de l'océan Atlantique continuent d'augmenter. La tempête tropicale Irene a touché terre dans le nord du New Jersey, un phénomène de plus en plus fréquent.

Un suivi à long terme des conditions climatiques dans le bassin a permis de mesurer une augmentation de la température moyenne de l'air de 1,2 °C (22,2 °F) depuis 1976.[5] Par ailleurs, la température de l'eau de surface du lac Champlain a augmenté de 3,8 °C (6,8 °F) depuis 1964.[6] Les précipitations

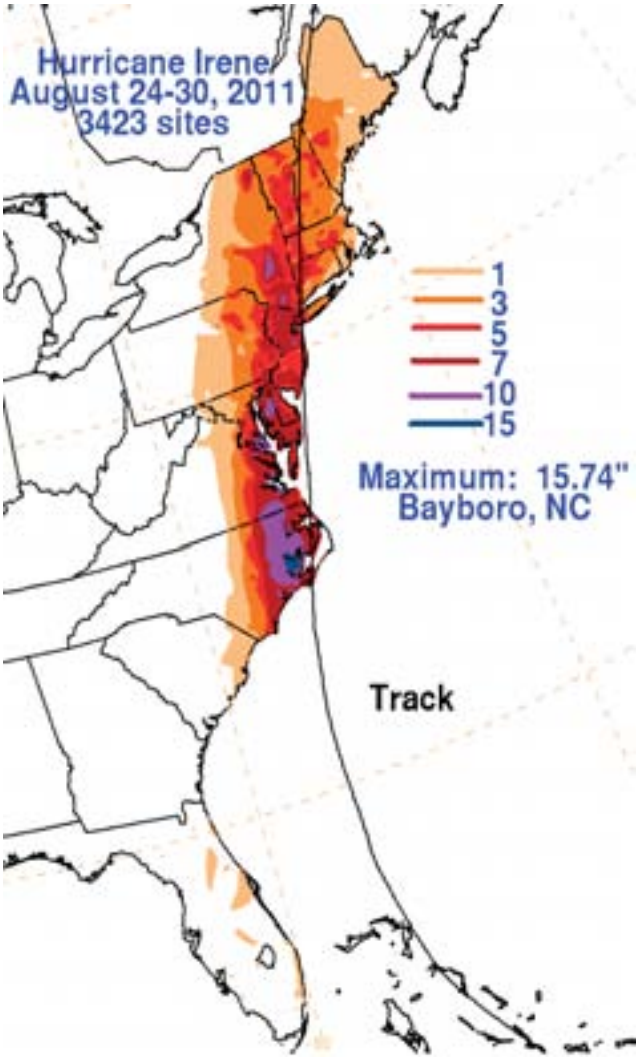
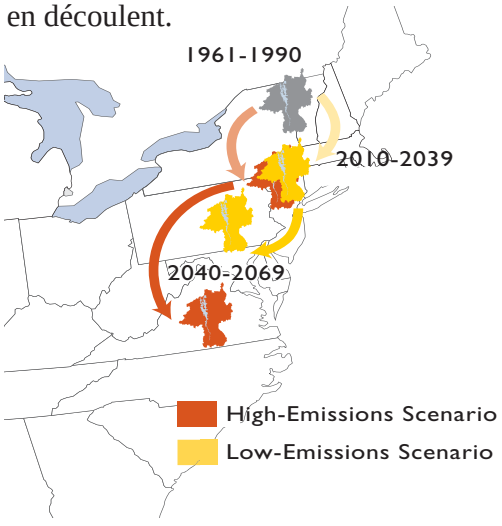


Figure 4: Trajectoire projetée de la tempête tropicale Irene août 24-30. Courtoisie de NOAA/NWS.

annuelles ont augmenté en moyenne de 7,6 cm (3 pouces) depuis les 40 dernières années.[7] Considérés dans leur ensemble, ces changements ont résulté en une modification mesurable du climat régional. Selon les fluviomètres du National Weather Service, le lac Champlain a complètement gelé moins souvent au cours des 50 dernières années qu'il l'a fait, en moyenne, durant les 130 années précédentes.[8] Si l'on se fie à ces indicateurs climatiques, il s'agit d'augmentations spectaculaires qui démontrent sans équivoque que le climat du bassin du lac Champlain est en plein changement. À l'échelle mondiale, la réduction des émissions de gaz à effet de serre (particulièrement le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde de diazote, etc.) pourrait limiter l'ampleur du changement climatique mais une telle réduction n'est pas réalisée de façon assez importante pour y parvenir. À l'échelle des bassins hydrologiques, les gestionnaires doivent miser sur l'adaptation, créer des écosystèmes, des milieux urbains et ruraux plus résistants aux impacts environnementales, économiques et humaines tout en tenant compte des changements climatiques et des augmentations de la fréquence et de l'ampleur des tempêtes et des inondations qui en découlent.



Red arrows track the shift in the Lake Champlain Basin's summer climate over the next 60 years if we continue under a high-emissions scenario. Yellow arrows track the shift under a low-emissions scenario.

DATA SOURCE: Adapted from Union of Concerned Scientists.

Figure 5: Migration du climat

Références

1. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Burlington, VT (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500); Mike Winslow, staff scientist at Lake Champlain Committee presentation entitled “Lake Flooding: We’ve Been Here Before” at LCBP Flood Resilience Conference June, 2012.

2. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Burlington, VT (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500).

3. USGS Inundation Map & USGS/NOAA Lake Champlain Gage (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500).

4. Douglas, E. M. and C. Fairbank, 2011. Is precipitation in New England becoming more extreme? J. Hydrologic Engineering, 16 (3):203-217; Spierre S and CP Wake, 2010. Trends in Extreme Precipitation for the Northeast United States, 1948-2007. Carbon Solutions New England Report and Clean Air-Cool Planet Report.

5. Stager, C. and M. Thill. 2010. Climate Change in the Lake Champlain Basin: What natural resource managers can expect and do. Keene Valley, NY and Montpelier, VT: The Nature Conservancy.

6. Smeltzer, E., Shambaugh, A., Stangel, P. 2012. Environmental change in Lake Champlain revealed by long-term monitoring. Journal of Great Lakes Research, 38, Supplement 1, pp. 6-18.

7. Stager, C. and M. Thill. 2010. Climate Change in the Lake Champlain Basin: What natural resource managers can expect and do. Keene Valley, NY and Montpelier, VT: The Nature Conservancy.

8. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Burlington, VT (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500).

Impacts sur les écosystèmes et les terres non developpées

Qualité de l'eau et niveaux d'eau

Des données provenant des stations hydrométriques du lac Champlain démontrent que durant les 50 dernières années, le niveau moyen annuel de l'eau dans le lac a augmenté de 0,45 m (1,5 pied). Au cours de l'inondation printanière de 2011, le lac Champlain s'est élevé à 31,4 m (103,2 pieds) au-dessus du niveau moyen de la mer (AMSL), soit une augmentation du niveau d'eau du lac de 0,4 m (1,3 pieds) par rapport au record précédent établi en mai 1993.[9] Même en disposant de prévisions météorologiques à court terme très précises, il était impossible de prévoir à quelle vitesse ou en combien de temps le niveau d'eau du lac s'élèverait et resterait au-dessus du niveau critique de crue de 3,5 m (100 pieds). Le lac est demeuré au-dessus de ce niveau pendant plus de deux mois. Compte tenu des vents qui ont entraîné une action des vagues, l'élévation réelle du lac Champlain durant le printemps 2011 a parfois atteint plus de 32,3 m (106 pieds).

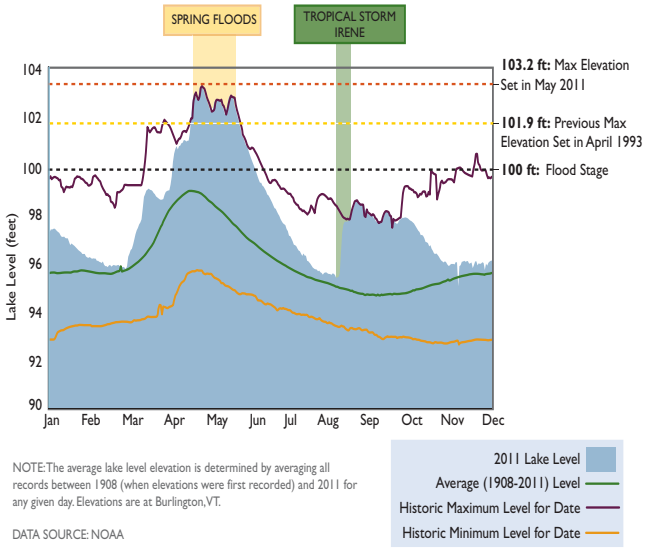


Figure 6. Le niveau du lac Champlain en 2011. Les inondations importantes sont surlignées. Les niveaux maximaux moyens et minimaux sont indiqués pour chaque date. On peut également y voir les niveaux d'inondation Données soumises par NOAA/USGS.

Le niveau du lac Champlain est demeuré élevé pendant plusieurs semaines. Occasionnellement des vents forts soufflant du sud ont généré des débits élevés dans la vallée de la rivière Richelieu.

Des taux de plus de 1 300 m^3/s (45 900 pi^3/s ou pi^3/s) près de Saint-Jean-sur-Richelieu ont été observés de la fin du mois d'avril 2011 au début juin 2011. Les deux débits les plus élevés observés ont été les suivants soit 1 554 m^3/s (54 880 pi^3/s) le 6 mai 2011 et 1 560 m^3/s (55 090 pi^3/s) le 23 mai 2011.

Au cours du passage de la tempête tropicale Irene, les niveaux d'eau historiques ont été dépassés dans cinq rivières du bassin. Les stations hydrométriques placées dans les cours d'eau ont permis de donner des alertes précoces pour les municipalités situées en aval ce qui a permis de sauver des vies et d'orienter les interventions d'évacuation. Le débit d'eau entraîné par l'inondation des tributaires dans le lac a engendré une élévation rapide de 1 m (3 pieds) du niveau du lac.[10]

Impacts des inondations

La qualité de l'eau est pratiquement toujours touchée de façon négative par une importante inondation. Ce fait a d'ailleurs été clairement observé lors de l'inondation du lac survenue au printemps 2011. La combinaison du ruissellement de l'eau découlant de la fonte des neiges et des fortes pluies printanières a donné lieu durant plusieurs mois à un déversement des eaux de crues dans le lac provenant du réseau d'affluents. Un important ruissellement de l'eau entraîné par la fonte des neiges accroît le débit d'eau provenant des affluents qui entraîne une érosion des rives et une sédimentation du lit des plans d'eau. Les éléments nutritifs tels que le phosphore et les polluants y compris le kérosène et les pesticides peuvent être absorbés à la surface des particules de sédiment et transportés vers le lac dans les eaux troubles. Les impacts à court terme documentées sur la qualité de l'eau durant l'inondation 2011 sont une forte turbidité, des charges d'éléments nutritifs accrue, des niveaux de bactéries élevés à l'échelle locale et des charges chimiques solubles élevées. Tous ces facteurs ont des impacts sur la vie aquatique et peuvent être nocifs pour les humains qui consomment cette eau ou qui ont un contact direct et qui utiliseront cette eau contaminée. En raison du fait qu'il est possible que les eaux des inondations aient transporté des contaminants chimiques ou pathologiques, des avis de non consommation de l'eau ont été émis pour les secteurs où les puits étaient submergés. Au Québec, en raison de la longue période durant laquelle les usines d'eau potable ont été à risque, les autorités provinciales ont fournit de l'eau potable aux résidents sinistrés. On estime que 20 000 personnes ont bénéficié de cette aide. Les inondations ont entraîné des centaines de gallons de produits chimiques résidentiels, ont endommagé des fosses septiques et ont dilué des combustibles. Durant la première semaine suivant le passage de la tempête tropicale Irene, 14 fois plus de déchets dangereux et de déversements de carburant ont été rapportés qu'à l'habitude. Au cours de l'inondation printanière, plus de 20 débordements d'égouts ont été rapportés dans le bassin.[11] Après le passage d'Irene, émis pour les secteurs où les puits étaient submergés. Après le passage d'Irene, quelque dix usines de traitement des eaux usées dans le bassin ont indiqué que leurs activités étaient compromises toutefois les problèmes auxquels elles faisaient face ont été de courte durée et les usines ont repris leurs pleines activités à l'intérieur d'une semaine après le passage de la tempête. Le Vermont a estimé qu'en raison du passage d'Irene, 10 millions de gallons d'eau usée ont été versés dans les voies d'eau à l'échelle de l'État.[12]

Les conséquences possibles à long terme de l'inondation de 2011 sur la qualité de l'eau ne sont pas entièrement connues. L'afflux de sédiments et d'éléments nutritifs a diminué la turbidité de l'eau du lac et a augmenté les conditions favorisant la prolifération d'algues. En 2011, les concentrations en phosphore dans pratiquement toutes les sections du lac étaient en moyenne plus élevées que durant toute autre année record. Des calculs récents de la

charge de phosphore dans les affluents démontrent des niveaux 1,7 à 2,8 fois plus élevés que les niveaux moyens. Les experts travaillent toujours à déterminer les effets que les fortes charges d'éléments nutritifs de 2011 ont eus sur la qualité de l'eau. Si les niveaux accrus d'éléments nutritifs persistent, la prolifération de cyanobactéries (algues bleu-vert) pourrait être plus fréquente dans l'avenir. En 2012, la prolifération de cyanobactéries (algues bleu-vert) forçant la fermeture de plusieurs plages, particulièrement dans la baie Missisquoi, a réduit l'usage récréatif du lac dans ce secteur.

L'érosion des rives dans les eaux ayant atteint une hauteur record ont eu une répercussion sur de nombreux secteurs riverains bien développées n'avaient jamais auparavant été sujet à l'action des vagues. Ces sols érodés étaient composés de matières organiques ont été redistribuées dans le littoral où elles se trouvent encore à ce jour. La décomposition des matières organiques entraînera une diminution de l'oxygène dissous, augmentant ainsi la possibilité que le phosphore trouvé dans les sédiments soit libéré dans l'eau. Cette augmentation en phosphore dissous favorisera la prolifération des algues bleu-vert dans de nombreux secteurs jusqu'à ce que les matières organiques se soient décomposées. La période de récupération pour des systèmes complexes comme le bassin du lac Champlain est souvent très longue et dans le cas des inondations de 2011, elle pourrait durer de nombreuses années.

Gestion actuelle

Lorsqu'une inondation survient, la principale priorité en ce qui a trait aux mesures d'urgence à tout niveau est de protéger la population et les propriétés. Les effets de l'inondation sur la qualité de l'eau, à court et à long terme, ont aussi une incidence sur la qualité de vie des citoyens et l'économie du lac Champlain. Les mesures d'urgence immédiate en réponse aux inondations a été presque entièrement liée à la préservation de la santé humaine et des ressources économiques ou en matière d'infrastructure. Les usines de traitement de l'eau potable publiques sont surveillée par les ministères et sujet à des normes, à des plans d'urgence et à de multiples niveaux de désinfection mis en place dans l'éventualité où une inondation surviendrait. Durant l'inondation printanière de 2011, les autorités ont émis des avis de non consommation d'eau potable et ont fourni des bouteilles d'eau aux sinistrés. Une inondation de faible impact durant laquelle les eaux des inon-dations n'ont pas causé d'importants dommages aux structures a tout de même nécessité que des évacuations soient effectuées en raison des débits d'eau entrants possiblement des contaminants par les égouts, des produits chimiques et d'autres polluants. La contamination a également retardé les efforts d'intervention sur le terrain dans certains secteurs et a nécessité la prise de mesures de protection par les employés effectuant les évacuations.[13] Les efforts de nettoyage immédiats avaient pour but de mettre fin aux déversements d'égouts et de contenir les déchets dangereux ce qui a coûté plus de 1,75 million de dollars[14] au Vermont uniquement. Toutes les cultures inondées par les inondations suite au passage de la tempête tropicale Irene ont été considérées comme impropres à la consommation humaine par la FDA en raison d'une possible contamination et ont dû être détruites ou devaient démontrer que les risques liés à la contamination par les inondations pouvaient être atténués. La plupart des produits agricoles cultivés aux fins d'alimentation humaine ont été jetés, entraînant une perte estimée à plus de 10 millions de dollars.[15]

L'éventail de stratégies d'atténuation à long terme est large et il est important de faire preuve de vigilance afin d'assurer l'installation appropriée de fosses septiques privées et de réservoirs d' entreposage des matières dangereuses. Toutes les usines de traitement des eaux usées aux États-Unis doivent respecter des directives précises des états et fédérales qui exigent la prise de mesures adéquates lors de scénarios d'inondation. Ces normes sont réexaminées après chaque inondation majeure pour assurer que l'on est fin prêt à répondre si une situation semblable. Au Québec, les directives provinciales concernant les usines de traitement des eaux usées sont établies en fonction des risques liés aux inondations. Les opérateurs des usines sont formés régulièrement pour pouvoir réagir adéquatement advenant une situation d'urgence.

De nombreux efforts visant à réduire l'entrée excessive de sédiments et d'éléments nutritifs dans les cours d'eau ont également aidé à atténuer les impacts sur la qualité de l'eau durant les inondations de 2011. Les pratiques de bonne gestion visant à améliorer la gestion des corridors fluviaux ont permis un meilleur accès des cours d'eau aux plaines inondables. En outre, la planification et le développent urbain depuis quelques années prennent en grande considération les problèmes liés aux écoulements urbains d'eau pluviale. Les pratiques de bonnes pratiques (PGB) permettent de diminuer l'érosion du sol et peuvent améliorer l'état des cultures en plus d'atténuer les effets négatifs sur la qualité de l'eau. Il est possible que les événements extrêmes aient toujours une incidence négative sur la qualité de l'eau toutefois une saine gestion des déchets, une planification urbaine et des pratiques agricoles améliorées permettant une résilience accrue aux inondations contribuent dans une large mesure à réduire les impacts qu'entraîne une inondation.

Propriété riveraine à North Hero, VT. Photo: LCBP

Besoins en matière de gestion

Construire ou moderniser les usines de traitement des eaux usées afin de les rendre plus résilientes aux inondations y compris les réservoirs de rétention, les sites de déchets dangereux et les usines de traitement de l'eau potable afin de prévenir les dommages causés par des inondations futures.

- Créer un modèle hydrologique exhaustif qui permet de prédire quelles seront les répercussions des inondations futures sur les usines de traitement de l'eau potable et des eaux usées et la qualité de l'eau.

- Créer et maintenir un système de prévision des inondations accessible au public et pouvant être utilisé dans tout le bassin.

Lacunes et besoins en matière de données

Lacunes: Quelles sont les impacts que peuvent entraîner des inondations accrues sur les usines de traitement des eaux usées et d'eau potable?

Besoins en matière de données:

- Des données concernant les impacts des inondations sur les usines de traitement des eaux usées et des sites de déchets dangereux permettront l'adoption d'une stratégie de gestion visant à prévenir les dommages causés par des inondations futures et à préserver les usines de traitement de l'eau potable.

- Des plans d'intervention d'urgence en cas de déversement pour chaque municipalité. Ces plans devraient être mis à jour annuellement.
- Des plans stratégiques pour les usines de traitement de l'eau potable lorsque surviennent d'importantes inondations.
- Des banques de données fiables à long terme sur la qualité de l'eau dans tout le bassin avant et après les inondations comprenant notamment les niveaux de sédiments, la turbidité de l'eau, les niveaux d'oxygène et de toxines dissous.
- Des modèles présentant des écoulements à partir des milieux agricole et urbain afin d'aider à prévoir les niveaux d'éléments nutritifs et les polluants dans les écoulements de surface suivant une inondation
- Des cartes démontrant des panaches de sédiments dans le lac obtenues au moyen d'images aériennes accessibles au public.

Biodiversité et espèces aquatiques envahissantes

Les impacts des inondations de 2011 sur la biodiversité du bassin du lac Champlain et de la rivière du Richelieu ne sont pas entièrement connus. Les écosystèmes du lac et de la rivière sont réputés pour être résistants aux variations naturelles, même dans des conditions extrêmes. Le bassin du lac Champlain contient plus de 121 405 hectares (300 000 acres) de zones humides et abritent 91 espèces de poissons, 312 espèces d'oiseaux, 56 espèces de mammifères, 21 espèces d'amphibiens et 20 espèces de reptiles. L'écosystème du lac est directement lié à la rivière Richelieu et à un vaste éventail d'organismes vivants. Les inondations de 2011 ont touché différemment chaque partie de l'écosystème du lac Champlain. Nous aborderons chacune de ces parties ultérieurement lesquelles seront réparties selon les catégories suivantes soit les rives et les milieux humides, les environnements aquatiques et terrestres et les espèces envahissantes.

Impacts des inondations

Rives et milieux humides : Les niveaux élevés du lac combinés à des vents soufflant par rafales ont causé une érosion considérable de la rive, des pertes de propriétés, des chutes d'arbres et une perte de végétation.[16] Des débris flottants ont en dommagé des troncs d'arbres et dénudé des racines près des rives. L'eau stagnante durant les inondations printanières prolongées a fait mourir de nombreux arbres situés près des rives et a inondé des milieux humides. Au fur et à mesure que les inondations ont baissé, des dépôts de sédiments considérables, contenant possiblement des toxines et des contaminants, ont été laissés dans les milieux humides et les littorales des cours d'eau. Ces sédiments ont enseveli la végétation indigène et la faune stationnaire dont les moules. Un léger mouvement de la flore et de la faune côtières vers l'intérieur des terres a été remarqué. L'eau inondant les terres a eu pour effet de faire sortir les poissons hors de leur environnement naturel et ils sont ensuite restés coincés lorsque l'eau s'est retirée. Au Québec, les scientifiques ont sauvé près de 1 000 poissons échoués dans les champs agricoles à la suite de l'inondation printanière.[17] Durant la tempête tropicale Irene, les cours d'eau ont littéralement érodé les berges en raison de l'eau de crue emportant ainsi la végétation riveraine en aval et changeant la configuration du lit du cours d'eau et la structure des plaines inondables adjacentes.[18]

Les inondations de 2011 ont touché de façon considérable les structures morphologiques et végétales des zones côtières ce qui pourrait entraîner des impacts à long terme sur la faune et la flore riveraines actuelles. Les sédiments déposés le long des rives et dans les milieux humides demeureront à ces endroits pendant une période indéterminée ayant une incidence possible à long terme sur la capacité de survie de la biocénose benthique. Il est possible que les oiseaux nicheurs aient abandonné leurs nids lors que la crue printanière a inondés.

Toutefois, ils reviendront fort probablement à cet endroit au cours des prochaines années.

Environnements aquatiques : Au cours de l'inondation printanière prolongée du lac, la zone littorale a été considérablement élargie donnant accès à plus d'habitats aux poissons durant la période de fraie. Toutefois, en raison des températures froides de l'eau, les périodes de ponte ont été retardées. Pour la corégone et la ouananiche, l'émergence des alevins a été retardée de deux semaines durant le printemps de 2011.[19] Au Vermont, les biologistes de l'état ont étudié les populations de ouananiche dans les bassins versants des rivières Mad et Dog avant et après l'inondation causée par le passage de la tempête tropicale Irene. Les populations de ouananiche dans les cours d'eau qui ont fait l'objet de l'étude, ont diminué de 33 % à 58 % par rapport au nombre de ouananiche qu'il y avait avant le passage d'Irene. Les populations d'invertébrés benthiques ont diminué de près de 95 % après le passage de la tempête tropicale Irene.[20] La State Roxbury Fish Hatchery a subi des dommages s'élevant à 500 000 $ lorsque la tempête Irene a inondé ses installations. Les toxines et les pesticides transportés par les inondations dans plusieurs cours d'eau et lacs pourraient avoir une incidence sur le succès de reproduction et de productivité du phytoplancton et des macro-invertébrés[21] malgré que certaines recherches aient démontré des niveaux dilués en raison du volume d'eau élevé.

La tempête tropicale Irene a également eu une incidence sur le biote aquatique comprenant notamment le poisson et les insectes aquatiques (invertébrés). Au Québec, les scientifiques ont remarqué la présence de grandes populations de tanches qui n'avait pas été observée avant l'inondation du lac. Les poissons hautement fertiles, tels que les tanches (*Tinca tinca*), ont possiblement profité de l'accès accru aux habitats de ponte fournis par les inondations printanières de 2011. Bien qu'aucune donnée propre à la vallée de la rivière Richelieu ne soit accessible pour attester ce fait, les populations de tanches semblent bien avoir augmenté dans le fleuve St-Laurent en raison de l'inondation de 2011. Inversement, certains secteurs de ponte pourraient avoir été compromis durant l'inondation. Les secteurs de ponte principaux utilisés par le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), une espèce en voie d'extinction, ont été touchés en raison des changements liés aux modèles d'écoulement et de la présence de substrat dans la rivière Richelieu à la hauteur de Chambly ce qui pourrait diminuer le succès de la reproduction de cette espèce dans ce segment de la rivière.

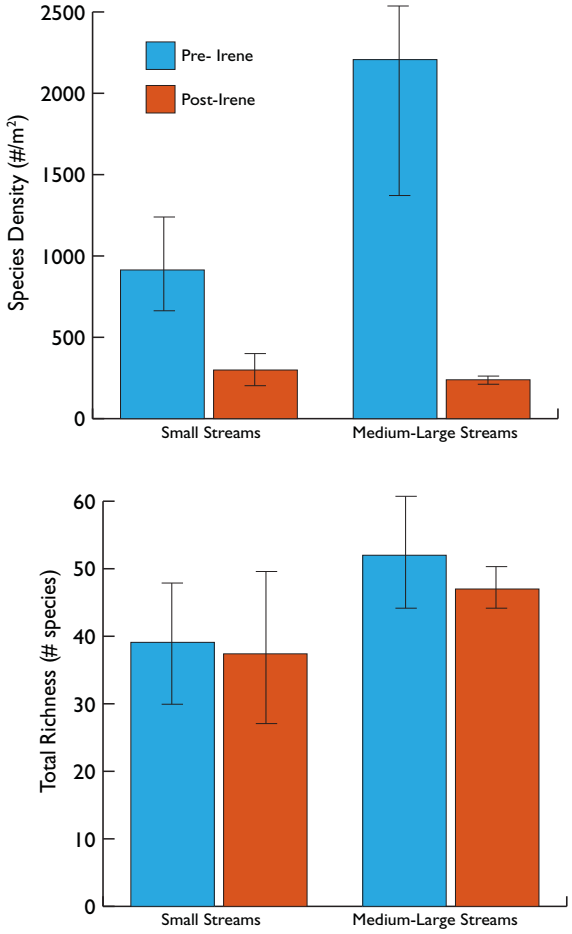


Figure 7 La densité et la richesse spécifique avant et après le passage de la tempête tropicale Irene dans les petits et moyens cours d'eau au Vermont. Courtoisie de VT ANR

Dans d'autres secteurs sinistrés de la région, un regain de la population des espèces aquatiques s'est produit de deux à quatre ans après l'inondation. Il est probable que les populations de poissons et

d'invertébrés qui ont diminué à la suite des inondations de 2011 atteindront de nouveau approximativement d'ici 5 à 10 ans, les niveaux auxquels elles étaient avant les inondations.[22] Le lac, contenant une charge d'éléments nutritifs plus élevée en raison de l'inondation des affluents et de l'érosion des rives, risque de faire l'objet d'une prolifération accrue d'algues bleu-vert, ce qui pourrait avoir une incidence sur l'écosystème aquatique dans son ensemble et mener à une diminution de la biodiversité, en plus d'abaisser les niveaux d'oxygène benthique et d'augmenter l'accumulation d'éléments nutritifs dans les sédiments anciens. La prolifération d'algues bleu-vert peut donner lieu à la présence de toxiques.

La flore et la faune benthiques et les populations de poissons que l'on trouve dans les cours d'eau dans lesquels il a été nécessaire de procéder à une restauration des canaux, extraire du gravier du lit fluvial ou enlever des arbres après le passage de la tempête tropical Irene, pourraient être affectés pendant des années par ces perturbations selon l'ampleur de ces dernières. Il se peut que ces populations affectées de poissons prendre un certain temps avant de se rétablir dans des systèmes d'affluents homogènes qui ont été mal gérés, caractérisés par une absence de diversité en matière d'habitats et dont le débit et la profondeur des eaux nécessaires à leur rétablissement sont lacunaires.[23]

Environnements terrestres : Les niveaux d'eau élevés ont eu une incidence sur les habitats occupés par les oiseaux dont les nids sont sur le sol ou à basse altitude et ont retardé la saison de nidification de certaines espèces. Les oiseaux prédateurs qui dépendent principalement de leur vue pour chasser tels que les balbuzards pêcheurs étaient désavantagés en raison de la turbidité accrue du lac durant l'inondation printanière persistante. Au Vermont, après le passage de la tempête tropicale Irene, durant laquelle des rafales de vent ont atteint plus de 80,5 km/h (50 mi/h), des relevés aériens ont montré plus de 3 642 hectares (9 000 acres) de terrains boisés jonchés d'arbres abattus et dont la couverture végétale avait été touchée.[24] Une perte de couvert forestier affecte les dynamiques de l'écosystème de la couche organique pendant de nombreuses années. La destruction de nombreux arbres par les tempêtes de 2011 peuvent avoir engendré une diminution de la disponibilité de l'habitat pour les oiseaux nicheurs et les créatures vivant dans les arbres. La lumière du soleil accrue sur une couche organique perturbée donne aux espèces envahissantes à croissance rapide l'occasion de se multiplier, tandis qu'une communauté forestière en santé est plus susceptible d'exercer avec succès une exclusion compétitive des espèces envahissantes. Les niveaux élevés de sédiments accumulés et les débris trouvés dans certaines forêts longeant les cours d'eau ont mené à l'établissement de plantes envahissantes qui pourraient au fil du temps rivaliser avec succès avec des espèces forestières. La fermeture à long terme des routes, des sentiers et des ponts à la suite du passage de la tempête tropicale Irene a pertubé les activités récréatives exercées sur le territoire de la *Vermont State Forest*.[25]

Espèces envahissantes : Les espèces envahissantes aquatiques se sont possiblement répandues davantage dans le secteur local en raison de l'accès accru aux habitats en raison des niveaux d'eau élevés. Toutefois aucune invasion n'a encore été observée. Pour le moment, nous n'avons encore observé aucune nouvelle espèce envahissante qui aurait été introduite dans le lac Champlain en raison des inondations de 2011. Il est possible que, rapidement après une inondation, des espèces envahissantes colonisent des secteurs affaiblis. Les espèces étrangères comme la renouée du Japon (*Fallopia japonica*) pourraient transformer en quelques semaines le caractère de la couche organique, des bords de chemin ou d'autres secteurs affaiblis. L'introduction d'aucune espèce envahissante par conséquence directe de l'inondation n'a été documentée dans le bassin du lac Champlain. Cependant la mesure dans laquelle les espèces envahissantes se sont répandues le long des zones

riveraines endommagées et des secteurs affaiblis n'a pas encore été déterminée. Certains pièges à lamproie (*Petromyzon marinus*) ont été détruits ou ensevelis par les sédiments. Nous croyons que la lamproie ne s'est pas avancée plus loin dans le bassin versant suite aux inondations de 2011. Il est possible que les habitats de fraie dans le delta aient subi des répercussions en raison d'une augmentation des sédiments, mais on ignore l'ampleur de ces répercussions.[26] Le début tardif de la saison de végétation a permis aux éventuelles espèces envahissantes en rives de coloniser le secteur avant que les plantes indigènes puissent s'établir sur le sol endommagé. Les secteurs lourdement touchés ne se sont pas encore entièrement remis des inondations et la mesure dans laquelle les espèces envahissantes peuvent supplanter les plantes indigènes immédiatement après l'inondation n'est pas encore déterminée.

Gestion actuelle

Conservation des habitats

Les organismes gouvernementaux de gestion des ressources s'efforcent constamment d'assurer un équilibre quant au développement durable dans les écosystèmes naturels. Parmi les méthodes visant à réduire l'incidence des inondations sur les écosystèmes et les humains, on compte la préservation des rives, la protection des habitats et la restauration des habitats endommagés. Les écosystèmes en santé se rétablissent plus rapidement des impacts environnementaux engendrées par une inondation que les écosystèmes endommagés. Le fait d'assurer la contiguïté des habitats riverains et d'en minimiser la fragmentation facilite le déplacement des populations lorsqu'une inondation survient. La conservation des milieux en amont aura une incidence positive sur les milieux humides et les lacs qui recevront les écoulements provenant ces superficies. La connaissance des impacts probables de l'inondation sur l'environnement naturel peut permettre d'orienter l'élaboration de stratégies de gestion et de plans adaptés aux dangers qui peuvent survenir. La cartographie des zones sinistrées et des sondages périodiques relatifs aux populations indicateurs permettront une meilleure compréhension des impacts des inondations sur la diversité des habitats et des espèces.

Prévention de la propagation des espèces envahissantes

Il a été démontré qu'améliorer la formation et l'information portant sur la menace que représentent les espèces envahissantes est profitable à la gestion des espèces envahissantes et à l'arrivée de nouvelles espèces. La prise de mesures rapides et une gestion prompte visant l'élimination de toute espèce envahissante constituent une pratique essentielle pour conserver l'intégrité des écosystèmes aquatiques et terrestres existants.

Besoins en matière de gestion

- Élaborer des stratégies axées sur l'ensemble de l'écosystème et visant à garder les écosystèmes en santé et à améliorer la connectivité des habitats. Cette stratégie comprendrait une cartographie détaillée en référence et l'emplacement des habitats et des sites endommagés et un catalogue de référence portant sur une flore et une faune sélectionnée.

- Mettre en place un protocole pour empêcher la propagation des espèces envahissantes à la suite d'inondations.

Le Parc Jameson à Venise en Québec, le 6 mai 2011. Photo: QC MDDEFP

Lacunes et besoins en matière de données

Lacunes : Quelles sont les impacts des inondations sur le lac Champlain, la santé de l'écosystème et la biodiversité?

Besoins en matière de données :
- Des banques de données à long terme et une cartographie de la flore, de la faune, et de l'habitat en zones riveraines et une comparaison des données prises avant et après les inondations afin d'aider à la modélisation des impacts des inondations sur la diversité des espèces, les tendances démographiques et la santé de l'écosystème.
- Une compréhension des impacts des toxines et polluants sur la flore et la faune dans le bassin.

Lacunes : Dans quelle mesure les inondations favorisent-elles la propagation de certaines espèces envahissantes?

Besoins en matière de données :
- Sondages portant sur la répartition des espèces envahissantes avant et après une inondation.
- Cartes illustrant les risques d'invasion pour permettre de prévoir les possibilités d'invasion en aval afin d'aider à cibler les mesures de gestion des espèces envahissantes au terme d'une inondation.

Morphologie (Érosion & sédimentation)

Impacts des inondations

Au printemps 2011, le niveau du lac Champlain a grimpé de plus d'un pied au dessus du dernier niveau maximum enregistré de 31,47 m (103,27 pieds) et est demeuré au dessus du niveau d'inondation pendant plus d'un mois.[27] Cette inondation printanière a principalement touché les rives en raison de l'érosion provoquée par de forts vents et d'importantes vagues. Les vagues ont contribué à l'érosion des rives jusqu'à une hauteur de 1,5 m (5 pieds) au-dessus du plus haut niveau du lac enregistré. L'érosion des rives a entraîné la destruction de propriétés, la perte d'habitats, la chute d'arbres et une augmentation du dépôt de sédiments et de matières organiques le long de la rive. L'érosion de sédiments provenant des rives a contribué à une diminution de la turbidité des eaux du lac Champlain. Certaines sections des rives ont subi peu de dommages par l'érosion tandis que d'autres ont été durement touchées. L'érosion a particulièrement touché les zones où les plus hautes vagues ont déferlé vers les côtes dans des zones de haut fond sur lesquelles les vagues étaient à leur plus fort. Outre l'exposition à des vagues et à des vents forts, la nature des rives a été le plus grand déterminant des dommages causés par l'érosion. Les rives qui étaient peu aménagées, comme celles ayant peu de végétation et de gazon qui s'étendent jusqu'au bord de l'eau ou les rives touchant directement les remparts de défense des côtes, étaient particulièrement vulnérables à l'érosion. Les ponts et les routes d'un côté à l'autre du lac ont subi d'importants dommages au cours des inondations printanières prolongées principalement en raison de leur exposition inhabituelle aux grands vents et aux fortes vagues.

Après le passage d'Irene, les impacts à court terme comprenaient une érosion importante du chenal de cours d'eau et des modifications de la morphologie de la vallée. Les grands débits des affluents ont provoqué l'effondrement des rives, l'érosion, la chute d'arbres, et le mouvement de grosses matières rocheuses. À certains endroits, le cours des rivières a été modifié au terme du passage d'Irene et cela a eu comme effet de modifier la structure entière du couloir fluvial. Les matières érodées qui transportent parfois des éléments pathogènes et chimiques ou des nutriments ont été transportées en aval du lac Champlain. Irene a entraîné un taux record ou presque de débit dans de nombreux affluents du bassin.

Les effets à court terme d'Irene sur les niveaux du lac ont entraîné une augmentation modérée mais rapide des niveaux record à la fin du mois d'août sans toutefois s'approcher des niveaux du lac normalement associés aux inondations printanières. Le niveau de la rivière Richelieu est demeuré bien au-dessous du niveau d'inondation pendant et après le passage de la tempête tropicale Irene.

Les impacts morphologiques à long terme des inondations du lac de 2011 n'ont pas été entièrement totalisés en date du mois de décembre 2012. Les rives érodées pourraient conserver leur nouvelle configuration pendant de nombreuses années. De nouvelles tempêtes pourraient encore causer d'importantes érosions aux endroits où les propriétaires ont reconstruit après l'érosion sur les rives préexistantes.

Les impacts de l'augmentation de dépôts de sédiments dans le lac Champlain, dans ses affluents et dans la rivière Richelieu demeurent encore inconnus. L'érosion des rives causée par le passage d'Irene a provoqué des changements à long terme au cours de la rivière dans de nombreuses régions. Au Vermont, la reconstruction des affluents dans quelques aires critiques a été supervisée par des spécialistes en gestion des cours d'eau qui avaient comme objectif de tenir compte des futures inondations. Les dommages causés aux structures et aux infrastructures le long des affluents se sont étendus en raison des eaux qui ont accédés aux plaines inondables et dans de nombreux cas les infrastructures existantes ont influencé les ajustements morphologiques qui en ont découlés (par exemple, la structure supportant les routes et murs de béton en bordure).

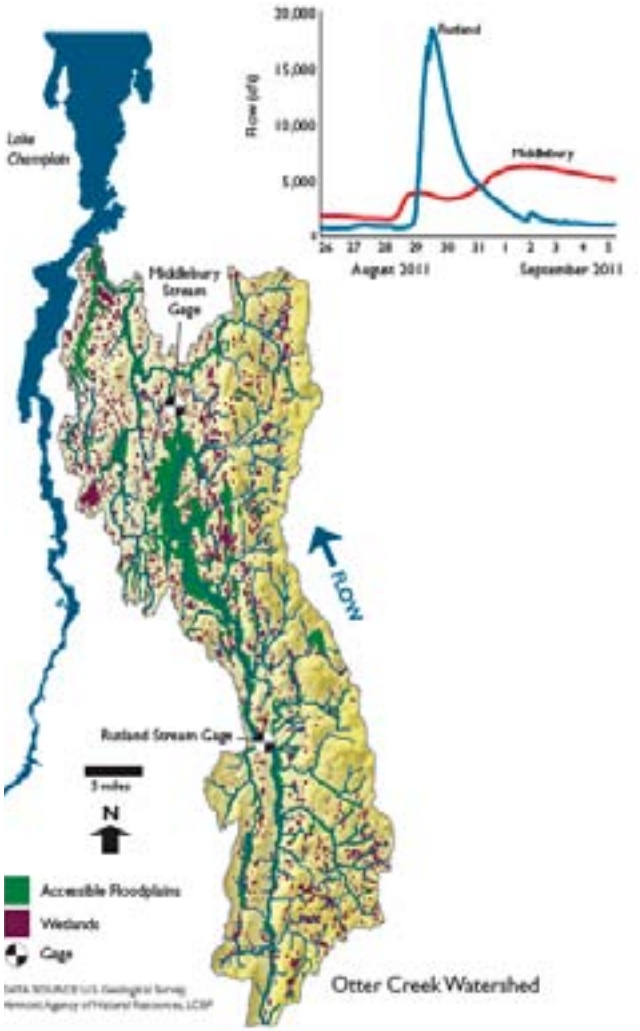


Figure 8. Otter Creek, au Vermont pendant la tempête tropicale Irene, illustrant les impacts sur la disponibilité des plaines inondables au débit de pointe. Permettre l'accès aux plaines inondables diminue considérablement le débit de la rivière en aval. Courtoisie du USGS

Gestion actuelle

Gestion des corridors fluviaux et des rives

D'importants programmes de gestion et des stratégies relatifs aux corridors fluviaux (espaces de liberté) et aux rives sont mis en place dans les États du Vermont et de New York et font l'objet de recherches au Québec. Des programmes fédéraux aux États-Unis traitent la question de la gestion des plaines inondables au moyen de mesures structurelles et non structurelles, y compris les suivantes:

- Délimitation des plaines inondables/Évaluation des risques d'inondations
- Analyse des brèches de barrages

- Préparation aux situations d'urgence à l'annonce des inondations
- Règlement sur les canaux d'évacuation des inondations
- Réduction des dommages causés par les inondations/Incidences sur l'urbanisation
- Protection des infrastructures en cas d'inondations
- Inventaire des zones inondables[28]

Ces programmes permettent le financement fédéral par l'intermédiaire de la *U.S. Army Corps of Engineers* de completer le financement municipal ou de l'état aux fins d'études sur la résilience aux inondations. Ces programmes ont comme objectif de réduire le caractère vulnérable des milieux naturels et urbain face aux risques de l'érosion et de créer des rivières et des lacs écologiques afin d'accroître le développement humain. L'interaction étroite avec les réseaux hydrographiques a toujours été une part de la vie dans le bassin du lac Champlain et de la rivière Richelieu. Depuis des siècles, des petits et des grands affluents ont été découpés en canaux, détournés, dragués, ou stabilisés. De nos jours la gestion de ces ressources d'un endroit à l'autre met l'accent sur le maintien des investissements économiques, l'aspect récréatif, la production d'énergie électrique, la qualité et l'alimentation en eau. De plus en plus, les méthodes de gestion comprennent des approches visant à éviter un plus grand empiètement dans les corridors fluviaux, sur les plaines inondables et sur les rives. Un des aspects essentiels de la gestion des ressources dans le cadre de la résilience aux inondations consiste à trouver des moyens de réduire les nouveaux développements dans les zones riveraines afin de minimiser les risques existants et d'améliorer du même fait la stabilité de l'écosystème.

Les inondations de 2011 se sont produites en deux phases. L'inondation printanière du lac a entraîné des hauts niveaux d'eau record qui ont touché les communautés riveraines. Pour sa part, la tempête tropicale Irene a causé une crue éclair à court terme qui a frappé les communautés du bassin versant plutôt que celles le long des rives du lac. La prévision des niveaux d'eau lors des événements du printemps a été utile pour diverses raisons importantes. Cependant, les répercussions des vents et des vagues sur les rives n'ont pas pu être entièrement prévue. Un système de prévision général au Québec avait prédit l'étendu des inondations de la rivière Richelieu. La prévision des inondations dans les États du Vermont et de New York, par l'intermédiaire de la *NOAA* et du *USGS*, a été essentielle pour donner l'alerte aux résidents de chaque territoire quant à la nature et à l'étendue générale des inondations à venir. Les niveaux d'eau record ultimes du lac ont été annoncés tout juste avant qu'ils surviennent. Les prévisions relatives aux inondations provoquées par Irene ont été largement diffusées même si le lieu du pire impact de la tempête ne pouvait pas être exactement prédit. On oublie que les inondations de 1927 et l'ouragan de 1938 ont frappé la région sans avertissement.

L'évaluation des impacts de l'inondation de 2011 a mené à un engagement plus sérieux des stratégies de gestion visant la promotion de la résilience du système à retourner (ou à préserver) les processus naturels des rivières qui redirigent les inondations dans les plaines inondables adjacentes et qui atténuent l'intensité de l'érosive et des débits des eaux de crue dans les lits des rivières. L'objectif et de mettre l'emphase sur une meilleur gestion des cours d'eau, étendant les frontière de la gestion pour y inclure non seulement le canal et la plaine inondable immédiate, mais aussi toute la vallée de la rivière. Les efforts visant l'amélioration de la gestion des rives exigent une meilleure compréhension de l'action des vents et des vagues sur les rives exposées. De façon générale, un besoin plus

grand se fait sentir en ce qui a trait aux données spatiales avancées et aux outils analytiques afin de mieux informer les modèles de ruissellement. Dans chaque territoire, on constate un regain d'intérêt quant aux sujets de restauration des corridors des cours d'eau et de protection visant à améliorer les modes de gestion désuets et à promouvoir la résilience.[29]

Aménagement des plaines inondables

La topographie du bassin du lac Champlain Basin est diversifiée et se compose de montagnes abruptes, des vallées fluviales étroites et de vastes plaines inondables. Les collectivités près des rivières sont particulièrement exposées aux dommages causés par les inondations. Toutefois, la facilité du développement des corridors de transport reflète l'histoire des rivières à titre de corridors, et a mené à une multitude de constructions dans les plaines inondables dans le bassin du lac Champlain et dans le haut de la vallée de la rivière Richelieu. Dans de nombreux cas, les villes et les infrastructures publiques construites près des affluents et des lacs ont été touchées par de nombreuses inondations au cours des ans. Les mesures de gestion des inondations visent à protéger la population et les propriétés et sont mises en application aux niveaux locaux, des états, de la province et fédéraux. La plupart des municipalités américaines participent au *National Flood Insurance Program (NFIP)* afin d'être admissibles à une assurance contre les inondations dans les zones à risque d'inondation cartographiées par le gouvernement fédéral, même si la participation à ce programme est facultative. Le NFIP s'appuie sur les données topographiques et portant sur le débit des cours d'eau compilées datant de plusieurs décennies et les cartes indiquant les risques d'inondation sont uniformément désuètes. Des cartes indiquant les risques d'inondation devraient être améliorées au moyen de données topographiques à haute résolution (comme les données LiDAR). Les nouvelles cartes devraient également comprendre des données relatives aux changements climatiques et des analyses de fréquence des inondations afin de créer un tableau exhaustif des risques actuels et futurs liés aux inondations. Ce qui était considéré une inondation à récurrence de 100 ans il y a quelques décennies, était la base d'une carte indiquant les zones à risque d'inondation qui peut être inexacte en raison des régimes climatiques et des tendances de précipitations actuels. On pourrait s'attendre à ce qu'un nouveau calcul de récurrence de 100 ans d'une inondation dans toutes les zones aurait comme conséquence de plus hauts niveaux d'eau, comprendre une plus grande aire spatiale de risques sur les cartes des plaines inondables. Sur la plupart des cartes mises à jour, l'élévation de base (*Base Flood Elevation [BFE]*) indiquée de la FEMA a été augmentée afin de tenir compte des données changeantes d'élévation des inondations à récurrence de 100 ans.[30] En ce moment, l'élévation de base du lac Champlain est de 31 m (102 pieds) au-dessus du niveau moyen de la mer. Dans l'État de New York, le plancher le plus bas de toutes les nouvelles constructions doit être 0,6 m (2 pieds) au-dessus de cette hauteur.[31]

Dans presque tous les cas, les routes et les ponts endommagés des États du Vermont et de New York ont été davantage touchés par l'érosion que par les dangers liés aux inondations selon les cartes du NFIP et les programmes d'atténuation des risques de la FEMA. La loi 110 (adoptée en mai 2010) au Vermont confère aux communautés l'autorité d'atténuer leurs propres risques liés aux inondations et de chercher des incitatifs financiers pour les villes afin de limiter le développement dans les corridors fluviaux et sur les rives du lac au moyen de restrictions de zonage tout cela afin de réduire la perte de propriétés et les dangers liés à l'érosion.

Le gouvernement du Québec a adopté la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (voir les politiques relatives aux plaines inondables du Québec à l'Annexe B) en décembre 1987 en fonction des objectifs suivants :

- Assurer la pérennité des plans d'eau et des cours d'eau, maintenir et améliorer leur qualité en accordant une protection minimale adéquate aux rives, au littoral et aux plaines inondables;

- Prévenir la dégradation et l'érosion des rives, du littoral et des plaines inondables en favorisant la conservation de leur caractère naturel;

- Assurer la conservation, la qualité et la diversité biologique du milieu en limitant les interventions pouvant permettre l'accessibilité et la mise en valeur des rives, du littoral et des plaines inondables;

- Dans la plaine inondable, assurer la sécurité des personnes et des biens;

- Protéger la flore et la faune typique de la plaine inondable en tenant compte des caractéristiques biologiques de ces milieux et y assurer l'écoulement naturel des eaux;

- Promouvoir la restauration des milieux riverains dégradés en privilégiant l'usage de techniques les plus naturelles possibles.

Avant la baisse des niveaux des eaux lors des inondations de 2011, le gouvernement provincial du Québec a offert une aide financière directe et importante aux propriétaires de résidences touchés par les inondations de la rivière Richelieu. Dans le cadre de sa politique, la province de Québec assure ses citoyens contre les dommages causés par des inondations. Il existe de nombreux critères réglementaires généraux concernant le développement des plaines inondables au Québec, bien que le développement préexistant soit généralement permis et que l'admissibilité aux dédommagements en cas de dommages causés par une inondation soit évaluée sous certaines réserves. Une fois les eaux niveaux baissés, le gouvernement provincial a adopté un décret permettant une planification spéciale de la zone d'inondation de la rivière Richelieu 2011 en réponse aux préoccupations des autorités municipales locales (voir la Déclaration du Québec sur la planification spéciale de la zone – Annexe B).

- Entre 0 et 2 ans suivant une cote d'inondation, la reconstruction est interdite.

- Entre 0 et 20 ans suivant une cote d'inondation, toute nouvelle construction est interdite.

- Entre 2 et 20 ans suivant une cote d'inondation, la reconstruction d'une résidence détruite lors de l'inondation de 2011 est permise que par le propriétaire s'il a occupé la résidence 12 mois à ce moment.

- Les réparations ou la reconstruction doivent être conformes aux normes de résistance aux inondations.

Les nouvelles normes du décret ont modifié les règlements en vigueur depuis 1987 afin de permettre la reconstruction des résidences détruites entre 2 et 20 ans suivant une cote d'inondation. À Saint-Jean-sur-Richelieu, bon nombre de quartiers situés dans la région urbaine ont été inondés et des milliers de personnes ont été évacuées de leurs maisons pour une période prolongée. L'intérêt de réparer et de reconstruire les résidences au même endroit est compréhensible mais pas toujours dans l'intérêt public.

Gestion des risques d'inondations

Lorsque les inondations se sont produites en 2011, bons nombres de municipalités ont pris des décisions relatives à la gestion des cours d'eau de leur territoire. Les efforts de gestion déployés pendant les inondations et immédiatement après celles-ci visaient la protection de la population et des propriétés. Ces mesures d'urgence ont été effectuées par les employés municipaux, des entrepreneurs et dans certains cas, par des bénévoles possédant de l'équipement et des connaissances dans le domaine de l'excavation. Les gouvernements fédéraux et des États ont également effectué une gestion

d'urgence pour les affluents et les rivages afin de stabiliser les rives et de protéger les infrastructures essentielles.

Au cours des jours suivant la tempête tropicale Irene, un grand nombre de mesures de gestion des lits des rivières ont entraîné une instabilité permanente ou encore plus grande et a augmenté le risque d'inondation en aval lors des futures tempêtes.[32] L'État du Vermont a estimé que seul 20 % des mesures de récupération des cours d'eau touchés par la tempête tropicale Irene avaient aidé à réduire le taux de vulnérabilité présent avant que la tempête ne frappe. Un autre 40 % a sans doute rendu les lits encore plus vulnérables qu'ils ne l'étaient avant l'inondation. Au printemps 2012, le Vermont State Legislature a adopté la Loi 138, accordant à l'État l'autorité de coordonner toutes les activités d'urgence liées à la gestion des rivières dans les zones de risque d'inondation.[33] Au Québec, les personnes tenues responsables d'une gestion inappropriée des rives et des plaines inondables après l'inondation peuvent être légalement obligée mettre en œuvre des mesures correctives.[34] Le MDDEFP du Québec s'est investi afin de s'assurer que les techniques de restauration appropriées ont été utilisées suivant l'inondation du lac en 2011. Dans l'État de New York, les contrats de la FEMA relatifs à la gestion post-inondation comprennent entre autres des fonds destinés à des ateliers d'information du public du NFIP par des policiers locaux. Cependant, ces ateliers ne sont pas suffisamment fréquents pour former toutes les autorités municipales éventuelles.[35]

Besoins en matière de gestion

Besoins en matière de gestion : Repérer les zones où il y a danger d'érosion fluviale (par exemple, les corridors fluviaux) et gérer ces zones afin de prévenir les dommages découlant d'inondations futures :

- Aménagement de contrôle de l'érosion hydrique
- Établissement de zones tampons et protection
- Retrait des structures d'empiètement
- Restauration des rivières et des plaines inondables :
  - Protection des corridors fluviaux et des plaines inondables
  - Stabilisation des rives où un équilibre a été atteint dans les cours d'eau
  - Interruption du retrait des têtes des cours d'eau et des ruptures de pentes
  - Retrait des talus et des autres obstacles aux inondations et à l'atténuation des charges en sédiments
  - Retrait ou remplacement des structures (c'est-à-dire les ponceaux sous dimensionnés et les barrages peu élevés)
  - Restauration des cours d'eau dégradés

Besoins en matière de gestion : Passer en revue les données sur la fréquence des inondations afin de permettre une mise au point des zones inondables actualisées

- Mettre à jour la fréquence des inondations afin d'établir une zone d'inondation à récurrence de 100 ans, aux fins de conformité aux cartes des zones inondables fédérales pour les compagnies d'assurance, lesquelles tiennent compte des changements climatiques et aux données récentes.

Besoins en matière de gestion : Des outils de réglementation sont nécessaires afin de limiter la mesure dans laquelle les activités de développement portent atteinte ou modifient l'intégrité physique des plaines inondables et la connexion simple qui existe entre les rivières et les plaines inondables.

- Assurer la pérennité des plans d'eau et des cours d'eau, maintenir et améliorer leur qualité en accordant une protection minimale adéquate aux rives, au littoral et aux plaines inondables;

- Améliorer la réglementation des états et municipale liée aux plaines inondables et les programmes d'aide visant à protéger ces dernières.

- Conclure des servitudes afin de protéger les plaines inondables non développées restantes.

- Créer des outils et mettre sur pied des incitatifs relativement aux stratégies de protection des corridors fluviaux.

- Encourager les communautés à instaurer une réglementation plus sévère concernant les structures endommagées par une inondation et devant être remplacées ou réparées afin de réduire les pertes et les dommages causés par une inondation future.

- Offrir une formation aux ingénieurs et aux entrepreneurs sur les conceptions typiques et atypiques de bâtiments sujets aux inondations.

Besoins en matière de gestion : Établir des normes et des règles techniques liées à l'exécution de travaux dans des cours d'eau et à la prise de mesures de protection d'urgence.

- Améliorer et intégrer les mesures d'urgence observées à l'échelle des états aux mesures d'autres organismes, à celles d'organismes sans but lucratif, des municipalités et du gouvernement fédéral et à celles du Québec afin de continuer d'appuyer l'intégration des efforts déployés au sein des ministères et des municipalités concernées en vue d'assurer une collaboration en ce qui a trait à la réponse des autorités en cas d'inondation.

- Mettre sur pied ou maintenir un programme de formation sur la gestion des cours d'eau à l'intention des employés des transports, des entrepreneurs et d'autres professionnels reliés a la gestion des cours d'eau.

- Évaluer de nouveau les plans de gestion des mesures d'urgences

- Compléter l'analyse du risque d'inondation locale afin de modéliser l'hydrologie fluviale et développer des mesures permettant d'atténuer la force et le débit des inondations dans une communauté dans le but d'appuyer la coordination entre la planification liée au corridors fluvial et le commerce, le développement de la communauté et la planification des réseaux routiers.

Lacunes et besoins en matière de données

Lacunes : Revoir l'intervalle des périodes d'inondations calculé en ce qui a trait aux crues importantes, comme les inondations à récurrence de 20 ans ou de 100 ans afin d'assurer que les cartes indiquant les risques d'inondation inhérentes sont mises à jour et précises.

Lacunes : Effectuer une planification exhaustive du corridor fluvial lorsque les ressources techniques et financières sont accessibles, comprenant une modélisation hydraulique afin de prédire la vulnérabilité des biens communautaires et d'orienter les stratégies d'atténuation locales spécifiques prêtes à être mises en œuvre si une autre inondation devait survenir.

Besoins en matière de données :

- Des données historiques de mesure des niveaux du lac et des cours d'eau et la poursuite du financement du programme de jaugeage de la USGS

- Des cartes du NFIP mises à jour et tenant compte des élévations de base actualisées des inondations à récurrence de 100 ans et de 500 ans

- À l'aide de l'imagerie satellitaire procéder à l'élaboration de cartes des zones inondées dans le bassin du lac Champlain et à proximité de celui-ci lors des inondations survenues en mai 2011 suite à une fonte des neiges prolongées.

- Élaborer un modèle hydraulique de l'ensemble du bassin.

- Comparer l'ampleur des inondations observée par télédétection aux données d'élévation DEM et aux observations sur le terrain. (Il se pourrait que les États et la province doivent obtenir des données récentes de LiDAR sur l'élévation des terrains pour ces deux programmes de détermination des dangers).

- Instaurer un système de notation des niveaux d'élévation et des aires d'inondation des lacs pour le lac Champlain

- Élaborer des cartes et évaluer l'ampleur totale des inondations aux alentours du lac au moyen de données de télédétection accessibles au public. Les sources de télédétection accessibles au public utilisées sont les suivantes :

    - Landsat 5 et Landsat 7 – résolution de 30 m, 7 couleurs de bande sur un cycle de répétition à la semaine environ en fonction de la couverture nuageuse.

    - MODIS - résolution de 250 m, 2 bandes sur les satellites TERRA et AQUA, pouvant avoir une vue du lac une à deux fois par jour, selon la couverture nuageuse.

    - SPOT 4 et 5 – résolution de 10 m, infrarouge, peut avoir une vue du lac en fonction de la nébulosité avec un cycle de répétition à la semaine environ selon la couverture nuageuse et n'est pas gratuit habituellement.

    - Altimétrie satellitaire – cycle de répétition de 10 jours Jason 2 (OSTM) et ENVISAT 35, cycle de répétition de 35 jours. Les radio-altimètres ne sont pas limités la couverture nuageuse. L'exactitude altimétrique est fonction des conditions au sol et des conditions atmosphériques et de l'ordre de 10 cm.

    - CHPS : Le Community Hydrologic Prediction System (système communautaire de prévision hydrologique) - hébergé par la NOAA

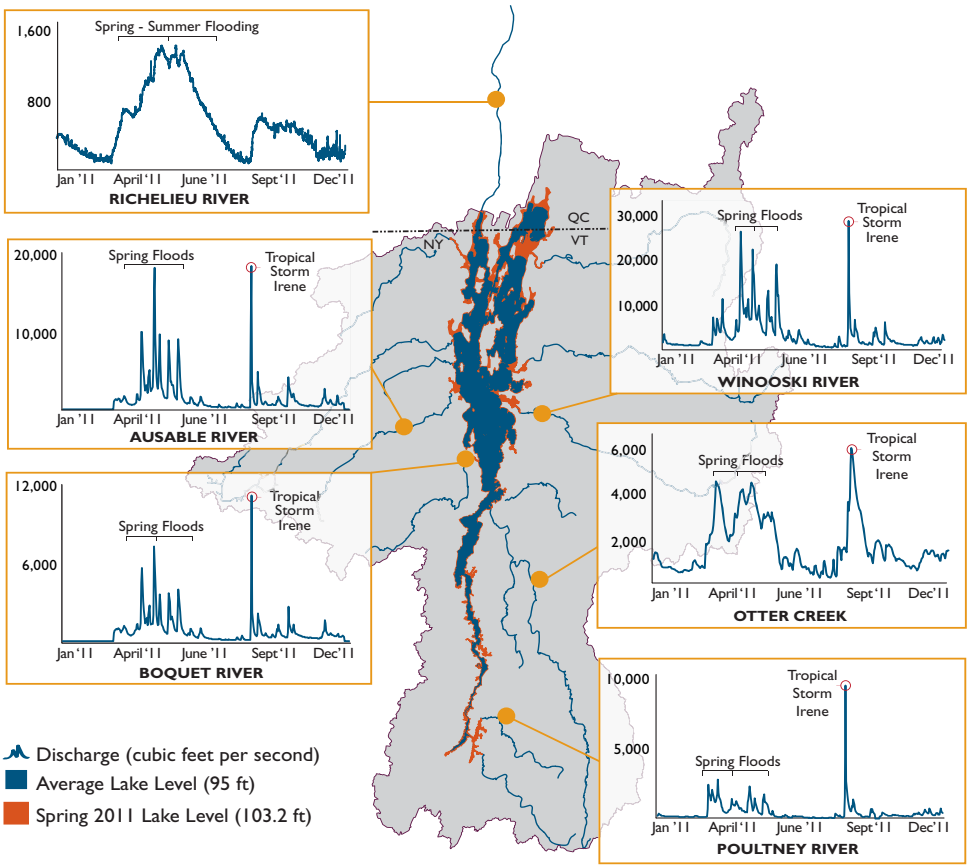


Figure 9. Inondation de 2011 dans le bassin du lac Champlain. L'inondation printanière du lac est exprimée en orangé et les débits de pointe des affluents sont exprimés dans les graphiques bleus. On constate plusieurs pointes au cours des périodes de fortes pluies au printemps, et une autre pointe après le passage de la tempête tropicale Irene. Courtoisie du USGS

Références

9. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Burlington, VT (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500)..

10. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Burlington, VT (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500).

11. VT ANR Wastewater Management Division (http://www.anr.state.vt.us/dec/ww/om/Overflows/ReportedSewageOverflows.pdf)..

12. VT ANR Wastewater Management Division (http://www.anr.state.vt.us/dec/ww/om/Overflows/ReportedSewageOverflows.pdf).

13. VT ANR Irene Report, December 2011, http://www.anr.state.vt.us/anr/climatechange/irenebythenumbers.html.

14. VT ANR Irene Report, December 2011, http://www.anr.state.vt.us/anr/climatechange/irenebythenumbers.html.

15. Neale Lunderville, Vermont Irene Recovery Report, January 2012 (http://www.vermontagriculture.com/news/2011/Irene_Recovery_Report_Jan_2012.pdf)..

16. Susan Warren, section chief, Lakes and Ponds Management Program, VT ANR, presentation at LCBP Flood Resilience Conference, June, 2012.

17. Steve Garceau, QC MDDEFP, personal communication, September, 2012..

18. Mike Kline, Program Manager, Rivers Management Program, VT ANR- presentation at LCBP Flood Resilience Conference, June 2012.

19. Dr. Ellen Marsden, University of Vermont, personal communication, October 2012.

20. Rich Kirn, VT FWD 2011 2011 Annual Report: Impacts to Stream Habitat and Wild Trout Populations in Vermont Following Tropical Storm Irene (Proj. No. F-36-R-14). Covering the period of July 2, 2011-June 30,2012. 17pp.

21. Toxic Substance Management Strategy: Managing Toxic Contamination of Lake Champlain. Technical Report #69 Lake Champlain Basin Program Technical Advisory Committee, 2012, 28 p.

22. Rich Kirn, VT FWD 2011 Annual Report: Impacts to Stream Habitat and Wild Trout Populations in Vermont Following Tropical Storm Irene (Proj. No. F-36-R-14). Covering the period of July 2, 2011-June 30,2012. 17pp.

23. Rich Kirn, VT FWD 2011 2011 Annual Report: Impacts to Stream Habitat and Wild Trout Populations in Vermont Following Tropical Storm Irene (Proj. No. F-36-R-14). Covering the period of July 2, 2011-June 30,2012. 17pp.

24. Sandy Wilmot, Forest Health Specialist. “2011 Flooding Summary for Forests, Parks and Recreation. Vermont Department of Forests, Parks and Recreation, 2011.

25. Sandy Wilmot, Forest Health Specialist. “2011 Flooding Summary for Forests, Parks and Recreation. Vermont Department of Forests, Parks and Recreation, 2011.

26. USFWS (http://www.fws.gov/lcfwro/index.html). Accessed June 2011.

27. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Burlington, VT (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500).

28. Gene Brickman, USACE, personal communication, December 2012.

29. NYS DEC (http://www.dec.ny.gov/lands/311.html) & VT ANR (http://www.anr.state.vt.us/dec/waterq/rivers/htm/rv_restoration.html.

30. FEMA.gov/ Rebecca Pfeiffer, Floodplain Manager, Assistant NFIP Coordinator, VT ANR, personal communication December 2012.

31. Fred Dunlap, Lake Champlain Coordinator, NYS DEC, personal communication, December 2012.

32. Mike Kline, Program Manager, Rivers Management Program, VT ANR- presentation at LCBP Flood Resilience Conference, June 2012..

33. Vermont Legislation Act 138 (http://www.leg.state.vt.us/docs/2012/Acts/ACT138.pdf), November, 2012.

34. Martin Mimeault, Lake Champlain Coordinator, Québec MDDEFP, personal communication.

35. Fred Dunlap, Lake Champlain Coordinator, NYS DEC, personal communication, December 2012.

Impacts sur les infrastructures et les terres développées

Santé humaine

Une période prolongée d'inondations peut avoir des effets négatifs important sur la santé humaine. Des résidences privées et des infrastructures publiques inondées par des eaux contaminées par des toxines et des substances toxiques au cours de l'inondation du lac et après le passage de la tempête tropicale Irene ont été gravement endommagées et ont dû bien souvent être détruites. Les inondations étaient une source de dangers physiques, toxicologiques et microbiologiques qui représentaient une menace importante à la santé humaine. Une fois le niveau de l'eau descendu, les moisissures étaient un véritable problème pour les propriétés qui ont été inondées.

Aucun décès n'a été directement associé aux inondations du lac Champlain au printemps 2011, bien que d'importantes répercussions immédiates aient été vécues par les résidents habitant sur le rivage et les résidents de la vallée du Richelieu dont les résidences ont été inondées pendant une longue période. Plus de 25 municipalités dans la vallée du Richelieu et 40 en Montérégie ont été affectées par les inondations printanières au Québec, y compris près de 2 535 résidences permanentes, 3 927 personnes touchées directement, dont 1 651 ont dû être évacuées de leur maison.[36]

Quatre décès dans le bassin du lac Champlain sont attribuables à la tempête tropicale Irene dont deux décès à Altona dans l'État de New York et deux à Rutland dans l'État du Vermont. Les décès attribués à la tempête Irene dans toute la région ont été causés par les inondations, des pannes des lignes électriques et à des travailleurs publics lors d'interventions d'urgence.

Au Québec, la période d'inondations de huit semaines a entraîné, auprès des propriétaires, des dommages causés par l'eau stagnante, des problèmes d'hygiène y compris l'exposition aux moisissures et les dangers électriques. Afin de loger les personnes évacuées, la Société canadienne de la Croix-Rouge a organisé des refuges d'urgence. Certaines familles ont été placées dans des hôtels grâce à une aide du gouvernement provincial, de la Société canadienne de la Croix-Rouge et du groupe communautaire SOS Richelieu. Environ 540 familles ont eu recours aux services de la Société canadienne de la Croix-Rouge. En date du mois de juin 2012, près de 150 familles étaient toujours logées dans des hôtels.[37, 38] Les personnes bénévoles ont représenté une main-d'œuvre importante dans les inondations au Québec. Le groupe communautaire SOS Richelieu a travaillé de concert avec la Protection civile du Québec afin d'organiser un événement rassemblant 4 000 bénévoles qui ont uni leurs efforts dans le cadre d'une opération de nettoyage. De plus, MDDEFP a fourni des inspecteurs spécialisés en hygiène environnementale et en déchets dangereux. Vingt communautés ont été touchées par les inondations.

Il a coûté plus de 70 millions de dollars au gouvernement du Québec pour venir en aide aux sinistrés.

Impacts des inondations

Intervention en cas d'urgence

À la suite de l'inondation printanière et du passage de la tempête tropicale Irene, il était nécessaire avant tout de fournir un approvisionnement en eau potable, de contenir les déversements de substances toxiques, de prodiguer des soins médicaux et de réparer les dommages causés aux infrastructures de transport afin de pouvoir accéder aux communautés isolées en raison des eaux de crue qui ont inondé les routes.

Durant une inondation, il importe d'abord et avant tout d'assurer la sécurité de la population. L'évacuation, volontaire, recommandée ou obligatoire, constituait la première mesure d'urgence à prendre tant dans l'État de New York, qu'au Vermont ou au Québec durant les inondations de 2011. Des évacuations ont été effectuées dans les secteurs à haut risque où des gens étaient isolés et nécessitaient des soins médicaux ou étaient exposés à différents dangers dont des dommages aux structures, des problèmes environnementaux menaçant leur santé ou à des risques d'électrocution. De nombreuses évacuations volontaires ont eu lieu. En effet, des familles avec enfants ou personnes âgées ont pris des mesures préventives afin de ne pas avoir à composer avec les risques et l'inconfort. Les victimes d'inondation ont reçu du soutien de différentes façons de la part d'organisations communautaires, des états, de la province, fédérales et non gouvernementales qui rapidement ont mis sur pied des programmes pour venir en aide aux victimes.

Pannes d'électricité

Les pannes d'électricité ont présenté des risques supplémentaires, limitant la possibilité des victimes à pouvoir chauffer leurs maisons ou à faire bouillir de l'eau. Pour les personnes à haut risque, le manque d'électricité signifiait la perte éventuelle de certains médicaments. Par exemple, les diabétiques faisaient face à un risque élevé du fait qu'ils étaient privés de leur approvisionnement viable en insuline. Au cours de l'inondation printanière de 2011, les résidents du Québec ont reçu le support du gouvernement afin d'obtenir de la nourriture et des médicaments pendant l'inondation. Dans tout le Vermont, 73 000 clients ont été privés d'électricité (pour 40 150 clients, elle a été rétablie après 24 heures. Pour les autres, il a fallu une semaine avant qu'ils puissent retrouver l'électricité).[39] Dans l'État de New York, c'est près de 945 000 clients, dont 177 000 dans la partie nord-est de l'État, y compris les comtés du bassin du lac Champlain, qui ont été sans électricité après le passage de la tempête tropicale Irene.[40] En outre, des installations ont dû interrompre l'alimentation en électricité dans les secteurs où les inondations auraient pu causer davantage de problèmes électriques. Les gens qui utilisaient des génératrices pour alimenter leur domicile en courant s'exposaient à des intoxications d'oxyde de carbone si l'appareil était situé dans un endroit mal aéré.

Exposition aux pathogènes et à la contamination

Le risque d'exposition aux microorganismes pathogènes dans les sources publiques en eau du bassin a augmenté en raison du fait que les usines de traitement de l'eau potable, les puits privés, les fosses septiques et les égouts ont été compromis et en raison de la défaillance des usines de traitement des eaux usées. Ces défaillances ont donné lieu à des problèmes environnementaux menaçant la santé des gens à la fois durant l'inondation printanière et durant l'inondation causé par le passage de la tempête tropicale Irene. Les puits privés submergés par les inondations risquaient d'être contaminés par les bactéries et les autres polluants. Des tuyaux rompus ont réduit la pression de l'eau dans les réseaux publics de distribution d'eau ce qui a augmenté la possibilité de contamination.[41] Les eaux de crue peuvent se mélanger à l'eau des

égouts contenant des déchets humains et contaminer les eaux de puits, les services d'eau publics et les sources de nourriture. Les agents de la santé publique ont recommandé aux résidents utilisant les eaux de puits et habitant dans les zones inondées de faire bouillir l'eau avant de l'utiliser jusqu'à ce que les laboratoires confirment que l'eau était de nouveau potable. De plus, les conditions humides ont favorisé la formation de moisissures, ayant une incidence sur la santé respiratoire, particulièrement chez les personnes souffrant d'asthme ou dont le système immunitaire était faible. La moisissure se forme souvent dans les 48 heures suivant le retrait des eaux de crue. Une fois qu'elle est présente dans un établissement, il est difficile de la faire disparaître entièrement. L'inhalation de spores de moisissure dans les voies aériennes cause souvent l'irritation des voies respiratoires, des réactions allergiques, des crises d'asthme, des sinusites chroniques et d'autres affections. Certaines moisissures sont potentiellement toxiques et peuvent avoir de graves effets sur la santé. À court terme, il faut éliminer la moisissure des tissus, des meubles, des panneaux de revêtements et de toute autre surface où il est possible d'en trouver. Toutefois, à long terme, la formation de moisissure peut se poursuivre dans les cavités des bâtiments, dans les murs et d'autres espaces cachés, pouvant ainsi contaminer la structure sur une longue période. Des spores de moisissures inactives demeurent viables et peuvent se disperser et causer des problèmes de santé chroniques. La moisissure pose problème puisqu'il n'existe aucune valeur limite d'exposition et il est difficile à certains égards d'évaluer précisément les risques liés à une exposition à la moisissure. On ne dispose que de peu de directives concernant le contrôle de la moisissure, et il en va de même en ce qui a trait à la gestion de la moisissure et l'évaluation des risques. Il est également nécessaire d'améliorer la communication et la collaboration avec les experts en bâtiment de réduire la présence possible de moisissures dans les nouvelles constructions ou les nouveaux projets de rénovation des propriétés inondées par les inondations.

La manipulation de matériaux souillés et mouillés, ainsi que l'utilisation de l'eau contaminée pour nettoyer, exposaient également les gens à des risques d'infection. Les infections cutanées découlant de coupures ou de blessures entrant en contact avec l'eau contaminée peuvent donner lieu à de graves problèmes. La Direction de la santé publique de l'Agence a produit divers avis s'adressant aux sinistrés, dont les précautions pour l'utilisation de l'eau potable, la désinfection des maisons et la prévention des moisissures. Une offre accrue de vaccination contre le tétanos a aussi été offerte aux sinistrés de même qu'aux travailleurs et bénévoles.[42]

En plus de devoir reloger des gens durant les inondations de 2011, les plus grandes conséquences de ces inondations sur les habitations au Québec, ont été de devoir éliminer et jeter les matériaux mouillés et contaminés par les eaux de crue et entreprendre le processus de reconstruction. Le processus de reconstruction a duré des mois pour certains, et plus d'un an pour d'autres. À maintes reprises, des maisons dont la structure n'avait pas été endommagée demeuraient tout de même inhabitables en raison des infestations de moisissure.

Il est encore difficile d'évaluer les impacts à long terme des inondations de 2011 sur la santé humaine. Cependant, il est évident que les éléments nutritifs et la contamination chimique découlant des inondations n'ont pas été étrangers aux problèmes de santé relevés. Les inondations ont transporté des produits chimiques résidentiels se trouvant dans les garages et dans les sous-sols. Des réservoirs de propane et d'huile ont été endommagés ou déconnectés des résidences, causant ainsi des fuites dans l'environnement. Des produits chimiques dangereux introduits dans le lac par les inondations se sont ajoutés aux contaminants qui y étaient déjà présents, polluant possiblement les usines de traitement d'eau potable, les poissons et d'autres organismes aquatiques. Les niveaux élevés d'éléments nutritifs dans le lac tels qu'ils ont été observés après les deux inondations de 2011 ont

favorisé la prolifération de cyanobactéries (algues bleu-vert).

Si elles sont ingérées, les cyanotoxines émanant des cyanobactéries peuvent avoir une incidence sur la santé humaine et les animaux. Bien que de nombreux scientifiques spéculent que les proliférations d'algues à potentiel toxique et la contamination par les toxines peuvent être amplifiées par les inondations de 2011 aucun lien direct entre les deux événements n'a été confirmé.

Inondations et usine de traitement d'eau potable

Lorsqu'il est question de gestion d'urgence des usines d'eau potable, la principale priorité est de prévenir l'exposition aux contaminants. Le *Vermont Department of Environmental Conservation* (VT DEC) est l'organisme de régulation concernant les usines d'eau potable au Vermont. Le *Vermont Department of Health* (VT DOH) établit le cadre de travail pour les municipalités lorsqu'elles doivent émettre des avis visant à faire bouillir l'eau durant les pannes d'électricité, les inondations, et lorsque les infrastructures de traitement des eaux sont endommagées.[43] Durant l'inondation printanière du lac en 2011, le VT DOH a émis un avis de faire bouillir l'eau à l'intention de milliers de résidences riveraines qui dépendent de puits privés. Durant le passage de la tempête tropicale Irene, 30 réseaux publics de distribution d'eau ont émis un avis de faire bouillir l'eau, lequel concernait 16 590 personnes partout dans l'État.[44]

Dans l'État de New York, le *Department of Health* (NYS DOH) fournit un cadre de travail aux fournisseurs d'eau potable qui doivent émettre des avis indiquant aux gens de faire bouillir leur eau. Lors d'une situation d'urgence, les fournisseurs doivent déclarer tout risque possible pour la santé humaine au *Department of Health* local.[45] Les fournisseurs d'eau potable des comtés de Port Henry, Essex et Willsboro ont émis des avis de faire bouillir l'eau à l'intention de 3 600 résidents durant l'inondation printanière.[46] Certains secteurs des comtés d'Essex et de Clinton ont également reçu un avis de faire bouillir leur eau à la suite du passage de la tempête tropicale Irene.

Le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) du Québec guide les fournisseurs d'eau potable municipaux, en leur fournissant, notamment, des protocoles d'intervention si un risque de contamination survient. Les fournisseurs en eau potable locaux informent en retour le MDDEFP du Québec des risques possibles pour la santé humaine, le cas échéant.[47] Durant l'inondation printanière du lac en 2011, aucun des principaux fournisseurs n'a été touché. Cependant, de nombreuses installations ont dû augmenter la chloration et la filtration de l'eau en raison de la turbidité accrue de cette dernière. Les routes inondées par la tempête tropicale Irene ont eu une incidence sur trois réserves d'eau potable publiques (environ 50 316 personnes touchées) au Québec.[48]

Surveillance des toxines émises par la bactérie E. Coli et les cyanobactéries (algue bleu-vert)

Les inondations augmentent habituellement les contaminants trouvés dans de lac, y compris la bactérie E. *coli* et d'autres agents pathogènes. Par mesure de sécurité publique, la surveillance de bactéries coliformes est effectuée dans les plages publiques et dans les usines de traitement de l'eau potable publiques toutes les semaines ou plus fréquemment durant les périodes de hauts niveaux de bactéries, lesquels peuvent être attribuables à des écoulements fluviaux élevés. La prolifération de cyanobactéries (algue bleu-vert) peut également limiter l'utilisation du lac pour des activités récréatives, et même parfois celle des usines d'eau potable publiques si la prolifération de bactéries est suffisamment importante. Le programme de surveillance des cyanobactéries du lac Champlain est coordonné par le VT DEC en partenariat avec le LCBP, le comité du lac Champlain, l'UVM, et le VT DOH pour simplifier la prestation du programme de surveillance et pour signaler la prolifération d'algues pouvant être nocives et obtenir des échantillons des toxines. La réduction des

niveaux de phosphore dans le lac permettrait de restreindre la croissance des cyanobactéries toxiques éventuelles. Les mesures de résilience aux inondations favoriseront la réduction des apports en sédiments et en phosphore dans le lac. En outre, accroître la résilience aux inondations des usines de traitement des eaux usées actuelles diminuera les chances de dissémination de pathogènes et d'autres contaminants dans le lac et ses affluents lors de catastrophes naturelles.

Soutien psychologique

Au Québec, l'inondation prolongée a entraîné d'intenses problèmes d'ordre psychologique. Cependant, il n'existe pas de protocole standard dans cette province concernant la gestion de problème de santé mentale à grande échelle par suite d'une catastrophe naturelle. Ainsi, on n'a jamais considéré la situation comme un problème de santé publique. Selon les besoins des sinistrés, des services psychosociaux ont été offerts dans divers lieux comme au domicile, dans les centres de service aux sinistrés, dans les bureaux temporaires de l'aide financière du ministère de la Sécurité publique, dans les centres locaux de services communautaires (CLSC) et les hébergements temporaires. Les sinistrés qui le souhaitent et dont l'état le requérait ont pu bénéficier de rencontres de suivis psychosociaux individuels, familiaux ou de groupe. Une réponse et une relance téléphonique ont été réalisées par les accueils psychosociaux des CLSC et Info-Social. D'autres personnes encore se sont dirigées vers les soins privés, mais on ne dispose pas de statistique concernant les traitements privés.

Les inondations en Montérégie ont fait déferler une énorme vague de sympathie pour les milliers de personnes sinistrées et exténuées par des semaines de luttes et de tension. Les citoyens de la Montérégie ont exprimé leur besoin d'obtenir un soutien communautaire. Leur message a été reçu et le nombre de bénévoles qui ont répondu à l'appel a dépassé toute attente.

Des milliers de bénévoles se sont présentés pour prendre part à la « Grande corvée » de nettoyage qui a eu lieu les 11, 12 et 18 juin 2011 afin d'aider les victimes dans les secteurs de la Montérégie ravagés par les inondations. Le groupe communautaire SOS Richelieu a recruté plus de 4 000 bénévoles, a coordonné l'opération de nettoyage et a déclaré que l'initiative avait été couronnée de succès. Parmi les organisations s'étant portées volontaires, on comptait les Cadets royaux de l'Armée canadienne, la Société canadienne de la Croix-Rouge, les cols bleus de la Ville de Montréal et l'Ambulance Saint Jean.

La Sécurité civile du Québec a facilité la coordination de toutes les opérations afin d'assurer une utilisation optimale des ressources disponibles. Les bénévoles ont été répartis dans différentes municipalités et leurs tâches précises leur ont été assignées en fonction des besoins des citoyens et des municipalités sinistrées.

Contrairement au Québec, qui a dû composer avec une catastrophe naturelle qui a lentement ravagé certains secteurs au printemps, le Vermont a, quant à lui, fait face à une dévastation très rapide, détruisant de façon soudaine des résidences. Deux personnes ont perdu la vie au passage de la tempête tropicale Irene. *Starting Over Strong Vermont* (SOS VT) est un service ponctuel et gratuit qui a été conçu pour aider les personnes, les groupes et les communautés touchées par l'inondation provoquée par la tempête tropicale Irene. SOS Vermont mène des activités d'information dans les communautés et des opérations porte-à-porte par l'intermédiaire de services-conseils et psycho-pédagogiques dans des réunions de groupes.[49] En plus d'organiser des événements, SOS Vermont fournit des ressources éducatives et des documents sur son site internet pour aider les victimes d'inondation dans leur processus de rétablissement. Des efforts continus sont déployés depuis le passage de la tempête tropicale Irene et environ 10 000 personnes ont été jointes entre septembre 2011 et juin 2012 par l'organisation.[50]

Dans l'État de New York, la tempête tropicale Irene a également été dévastatrice. De nombreuses résidences ont été détruites et neuf personnes ont perdu la vie, dont deux qui habitaient dans le bassin du lac Champlain. Le *New York State Office of Mental Health* a conçu le *Project Hope Crisis Counseling Program* pour venir en aide aux personnes, aux familles et aux groupes de personnes touchés par les inondations causées par la tempête tropicale Irene. Le programme offre des services de consultation confidentielle et de l'information publique portant sur les services mis à la disposition des victimes habitant bon nombre de comtés dans l'État de New York touchés par la tempête tropicale, dont ceux de Clinton et d'Essex situés dans le bassin du lac Champlain. Le programme est financé par la *Federal Emergency Management Agency* et administré par le *Center for Mental Health Services*.[51] Les conseillers ont rencontré plus de 160 personnes sinistrées par les deux inondations dans les comtés de Clinton et d'Essex. En outre, près de 1 000 résidents des comtés de Clinton et d'Essex se sont inscrits auprès de la FEMA pour obtenir un secours aux sinistrés individuels.[52]

Gestion actuelle

Inondation printanière - Québec

Un important déploiement policier a été effectué par la Sûreté du Québec lors de ce sinistre. Également différents types de véhicules furent utilisés allant de la voiture patrouille au camion 6 roues en passant par les chaloupes et des véhicules de type "ARGO" tout terrain. Le but, maintenir une présence dissuasive pour contrer les malfaiteurs et rassurer la population se retrouvant souvent dans des situations précaires. Au total nous avons répondu à 333 appels en zone inondée durant les 2 mois qu'a durée cette opération. Nous avons également ouvert 134 dossiers opérationnels reliés aux inondations notamment 12 pour des crimes contre la personne, 38 pour des crimes contre la propriété et 84 autres dossiers tels des possessions de stupéfiants, état mental perturbé, assistance au public, alarme, cruauté envers les animaux, accident de la route, etc.

Le quai de Saint-Armand, le 6 mai 2011. Photo: QC MDDEFP

Des policiers coordonnateurs furent déployés dans chacune des municipalités sinistrées afin d'assurer la liaison entre les différents intervenants. Cette pratique s'est avérée une grande source d'appréciation de la part de nos partenaires (les municipalités) à en juger par les commentaires nombreux reçus par la suite.

En conclusion une présence constante jumelée à l'utilisation de différents véhicules a permis de maintenir un fort sentiment de sécurité auprès de la population sinistrée.

Dès le premier jour d'inondation en Montérégie, le gouvernement a apporté son soutien à la population sinistrée. Le gouvernement du Québec a mis sur pied un centre de coordination pour organiser les efforts de tous les partenaires auprès des municipalités et a mis en œuvre différentes mesures pour répondre plus adéquatement aux besoins exprimés:

- Consolidation des employés opérationnels de la Sécurité civile du Québec et de la Protection Civile du Canada;
- Avance rapide du Programme d'aide financière sous forme de primes

- Création d'équipes spéciales (logements, nettoyage et reconstruction, rénovation et financement);
- Mise en place d'équipes multidisciplinaires de réintégration des résidences;
- Adoption d'un décret gouvernemental visant l'accélération des versements pour ceux qui ont besoin de l'aide gouvernementale.

Le 11 mai 2011, la Sécurité civile du Québec a annoncé la mise sur pied d'un programme de financement particulier pour mieux venir en aide aux gens sinistrés en raison des inondations survenues en avril et en mai. Compte tenu de la durée pendant laquelle les gens ont été sinistrés et des répercussions que ces inondations ont pu avoir sur le moral des victimes, de nouveaux avantages ont été ajoutés au programme afin d'apporter un appui supplémentaire. Un somme maximale de 150 000 $ a été offerte pour appuyer les victimes possédant une résidence principale.

Inondation printanière - Vermont

Au Vermont, comme ce fut le cas au Québec, les gens vivant sur les rives du lac Champlain ont dû quitter leurs domiciles pendant la période de deux mois durant laquelle l'inondation est survenue. Les premières évacuations dont a fait rapport la Croix-Rouge du Vermont ont eu lieu dans les comtés de Chittenden et de Lamoille en raison d'une crue éclair engendrée par les pluies abondantes et la fonte des neiges. Les quartiers du New North End de Burlington près de l'embouchure de la Winooski River ont été évacués.

Au plus fort de la période d'inondation du lac, le 6 mai 2011, la section régionale de la Croix-Rouge américaine au Vermont a porté secours à 75 personnes, a fourni 100 trousses de nettoyage et de produits (*Comfort kits*) et 400 repas et a déployé six véhicules de la Croix-Rouge avec l'aide 20 personnes bénévoles. Les communautés qui ont reçu de l'aide de la Croix-Rouge sont St. Johnsbury, Burlington, Beecher Falls, Essex Junction, Colchester, St. Albans, Cambridge, et Jeffersonville. Les résidents évacués ont été logés dans des motels et ont reçu une aide financière. En outre, un refuge temporaire a été ouvert à St. Albans.[53] La Croix-Rouge a aidé les communautés sinistrées tant par l'inondation du lac que par les crues éclair dévastatrices qui sont survenues dans tout le bassin durant le printemps 2011.

Le 26 mai 2011, une inondation fulgurante le long de la rivière Winooski a touché les communautés de Montpelier et les secteurs en aval. Des refuges de la Croix-Rouge ont été ouverts dans le Barre Auditorium et le National Life Building à Montpelier. Des biens de consommation de survie comprenant des remorques d'intervention d'urgence munies de lits de camp, de couvertures, de fournitures, de même que des bénévoles de l'équipe d'intervention en cas de désastre (*Disaster Action Team*) provenant du Vermont et du New Hampshire ont été rassemblés. En outre, le gouverneur Shumlin de l'État du Vermont a ordonné le déploiement de 50 troupes de la Garde nationale pour aider les équipes d'intervention d'urgence à procéder aux évacuations. La nuit durant laquelle des inondations sont survenues, environ 170 résidents ont été évacués et logés dans les refuges et davantage de résidents ont été évacués le jour suivant en raison des risques de glissements de terrain. En l'espace d'une semaine, le nombre de résidents logés dans des refuges est passé de 170 à 27. Certaine personnes sont demeurées dans les refuges pendant presque deux semaines.

Le 15 juin 2011, le gouverneur Shumlin a demandé à la FEMA de déclarer l'État sinistré, exigeant un soutien fédéral afin d'aider à réparer les dégâts subits entre le 23 avril et le 9 mai 2011. Dans le bassin du lac Champlain, près de 800 résidences ont été touchées. Les services d'aide individuelle reçus par les personnes concernées ont coûté environ 5 millions de dollars. Les frais de reconstruction des infrastructures endommagées sont estimés à 3,6 millions de dollars.[54]

Inondation printanière dans le secteur riverain de Burlington, VT. Photo: LCBP.

Inondation printanière – New York

Dans l'État de New York, l'importante inondation printanière a forcé bon nombre de résidents à quitter leurs résidences pour aller dans les refuges. La Croix-Rouge américaine de Northeastern New York a appuyé les efforts d'intervention d'urgence dans le segment du bassin appartenant à l'État de New York, procurant une aide aux comtés de Clinton et de Franklin. Les refuges temporaires étaient établis à Saranac Lake, Ausable Forks et Plattsburgh. Des évacuations volontaires ont eu lieu partout dans l'État de New York, du côté du bassin, pour échapper à l'inondation du lac et éviter de devoir faire face à une inondation des affluents en raison de tempêtes printanières et du ruissellement de l'eau occasionné par la fonte des neiges, ainsi que pour éviter d'être victime de glissements de terrain.

Le 10 juin 2011, le gouverneur Cuomo a demandé que l'on déclare l'État sinistré national afin d'obtenir une aide pour réparer les dommages causés par les fortes tempêtes printanières. Les comtés d'Essex et de Warren, dans le bassin du lac Champlain, ont été inclus dans la déclaration. Les frais liés à l'aide prodiguée au gens touchés par les inondations pour les trois comtés combinés étaient estimés à 9,9 millions de dollars.[55]

Tempête tropicale Irene - Vermont

Au cours du passage de la tempête tropicale Irene, le *Vermont Emergency Management Office* de Waterbury a été inondé. Ainsi, le quartier général d'intervention d'urgence en cas de catastrophe a dû être installé ailleurs. Les dommages causés aux routes par suite du passage de la tempête ont isolé 13 communautés, à différents endroits au Vermont, sans route praticable permettant de pouvoir entrer ou sortir des lieux.[56]

De nombreuses évacuations ont dû être effectuées en raison de la tempête tropicale Irene. La Croix-Rouge du Vermont et de New Hampshire Valley a mis en place un réseau de 300 refuges pour venir en aide aux victimes dans la région. La Croix-Rouge a planifié l'ouverture des refuges avant le passage de la tempête. Le premier refuge a été ouvert à la *Brattleboro Union High School* afin de transférer sans heurt les personnes âgées d'un centre domiciliaire. Sept refuges de plus ont été ouverts peu de temps après dans les villes de Bennington, Springfield, Hartford, Rutland, Barre, St. Johnsbury, et St. Albans.[57] Durant le passage de la tempête tropicale Irene, la Croix-Rouge a ouvert un total de 13 refuges à différents endroits au Vermont et au New Hampshire; 500 personnes ont nécessité un séjour de plus de 24 heures, dont bon nombre arrivait durant la nuit au fur et à mesure que les eaux s'élevaient. Parmi les gens évacués, 60 venaient de Brattleboro et 350 de Marshfield, en aval, dans la partie est de Montpelier. Ces évacuations constituaient une mesure de précaution dans l'éventualité où le barrage céderait. Une fois la tempête tropicale terminée, quatre refuges sont demeurés ouverts, soit ceux de Brattleboro, Hartford, Barre, et Rutland En outre, 24 communautés se sont occupées de la gestion de leurs propres refuges.[58] Pour bon nombre de communautés donnant refuge de leur propre chef aux résidents sinistrés, la Croix-Rouge a été en mesure de répondre aux besoins de fourniture, mais les routes dangereuses et les conditions climatiques ont limité la possibilité de la Croix-Rouge de venir en aide à certaines communautés isolées. Au total, la Croix-Rouge a distribué approximativement 16 000 repas et des milliers de bouteilles d'eau pendant et immédiatement après le passage de la tempête tropicale Irene.[59]

Les efforts déployés pour secourir les victimes au terme de l'inondation se sont transformés, passant d'interventions d'urgence à des efforts de rétablissement. La Croix-Rouge a d'ailleurs fourni son aide en dépêchant des équipes de soutien mobiles qui prodiguaient de la nourriture, des services de santé, des évaluations de santé, de l'assistance aux victimes, de l'eau et des articles en lot, tels que des trousses de nettoyage et de confort comportant des articles de secours nécessaires. Plus de 600 trousses de nettoyage ont été distribuées par 500 fournisseurs de service de santé et 300 fournisseurs d'aide humanitaire. La Garde nationale du Vermont a été déployée le 29 août 2011 pour aider les communautés en distribuant des biens et des services. C'est 14 véhicules d'intervention d'urgence de la Croix-Rouge américaine, de partout au pays, qui ont distribué des biens à plus de 26 communautés aux fins de distribution locale, particulièrement aux communautés où l'accès était limité en raison de l'état dangereux des routes. Des bénévoles ont aidé les victimes des inondations en déterminant les étapes à suivre pour mener à bien le processus de rétablissement et pour permettre aux victimes l'accès aux ressources locales, des états et nationales.[60]

Tempête tropicale Irene – New York

L'inondation et les fortes rafales ont forcé les résidents à quitter leur demeure pour se rendre dans les refuges, et des mesures d'urgence ont dû être prises partout dans la portion du bassin du lac Champlain dans l'État de New York. Avant le passage de la tempête, les résidents ont été fortement encouragés à se préparer pour faire face à la situation et à se pourvoir de réserves d'eau, de nourriture non périssable, de lampes de poche et de trousses de premiers soins. Il a également été recommandé aux résidents de s'assurer de bien fermer leurs réservoirs de gaz propane, d'augmenter la réfrigération des aliments pour palier à une panne d'électricité éventuelle et de remplir le réservoir d'essence de leurs véhicules au cas où des évacuations seraient nécessaires.

Les comtés d'Essex et de Clinton et la ville de Jay ont toutes trois été fortement touchées par le passage de la tempête tropicale Irene. Les résidents vivant sur les rives de la East Branch de la Ausable River à Keene Valley ont dû être évacués. Un refuge a été mis en place dans le Keene Town Hall. Des évacuations supplémentaires ont été effectuées à Keene et à Upper Jay. Des dommages routiers similaires à ceux auxquels ont fait face d'autres villes ont entraîné l'isolement des communautés à Keene, dans l'État de New York. Le système radio aux fins de sécurité publique du comté d'Essex a été compromis et le centre de santé de Keene a été fermé par suite de dommages causés par l'inondation. Les problèmes de fonctionnement des moyens de communication et des systèmes de santé ont entraîné un ralentissement quant aux interventions de secours et aux interventions de soin de santé urgentes.

En date du 5 septembre 2011, on comptait dans tout l'État de New York 99 refuges dédiés à soutenir les victimes de l'inondation et logeant 6 060 personnes séjournant plus de 24 heures, et 27 installations d'alimentation mobiles dans lesquels s'affairaient 1 613 travailleurs de la Croix-Rouge qui ont distribué 67 786 repas.[61] La *American Red Cross Northeastern New York Region* (Croix-Rouge américaine de la région nord-est de New York ou ARCNENY comprend les comtés de Warren, Washington, Hamilton, Essex, Clinton, et Franklin) a donné plus de 5 000 repas durant la période en question.

La ARCNENY a assuré la prestation d'une séance de formation rapide de quatre heures portant sur le secours aux sinistrés pour augmenter le nombre de bénévoles prêtant main-forte aux victimes de la tempête tropicale Irene, de Poughkeepsie à Plattsburgh. Plus de 200 bénévoles ont reçu une formation rapide et ont été répartis sur tout le territoire. En outre, la ARCNENY a déployé 255 personnes faisant partie de son personnel local et national. La Garde nationale et la Civil Air Patrol ont également apporté leur aide durant les évacuations et les interventions d'urgence.[62] Le gouverneur Cuomo de l'État de New York a procédé au lancement d'une initiative bénévole intitulée *Labor for Your Neighbor* (Aidez votre voisin) le week-end de la fête du Travail suivant le passage de la tempête tropicale Irene afin de soutenir les efforts locaux de nettoyage. Plus de 2 000 bénévoles coordonnés par la Garde nationale et la *State Office of Emergency Management* (Office d'État de gestion des situations d'urgence) ont participé à cette initiative.

Besoins en matière de gestion

- Améliorer les plans d'intervention d'urgence en cas d'inondation dans le bassin du lac Champlain pour réduire les impacts possibles sur la santé humaine.
- Améliorer les interventions à court terme et assurer la coordination de celles-ci dans les États et la province de Québec.
- Améliorer la coordination des efforts de rétablissement de la santé humaine à long terme entre les États et la province.
- Élaborer un protocole pour aborder, à titre de problème de santé publique, les répercussions que peut avoir une catastrophe sur la santé mentale.

Lacunes et besoins en matière de données

Lacunes : Dans quelle mesure les inondations ont-elles augmenté la présence de bactéries fécales coliformes (E. *coli*) dans nos voies d'eau?

Besoins en matière de données :
- Surveiller les niveaux de coliformes fécaux (ou E. *coli*) au fil du temps et déterminer quels sont les liens entre les inondations et d'autres catastrophes naturelles.
- Évaluer des stratégies à long terme visant à réduire la contamination des coliformes fécales afin d'aider les communautés du lac Champlain à augmenter leur résistance aux contaminants dans le système d'approvisionnement en eau.

Lacunes : La prolifération d'algues à potentiel toxique est-elle liée à l'augmentation des niveaux d'éléments nutritifs depuis les inondations de 2011?

Besoins en matière de données :
- Surveiller les niveaux de cyanobactéries et des toxines qu'elles contiennent et déterminer si la fréquence, la durée et la teneur en toxines de la prolifération changent suite à des inondations majeures.

Lacunes : Quelles sont les répercussions psychologiques qu'entraîne une inondation et quelles sont les répercussions socioéconomiques sur le bassin?

Besoins en matière de données :
- Compiler des rapports sur les répercussions psychologiques causées par les inondations de 2011 au Vermont, dans l'État de New York et au Québec et par d'autres catastrophes naturelles aux fins d'analyse à court terme et à long terme.

Lacunes : Comment les communautés peuvent-elles soutenir davantage la stabilité émotionnelle de leurs résidents lors de catastrophes afin de permettre une meilleure résilience aux inondations.

Besoins en matière de données :
- Un modèle efficace de gestion de la santé mentale sur le plan de la santé publique, lié aux interventions de secours aux sinistrés. Le modèle devrait être utilisé à l'échelle locale et profiter d'un programme de financement autosuffisant.

Lacunes : Est-ce que la moisissure accrue a une répercussion prolongée sur la santé des humains dans le bassin?

Besoins en matière de données :
- Le nombre total de problèmes de santé signalés relativement à la moisissure dans chaque État et la province ayant compétence dans le bassin.
- Déterminer les niveaux de moisissures toujours présents dans les habitations inondées.

Milieu urbain

La géographie du bassin du lac Champlain est constituée de montagnes escarpées et de vallées fluviales fertiles et sans grand relief. Par conséquent, la plupart des développements ont été effectués dans les plaines inondables, tout le long des corridors fluviaux et près des rives. Puisque la fréquence des inondations semble être à la hausse, le coût d'entretien de milieux urbains dans les plaines inondables et très près des cours d'eau doit être évalué minutieusement.

Inondation du lac Champlain - printemps 2011

Les inondations printanières ont causé des dommages considérables aux habitations partout dans le bassin du lac Champlain dans les États du Vermont et de New York et au Québec. Du 13 avril au 19 juin 2011, le lac Champlain était au-dessus du niveau critique de crue (30,5 m ou 100 pieds AMSL). Il a atteint un niveau record de 31,5 m AMSL (103,27 pieds).[63] L'inondation des rives, des affluents et les inondations jumelées à l'élévation des eaux souterraines et aux glissements de terrain ont affligé les États du Vermont et de New York. Au Québec, plus de 25 communautés ont subi de graves inondations causées par la décharge du lac Champlain, la rivière Richelieu.[64] Une inondation prolongée, une action des vagues, des dommages riverains, une érosion des berges et des glissements de terrain sont tous des caractéristiques de l'inondation printanière. Par conséquent, le milieu urbain du bassin du lac Champlain a subi des dommages généralisés soit les résidences, les établissements commerciaux, les routes et les établissements publics de même que les ressources électriques et énergétiques.

Dommages causés par l'inondation

L'inondation printanière de 2011 a duré huit longues semaines. Durant cette période, les demeures et les établissements commerciaux près du lac ont été inondés. La crue et la pression inégale exercée sur les murs de fondation ont causé des dommages structuraux. La moisissure qui s'est formée a détruit les articles d'ameublement à l'intérieur des bâtiments et les matériaux structuraux de ces derniers. Les câblages électriques inondés constituaient un risque pour la santé. Dans certains cas, des installations ont dû priver d'électricité des quartiers complets. La corrosion, des fuites et des déconnexions de conduites de gaz, de réservoirs de gaz propane et d'huiles ont été signalées, ayant comme résultat de contaminer davantage les eaux de crue et causant des risques d'incendie. Les fosses septiques ont débordé, ce qui a contaminé les puits d'eau potable. Bon nombre des personnes qui sont demeurées dans leurs domiciles inondés devaient se déplacer en canoës ou sur un pont de fortune pour avoir accès à leur propriété.

La rivière Richelieu a également inondé plus de 25 communautés au Québec pendant plus de deux mois, endommageant ou détruisant 3 535 foyers et forçant le déplacement de 1 651 résidents. Parmi les gens qui ont été déplacés, bon nombre ont dû être déplacés pendant une longue période ou ont dû déménager de façon permanente.[65] Le groupe de gestion des urgences du Vermont (*Vermont Emergency Management*) a signalé que plus de 500 foyers situés le long du lac Champlain avaient subi des dommages dont 24 de ces foyers ont été détruits. Dans l'État de New York, des rapports à l'intention de la FEMA ont indiqué qu'un total de 929 foyers avaient subi des dommages majeurs ou mineurs et que 19 résidences avaient été détruites.[66]

Action des vagues

Le lac Champlain s'étend sur 193 km (120 milles) et est orienté du nord au sud, créant ainsi un environnement idéal pour les vents soufflant du nord ou du sud de générer une action des vagues. Au cours de l'inondation printanière, des vents provenant du sud ont poussé l'eau vers le nord dans la vallée de

la rivière Richelieu. À la fin du mois de mai, des rafales de vents de 80,4 km/h (50 mph) ont fait gonfler la surface de la rivière Richelieu, laquelle a atteint un niveau plus élevé que celui atteint au début mai.[67] L'action des vagues, combinées aux inondations généralisées, ont gravement endommagé le milieu urbain dans la région du Richelieu qui était déjà affaiblie par la saturation de l'eau et les dégâts causés par celle-ci. Les résidents ont signalé que les vagues éclaboussaient les maisons, cassaient des fenêtres et endommageaient les structures. Les routes en remblai joignant les îles du lac Champlain à la région continentale au Vermont s'avéraient menacées.

Dommages fluviaux

Les affluents du lac Champlain ont également inondé leurs rives, parfois en raison des inondations soudaines qui ont causé des dommages aux rives et la détérioration des habitations en périphérie. Les inondations ont gonflé à un niveau dépassant les rives se sont amplifiées en aval et ont heurté les édifices ou ont érodé les structures supportant les rives. En outre, les inondations (qui contiennent des sédiments et d'autres éléments contaminants possibles découlant des inondations) ont été transportées dans les villes et les villages, laissant derrière elles une épaisse couche de limon vaseux dans les milieux urbains.

À la fin du mois de mai, des pluies torrentielles ont déclenché une crue éclair dans le bras nord de la rivière Winooski, inondant la capitale du Vermont, Montpelier, et les régions environnantes. À Barre, tous les édifices dans un rayon de 10 pâtés de maisons du centre-ville ont subi des dommages et la ville a été couverte d'une couche de limon vaseux d'une épaisseur de trois pieds (un mètre) à certains endroits. À Montpelier, de nombreux propriétaires d'entreprises ont déclaré qu'entre 1,8-2,4 m (6 à 8 pieds) d'eau avaient inondé leur sous-sol.

Dommages causés par la saturation des sols

Les crues printanières prolongées causées par les pluies abondantes et la fonte des neiges ont saturé le sol du bassin du lac Champlain et ont fait s'élever les niveaux des eaux souterraines. Un système de surveillance des eaux souterraines du USGS a mesuré l'élévation des niveaux eaux dans les comtés de Franklin, Lamoille et de Rutland au Vermont. Des propriétaires de toute la région du lac Champlain ont fait état de sous-sol inondés et de débordements de fosses septiques.

Les sols saturés d'eau peuvent accroître le risque de glissements de terrains soit une forme extrême d'érosion des pentes abruptes. À Barre au Vermont, des résidents ont été évacués lorsqu'une partie d'un versant de 3,6 m (12 pieds) s'est effondrée sur l'Interstate 89, augmentant ainsi le risque de glissements de terrains supplémentaires.[68] À Porter Mountain dans la Keene Valley de l'État de New York, un glissement de terrain lent de 33 hectares (82 acres) soit le plus important glissement de terrain de l'histoire de l'État de New York – se déplaçait de7, 62 cm (3 pouces) par jour au cours du mois de mai détruisant une maison et en menaçant plusieurs autres.[69]

Tempête tropicale Irene en 28 août 2011

La tempête tropicale Irene a entraîné des pluies torrentielles et de puissants vents sur le bassin du lac Champlain quelques mois seulement après l'épisode des crues printanières. Irene a eu des répercussions plus importantes sur les affluents et sur les vallées que sur le lac Champlain, bien que les effets à long terme des événements sur le lac ne soient pas encore connus. Les États du Vermont et de New York ont été sévèrement frappés, tandis que le Québec a été épargné. Des inondations fulgurantes ont balayé les centres urbains, détruisant sur leur passage les infrastructures, les cultures agricoles et les habitats sur les rives.

Vermont

Dans tout l'État du Vermont, les visites préliminaires des sites effectuées par le FEMA ont révélé que plus de 3 535 résidences avaient subi des dommages. De ce nombre, 1 400 ménages ont été déplacés.[70]

Des 7 233 résidents du Vermont qui se sont inscrits afin de recevoir l'aide du FEMA, plus de la moitié étaient des résidents des comtés faisant partie du bassin du lac Champlain. Les eaux de crue provenant de la tempête Irene ont causé des dommages structuraux immédiats aux réservoirs et aux réseaux de distribution d'essence et d'huile, ainsi qu'aux infrastructures électriques. Environ 73 000 clients du service public du centre du Vermont (*Central Vermont Public Service*) ont été privés d'électricité après le passage d'Irene. Le service a été rétabli pour 55 % des clients dans les 24 heures suivantes. Une semaine après le passage d'Irene, le service était rétablie pour la totalité des clients.[71] Les réservoirs de propane et d'huile représentaient un important danger après le passage de la tempête Irene, tout particulièrement dans le centre du Vermont où de nombreux résidents utilisaient leurs propres réservoirs de gaz et d'huile en raison de dommages causés aux conduites de gaz municipales. La *United States Environmental Protection Agency* (US EPA) et le *Vermont Department of Environmental Conservation* (VT DEC) ont traités des déversements de produits dangereux au moyen de séparateurs huile-eau. Seulement près du *Waterbury State Complex*, 1 135 623 litres (300 000 gallons d'eau) ont été traités. On estime à 1,75 millions de dollars le coût des mesures relatives à la décontamination de l'eau au terme du passage de la tempête tropicale Irene.

Irene a endommagé les édifices d'intervention d'urgence et publics, compromettant ainsi la capacité des services publics à réduire les impacts de la tempête. Au Vermont, le *Waterbury State Office Complex*, abritant le centre de gestion des urgences au Vermont et l'agence des ressources naturelles du Vermont (*Vermont Agency of Natural Resources*) ont été inondés forçant le transfert des employés vers des bureaux temporaires. Bon nombre d'employés de ces agences ont agi à titre de répondants de premier ligne lors du passage d'Irene, en assurant la sécurité civile et en minimisant les risques environnementaux. Le *LaRosa Agriculture and Environmental Laboratory* et le *Vermont State Hospital* ont été sévèrement touchés par les inondations du *Waterbury State Office Complex* et les coûts des rénovations se sont élevés à 85 millions de dollars.

La FEMA a reçu 344 demandes d'assistance publique. De ce nombre, 292 demandes étaient jugées admissibles à la fin de 2012.[72] Au mois de décembre 2012, 3 056 des 3 225 projets de réparations aux inondations individuels avaient été financés par la FEMA. La part des coûts fédéraux (établie à 90 %) engagée par l'État du Vermont s'élevait à 129 601 374 $. La FEMA a approuvé l'acquisition (rachat) de 81 propriétés.[73]

New York

Le gouverneur de l'État de New York, Andrew Cuomo, a fait état de plus d'un milliard de dollars en dommages dans l'ensemble de l'État au terme du passage d'Irene. Le nord-est de l'État de New York, y compris les régions de Catskills, de Mid-Hudson et de North Country, a subi les plus importants dommages de la tempête Irene. Selon la Croix-Rouge américaine, 228 maisons dans la région de North Country ont été endommagées ou détruites. De ce nombre, 113 maisons ont subi des dommages (30 ont été détruites) dans le comté d'Essex et 111 maisons ont été endommagées (dont une détruite) dans le comté de Clinton.[74] En ce qui concerne la partie du bassin qui se trouve dans l'État de New York, les comtés de Clinton, d'Essex, et de Warren ont été déclarés zones fédérales sinistrées. Quant au comté de Washington, il a été déclaré comme une zone en état d'urgence après le passage d'Irene. Dans l'ensemble de l'État, plus de 900 000 foyers de l'État de New York ont été privés d'électricité. Les services publics de l'État de New York ont remplacé plus de 300 miles (482 km) de câbles dans les zones durement touchées.[75] Des parties de Keene et de Keene Valley ont été évacuées puisque la Ausable River a débordé sur ses berges, menaçant des résidences. De nombreux édifices publics ont également été durement touchés ou détruits dans la partie du bassin qui se situe dans l'État de New York.

La caserne et la bibliothèque de Upper Jay ont été endommagées, entraînant des coûts de réparation d'au moins 25 000 $. À Keene, le toit de la caserne de pompiers s'est effondré, nuisant ainsi aux interventions en cas d'urgence dans la région.

Gestion actuelle

Pendant les inondations

Pendant les inondations printanières du lac Champlain et la tempête tropicale Irene, d'importantes mesures ont été prises à l'échelle des États et des provinces, au niveau municipal, communautaire et individuel afin de protéger les habitations des inondations. Des sacs de sable et d'autres barrières, y compris des barrières de ciment et des roches empilées, ont été utilisés pour retenir l'eau ou en réduire l'écoulement afin de prévenir les dommages structuraux. Au cours des inondations printanières, l'État du Vermont a rempli plus de 67 000 sacs de sable et les municipalités entourant le bassin en ont empilé encore plus. Les bénévoles ont joué un rôle capital dans l'empilage de sacs de sable et dans le retrait de ceux-ci une fois la crue estompée. Pendant les inondations, bon nombre de résidents ont travaillé sans relâche à pomper l'eau hors de leur sous-sol. Dans certains édifices, l'électricité a intentionnellement été coupée afin de réduire les risques d'électrocution. On recommandait également aux personnes de bien fermer ou de déconnecter leurs réservoirs d'huile ou de gaz afin de réduire les risques d'incendie. On a demandé à des employés de l'État de superviser certains édifices et des structures à risque. Des hauts fonctionnaires de l'État ont demandé une aide fédérale du côté de la FEMA et de la Garde nationale. Au Québec, le gouvernement fédéral a envoyé des troupes afin de coordonner les opérations d'évacuation et pour prêter main-forte aux citoyens pendant les pires moments de l'inondation.

Après les inondations

Inspection et nettoyage

Bien que les tentatives visant à limiter les dommages aux propriétés aient été fastidieuses pour bon nombre de personnes, la principale tâche consistait à réparer les dommages causés à aux habitations après l'inondation. Pour plusieurs personnes évacuées, le retour à la maison après l'inondation a été traumatisant pour constater l'état désolant de leur maison. Les gouvernements des États, de la province et des municipalités ont demandé avec insistance que les propriétaires fassent inspecter leur maison afin de déceler les risques liés à la structure, à l'électricité et aux dangers relatifs à l'hygiène du milieu. Une opération dans un puits au moyen d'une pompe électrique peut entraîner une décharge électrique mortelle. Il est également très risqué de vivre dans une maison inondée dont le système électrique est défectueux. En outre, les déversements de produits dangereux ou les incendies guettent les maisons inondées qui ont des réservoirs de gaz ou d'huile ou des conduites de gaz.

Les risques relatifs à l'hygiène du milieu sont toujours un problème inquiétant pour les résidents qui réintègrent leur maison après une inondation. On recommande d'enlever tout l'aménagement intérieur ou les cloisons qui ont été exposés dans les 24 à 48 heures suivant une inondation afin de prévenir la prolifération de moisissures. Une fois la moisissure présente, il est très difficile de l'éliminer de la structure. La moisissure représente un risque environnemental et de santé dont la croissance est due à l'excès d'humidité. Elle passe souvent inaperçue et sa présence n'est pas toujours facile à détecter.

Un quartier inondé de Colchester, VT. Photo: LCBP

La Croix-Rouge américaine, le groupe communautaire SOS Richelieu, la Société canadienne de la Croix-Rouge et bon nombre de municipalités ont offert des services gratuits d'inspecteurs en bâtiment en services électriques et en hygiène de l'environnement afin de réduire les coûts de réintégration des maisons des familles et afin d'atténuer la propagation de moisissures. Des mesures supplémentaires ont été prises dans les hôpitaux et dans les écoles en vue de prévenir les maladies auprès des enfants et des adultes qui sont susceptibles d'être malades en raison de la moisissure. La Croix-Rouge américaine dans les États du Vermont et de New York, ainsi que le groupe communautaire SOS Richelieu, ont fait leur part en fournissant gratuitement aux sinistrés des trousses de nettoyage. De nombreux dons ont également été amassés en vue de fournir des matériaux de construction aux victimes des inondations.

Dommages déclarés

La principale difficulté dans la gestion des dommages causés par une inondation aux propriétés est la déclaration des dommages tant à l'échelle individuelle que collective. La déclaration des dommages représente la première étape afin d'être admissible à l'assistance financière individuelle et publique. Bon nombre de personnes de la région n'avait jamais vécu une catastrophe naturelle d'une telle ampleur et ignoraient la façon de déclarer les dommages subits. Les commissions de planification municipales et régionales, ainsi que les organismes sans but lucratif ont travaillé de concert avec les gouvernements des États et de la province de Québec afin de faciliter l'évaluation et la déclaration des dégâts causés par les inondations de 2011.

Besoins en matière de gestion

- Création d'un cadre de travail pour la déclaration des dommages causés par les inondations qui regroupera toutes les communautés et qui offrira une aide visant à dédommager les gens pour les dommages subis.
- Les organismes provinciaux et des états devraient élaborer des formulaires de déclaration simples qui seraient distribués dans les municipalités touchées par des inondations. Ces formulaires de déclaration devraient être clairs et faciles à remplir et devraient également fournir les renseignements requis par les organismes d'intervention en cas d'urgence pertinents à l'échelle fédérale, provinciale ou de l'État.
- Un outil de réponse en cas d'urgence s'appuyant sur un système d'information géographique (SIG) à l'échelle de tout le bassin (comme une application mobile) devrait être créé et mis à la disposition des premiers répondants afin de faciliter le partage des renseignements.

Recommandations pour la santé publique :

- Plus les gens réintègrent leur maison rapidement, moins grands sont les dommages, les pertes matérielles, les problèmes de santé et de souffrances à caractère psychologique.
- En vue de se préparer à une éventuelle catastrophe :
  - Élaborer des méthodes de suivi syndromique qui seront employées avant et après une catastrophe.
  - Lancer des appels codés pour sensibiliser aux particuliers adaptés aux événements.
  - Clarifier le partage des responsabilités en ce qui concerne les communications publiques entre la santé publique et les autorités publiques concernées, y compris des protocoles de système de commandement en cas d'incidents.
  - Produire des rapports publics en temps opportun afin de maximiser les leçons tirées des événements.

- Élaborer de meilleurs documents de sensibilisation destinés aux occupants des maisons touchées par une catastrophe portant sur les traitements et l'éradication de la moisissure et d'autres problèmes d'hygiène environnementale.

Lacunes et besoins en matière de données

Lacunes : L'évaluation quantitative des dommages sur les propriétés par les inondations de 2011, y compris les coûts des dégâts, les pertes commerciales (ou les gains) et le coût des réparations.

Besoins en matière de données :
- Enquête des dommages causés sur les habitations résultant des inondations

- Analyse coûts avantages de la reconstruction des infrastructures nécessaires dans les zones inondables

Lacunes : Quelles sont les communautés qui ne font pas partie du cadre pour la préparation de rapports actuel?

Lacunes : Combien de dommages causés à aux propriétés n'ont pas été déclarés?

Besoins en matière de données :
- Recueillir des données à l'échelle municipale par l'intermédiaire de groupes de consultation afin d'établir un cadre pour la préparation de rapports présentant une hiérarchie claire des dommages dans l'ensemble de l'État, de la province ou du bassin versant.

- S'assurer que les données recueillies par les groupes de consultation peuvent être utilisées par les organismes de l'État, de la province et des municipalités de façon rentable.

Infrastructure

Dans le bassin du lac Champlain, la grande partie des infrastructures de transport se situe près des cours d'eau. La majorité des routes de l'État, des routes municipales ou des comtés, des lignes de chemin de fer, des ponts, des ponceaux et des sentiers récréatifs croisent ou suivent les rives du lac ou de ses affluents et ont subi d'importants dégâts lors des inondations. Des barrages de différentes tailles et de divers usages sont dispersés un peu partout dans le bassin. Les usines de traitement de l'eau potable et des eaux usées sont évidemment à proximité des voies navigables. Par conséquent, les inondations ont placé les infrastructures du bassin du lac Champlain dans une position risquée quant à la structure et à la sécurité en raison des dangers et de la contamination chimique ou biologique. Au cours des inondations printanières de 2011, chaque communauté touchée par les inondations a largement été touchée par les dommages faits aux réseaux de transports.

Transport : réseaux routiers des états et municipales

Inondations printanières – Vermont

Selon la *Vermont's Agency of Transportation*, l'entretien et les réparations du réseau routier de l'état découlant des chutes de neige exceptionnellement abondantes et de l'inondation du lac au printemps 2011 ont coûté 15 millions de dollars au total. Selon la *Vermont Agency of Transportation* et la FEMA, les dégâts publics causés directement par les inondations printanières aux routes et aux ponts ont atteint environ 6 millions de dollars. Les routes et les autoroutes de l'État ont souffert de dommages atteignant 1,9 million de dollars. Sur les routes du Vermont, 14 différents sites ont fait état de glissements de terrain et de ruptures de versants importants le long des rivières et des cours d'eau. Au plus fort des inondations, la Route 2 de l'état en remblai entre Colchester et South Hero a risqué d'être totalement inondée, ce qui aurait eu comme effet d'isoler les îles Champlain du sud de

la partie continentale du Vermont. Des sections de nombreuses autres routes de l'état importantes (2, 7, 17, 36, 78, 118, 122, 125 et 129) ont également été endommagées, fermées ou réduites à une seule voie. L'autoroute Interstate 89 sud près de la sortie Colchester a été réduite à une voie en raison d'une inondation partielle.[76] Dans les régions rurales du Vermont, les routes de campagne municipales ont causé d'autres problèmes, puisque la plupart d'entre elles sont des routes de terre qui s'érodent facilement. Les pluies diluviennes qui ont entraîné les crues du lac ont causé du tort aux routes près des cours d'eau en amont. Les routes longeant la rivière Mad ont été lourdement endommagées, excédant les budgets municipaux alloués à la réfection des routes très tôt en début d'année. En effet, les travaux ont coûté environ un million de dollars.[77]

Inondations printanières – New York

Dans l'État de New York, l'inondation printanière a causé autant de dégâts aux infrastructures routières qu'au Vermont. Les inondations printanières ont entraîné près de 2 millions de dollars de dommages aux ponts et aux routes du comté d'Essex. De ce montant, 1,5 million de dollars ont servi à réparer les dégâts dans la ville de Moriah, où de nombreuses routes ont été emportées par les crues et où deux ponts se sont effondrés. À Lake Placid, la Route 73 a été réduite à une seule voie quand elle a été envahie par les inondations et a été fermée à d'autres endroits en raison des risques liés à un pont. Dans le comté de Clinton, une grande partie des rives du lac Champlain a été inondée, particulièrement le long de l'embouchure de la rivière Chazy, inondant du même fait plusieurs routes.

Tempête tropicale Irene – Vermont

Dans tout l'État du Vermont, plus de 200 villes ont rapporté des dommages dans le secteur des transports au terme du passage de la tempête tropicale Irene. Selon la *Vermont Agency of Transportation*, Irene a endommagé plus de 800 km (500 miles) de routes de l'État et 200 ponts du *Vermont State Highway System*, ce qui représente des coûts de

La route 2 U. S. sur remblais entre South Hero et Milton, VT. Photo: LCBP

reconstruction se situant entre 175 à 250 millions de dollars.[78] Les dommages causés aux routes locales ont touché 2 260 segments routiers, et ont forcé la fermeture de 175 routes et de 90 ponts. Des dommages ont été causés à plus de 960 ponceaux. De plus, les 11 commissions de planification régionale du Vermont ont évalué les dégâts et ont participé au partage de l'information et des ressources. Au plus fort des ravages causés aux infrastructures de transport, 13 communautés de l'État du Vermont étaient isolées.

Tempête tropicale Irene – New York

La portion du bassin du lac Champlain qui se situe dans l'État de New York a également subi de grands dommages à ses infrastructures de transports lors passage de la tempête tropicale Irene. En fait, de tout l'État de New York seul le nord-est a été principalement touché par Irene. Les autorités fédérales américaines et celles de l'État de New York ont rapporté que 150 autoroutes principales dans le nord-est de l'État de New York avaient été touchées par Irene[79] et dans le comté d'Essex, plus de 100 routes ont été endommagées. Selon le *Department of Public Works* du comté d'Essex, entre les crues printanières et le passage d'Irene, dans le comté d'Essex, des dommages ont été causés à 10 ponts, à 574 km (357 miles) d'autoroutes, à 380 ponceaux et 4 570 m (15 000 pieds) de routes ont été ont été emportés par les crues.[80] La Route 73 du réseau d'autoroutes de l'État de New York a été emportée par les crues et rongée par endroits.

Le *NYS Department of Transportation* a rapporté que la réouverture de la Route 73 se ferait à la fin du mois de septembre. Dans la région du lac George, les routes 9 et 9N du réseau d'autoroutes de l'État de New York, longeant différentes routes locales, ont été emportées par les crues et fermées à la circulation. Les eaux de ruissellement dans la région ont fait déborder les ponceaux locaux et les systèmes de gestion des eaux d'orage. Les comtés de Warren, de Washington et de Saratoga ont déclaré l'état d'urgence en raison du nombre de routes fermées, victimes des eaux des rivières Mettawee et Battenkill.

Lignes de chemin de fer, transport public et aéroports

Le réseau principal de chemin de fer dans la partie du bassin qui se trouve dans l'État de New York est le Canadien Pacifique, traversant le South Lake et longeant la rive ouest du lac Champlain. Pendant les inondations de 2011, l'opération Amtrak, sur le chemin de fer du Canadien Pacifique a été suspendue en raison du haut niveau des eaux du lac. Au cours de la tempête tropicale Irene, le chemin de fer du Canadien Pacifique a été fermé pendant plusieurs jours avant et pendant la tempête et dans certaines régions, après la tempête en raison du haut niveau des eaux ou de la chute d'arbres. Cependant, le service a rapidement repris. Au Vermont, le chemin de fer d'État a été lourdement endommagé; un total de 107 tronçons inondés par les eaux de crue (dont 50 ont été lourdement touchés), d'importants dégâts ont été causés à six ponts et à plus de 320 km (200 miles) de ligne de chemin de fer. Les coûts estimés des réparations s'élevaient à 21,5 million de dollars. La New England Central Railroad, une ligne de chemin de fer privée au Vermont, a dû être réparée à 66 endroits.[81] À l'exclusion des dommages possibles causés aux structures pendant une inondation, les lignes de chemin de fer sont relativement résistantes aux inondations et peuvent demeurer en service si les eaux de crue sont peu élevées.

Irene a également eu des répercussions sur le transport en autobus au Vermont, inondant le bureau de Berlin de la *Green Mountain Transit Agency* et endommageant 13 véhicules. Le Hartness Airport à Springfield au Vermont et le Newport Airport ont aussi subi des dommages.

Sentiers récréatifs

Les inondations ont eu des impacts importantes sur les sentiers récréatifs du bassin du lac Champlain. Le *Lake Champlain Byway*, le *Island Line* et la piste polyvalente du canal de Chambly, pour n'en nommer que quelques-uns, sont des sentiers récréatifs modèles et constituent une attraction touristique. Les inondations ont causé de sérieux dégâts à ces infrastructures récréatives. Des parties du *Island Line Bike Path* dans la région de Burlington ont souffert de dolines ce qui a eu comme effet de toucher le parcours du marathon de Burlington City. La route en remblai *Colchester-South Hero* qui relie les cyclistes du *Burlington Bike Path* aux îles Champlain a été sévèrement inondée et le sentier a été lourdement endommagé. Une grande partie du sentier menant à la route en remblai a également été inondée. À ce jour, une grande partie du sentier n'est toujours pas accessible et la traverse de vélo qui relie la route en remblai est demeurée fermée depuis les inondations printanières. Au Québec, la piste polyvalente du canal de Chambly a été fermée en raison des niveaux d'eau exceptionnellement élevés le long du canal et des risques afférents qui en découlent.[82]

Plus haut dans le bassin, les sentiers de randonnée et l'infrastructure des sentiers de drainage on subi des dommages, principalement en raison de la tempête tropicale Irene. La Green Mountain National Forest a rapporté de nombreuses fermetures de sentiers, de site récréatifs et de routes, et à la fin de novembre 2011, après le passage d'Irene, 20 sentiers, cinq sites récréatifs et 20 routes étaient toujours fermés. Les forêts et les parcs de l'État du Vermont ont également subi des dommages. En

date du mois de novembre, 33 routes, 14 sentiers, plusieurs ponts et une aire d'accès pour les canoës attendaient toujours d'être réparés. Les dommages causés aux chemins forestiers ont restreint les ventes de bois dans les forêts aménagées. Le *Green Mountain Club* a rapporté la fermeture des sentiers après la tempête et les employés ont travaillé à retirer des sentiers les arbres déracinés. Bien des mois plus tard, les activités récréatives hivernales ont été victimes de ces événements. Les sentiers de la *Vermont Association of Snow Travelers* ont été endommagés et sont demeurés fermés la saison suivante.

La portion du bassin du lac Champlain qui se situe dans l'État de New York a également subi de grands dommages à ses infrastructures de transport lors du passage de la tempête tropicale Irene. De nombreuses aires touchées lors des inondations printanières n'avaient toujours pas été totalement restaurées au moment où Irene a frappé la région. De plus grands dommages ont donc été causés à de nombreux sentiers. La tempête Irene a causé des problèmes dans l'est des Adirondacks, de Moriah à Keene Valley, et à la région de Lake Placid, détruisant les sentiers de Eastern High Peaks de Giant Mountain et de Dix Mountain. Le pont surplombant le barrage Marcy, une destination populaire auprès des randonneurs à High Peaks, a été emporté et le barrage Marcy a présenté des fuites. Les inondations ont fait déborder le barrage et ont inondé le sentier en aval. En outre, le barrage Duck Hole s'est fissuré.[83]

Les inondations le long de la Ausable River ont fait monter les eaux à un niveau record de 3,6 m (12 pieds) au dessus du niveau d'inondation et ont bloqué l'accès au gouffre d'Ausable, une importante attraction touristique. Le *Adirondack Loj*, un point de départ important pour les randonneurs dans la région de High Peaks, a été isolé lorsque le pont sur la *Adirondack Loj Road* a été emporté par les eaux, isolant ainsi 31 visiteurs et employés. L'accès à la région et à plusieurs départs de sentier a été limité par les inondations et les fermetures de routes le long des routes 73 et 9.

Transport maritime

Traversier

L'inondation printanière du lac en 2011 a eu des impacts considérables sur les transports maritimes utilisés sur le lac Champlain et sur le canal Champlain. La *Lake Champlain Transportation Company* assure la navette entre le Vermont et l'État de New York à trois différents endroits. Au moment des inondations, un traversier temporaire liait le Vermont à l'État de New York au pont de Crown Point pendant qu'il était reconstruit. À certains moments, les niveaux d'eau élevés du lac ont limité l'accès aux quais ou aux routes permettant de se rendre au traversier. L'accès au traversier temporaire de Crown Point a été restreint par l'inondation sur la route 185 au Vermont. D'autres traversiers ont été ralentis et forcés de réduire la fréquence de leurs traversées. Le traversier qui lie Charlotte, au Vermont, à Essex, dans l'État de New York, a interrompu ses services en raison des crues élevées qui ont inondé son aire d'amarrage pendant près d'un mois, soit entre le 28 avril et le 26 mai.[84] Ces traversiers sont indispensables comme moyen de transport dans le bassin et sont utilisés quotidiennement par les usagers.

Navigation par bateau

Au printemps 2011, la navigation par bateau sur le lac Champlain à des fins récréatives ou commerciales était dangereuse et a été restreinte. Les conditions pour naviguer en bateau étaient risquées en raison des débris importants qui flottaient sur le lac et provenaient de structures riveraines endommagées. Les marinas, les quais et les rampes de mise à l'eau des embarcations ont été inondés, ce qui a limité l'accès des bateaux au lac. En outre, les vagues générées par de bateau auraient pu causer des dommages importants aux rives, où l'action des vagues et les conditions humides provoquaient déjà une érosion considérable. Pour toutes ces raisons, les conducteurs de bateau ont été instamment priés de ne pas naviguer sur le lac Champlain.

Canal

Le canal Champlain a retardé son ouverture au printemps 2011 en raison des niveaux d'eau élevés. Ces niveaux d'eau ont augmenté la vélocité du débit d'eau ce qui a eu une incidence sur la navigation dans le canal. En outre, les communautés inondées le long du canal seraient exposées à des risques structurels importants si les canaux étaient ouverts pour la navigation par bateau malgré les inondations puisque les sillages provoquaient une action des vagues causant des dommages. Habituellement, le canal Champlain est ouvert aux alentours du 1er mai. L'ouverture du canal a été reportée d'environ un mois en raison de l'inondation printanière. L'accès au canal a d'abord été accordé aux bateaux de pêche, dont les barges. Cette décision a suscité beaucoup d'inquiétudes parmi les communautés situées le long du canal, qui craignaient que les sillages des grandes barges endommagent considérablement les zones inondées. L'écluse de navigation 12, qui lie le canal Champlain au lac Champlain, a été la dernière à ouvrir à la suite de l'inondation. Les propriétaires de bateau ont été priés de naviguer à des vitesses ne causant aucun sillage pour réduire les dommages qui pourraient être causés aux terres encore non inondées.[85] La tempête tropicale Irene a aussi entraîné la fermeture du canal Champlain dans son ensemble pendant environ deux semaines.

Pendant que les eaux de crue durant le printemps 2011 s'élevaient au Québec, le canal Chambly a été fermé pour empêcher que des dommages soient causés aux propriétés avoisinantes. L'ouverture du canal Chambly a été retardée jusqu'au 1er juillet 2011, c'est-à-dire deux semaines plus tard qu'à l'habitude. Des segments du chemin récréatif longeant le canal ont été lourdement endommagés durant l'inondation et n'ont pas rouverts avant la mi-juillet 2011.[86] Le canal, quant à lui, a été drainé et est demeuré fermé pendant l'inondation printanière. Il n'a subi que très peu de dommages, voire aucun. Durant la tempête tropicale Irene, le canal Erie, au centre de New York, a dû être fermé, piégeant plus de 250 propriétaires de bateau dans le canal de l'État de New York. Le canal Chambly est demeuré ouvert jusqu'au 31 octobre 2011 (un mois plus tard que d'habitude) pour faciliter la circulation des eaux provenant du lac Erie ou vers celui-ci.[87]

Infrastructure des barrages

Le nombre exact de barrages dans le bassin du lac Champlain n'est pas connu, mais les barrages de différentes tailles et conceptions sont éparpillés partout dans le bassin. Certains sont de propriété privée et d'autres de propriété publique. Bon nombre de barrages ne sont plus de grande utilité et ne sont pas entretenus. Durant l'inondation, l'infrastructure des barrages a pu être endommagée.

Les inondations représentent un risque d'endommager les structures des vieux barrages ou de les faire s'effondrer, ce qui pourrait entraîner une inondation considérable en aval. Les barrages qui sont entièrement opérationnels peuvent contrôler l'inondation tant en amont qu'en aval. Les opérateurs font face à un défi de gestion du débit d'eau durant les graves inondations afin d'empêcher que l'eau endommage la structure du barrage. Ils s'efforcent également de prévenir toute inondation importante en amont comme en aval. Prenons comme exemple qui illustre bien la situation le barrage du lac Flower dans le village de Saranac Lake, dans l'État de New York. Il s'agit d'un barrage qui retient l'eau et qui sert de pont faisant partie intégrante de la Main Street. À ce barrage, la pression des inondations en amont a forcé les exploitants à libérer l'eau peu à peu. Malgré les mesures prises, l'inondation en amont s'est poursuivie et à éroder les terres environnantes. Afin de réduire le risque, la portion du barrage de la Main Street a été fermée à la circulation. Les vantelles d'écluse ont été ouvertes aussi loin que possible pour libérer l'eau sans causer de dommages considérables aux bâtiments ou aux conduites d'eau principales en aval. Par conséquent, les secteurs en aval du barrage ont dû être évacués.

Il en va de même pour le barrage de Marshfield sur la rivière Winooski, en amont de Montpelier, au Vermont, qui était exposé à des risques de débordements des inondations. Les exploitants ont réalisé qu'ils auraient été possible au besoin d'ouvrir les vantelles d'écluse comme solution de rechange pour éviter le débordement du barrage et la formation possible de brèches. Les autorités municipales situées en aval du barrage ont procédé à des évacuations dans les zones à risque. Heureusement, les niveaux d'eau se sont stabilisés et d'autres inondations considérables ont été évitées.

Malgré le fait que les bulletins de nouvelles aient indiqué que le barrage de Waterbury avait libéré l'eau durant l'inondation printanière, aucune évacuation d'eau contrôlée n'a été pratiquée. Le niveau d'eau dans le réservoir a atteint la troisième plus forte augmentation atteignant 185 m (605,3 pieds) le 29 avril 2011, faisant débordée l'eau au-dessus de l'évacuateur de crue du barrage. Ce sommet n'a pas été considéré comme un niveau d'inondation important, les vantelles n'ont donc jamais été ouvertes.[88] Le barrage de Waterbury a été conçu afin de servir de structure pour retenir l'eau et protéger la ville de Waterbury. Malgré le fait que Waterbury a été touchée lourdement par la tempête tropicale Irene, le barrage a retenu un volume considérable d'eau et bon nombre de personnes sont convaincues qu'il a rempli son rôle de protéger la ville en contrebas. Par suite des deux inondations survenues en 2011, le barrage a subi des dommages structurels importants, lesquels ont été réparés par la *U.S Army Corps of Engineers*.[89]

Dans la partie nord-est de l'État de New York, on a signalé que quelques barrages de plus petites tailles ont été endommagés. Le barrage de Upper Jay situé dans la branche est de la *Ausable River* a fait l'objet d'une mise hors service par la ville de Jay et la *Ausable River Association* afin d'améliorer le passage d'organismes aquatiques. Lorsque la tempête tropicale Irene a inondé la région, le barrage a été endommagé. Par conséquent, le *NYS Department of Environmental Conservation* (NYS DEC) a obtenu une autorisation d'urgence afin d'enlever le barrage et le réservoir est maintenant drainé. Dans la région des High Peaks dans les Adirondacks, les barrages Marcy et Duck Hole ont subi des ruptures partielles en raison des dommages causés.

Infrastructure hydraulique et des eaux usées

Tel qu'indiqué dans certaines sections précédentes de ce rapport, les inondations peuvent avoir un impacts sur les infrastructures hydrauliques et des eaux usées. Les tuyaux endommagés par l'inondation ont une incidence négative sur la pression, ce qui a pour effet possible de compromettre les usines d'eau potable. Les usines d'eau potable, les tuyaux de prise d'eau, les puits privés et les réseaux hydrauliques municipaux risquent d'être contaminés par les inondations. Les usines de traitement des eaux usées sont généralement situées le long des voies d'eau de bassin à basse altitude, près des cours d'eau récepteurs. Les basses altitudes accentuent l'efficacité de pompage. Plus l'usine est située à basse altitude, moins elle requiert de stations de pompage puisque l'usine se sert de la différence de niveau, donc de la gravité, entre elle et les habitations pour être alimentée. Dans la plupart des cas, les opérateurs chargés de la commande de l'installation peuvent avoir recours à des procédures d'urgence permettant de reprendre l'exploitation de l'installation très peu de temps après une inondation. Durant des inondations antérieures, les installations de traitement des eaux usées ont bien résisté à ces événements. Toutefois, en raison du changement climatique et des tempêtes plus fréquentes, les installations à faible altitude, telles que l'usine de Johnson, au Vermont, ont pris des mesures de protection comme l'installation de contre-portes (étanches comme celles que l'on trouve dans les bateaux) et ont bâti des murs de couronnement du décanteur. Les groupes électrogènes sont maintenant installés en hauteur. Toutefois, le coût lié aux améliorations est considérable et ce ne sont pas toutes les usines qui

sont préparées à faire face à une situation comme le passage d'une tempête tropicale.[90]

L'inondation des usines de traitement des eaux usées pourrait mener à une contamination des éléments suivants :

- Les tuyaux d'évacuation d'effluent où l'eau est évacuée d'une installation et déversée dans l'eau réceptrice sont stationnaires et placés le long du lac ou d'un affluent. Si les inondations s'élèvent au dessus des tuyaux d'évacuation d'effluent, elles pourraient refouler à l'intérieur de l'usine par ces mêmes tuyaux, même si les inondations n'ont pas atteint l'installation comme tel. C'est d'ailleurs ce qui s'est produit dans le cas de l'usine de traitement des eaux usées de Montpelier au courant de la crue éclair de la rivière Winooski à la fin mai 2011. Les eaux de crue ont reflué dans les tuyaux d'évacuation d'effluent et ont inondé l'installation. Cependant, peu d'eau a été évacuée sans être traitée.[91]
- Les réservoirs d'eaux pluvials, utilisés pour recueillir le ruissellement d'eau pluviale durant les conditions climatiques violentes, peuvent surcharger une installation de traitement en eaux usées durant une inondation et obliger l'opérateur à déverser l'eau usée non traitée dans l'eau réceptrice.
- Les eaux de crue pourraient s'infiltrer dans l'usine de traitement des eaux usées et transporter de l'eau non traitée lorsque l'eau de crue refoule.
- Les inondations présentent un risque de contamination des ressources en eau puisqu'elles peuvent transporter de l'eau provenant de fosses septiques ayant été inondées.

Durant l'inondation printanière, quelques défaillances sont survenues liées aux usines de traitement des eaux usées ce qui a également entraîné certains risques inhérents. Une contamination par E. *coli* a été signalée dans les réserves d'eau de Port Henry, Essex et Willsboro, de l'État de New York. Ces communautés ont tous reçu un avis de faire bouillir l'eau. Cet avis concernait environ 3 600 personnes.[92] Les fournisseurs d'eau ont augmenté le traitement de chlore et la filtration pour contrer la turbidité accrue de l'eau.

Les dommages causés par la tempête tropicale Irene sur l'infrastructure hydrique ont été de loin plus graves. La contamination par E. *coli* a été signalée dans les réserves d'eau du comté de Clinton et des villes de Port Henry, Essex et Willsboro, dans l'État de New York, de même que dans 30 réseaux publics de distribution d'eau au Vermont. Au Vermont, 17 usines de traitement des eaux usées ont signalé que leurs activités étaient compromises pour divers motifs liés à l'inondation. La plupart des problème ont été résolus dans une période allant de 24 heures à une semaine suivant l'inondation, ce qui s'est soldé par un déversement estimé à 10 millions de gallons d'eau d'égout non traitée dans l'ensemble de l'État durant la période mentionnée.[93]

Gestion actuelle

Intervention des organismes de transport

Les infrastructures de transport sont habituellement les premières structures touchées lors d'inondation dans les milieux urbains. Par ailleurs, l'accès au transport est essentiel pour les intervenants d'urgence afin de minimiser les risques à la santé et la sécurité humaine. Au cours des inondations de 2011, la première priorité était de maintenir ou rétablir l'accès aux communautés isolées par les inondations.

Au cours des inondations printanières, la *Agency of Transportation du Vermont* et le *Department of Transportation* de l'État de New York se sont affairés à réparer les routes et à les garder ouvertes dans la mesure du possible. Dans certains cas, des routes étaient fermées, les voies étaient réduites et des détours devaient être empruntés. Les représentants des transports ont tenté d'effectuer des réparations et de garder les routes ouvertes. Alors que l'inondation faisait rage, force était de constater

que l'inondation allait se poursuivre pendant une période prolongée et que le fait d'effectuer des réparations immédiatement ne constituait pas une utilisation réaliste ou économique des ressources liées au transport. La priorité qui était d'atténuer les dommages causés aux infrastructures de transport inondées a rapidement changé; il fallait désormais établir des détours et fermer des routes qui présentaient un danger pour les automobilistes. Pour certaines communautés, telle que dans les îles de Champlain, l'établissement de détours était impossible. Dans ces cas, la priorité était de maintenir une route utilisable en installant des barrières routières en béton pour tenter d'empêcher l'eau et les débris flottants d'atteindre la route. Pour certaines routes, il était nécessaire de limiter la circulation à une voie. Les équipes de la voirie ou les policiers locaux étaient indispensables pour diriger la circulation sur ces routes rétrécies et très fréquentées.

Les interventions effectuées lorsque des infrastructures de transport sont endommagées sont très dispendieuses et nécessitent des ressources considérables en peu de temps, y compris des matériaux de structure et des sacs de sable pour retenir les inondations. Les carrières ont poursuivi leurs activités au-delà des heures normales d'ouverture pour fournir suffisamment de roches qui servaient aux réparations des pentes de talus. La carrière Whitcomb a indiqué qu'elle avait doublé sa production quotidienne moyenne de roches. En effet, les équipes de route du Vermont ont ramassé plus de 6 000 tonnes de roches chaque jour durant les inondations.[94] Au terme des inondations printanières (avant le passage de la tempête tropicale Irene) bon nombre de municipalités ont indiqué qu'elles avaient trouvé difficile d'obtenir les fonds nécessaires pour entretenir les routes de la ville. Dans la *Mad River Valley*, à Duxbury, au Vermont, une communauté de 1 600 personnes a dû composer avec des dommages routiers causés par les inondations printanières et équivalant à 1 million de dollars.[95] De l'autre côté du lac, à Moriah, dans l'État de New York, une communauté d'un peu plus de 4 500 personnes et disposant annuellement d'un budget de 2,8 millions de dollars, a dû faire face à des dommages causés par les inondations printanières qui se sont élevés à 1,5 million de dollars.[96] D'autres petits villages, dont Peru, ont dû réaffecter des fonds provenant d'autres budgets et espérer obtenir une aide financière afin de compenser les fonds utilisés à la réfection des routes. À Isle La Motte, au Vermont, les fonds ont été affectés à l'entassement de roches afin de renforcer les routes riveraines contre les eaux élevées et l'action des vagues. Pour bon nombre de communautés, une grande part du budget annuel a été allouée aux réparations des infrastructures dans l'espoir de recevoir une aide financière de la part des organismes gouvernementaux.

La gestion du transport au cours de l'inondation a également demandé la mobilisation d'une main-d'œuvre colossale. Le Vermont, l'État de New York et le Québec ont fait appel au réseau de travailleurs routiers pour s'occuper des routes en état d'urgence. Des équipes de voirie provinciales et municipales, des policiers, des sous-traitants et la Garde nationale ont tous été sollicités afin d'entretenir ou de réparer les accès aux communautés durant toute la période des inondations. Les activités de redressement après le passage de la tempête tropicale Irene ont réuni des troupes de la Garde nationale de sept états, des employés provenant du *New Hampshire Department of Transportation*, de même que du matériel, et 120 travailleurs routiers du *Maine Department of Transportation* qui ont tous fourni une aide additionnelle.[97]

Immédiatement après le passage de la tempête tropicale Irene, la *Vermont Agency of Transportation* (VTrans) a fermé 146 segments de routes de l'état et 34 ponts totalisant 854 km (531 miles).[98] Trois centres de commandement en cas d'incident distincts ont été ouverts à différents endroits au Vermont afin de signaler les dommages liés au réseau de transport et organiser les efforts d'intervention. VTrans a mis en place des détours et établit comme priorité de rétablir l'accès aux communautés isolées.

De plus, VTrans a fourni des ressources considérables aux commissions de planification régionale de l'État afin qu'elles puissent aider les municipalités du Vermont à évaluer les dommages subis et à travailler en collaboration avec la FEMA pour remédier aux répercussions de la tempête. En outre, VTrans a travaillé étroitement avec les services publics afin de rétablir les services d'électricité et téléphoniques. Les dommages subis étaient si énormes que le dernier mille de route à réparer n'a pas été terminé avant la fin du mois de décembre 2011. VTrans a obtenu l'aide de 200 entrepreneurs privés qui ont déployés 1 800 travailleurs du secteur privé, provenant principalement du Vermont. VTrans a également établi des partenariats avec 150 travailleurs et a bénéficié de 145 pièces d'équipement du *Maine Department of Transportation*, ainsi qu'avec 75 travailleurs et a obtenu 60 pièces d'équipement du *New Hampshire Department of Transportation*. Des troupes de la Garde nationale du Vermont, du Maine, de l'Illinois, de l'Ohio, du New Hampshire, de la Caroline du Sud, de la Virginie de l'Ouest et de la Virginie ont également prêté main-forte.

Réparations ferroviaires

La Vermont Agency of Transportation a facilité le redressement des systèmes ferroviaires du Vermont. Elle a embauché six entrepreneurs et firmes d'ingénieurs. Les réparations ont duré 21 jours, et ce, 24 heures sur 24. Pour accélérer les efforts de réparations, l'État du Vermont a temporairement suspendu les règlements environnementaux et les restrictions de poids établies. Le Vermont Rail System, un chemin de fer appartenant à l'État, a coordonné les efforts déployés et les ressources partagées avec la *New England Central Railroad* pour accélérer le processus de réparation.

Besoins en matière de gestion

Préparation en vue de graves événements météorologiques éventuels

Une infrastructure de drainage des eaux pluviales constitue un élément essentiel de l'infrastructure de transport. Cette infrastructure qui comprend les ponceaux, les tranchées filtrantes, les rigoles de drainage, les ponts, et l'accès fluvial aux plaines inondables doit être amélioré au moyen de travaux de modernisation. Une grande partie de ce travail est déjà en cours d'exécution à l'échelle locale, mais les travaux d'amélioration sont principalement effectués de façon bénévole ou en fonction de subventions accordées pour toutes les communautés sauf celles désignées à titre de municipalités MS4. Toutes les instances gouvernementales du bassin versant du lac Champlain doivent répertorier leur infrastructure de drainage des eaux pluviales, fournir le financement nécessaire et apporter les changements appropriés. L'élaboration d'un cadre de travail pour signaler les dommages et la collecte de données par l'entremise d'organismes de travaux publics est la façon idéale d'atteindre cet objectif d'une façon économique. En ce qui a trait à l'amélioration de l'infrastructure de drainage des eaux pluviales, la principale motivation est de réduire les risques en aval et en amont, d'augmenter la durée de vie de la structure et d'éviter les coûts de réparation et de remplacement. La perte de recettes touristiques est une importante répercussion secondaire. Chaque route fermée en raison de ponceaux de trop petites tailles, d'activités de drainage ou de routes endommagées se traduit par une perte de revenus touristiques. Des ponceaux de trop petites tailles peuvent nuire au passage des organismes aquatiques et peuvent nécessiter un entretien d'urgence plus coûteux à la suite d'une tempête. Une réparation ou un remplacement d'urgence peut être quatre fois à 140 fois plus dispendieux qu'un entretien régulier. Des ponceaux de tailles suffisantes et à voûte normale améliorent le passage des organismes aquatiques. Il n'est pas nécessaire de les remplacer aussi souvent que les ponceaux ronds qui sont moins efficaces pour le passage de ces organismes. L'écosystème fonctionne adéquatement en choisissant des ponceaux de bonne taille pour gérer les risques d'érosion fluviale et l'eau de ruissellement tout en

permettant le passage des organismes aquatiques. Une taille adéquate des ponceaux améliore la durée de l'infrastructure qui peut essuyer des tempêtes qui augmentent toujours en intensité.

Informer les travailleurs de la voirie

L'État de New York et le Vermont ont adopté un discours pédagogique pour véhiculer des connaissances fluviales de base aux ingénieurs des transports, aux techniciens et au personnel d'entretien de la voirie concernant à la fois la conception et l'exploitation des équipements dans les voies d'eau et près de celles-ci. Les ministères songent à des moyens plus complets de gérer l'infrastructure de transport afin de réduire les vulnérabilités et les risques d'inondation. Le *NYS Department of Environmental Conservation* (NYS DEC) recommande l'utilisation d'une approche à trois volets pour établir un engagement de longue durée visant à améliorer l'infrastructure pour les opérations de transport. Premièrement, il s'agit d'accroître les connaissances sur la façon dont les tempêtes peuvent influer sur les cours d'eau et l'infrastructure inhérente. Deuxièmement, il importe d'informer les ingénieurs et le personnel exploitant à propos des mécaniques fluviales ayant trait à leurs tâches. Troisièmement, il s'agit de distribuer des manuels sur la planification, la conception et l'entretien des réseaux de transport pendant que l'on procède à la restauration des rives. L'objectif primordial pour l'État de New York, le Québec et le Vermont est de renforcer les partenariats et la communication entre les organismes environnementaux et de transport afin que les politiques et les pratiques puissent être améliorées pour assurer une résilience aux inondations à long terme.

- Améliorer la conception des ponts et des ponceaux et l'infrastructure de drainage des eaux pluviales en apportant des modifications tenant compte du changement climatique et du fait que les tempêtes augmentent toujours en intensité.
- Renforcer les partenariats, la planification et l'établissement de politiques entre les organismes environnementaux et de transport afin de concevoir et de construire une infrastructure de transport abordable, sûre et respectueuse de l'environnement dans le bassin du lac Champlain et qui est résiliente à des changements climatiques.
- Cerner et atténuer les risques liés aux structures de barrage dans le bassin du lac Champlain afin de réduire les risques d'inondation et d'améliorer la connectivité écologique
- Augmenter la résistance de l'infrastructure des réseaux de distribution d'eau privés et publics dans le bassin du lac Champlain afin de réduire le risque de contamination des plans d'eau et des usines d'eau potable. Procéder à la formation des opérateurs des usines de traitement des eaux usées afin qu'ils connaissent les options de gestion appropriées à mettre en œuvre lors de catastrophes naturelles.

Lacunes et besoins en matière de données

Lacunes : Quel est le degré de vulnérabilité et le risque auquel est exposé l'infrastructure de transport et comment les états et la province peuvent-ils établir l'ordre de priorité des ressources dont ils disposent pour faire face à ce risque? Quel est l'état des ponceaux et d'autres infrastructures de drainage des eaux pluviales dans le bassin? Comment pouvons-nous modifier la politique et générer des fonds pour apporter les améliorations nécessaires?

Lacunes : Combien y a-t-il de barrages dans le bassin du lac Champlain? Quelles sont les structures abandonnées et désuètes qui mettent en danger les communautés en aval et qui réduisent la connectivité écologique?

Besoins en matière de données :

- Inventaire SIG de tous les ponceaux dans le bassin du lac Champlain.
- Une évaluation des coûts de modernisation des ponceaux inadéquats (ceux qui ont failli durant les inondations de 2011 ou ceux qui ont été répertoriés comme devant être réparés).
- Déterminer les méthodes visant a déterminé la vulnérabilité de l'infrastructure de transport et le risque auquel il est exposé dans le cas où surviendrait, dans l'avenir, une autre inondation dans le bassin versant.
- Un modèle hydrologique comportant divers scénarios climatiques pour cerner les bassins versants sensibles, les infrastructures vulnérables et les communautés à risque.
- Déterminer les modifications structurales devant être apportées au réseau de distribution d'eau.
- Créer un répertoire des barrages dans le bassin
- Établir l'ordre de priorité des barrages qui doivent être démantelés.

Impacts économiques

Dépenses publiques

À court terme, la répercussion économique qu'ont eu les des inondations de 2011 se résume largement en dépenses publiques visant à atténuer les impacts des inondations, à restaurer les infrastructures et à obtenir des services d'urgence et à récupérer l'accès à l'électricité. Les dommages qu'a subis les infrastructures de transport de la *Vermont Agency of Transportation* s'élèvent à 8 millions de dollars. La FEMA a versé 1,8 million de dollars aux victimes des inondations et 8,6 millions de dollars aux villes, municipalité et à l'État du Vermont pour couvrir les frais publics engagés. Dès le départ, l'inondation printanière au Québec a coûté 2,4 millions de dollars en évacuation des résidents et pour répondre à leurs besoins.[99] Toutefois, à long terme, les frais engagés au Québec ont rapidement atteint plus de 22 millions de dollars. Le comté d'Essex, dans l'État de New York, a indiqué que les dommages causés par les inondations printanières leur ont coûté 4,5 millions de dollars. Les rapports initiaux soumis à la FEMA ont démontré que les dommages causés par l'inondation printanière de 2011 dans la partie nord-est de l'État de New York a coûté 40 millions de dollars.[100] Une fois le printemps terminé, la tempête tropicale Irene a touché directement 230 municipalités. Les coûts de restauration, au Vermont et dans l'État de New York, ont totalisé 150 millions de dollars pour l'ensemble du bassin.

Économie locale

L'inondation printanière du lac en 2011 a eu une incidence considérable sur les entreprises locales, particulièrement celles qui dépendent du tourisme et des activités récréatives. Durant les premières phases de l'inondation printanière, au Vermont, l'entreprise spécialisée dans l'organisation d'excursion et de croisière, *Spirit of Ethan Allen*, a dépensé 5 000 $ en réparation de quais et en électricités puisque son port d'attache a été inondé.[101] De nouvelles inondations des quais et des marinas ont limité les activités de navigation sur le lac Champlain. Le *Lake Champlain Community Sailing Center* a retardé son ouverture en raison de l'inondation. Il a ouvert ses portes en juillet plutôt qu'en avril, ce qui s'est soldé par une perte de revenu de 50 000 $, sans compter un autre 25 000 $ en dommages subis.[102] La Whitehall Marina (NY) estime avoir perdu 50 000 $ de ses 250 000 $ de revenu annuel en raison des dommages subis et de l'ouverture tardive de l'entreprise.[103] Au total, les entreprises le long du canal Champlain ont perdu 25 % de leur revenu total en raison de l'inondation et du prix élevé de l'essence.[104] Le comté d'Essex, dans l'État de New York, a vu un de ses murs de soutènement et plusieurs quais être emportés par les eaux. De plus, la saison qui compte habituellement 21 semaines de tourisme a été réduite de six semaines.[105] La remise à bateaux sur les rives de Burlington, qui héberge le Splash, a retardé son ouverture et a dû annuler des événements privés. Au Québec, Camping-Plage Kirkland a vu bon nombre de roulottes installées sur son terrain de camping, et appartenant à ses clients, subir des dommages.[106]

Les répercussions socio-économiques à long terme de l'inondation survenue n'ont pas encore été déterminées. Il est possible que les répercussions socioéconomiques à long terme se traduiraient par des dommages que pourraient subir les attractions touristiques partout dans le bassin, particulièrement si les inondations ou les régimes climatiques imprévisibles continuent de faire augmenter les coûts liés aux dommages annuellement. Dans d'autres cas, les dommages causés aux complexes de bureaux, aux centres-villes et aux petites entreprises ont des répercussions sur les recettes des entreprises, ainsi que sur les entreprises qui dépendent, dans l'économie locale, de l'achalandage des employés qui travaillent à proximité. Le *Waterbury State Office Complex*, y compris *LaRosa Agriculture*, le *Environmental Laboratory* et le *Vermont State Hospital*, ont tous été inondés. Ce faisant, 1 500 employés approximativement ont été déplacés du secteur de Waterbury. Certaines des installations ont été fermées de façon permanente. Non seulement les emplois occupés par ces employés ont été touchés, mais les revenus que généraient ces gens dans l'économie locale de Waterbury ont été déplacés ailleurs. Voilà un exemple qui illustre bien en quoi les économies locales peuvent être touchées à long terme par les dommages causés par des inondations.

Gestion actuelle

Sources de financement

Malgré les énormes dommages causés par les deux inondations, des sources de financement et du soutien ont été offerts par les organismes locaux, des états et fédéraux, de même que par des groupes communautaires et des organisations non gouvernementales.

Soutien fédéral

Les sources de soutien financier fédéral des États-Unis comprennent la *Federal Emergency Management Agency* (FEMA), le *National Flood Insurance Program* et la *Small Business Administration.*

Le Internal Revenue Service (IRS) a reporté les dates d'échéance pour les propriétaires d'entreprise et les particuliers qui ont été victimes des inondations.

Soutien des états ou de la province

Les organismes des états et provinciaux ont fourni une aide financière, de même que des services et des approvisionnements sans frais. Le Vermont a mis sur pied un éventail de programmes de rétablissement par l'intermédiaire de la campagne *I am Vermont Strong*. Le *Vermont Disaster Relief Fund* a administré bon nombre des activités de financement, des dons, des fonds de redressement locaux, en collaboration avec la *Vermont Voluntary Organizations Active in Disaste*r et la *Vermont Emergency Management* pour le rétablissement à long terme. La *Vermont Agency of Commerce and Community Development*, le *Vermont Chapter of Associated General Contractors*, la *Community Foundation* et le *Mobile Home Project* ont mis sur pied le *Mobile Home Deconstruction Program*. L'État a également aidé les communautés par l'intermédiaire du *Community Recovery Partnership*, une initiative qui engage les communautés à prendre part au processus de rétablissement afin de déterminer les besoins des communautés et d'élaborer des plans de rétablissement.

New York n'a reçu aucune aide financière fédérale pour aider les particuliers victimes des inondations printanières, toutefois, une aide financière publique a été accordée. Une aide individuelle et publique de la FEMA a été accordée à titre d'indemnisation pour les dommages causés par la tempête tropicale Irene. Dans l'État de New York, le gouverneur Cuomo a organisé l'initiative « *Labor for Your Neighbor* » qui a réunit plus de 2 000 bénévoles qui ont prêté main-forte après le passage de la tempête tropicale Irene. De plus, l'État de New York a reçu une subvention de 16 millions de dollars de la part du *United States Department of Labor* pour les travaux à accomplir dans l'État . *Neighborhood Rebuilding Corps*, qui a embauché plusieurs centaines de Newyorkais sans emploi

pendant trois mois afin de participer aux efforts de rétablissement du *New York State Department of Labor* à la suite du passage de la tempête tropicale Irene.[107]

Au Québec, une aide financière individuelle pouvant s'élever jusqu'à 150 000 $ a été accordée aux propriétaires dont les demeures ont été endommagées aux fins de compensation pour les dommages subis. Le gouvernement provincial a également accordé des fonds totalisant approximativement 2,4 millions de dollars aux gens qui ont été déplacés et qui ont vécu dans des hôtels jusqu'à ce qu'ils puissent récupérer leur demeure.[108]

Soutien local et communautaire

Neuf comités de rétablissement à long terme bénévoles ont été mis sur pied dans l'ensemble du Vermont après le passage de la tempête tropicale Irene. Ces comités ont été administrés par les autorités du comté ou du village, des groupes communautaires ou des bénévoles. Les comités travaillent avec des gestionnaires de cas financés par le gouvernement fédéral pour mettre en œuvre des plans de rétablissement au moyen de fonds provenant du *Vermont Disaster Relief Fund*. Les autorités municipales ont joué un rôle important dans le rétablissement des communautés en signalant les dommages subis afin qu'elles puissent recevoir des subventions fédérales.

Organisations non gouvernementales

Les organisations communautaires non gouvernementales ont vu le jour en raison de la destruction causée par les inondations de 2011. Au Québec, SOS Richelieu a facilité les efforts de rétablissement en signalant les dommages subis en cherchant de l'aide financière et en donnant aux victimes un accès à des services gratuits. *SOS Vermont* a aidé les gens en fournissant une aide psychologique et en leur permettant d'accéder aux ressources locales. Bon nombre d'organisations, y compris les autorités locales, les bénévoles de *SOS Vermont* et la Croix-Rouge, ont fournit des ateliers sur la planification financière aux victimes des inondations comme il est précisé dans d'autres sections de ce rapport. Les commissions de planification régionales ont joué un rôle primordial en offrant une compensation lorsque l'administration du comté était lacunaire dans certains secteurs.

Activités de financement

La Croix-Rouge du Vermont et de *New Hampshire Valley* a fournit des services pendant la période des inondations de 2011. Elle a également recueilli les demandes de dons du public et les demandes de bénévoles en partenariat avec l'Armée du Salut et la *Volunteer Organizations Assisting Disasters* (VOAD). Pour ramasser des fonds, la Croix-Rouge a travaillé en partenariat avec les stations de télévisions locales Fox 44 et ABC 22 pour aider à informer les gens des dommages causés par les inondations, partager des faits et demander de l'aide financière du public au moyen de ce média. Dans le cadre d'une initiative médiatique pour encourager les gens à faire des dons, la *New England Federal Credit Union* a offert une subvention de 10 000 $ en lançant le défi au public de verser une somme de 10 000 $ en contrepartie de sa contribution. Les autres partenaires de la Croix-Rouge comprennent la *Casella Waste Management*, *Blue Cross Blue Shield* du Vermont, *NBT Bank* et *Vermont Telephone*. Les activités de financement étaient essentielles pour la Croix-Rouge due à la catastrophe printanière, à elle seule, a créé un déficit budgétaire de 200 000$ à 300 000 $ pour l'année. En juillet, un tirage au sort au centre commercial Berlin a permis d'amasser 3 000 $ qui ont été versés pour aider les victimes de l'inondation printanière.

Le passage de la tempête tropicale a engendré une hausse encore plus considérable de la demande de services de la Croix-Rouge et d'autres services de rétablissement au Vermont. Les activités de financement ont été une source de revenu très importante pour les victimes de l'inondation et cette aide s'est poursuivie même au-delà du contexte de la tempête elle-même. *Green Mountain Coffee Roasters* a fait un généreux don de 250 000 $ à la Croix-Rouge américaine pour répondre aux besoins

les plus pressants (75 000 $) et pour élaborer un modèle de refuge communautaire dans le cas de catastrophes à venir. Les 50 000 $ restant on été répartis entre la Croix-Rouge américaine du centre et de l'ouest du Massachusetts et la Croix-Rouge américaine de l'est du Massachusetts afin de contribuer aux mesures de secours aux sinistrés après le passage de la tempête tropicale Irene. En outre, La *Newman's Own Foundation* a versé une contribution de 30 000 $ aux régions du Vermont et de la vallée du New Hampshire desservies par la Croix-Rouge afin d'appuyer les initiatives liées à l'établissement de refuges communautaires. La *Newman's Own Foundation* a donné une subvention de 150 000 $ à cinq organisations du Vermont pour pourvoir aux besoins résultant du passage de la tempête tropicale Irene. Sentinel Investments a fait un don durant les fêtes de 15 000 $ à la Croix-Rouge américaine pour contribuer à améliorer l'état de préparation des refuges communautaires.[109]

Parmi les activités de financement principales visant à venir au secours des victimes de la tempête tropicale Irene, on compte plusieurs concerts bénéfices auxquels ont participé des artistes locaux. On compte parmi ces concerts le *Waterbury Good Neighbor Benefit Concert* qui a eu lieu le 16 septembre après le passage de la tempête tropicale Irene. *Green Mountain Coffee Roasters* a commandité un concert mettant en vedette les artistes locaux *Rubblebucket* et *Ritmo Masacote* au *Higher Ground*, dans South Burlington, pour appuyer le *Vermont Food Bank*. Les groupes du Vermont *Phish* et *Grace Potter and the Nocturnals* ont présenté deux concerts bénifiques pour ramasser des fonds.

La ARCNENY appuie la portion de l'État de New York qui est comprise dans le bassin du lac Champlain. Durant et après l'inondation printanière et celle causée par la tempête tropicale Irene, les résidents, les entreprises locales, les médias et les partenaires commerciaux ont ramassé des fonds pour appuyer les efforts de secours aux sinistrés. Les magasins Price Chopper situés dans les États de New York, Massachusetts, Vermont, Connecticut, et New Hampshire (tous des États dans lesquels on retrouve cette chaîne de magasins) se sont joints à la Croix-Rouge pour ramasser des fonds afin d'aider les victimes de la tempête tropicale Irene par l'intermédiaire du programme *Your Help Counts* dans le cadre de laquelle l'entreprise s'engage à verser un montant équivalent au premier 10 000 $ amassés. La SEFCU a également recueilli des dons à toutes ses succursales. La SEFCU proposait de verser un montant équivalent au premier 25 000 $ amassés. Time Warner Cable a fait un don de 25 000 $ en espèces à la Croix-Rouge américaine, en plus de verser un autre 25 000 $ au média local afin d'appuyer les efforts de rétablissement à la suite du passage de la tempête tropicale Irene. Au total, les dons faits par les partenaires commerciaux de l'État de New York se sont élevés à 167 000 $ dès les premières semaines après le passage de la tempête tropicale.[110] Au-delà des mesures de rétablissement prises, Dunkin' Donuts a fait un don de 66 823 $ provenant de dons reçus de la part de ses clients et a donné un montant équivalent au premier 10 000 $ amassés.[111]

Besoins en matière de gestion

- Augmenter l'aide disponible aux communautés sinistrées en ce qui a trait aux efforts de rétablissement à la suite des inondations

- Fournir des incitatifs pour atténuer les répercussions que pourraient avoir les inondations à venir au moyen d'analyse de rentabilité.

Lacunes et besoins en matières de données

Lacunes : Quelles sont les répercussions économiques réelles des inondations de 2011?

Besoins en matière de données :
Réaliser une analyse des répercussions économiques des inondations de 2011 sur le bassin versant en tenant compte des éléments suivants :

- Quantifier le coût économique des inondations de 2011 qui tiennent compte des dommages directs causés à l'économie, revenus réduits des entreprises locales, coûts des services publics et reconstruction.

- Quantifier les dommages causés aux services liés à l'écosystème, y compris les poissons et la faune, les dommages aux terres forestières, les activités récréatives et les habitats aquatiques.

Lacunes : Quelles ont été les répercussions économiques des inondations de 2011 en comparaison avec les coûts liés aux techniques de gestion des inondations améliorées à l'échelle du bassin versant?

Besoins en matière de données :

- Effectuer une analyse de rentabilité tenant compte des facteurs externes positifs de la gestion des inondations sur le plan environnemental et socio-économique y compris ce qui suit, sans s'y limiter : habitats et activités récréatives riveraines accrus, meilleure qualité de l'eau, zonage des plaines inondables et atténuation des risques.

Keene Valley, NY après Irene.
Photo: *SUNY Plattsburgh/Lake Champlain Research Institute*

Références

36. Québec Civil Protection (Sécurité Publique Québec), Report, May 2011 (http://www.barreau.qc.ca/pdf/publications/2011-inondations.pdf) accessed September 2012.

37. Canadian Red Cross News Report "Montérégie Floods: The Red Cross Preparing for the Recovery Phase" June 15, 2011 (http://www.redcross.ca) Accessed July 2012

38. Canadian Red Cross News Report "Montérégie Floods: The Red Cross Preparing for the Recovery Phase" June 15, 2011 (http://www.redcross.ca) Accessed July 2012

39. VT ANR Irene Report, December 2011, http://www.anr.state.vt.us/anr/climatechange/irenebythenumbers.html.

40. National Grid Upstate New York Press Release, September 1, 2011 (http://www.nationalgridus.com/aboutus/a3-1_news2.asp?document=6334). Accessed July, 2012.

41. Doug Kievit-Kylar, Vermont Department of Environmental Conservation, Drinking Water and Groundwater Protection Division, personal communication, 12/7/11.

42. Bilan de la mobilisation de l'ORSC relativement aux inondations en Montérégie (2011) Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie.

43. Drinking Water Supply Division of Vermont Department of Health (http://www.vermontdrinkingwater.org/).

44. Doug Kievit-Kylar, Vermont Department of Environmental Conservation, Drinking Water and Groundwater Protection Division, personal communication, 12/7/11.

45. NYS Department of Health (http://www.health.ny.gov/).

46. Elizabeth Royer, VT Rural Water, personal communication; Essex County (NY) Office of Community Resources.

47. QC MDDEFP Potable Water (http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/index-en.htm).

48. Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie.

49. Starting Over Strong Vermont June 2012 News Release (http://startingoverstrongvermont.org); Accessed July 2012.

50. Starting Over Strong Vermont June 2012 News Release (http://startingoverstrongvermont.org); Accessed July 2012.

51. New York State Office of Mental Health Project Hope (http://www.omh.ny.gov/omhweb/disaster_resources/project_hope/).

52. FEMA News Release Series DR-4020 (https://www.fema.gov/disaster/4020/news).

53. Vermont Red Cross Disaster Alert May 27, 2011 (http://newsroom.redcross.org/).

54. FEMA Disaster Declaration DR-1995, June 15, 2011 (http://www.fema.gov/pdf/news/pda/1995.pdf).

55. FEMA Disaster Declaration DR-1993, June 10, 2011 (http://www.fema.gov/pdf/news/pda/1993.pdf).

56. VT ANR Irene Report, December 2011, http://www.anr.state.vt.us/anr/climatechange/irenebythenumbers.html.

57. Vermont Red Cross News Release, September 1, 2011 (http://newsroom.redcross.org/).

58. Vermont Red Cross News Release, September 1, 2011 (http://newsroom.redcross.org/); American Red Cross Fast Facts.

59. Vermont Red Cross News Release, September 1, 2011 (http://newsroom.redcross.org/).

60. Vermont Red Cross News Release, September 1, 2011 (http://newsroom.redcross.org/).

61. North Country Red Cross Fast Facts September 6, 2011 (http://newsroom.redcross.org/2011/09/06/fast-facts-hurricane-irene-red-cross-response-in-new-york/).

62. North Country Red Cross Fast Facts September 6, 2011 (http://newsroom.redcross.org/2011/09/06/fast-facts-hurricane-irene-red-cross-response-in-new-york/).

63. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Burlington, VT (http://waterdata.usgs.gov/vt/nwis/uv?site_no=04294500).

64. Luc Castonguay, Director of Urban Planning, St-Jean-Sur-Richelieu, QC "The City's Role in Managing the Flood-Prone Area" Presentation at LCBP's Flood Resilience Conference, June 2012.

65. Luc Castonguay, Director of Urban Planning, St-Jean-Sur-Richelieu, QC "The City's Role in Managing the Flood-Prone Area" Presentation at LCBP's Flood Resilience Conference, June 2012.

66. FEMA News Release Series DR-4020 and DR-4022 (https://www.fema.gov/disaster/4020/news; http://www.fema.gov/disaster/4022); Vermont Emergency Management.

67. USGS/NOAA Lake Champlain Gage at Rouses Point, NY (http://waterdata.usgs.gov/ny/nwis/uv?site_no=04295000).

68. NADO Research Foundation Center for Transportation Advancement and Regional Development with support from the Federal Highway Administration, VTRANS Irene Recovery Report, July 2012.

69. Andrew Kozlowski, New York state geologist via NPR 6/6/2011; NYS Division of Homeland Security (http://www.dhses.ny.gov/oem/mitigation/archive/documents/S3.J-Landslide-Hazard-Profile.pdf).

70. Neale Lunderville, Vermont Irene Recovery Report, January 2012 (http://www.vermontagriculture.com/news/2011/Irene_Recovery_Report_Jan_2012.pdf).

71. Neale Lunderville, Vermont Irene Recovery Report, January 2012 (http://www.vermontagriculture.com/news/2011/Irene_Recovery_Report_Jan_2012.pdf).

72. Vermont Emergency Management (http://vem.vermont.gov/), December 2012.

73. Vermont Emergency Management (http://vem.vermont.gov/), December 2012.

74. American Red Cross News Releases, September, 2011.

75. National Grid Upstate New York Press Release, September 1, 2011 (http://www.nationalgridus.com/aboutus/a3-1_news2.asp?document=6334). Accessed July, 2012.

76. VTrans (http://www.aot.state.vt.us/Irene/IreneTOC.htm) Accessed December 2012.

77. VTrans (http://www.aot.state.vt.us/Irene/IreneTOC.htm) Accessed December 2012.

78. VT ANR Irene Report, December 2011, http://www.anr.state.vt.us/anr/climatechange/irenebythenumbers.html.

79. FEMA News Release Series DR-4020 (https://www.fema.gov/disaster/4020/news).

80. T. Lavigne, Essex County (NY) Public Works Division, Personal Communication, May 4, 2012.

81. Rail Vermont (http://www.railvermont.org/tag/vran-news.html).

82. Parcs Canada (http://www.pc.gc.ca/lhn-nhs/qc/chambly/plan/inondations-flood.aspx).

83. NYS DEC (http://www.dec.ny.gov/outdoor).

84. NYS DEC (http://www.dec.ny.gov/outdoor).

85. Lake Champlain Ferries (http://www.ferries.com/). Accessed November, 2012.

86. NYS Canal Corps (http://www.canals.ny.gov/news/pressrel/2011/2011-04-29-canal-delay.html & http://www.canals.ny.gov/news/pressrel/2011/2011-05-27-weekend.html).

87. Parcs Canada (http://www.pc.gc.ca/lhn-nhs/qc/chambly/plan/inondations-flood.aspx).

88. Parcs Canada (http://www.pc.gc.ca/lhn-nhs/qc/chambly/plan/inondations-flood.aspx).

89. Jen Thalhauser, USACE Project Manager of the Waterbury Reservoir- personal communication.

90. Jen Thalhauser, USACE Project Manager of the Waterbury Reservoir- personal communication.

91. Wayne Graham, VT Rural Water, personal communication.

92. VT ANR Wastewater Management Division via ANR Irene by the Numbers Report, 2011.

93. Elizabeth Royer, VT Rural Water, personal communication; Essex County (NY) Office of Community Resources.

94. VT ANR Wastewater Management Division via VT ANR Irene Report, December 2011.

95. Tyler Whitcomb of F.W. Whitcomb Stone Quarry, Colchester, VT (September, 2012)

96. Vermont Emergency Management (http://vem.vermont.gov/), December 2012

97. Essex County (NY) Emergency Management

98. Sue Minter, Vermont Irene Recovery Officer, Keynote: 2011 Floods: Response, Recovery and Resilience at LCBP Flood Resilience Conference, June 2012

99. NADO Research Foundation Center for Transportation Advancement and Regional Development with support from the Federal Highway Administration, VTRANS Irene Recovery Report, July 2012

100. Québec Civil Protection (http://cdd.publicsafety.gc.ca). Accessed January, 2013.

101. FEMA Disaster Declaration DR-1995, June 15, 2011 (http://www.fema.gov/pdf/news/pda/1995.pdf)

102. FEMA Disaster Declaration DR-1993, June 10, 2011 (http://www.fema.gov/pdf/news/pda/1993.pdf)

103. City of Burlington Parks and Recreation (http://www.enjoyburlington.com/) Accessed July, 2012.

104. Community Sailing Center News Release (http://communitysailingcenter.org/lake-today/). Accessed July, 2012/

105. Bob Elmy, owner of Whitehall Marina at Lock 12

106. NYS Canal Corps

107. Essex County (NY) Department of Tourism

108. Christa Baertschi, owner of Camping-Plage Kirkland

109. The Office of Governor Cuomo Press Release, September 19, 2011 (http://www.governor.ny.gov/press/09192011AdditionalAssistance). Accessed December 2012

110. Christine Savard, Québec Public Protection, Presentation entitled « Emergency Response With Municipalities" given at LCBP Flood Resilience Conference, June, 2012.

111. Vermont Red Cross News Release, September 1, 2011 (http://newsroom.redcross.org/)

112. Vermont Red Cross News Release, September 1, 2011 (http://newsroom.redcross.org/)

113. North Country Red Cross Fast Facts September 6, 2011 (http://newsroom.redcross.org/2011/09/06/fast-facts-hurricane-irene-red-cross-response-in-new-york/)

114. North Country Red Cross Fast Facts September 6, 2011 (http://newsroom.redcross.org/2011/09/06/fast-facts-hurricane-irene-red-cross-response-in-new-york/)

Impacts sur l'agriculture

Les plaines inondables ont généralement des sols très productifs et fertiles. Elles sont donc un endroit idéal pour l'agriculture. Dans le bassin du lac Champlain, bon nombre des terres agricoles sont situées sur les plaines inondables. Par conséquent, les inondations ont eu des impacts considérables sur les secteurs d'activités agricoles dans les États du Vermont et de New York et du Québec. Bien que de grandes parties des terres agricoles dans la vallée de la rivière Richelieu soient inondées chaque année, les dommages causés par les inondations de 2011 ont été sans précédent. En outre, le ruissellement agricole, comprenant les sédiments et les éléments nutritifs ont contribué à la détérioration de la qualité de l'eau dans le lac Champlain.

Les impacts des inondations sur l'agriculture

Les inondations de 2011 ont eu des impacts sur les terres agricoles et l'économie liée à l'industrie agricole. Les inondations survenues au début du printemps et à la fin de l'été ont restreint la saison agricole, puisqu'elle a commencé plus tard qu'à l'habitude et a pris fin prématurément. Les terres agricoles, l'équipement et les entreprises agricoles ont été endommagés, ce qui a réduit la production agricole et haussé les frais de production. De plus, les inondations et les sols contaminés ont détruit les cultures et les aliments pour animaux ce qui a eu une énorme incidence sur les revenus des agriculteurs dans le bassin.

Saison agricole écourtée

Au début du printemps 2011, les terres ont été inondées et les sols ont été trop saturés pour permettre l'ensemencement dans bien des parties de la vallée du lac Champlain. La *Intervale Community Farm* à Burlington, au Vermont, est située dans la zone d'inondation de la rivière Winooski et a été inondée durant la période susmentionnée. L'entreprise agricole qui a des sols sableux peut supporter bien les conditions humides, permettant ainsi l'ensemencement plus tôt durant l'année que dans la plupart des autres zones agricoles. Mais en 2011, les cultures semées au début du printemps ont été détruites par les fortes pluies et les inondations le long de la rivière Winooski. En raison des fluctuations de l'eau, les efforts réalisés pour sauver les cultures entre les précipitations se sont soldés, dans une large mesure, par un échec. À la fin de l'été, la ferme a été de nouveau inondée par la tempête tropicale Irene, donnant lieu à une récole partielle hâtive et à des dommages considérables aux produits agricoles ce qui a mené à une perte de revenu pour de nombreux agriculteurs.

Au Québec, la production agricole dans les plaines inondables de la rivière Richelieu a également été touchée par l'inondation printanière. En mai et en juin, lorsque les niveaux d'eau ont atteint leurs plus hauts sommets durant l'inondation printanière, 170 entreprises agricoles et 2 500 hectares (6 177 acres) le long de la vallée de la rivière du Richelieu ont été touchés. L'importance des dommages signalés a diminué au fur et à mesure que progressait la saison. Le 20 juin 2011, on comptait 117 entreprises agricoles touchées totalisant 1 070 hectares (2 644 acres) non ensemencés et 155 hectares (355 acres) de cultures de foin endommagées. L'inondation causée par la tempête tropicale Irene a été moins destructrice dans la vallée du Richelieu, bien que les fortes rafales et la tempête a endommagé plusieurs acres de cultures commerciales.[115]

La saison agricole écourtée a eu des impacts sur la disponibilité des aliments servant à nourrir les animaux. Dans la vallée du lac Champlain, c'est habituellement à la fin avril que l'on procède à l'ensemencement des cultures de maïs-fourrage, mais en raison de la situation, on a dû attendre au mois de juin. Durant le printemps 2011, la Miner Institute, un établissement de recherche agricole dans le nord-est de l'État de New York, n'a semé que 80 acres de maïs sur 300 acres disponibles habituellement.[116] L'inondation au Québec a également touché les productions de produits laitiers et autres productions animales en raison de la perte de cultures de foin et fourrage. Bon nombre de ces entreprises agricoles ont été en mesure d'adapter leurs cultures à la saison agricole écourtée ou d'acheter les produits d'alimentation. Un retard dans la culture de maïs pour l'alimentation animale a retardé davantage la production de foin plus tard dans la saison. Par conséquent, la qualité de l'alimentation animale et des produits laitiers a été diminuée. Pour les agriculteurs qui ont acheté de la nourriture pour les animaux, les approvisionnements restreints ont engendré une hausse des prix et une diminution des revenus pour les producteurs de produits laitiers et de produits carnés.

Dans les États du Vermont et de New York, la tempête tropicale Irene a une incidence sur la deuxième campagne d'ensemencement et la récolte d'été. La perte de cultures de maïs, de foin et de luzerne ont intensifié la pression exercée sur les agriculteurs qui dépendaient des cultures pour nourrir leurs animaux durant l'hiver.

Dommages causés aux terres agricoles et aux entreprises agricoles

Au cours de l'inondation printanière et celle causée par la tempête tropicale Irene, les bâtiments des agriculteurs du bassin du lac Champlain ont subi des dommages importants en raison de la sédimentation, de l'érosion et de la contamination des eaux de crue. Ces dernières ont sursaturé les sols agricoles, les rendant ainsi impropres à la croissance des cultures parce qu'elles ont favorisé la prolifération de racines fongiques et entravant. Après le retrait des eaux, les champs inondés étaient souvent couverts de couches épaisses de limons et de roches. À la suite du passage de la tempête tropicale Irene, les agriculteurs ont signalé la présence de débris épars sur les champs, y compris des réservoirs de propane, des fragments de bâtiments endommagés et des arbres. Selon la USDA, plus de 3 642 hectares (9 000 acres) de terres agricoles du Vermont ont été touchés par la tempête tropicale Irene.[117] Dans l'État de New York, le USDA a versé 78,6 millions de dollars en réclamations concernant 91 000 hectares (225 000 acres) de terres endommagées dans l'ensemble de l'État. Au Québec, des terres agricoles ont également subi des dommages. Le Ministère de la Sécurité civile du Québec a traité les demandes d'indemnisation liées au retrait des débris, aux réparations des digues, au système de pompage d'eau et aux ponceaux endommagés.

Production et distribution

En ce qui a trait aux entreprises agricoles qui n'ont pas été touchées directement par les inondations, les dommages causés à l'infrastructure de transport et aux accès routiers ont limité la distribution des produits agricoles, faisant en sorte qu'il a été difficile pour les agriculteurs de vendre leurs produits aux clients. Immédiatement après le passage de la tempête tropicale Irene, 15 producteurs laitiers ont dû se départir du lait produit parce que les camions ne pouvaient pas se rendre à la ferme à temps pour transporter la marchandise avant qu'elle se gâte.[118] Les entreprises agricoles, sans électricité, devaient disposer de génératrices électriques sur les lieux afin de pouvoir poursuivre leurs activités de traite. Certains producteurs laitiers on dû limiter leurs activités de traite à quelques vaches afin de minimiser la demande en électricité, laquelle était produite par des ressources limitées, et afin de réduire la production laitière que l'on aurait gaspillée puisque l'on ne pouvait en assurer toute la distribution. Pour les agriculteurs de la coopérative Agri-mark Cabot, cette dernière a assumé les coûts liés à la production de

lait perdu. La Fédération des producteurs de lait du Québec avait préparé un plan d'urgence dans le cas où le lait ne pourrait être recueilli, mais heureusement il n'a pas été nécessaire de mettre ce plan à exécution. Au cours de l'inondation au Québec, les fermes laitières sinistrées n'ont pas eu à interrompre la collecte de lait.

Sédimentation et terre arable

Pour les agriculteurs, le sol est une ressource vivante et précieuse qui se construit au fil du temps. Une terre arable en santé peut prendre des années à développer et une exploitation minutieuse est requise pour l'entretenir. La tempête tropicale Irene, qui a causé d'énormes dommages fluviaux à emporter la terre arable de bon nombre d'entreprises agricoles. La perte de plusieurs centimètres de terre arable peut engendrer une perte de production et par conséquent, une perte de revenus pour les entreprises agricoles, et la régénération d'une nouvelle terre arable peu prendre plusieurs années.

Contamination des cultures

Au cours des deux inondations, les inondations possiblement contaminées ont inondé les terres agricoles du bassin en transportant des débris toxiques. Puisque de nombreuses cultures et productions de bétail sont conçues principalement pour la consommation humaine, des mesures préventives ont dû être prises. La FDA a déclaré que toute culture, dont une partie comestible a été touchée par les inondations a été contaminée en raison de l'inondation et a dû être détruite.[119]

Tempête tropical Irene – New York

Dans l'ensemble de l'État de New York, 56 650 hectares (140 000 acres) de terres agricoles ont été détruits par la tempête tropicale Irene. La grande majorité de ses terres agricoles se trouvait dans la vallée de la rivière Hudson.[120] Il s'agit ici d'une superficie beaucoup plus grande que les 3 600 hectares (9 000 acres) qui ont été touchés au Vermont, parce que le secteur agricole dans l'État de New York occupe plus de superficie et est plus généralisé.[121] La *Cornell Cooperative Extension* a prévenu les agriculteurs que les inondations qui ont emporté les cultures au cours de la fin de l'été, contenaient du limon, mais étaient aussi possiblement contaminées par des déchets humains et des polluants chimiques.[122]

Tempête tropicale Irene – Vermont

Selon la *USDA Farm Service Agency*, 476 producteurs du Vermont ont été touchés par la tempête tropicale et les agriculteurs ont subi des pertes financières d'environ 20 millions de dollars.[123]

Les dommages causés aux cultures par hectares, dans l'ensemble du Vermont, se traduisent de la façon suivante :

- 2 450 hectares (6 065 acres de maïs)
- 91 hectares (225 acres de soja)
- 2 940 hectares (7 268 acres de foin)
- 240 hectares (596 acres de fruits/légumes)
- 709 hectares (1 752 acres de pâture)
- 567 hectares (1 402 acres) d'érablières pour des dommages causés par les vents[124]

En raison de la crue éclair provoquée par la tempête tropicale Irene dans les vallées agricoles, les agriculteurs ont été forcés de détruire les cultures comestibles, destinées à la consommation humaine ou de ne pas les récolter. Les cultures servant à alimenter le bétail ont été surveillées minutieusement par les organismes gouvernementaux afin de s'assurer que les niveaux de toxines contenus dans l'ensilage étaient sans danger.[125] Selon la *Vermont Agency of Agriculture*, le montant estimé en perte de cultures et de terres cultivées endommagées s'élève à plus de 10 millions de dollars dans tout l'État.[126] Les cultures ont été endommagées par l'inondation, l'érosion causée par cette dernière et le vent. Les inondations qui ont submergé les terres cultivées ont laissé derrière elles une épaisse couche de limon et de gravier, étouffant ainsi les cultures et entraînant une érosion accrue dans les pâturages. Selon la *UVM Extension*, la tempête tropicale Irene présentait un risque

beaucoup plus élevé de contamination des cultures que les inondations du printemps, en raison de l'inondation signalée des usines de traitement des eaux usées, des fosses septiques et des dépôts de déchets dangereux. Conformément à la *Food, Drug and Cosmetic Act*, la *U.S. Food and Drug Administration* and *Vermont Agency of Agriculture* a interdit la vente de toute nourriture ayant été en contact avec les inondations. Par conséquent, des cultures légumières n'ont pas été récoltées ou ont été détruites dans l'ensemble de l'État du Vermont, équivalent à un montant de 2 millions de dollars.[127] Cette estimation n'inclut pas les coûts liés à la perte de produits d'alimentation, laitiers, de l'érable et agricoles à valeur ajoutée.

Les impacts de la tempête tropicale Irene ont été moindres dans la vallée de la rivière Richelieu. Une inondation minime a été observée. Toutefois, les fortes rafales ont eu une incidence sur certaines cultures commerciales et possiblement sur récoltes.

Bétail et alimentation animale

Malgré que, partout dans les États du Vermont et de New York ont ait signalé la mort de bétail par noyade ou en raison de maladies causées par les inondations, la principale incidence qu'ont eu les inondations sur le bétail s'est répercutée sur leur alimentation. Au Québec, la répercussion observée a été presque exclusivement liée aux dommages découlant de l'alimentation. En hiver, les agriculteurs dépendent des fourrages et des graines, dont le maïs, le foin et la luzerne, pour nourrir leurs animaux (principalement des vaches). Les problèmes liés à l'alimentation ont commencé durant les inondations, lorsque les eaux de crue ont contaminé la nourriture des animaux. Les agriculteurs ont dû décider s'ils allaient utiliser la nourriture possiblement contaminée. Dans certaines zones durement touchées telles que les champs agricoles le long de la rivière Winooski au sud de Montpelier, il a été nécessaire de jeter les cultures qui devaient servir à alimenter le bétail en raison du risque élevé de contamination par des métaux lourds. La *UVM Extension* et les organismes d'État du domaine de l'agriculture ont testé des fourrages afin d'y détecter la présence de mycotoxines (produites possiblement par la croissance fongique), de cendre (provenant de sédiments) et de métaux lourds. La teneur en mycotoxines et en métaux lourds était à un niveau ne présentant aucun danger dans la plupart des échantillons malgré le fait que certains de ceux-ci ont affiché une augmentation de la teneur en métal lourd après les inondations.[128] [129] Les organismes d'État ont surveillé les fourrages jusqu'à un an après les inondations dans les secteurs touchés. Partout dans le bassin, les cultures fourragères ont été recouvertes de niveaux élevés de sédiments. Les niveaux normaux de cendre dans l'ensilage correspondent à 3 à 5 % de la masse totale.

Toutefois, dans les ensilages endommagés par les inondations, la teneur en cendre était de 4 à 2 %.[130] L'incidence de niveaux élevés de cendre sur les vaches a été peu étudiée, mais la teneur élevée en cendre semble indiquer qu'il est probable que les animaux consomment des quantités excessives de sol arable et de sédiments. Pour conserver un approvisionnement de fourrage pendant tout l'hiver 2011-2012, certains agriculteurs ont dilué le fourrage inondé avec du fourrage non contaminé pour nourrir leurs animaux.

Inondation printanière du lac.
Photo: LCBP

Des dommages additionnels aux fourrages causés par les conditions humides ont entraîné la création de moisissure et donner lieu à une faible fermentation de l'ensilage. Lorsque l'ensilage est entreposé, les niveaux d'oxygène influent sur le processus de respiration de l'ensilage ce qui a une incidence sur la teneur en hydrate de carbone dans le fourrage. Si l'oxygène est rapidement utilisable, le processus de respiration utilise l'hydrate de carbone ce qui crée un fourrage de piètre qualité. La fermentation ne peut se produire que lorsqu'il n'y a plus d'oxygène puisque le pH diminue, faisant ainsi en sorte qu'il ne peut se créer de moisissure et les bactéries ne peuvent survivre. Des niveaux d'hydratation élevés favorisent la création de moisissure et mène à une mauvaise fermentation de l'ensilage, réduisant ainsi la valeur de l'ensilage destiné à l'alimentation des animaux.

En raison des niveaux d'eau élevés, le pâturage pour l'alimentation des animaux était limité. Au Vermont seulement, 709 hectares (1 752 acres) de pâturage ont été endommagés par les inondations.[131] Des sols humides ont favorisé la croissance d'organismes clostridiaux et autres pathogènes qui peuvent causer des maladies, l'avortement ou la mort du bétail. Bon nombre d'agriculteurs ont été forcés de restreindre le temps de pâturage et surveiller leurs troupeaux minutieusement.[132]

Sources de nourriture locales

Les entreprises agricoles régionales contribuent à l'économie en fournissant des aliments locaux frais et des produits à valeur ajoutée. Bon nombre d'entreprises agricoles situées dans le bassin du lac Champlain distribuent des produits au marché de consommation par l'intermédiaire de centres gastronomiques, d'un distributeur ou d'une coopérative, ou par l'entremise de marchés agricoles locaux. La *Intervale Community Farm*, à Burlington, au Vermont, est un exemple d'agriculture soutenue par la communauté qui fournit une source d'approvisionnement locale. L'engagement des membres de la communauté dans une agriculture soutenue par la communauté aussi connue sous le nom de « Farm Share » constitue une source principale de revenus immédiats. Cette ASC offre habituellement une part assortie d'une prime de 40 % à 50 % par rapport aux prix de détail comparables, ce qui incite les membres de la communauté à investir. La prime de 2011 a été considérablement réduite en raison des inondations printanières. L'inondation causée par la tempête tropicale Irene a également détruit bon nombre de légumes d'été juste avant que puisse se faire la récolte. Des problèmes similaires sont survenus partout dans la zone sinistrée. Les cultures d'été, dont les cultures de carottes, d'oignons, d'épinards, de roquettes, de petites betteraves, de potirons et de citrouilles, de près de 200 entreprises agricoles dans l'État de New York ont été inondées. Les produits frais provenant des entreprises agricoles des États du Vermont et de New York sont distribués dans des secteurs urbains, dont la ville de New York et Boston.

Impacts du ruissellement agricole sur les voies d'eau

De graves événements météorologiques causent des inondations majeurs, des ruissellements considérables, des dommages fluviaux aux rives et les inondations érodent les sols agricoles, en plus des fertilisants et des pesticides qui se trouvent possiblement déjà dans le sol. Une conséquence du ruissellement agricole durant une inondation est l'apport intensifié d'éléments nutritifs et de sédiments dans les cours d'eau du bassin et dans le lac Champlain.

Charge en éléments nutritifs et sédimentaire

Environ 90 % de la charge en phosphore provient de sources diffuses, y compris les eaux de ruissellement urbain et de l'érosion agricole se déversant dans le lac Champlain. Durant les inondations, l'érosion agricole, riche en éléments nutritifs, transporte des niveaux élevés de phosphore dans le lac Champlain, ses affluents et la vallée de la rivière Richelieu.

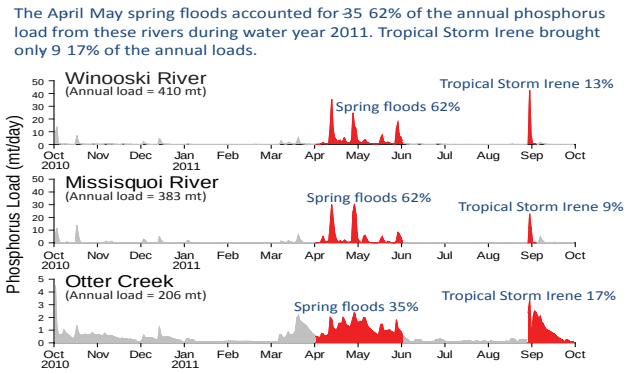


Figure 10. La charge de phosphore en 2011 dans les tributaires principaux sélectionnés du Vermont. Courtoisie de VT ANR

L'impact d'une inondation sur le ruissellement agricole dépend énormément du moment où se produit l'inondation. Au cours des événements du printemps 2011, la plupart des terres agricoles étaient non couverte, avaient été cultivées et fertilisées en préparation de l'ensemencement. Ceci a augmenté la perte de sédiments et d'éléments nutritifs causé par l'érosion des sols. L'eau de pluie et l'inondation ont érodé les sols contenant du fumier de vaches et des engrais répandus. Durant le printemps 2011, la charge de phosphore dans la rivière Winooski a été de 77 tonnes métriques en une semaine ce qui équivaut à la moitié de la charge annuelle habituelle.[133] Les cours d'eau du bassin étaient d'un brun laiteux riches en sédiments. La charge d'élément nutritif déversé dans le lac peut contribuer à la prolifération de plantes aquatiques et de cyanobactéries. La charge de sédiments sans précédent a également changé le benthique des baies peu profondes du lac. En effet, ces baies ont été couvertes d'une couche de sédiments vaseuses et riches.

Par contre, la tempête tropicale Irene est survenue tard durant l'été lorsque les cultures étaient bien établies ce qui a réduit le risque d'érosion des sols agricoles. Donc, la plupart des pertes en sédiments et la charge de phosphore ont été associées aux inondations et aux dommages fluviaux des rives. Bon nombre de rivières ont déposé d'énormes charges d'éléments nutritifs et de sédiments dans le lac Champlain après l'inondation, particulièrement dans les segments de la partie sud du lac. Cependant, dans plusieurs secteurs, notamment dans le bassin versant de Otter Creek, les terres agricoles et les pâturages cultivés dans les grandes plaines inondables ont été inondés réduisant ainsi les impacts en aval.

Charge de pesticide

Les pesticides donc les herbicides, les insecticides et les fongicides sont conçus pour tuer ou affecter défavorablement les espèces nuisibles. Selon la *Vermont Agency of Agriculture Foods and Markets*, 76 % des pesticides agricoles utilisées dans la région sont des herbicides pour la culture du maïs.[134] Dans le cadre d'activités agricoles, des pesticides sont épandus sur les cultures mais une certaine quantité est aussi entreposée pour utilisation ultérieure. L'entreposage de pesticides est réglementé et doit être protégé pour éviter les émissions accidentelles dont l'inondation. Les inondations augmentent les risques de déplacement des résidus de pesticides appliqués dans les cultures en raison des ruissellements. Les pesticides transportés peuvent mettre à risque les usines d'eau potable et par conséquent, présenter une menace possible à la santé humaine. Après le passage de la tempête tropicale Irene, les cultures inondées ont fait l'objet d'un examen pour déterminer si elles étaient contaminées par les pesticides. Des niveaux très bas de pesticides ont été seulement détectés.[135]

Les pesticides endommagés suite aux inondations pourraient être inefficaces aux fins agricoles mais représente un risque pour la santé humaine et doivent dont être éliminés par des professionnels.[136] Le processus d'élimination présente un risque supplémentaire de contamination environnementale. La *Vermont Agency of Agriculture, Food, and Markets* (VAAFM), le *New York State Department of Environmental Conservation Clean Sweep Program* et le MDDEFP du Québec ont tous mis sur pied des programmes de collecte pour l'élimination sécuritaire des pesticides.

Gestion actuelle

L'agriculture joue un rôle très important dans la région et constitue un atout pour l'alimentation locale dans le bassin du lac Champlain et la vallée de la rivière Richelieu. Ainsi, il importe de maintenir la production agricole tout en atténuant les impacts des inondations. En frais de gestion actuelle, on compte notamment des programmes locaux, des états et fédéraux qui assurent aux agriculteurs un soutien économique durant et après les inondations.

Les ministères de l'agriculture des États du Vermont et de New York régissent l'utilisation des pesticides et des aliments pour le bétail, les semences et les engrais. La VAAFM a mis en œuvre des règlementations précis pour protéger la qualité de l'eau soit *Accepted Agricultural Practices* (AAPs), *Medium Farm Operations* (MFO), et *Large Farm Operations* (LFO). Dans les deux états, les ministères encouragent l'adoption de bonnes pratiques de gestion (*Best Management Practices, BMP*) qui permettent d'atténuer les impacts agricoles sur la qualité de l'eau notamment en réduisant les travaux aratoires, aménageant les bandes riveraines, la restauration ou la conversion des milieux humides et les contrôles de drainage de surface. Les ministères des états fournissent de l'aide technique et financière aux producteurs agricoles afin qu'ils mettent en œuvre des BMP pour assurer la conformité avec les normes de qualité de l'eau déjà en place. Bon nombre de BMP sont adoptées de façon volontaire, à l'exception des *Concentrated Animal Feeding Operations* (CAFO) du fédéral lesquelles sont obligatoires. De plus, de nombreux programmes offrent des incitatifs aux agriculteurs pour encourager la mise en œuvre de ces pratiques.

Terre agricole et plaines inondables

La plupart des terres agricoles dans la vallée du lac Champlain est située dans les plaines inondables ou à proximité de celles-ci. L'agriculture, particulièrement la production de produits laitiers et de bétail, constitue un moteur économique déterminant dans la région.

Les bonnes pratiques de gestion bénéfiques sont soutenues par des ministères des états, du fédéral et sans but lucratif. En outre, des incitatifs sont offerts aux agriculteurs pour les encourager à adopter ces pratiques afin de réduire les ruissellements dans le lac Champlain provenant des sols agricoles. Parmi ces ministères mentionnons entre autres, la *Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets* (VAAFM), la *New York State Agency of Agriculture and Markets*, des ministères régionaux, des ministères du Québec dont le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, le *Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service* des États-Unis, des organismes sans but lucratif et des services d'extension offerts par les universités locales. Dans beaucoup d'entreprises agricoles régionales, les efforts sont axés sur la réduction de l'érosion des sols, le maintien des bandes riveraines tout en s'assurant l'accès des cours d'eau par les animaux, la réduction des travaux de labour, la gestion adéquate des ruissellements d'éléments nutritifs et l'adoption de stratégies de prévention de la pollution. Lorsque des inondations surviennent, ces bonnes pratiques aident à réduire l'impact des inondations sur les sols agricoles puisque les zones où les impacts sont les plus forts soit près des rivières et des rives, sont déjà protégées par des bandes riveraines végétatives. Les agriculteurs qui ne se conforment pas aux bonnes pratiques de gestion peuvent davantage s'exposer à des risques de dommages suite aux inondations.

Lors d'une inondation, les agriculteurs font face aux mêmes difficultés économiques que les entreprises. Les organisations à but non lucratif locales, les organismes fédéraux et des états sont disponibles pour offrir une aide immédiate. Après le passage de la tempête tropicale Irene, la *Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets* a réuni immédiatement une équipe d'intervention et d'évaluation, des intervenants d'urgence, des vétérinaires pour venir en aide aux agriculteurs sinistrés. Les services d'extension fournis par la *Cornell University* et la *University of*

Vermont ont offert une aide technique et des approvisionnements aux agriculteurs sinistrés. Les programmes fédéraux ont immédiatement évalué les dommages subis par les producteurs agricoles en déterminant la viabilité de la production des cultures, les réclamations d'assurance et les évaluations des dégâts. Avant, pendant et après les inondations, une aide financière à long terme est offerte aux agriculteurs par diverses organisations.

Dommages causés aux cultures fourragères

Les cultures fourragères inondés peuvent être récupérés. Les ministères des états ont mis en place des protocoles de gestion du risque pour protéger les agriculteurs lorsque les approvisionnements de production peuvent être contaminés par les inondations. À l'aide d'une gestion adéquate, les risques liés aux ensilages endommagés par les inondations peuvent être évités. Les protocoles actuels prévoient ce qui suit :

- Évaluation des champs /Évitement des risques : Les entreprises agricoles recevront des renseignements afin de les aider dans le processus de prise de décision quant au fait de récolter les cultures qui ont été endommagées par les inondations ou non. La première priorité sera d'évaluer les terres afin de déterminer quels champs ou quelles portions de champs pourront ou pourraient faire l'objet d'une récolte. Les facteurs qui seront pris en considération dans le cadre de ces évaluations seront l'état physique des tiges, l'inspection des épis aux fin de détection de moisissure, la hauteur et la durée des inondations, la quantité de sédiments dans les plantes et les dangers possibles en amont. Le processus d'évaluation des champs déterminera les cultures qui doivent être récoltés, ceux pour lesquels la machinerie doit être modifiée pour couper juste des parties et ceux qui n'on pas été touchés pas les inondations.
- Évitement des risques : Les peuplements qui sont considérés comme impropres à la récolte seront laissés dans les champs.
- Gestion des risques : Les pratiques de gestion des risques s'appliqueront aux ensilages récoltés qui ont été exposés aux inondations mais qui n'ont pas été gravement endommagés. La contamination par les mycotoxines et les pathogènes constituent les problèmes principaux de ces cultures. Les activités de gestion de ces risques comprennent ce qui suit :
  - récolte à un bon degré d'humidité
  - ségrégation de l'ensilage inondé
  - inoculation ou traitement de l'ensilage
  - gestion du pH
  - gestion de l'humidité lors de l'entreposage et techniques adéquates d'ensilage
  - prélèvement et analyse[137]

Immédiatement après les inondations et jusqu'à un an après les événements, les états ont offert une aide technique et a surveillé l'alimentation du bétail pour prêter main-forte aux agriculteurs sinistrés.

Analyse des contaminants

Après les inondations, les ministères des états ont mené des inspections des principaux commerces de pesticides dans les zones touchées, ceux qui entreposent et distribuent des pesticides commerciaux. L'analyse menée a confirmé qu'aucun des commerces n'étaient situé dans la zone touchée par l'inondation. Une analyse des cultures fourragères a également été menée par les ministères des états. Les enquêteurs ont conclu que les cultures inondées par la tempête tropicale Irene ne présentaient aucun risque de contamination de pesticides, conformément aux directives de la FDA.[138]

Les ministères des états ont mené une analyse sur les contaminants relativement aux cultures fourragères dont le maïs et le blé en utilisant les protocoles fédéraux en place et des normes de base.[139] La première culture qui soulevait des inquiétudes était le maïs pour l'ensilage et les principaux contaminants qui faisaient l'objet de préoccupations étaient les métaux lourds et les mycotoxines. Les ministères des états ont reçu des conseils de la *Federal Food and Drug Administration* (FDA) sur la façon d'analyser et de surveiller les cultures touchées. Les cultures endommagées par les inondations que l'on comptait utiliser pour alimentation animale ont été analysées afin de détecter la présence de mycotoxines, de métaux lourds, de bactéries pathogènes, de pesticides et de BPC. Les analyses de détection de mycotoxines avaient pour but de déceler, à tout le moins, les aflatoxines, les fuminosines, les *vomitoxin*, les *zéarlenone* et les *ochratoxin*. Les analyses de détection de métaux lourds étaient axées sur le cadmium, le mercure et le plomb. Les bactéries pathogènes soulevant des inquiétudes étaient les suivantes : *Salmonella,* E. *coli¸ Clostridium perfringens* et *botulinum*. Tous les niveaux de contaminants ne doivent pas excéder ceux mentionnés dans les directives de la FDA lorsqu'il est question d'alimentation animale.[140]

La *Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets* a mis sur pied un programme de suivi à trois niveaux pour tester les contaminants pendant un an après les inondations. Les entreprises agricoles qui ont participé au programme étaient des entreprises agricoles à risques situées dans les voies d'évacuation des inondations. L'échantillonnage de niveau 1 constituait en un sondage à grande échelle visant à déterminer les niveaux de base de contamination par les métaux lourds et les mycotoxines. Le niveau 2 permet de déterminer le degré de contamination des produits pour l'alimentation animal fondé sur un sous-ensemble de premier niveau du programme de suivi a été utilisé. Le niveau 3 analyse le lait provenant d'entreprises agricoles à risque afin de déterminer les mesures de gestion supplémentaires devant être prises et pour atténuer les risques.[141] Durant tout le processus, la *Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets* a travaillé de concert avec le *Department of Environmental Conservation* afin de surveiller la qualité de l'eau. Toutes les entreprises agricoles inondées pouvaient participer à la formation sur la gestion du risque et étaient admissibles à l'aide technique offerte. Les producteurs procèdent régulièrement à des analyses de détection de pathogènes, de mycotoxines et de cendre. En ce qui a trait aux cultures commerciales, un protocole d'inspection n'a pas encore été mis en œuvre. Ainsi, lorsque des inondations surviennent, il est plus difficile d'interpréter les analyses de détection de pathogènes. Toute alimentation provenant d'une zone inondée et qui a été mise sur le marché commercial en 2012 pourrait devoir faire l'objet d'une analyse sur les contaminants.[142]

Salubrité alimentaire pour la consommation humaine

Généralement, les cultures comestibles qui sont largement distribuées peuvent être retracées à la source si un pathogène est découvert mais les examens effectués par précaution ne sont pas réglementés. Les cultures inondées destinées à la consommation humaine sont habituellement détruites lors de vastes inondations.

La politique de la *Federal Food and Drug Administration* prévoit que toute culture prête à consommer mais inondée est considérée impropre à la consommation humaine. Lorsque l'inondation se poursuit pendant une période prolongée, les cultures sont également jugées impropres à la consommation animale.[143] Lorsque survient une inondation majeure comme dans le cas de la tempête tropicale Irene, la possibilité de contamination par les égouts, les fosses septiques et les déchets dangereux est accrue lorsque ces derniers sont inondés. Les producteurs on dû détruire (ou s'abstenir de récolter) les cultures comestibles qui ont été en contact de quelque façon et durée que ce soit avec les eaux des inondations.

Les producteurs d'aliments ont essuyé une perte importante en raison des risques de contamination possibles.

Analyse des sols

La *University of Vermont Agricultural Testing Lab* a fourni des analyses de sols gratuitement pour l'échantillon de champs d'entreprises agricoles inondées provenant de champs inondé ou non. Il a également fournit l'analyse de métaux lourds et d'hydrocarbure pétrolier total. Les sols ont été analysés aux fins de détection de cadmium, de cuivre, de chrome, de nickel, de plomb et de zinc. Parmi les 155 échantillons de sol, aucune teneur élevée en métal lourd n'a été détectée.[144] L'analyse d'hydrocarbure pétrolier total a été effectuée pour détecter les combustibles fossiles dans le gaz, le diesel ou dans l'huile contenue dans les eaux contaminées en raison de l'inondation. Ces analyses n'ont détecté que les teneurs d'hydrocarbure prévues ce qui ne suggère qu'une minime contamination par les inondations. Les analyses de sol pour vérifier la contamination par les bactéries, telles que les bactéries E. *coli* et *Salmonella*, sont dispendieuses. Aucun test microbien n'a été effectué dans le cadre de l'analyse des sols puisque l'on s'attend à ce que les nombres de pathogènes microbiens diminuent avec le temps et parce que le risque pour la santé humaine sera faible lors de l'ensemencement le printemps suivant. Bien que les analyses aient indiqué que les impacts découlant de la contamination des sols agricoles sont minimes dans le cas de produits pour la consommation humaine et de l'alimentation pour la consommation animale, les agriculteurs doivent prendre des mesures de précaution pour éviter des risques possibles pour la santé engendrés par les inondations. En dépit du fait que l'inondation de 2011 a été exceptionnellement aucune analyse de sol n'a été menée au Québec puisque il y a souvent des inondations printanières dans la vallée du Richelieu.

Aide financière à l'intention des agriculteurs

Québec – Aide financière à l'intention des agriculteurs
À la suite de la grave inondation survenue en mai et juin 2011, deux programmes d'aide financière ont été mis sur pied afin d'aider les agriculteurs qui n'étaient pas en mesure d'ensemencer leurs superficies agricoles. L'administration de ces deux programmes d'aide aux agriculteurs a été assurée par la Direction régionale de la Montérégie Ouest du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Le principal objectif de ces programmes est de fournir une aide financière afin d'atténuer l'incidence des catastrophes naturelles comme les inondations de façon à permettre aux agriculteurs de reprendre leurs activités le plus rapidement possible.

Premièrement un programme du gouvernement provincial portant le nom de « *Programme d'aide complémentaire d'aide aux entreprises agricoles touchées par les inondations en Montérégie* », financé entièrement par le gouvernement provincial, a offert une aide financière à raison d'une somme de 355 $ par hectare (1 hectare =2,5 acres) de superficie non semée à 107 entreprises agricoles touchées par la crue des eaux du lac Champlain et de la rivière Richelieu en 2011.

Deuxièmement Agriculture et agroalimentaire Canada a offert un Programme de gestion des risques de l'entreprise *Cultivons l'avenir* dans le cadre duquel l'organisme gouvernemental travaille en collaboration avec les ministères du gouvernement du Québec afin d'offrir une aide ciblée aux agriculteurs touchés par une catastrophe naturelle qui corresponde précisément à la situation visée. Le programme offre une aide financière répartie selon la formule de partage des coûts à 60/40 entre le gouvernement fédéral et la province touchée.[145] Le MAPAQ administre l'aide offerte et ajoute les fonds fédéraux afin d'aider les producteurs à l'échelle locale.

En plus de l'aide financière d'urgence offert aux entreprises agricoles touchées, La Financière Agricole du Québec (FADQ) a participé aussi offrant des programmes d'assurance récolte lesquels sont offerts à certains secteurs. La FADQ a traité 87 réclamations d'assurance dans le secteur touché par l'inondation. Les indemnisations versées se sont élevées à 318 861 $ pour 1 339,4 hectares (3 310 acres).[146] En effet, une plus grande superficie de terres qu'escomptées a bénéficié des programmes de la FADQ. Cela s'explique par le fait que les indemnisations payées étaient destinées aux superficies produisant du maïs mais celles-ci ont opté pour la production de soja en raison du retard d'ensemencement.

Vermont – Aide financière à l'intention des agriculteurs
Au Vermont une gamme de services a été offerte pour le rétablissement des entreprises agricoles.[147] La *Vermont Agricultural Credit Corporation* a mis en œuvre un programme de prêts d'urgence pour les producteurs qui ont subi des dommages et des pertes liées directement aux inondations. Les prêts ont été offerts à un taux d'intérêt de 1 % et pendant les deux premières années, aucun paiement n'était exigé. Le montant maximal des prêts étaient fixés à 100 000 $. Le *Vermont Farm Fund Emergency Loan* a accordé des prêts 5 000 $ sans intérêt payables dans plus de deux ans pour les entreprises agricoles menacées de fermer leurs portes en raison des inondations. Ce programme avait un délai d'obtention d'approbation de 14 jours ouvrables. En outre, Farm First, également accessible aux agriculteurs, offre des services de conseils confidentiels, à court terme et gratuitement, de même que des ressources, aux producteurs laitiers du Vermont et aux membres de leur famille. La *Vermont Agency of Agriculture* en partenariat avec la *Vermont Community Foundation* a créé le *Vermont Farm Disaster Relief Fund* conçu pour venir en aide aux producteurs du Vermont qui ont subi des dommages causés par la tempête tropicale Irene. Il s'agit d'une aide offerte sous forme de contributions, pensons entre autres au concert bénéfice local de *Phish*. Le *Vermont Farm Disaster Relief Fund* a permis d'aider 225 agriculteurs en fournissant des subventions totalisant plus de 2,4 millions de dollars.[148]

New York – Aide financière à l'intention des agriculteurs
L'aide apportée aux agriculteurs de New York qui ont été victimes de l'inondation causée par la tempête tropicale Irene est provenue de différentes sources. L'administration du gouverneur Cuomo de l'État de New York, a offert sans délai 15 millions $.[149] En outre, le *Empire State Development Corporation* (ESD) a administré un programme, en collaboration avec le *New York State Department of Environmental Conservation* (NYS DEC) permettant de fournir un total de 9 million $ au *Hurricane Irene-Tropical Storm Lee Flood Mitigation Grant Program*. Des subventions allant de 300 000 $ à $500 000 $ par comté admissible ont été accordées.

Ces subventions permettent de soutenir les projets d'atténuation et de contrôle des inondations dans les cours d'eau touchés par les tempêtes tropicales Irene et Lee. Plus tard, le gouverneur Cuomo de l'État de New York a offert un montant de 1,3 million $ supplémentaire au titre du *Agricultural and Community Recovery Fund* sous forme de subventions accordées à 143 producteurs dans 21 comtés pour couvrir les frais liés à l'alimentation animale et aux cultures endommagées.

La *New York State Energy Resources and Development Authority* a mis sur pied le *Agriculture Disaster Energy Efficiency Program*, qui permet de fournir des fonds servant aux réparations éco énergétiques et à la modernisation d'équipements électriques et à gaz naturel endommagés appartenant aux producteurs agricoles. Parmi ces équipements, on compte les systèmes de transformation du lait, les systèmes de refroidissement et de chauffage et d'autres systèmes agricoles.

Le *United States Department of Agriculture* - la *Farm Service Agency*

La USDA Farm Service Agency a offert des prêts d'urgence pour les agriculteurs qui ont subi des pertes matérielles ou des ralentissements de production en raison de l'inondation printanière (au Vermont) et de la tempête tropicale Irene. Le *Supplemental Revenue Assistance Payments Program* aide les agriculteurs en comblant les pertes de revenus de ceux-ci découlant des dommages causés aux cultures et de la perte de qualité de ces dernières.

Les programmes d'aide de la USDA comprennent ce qui suit :

- *Noninsured Crop Disaster Assistance Program* (NAP) - Le *Noninsured Crop Disaster Assistance Program*(NAP) offre une financière aux producteurs touchés par des catastrophes naturels. Le NAP couvre les pertes de cultures non assurables et contre l'ensemencement compromis par les catastrophes naturelles. Les cultures visées par ce programme comprennent les cultures commerciales produites pour l'alimentation humaine ou animale et les cultures spéciales comme le sirop d'érable.

- *Supplemental Revenue Assistance Payments Program* (SURE) - Le programme *Supplemental Revenue Assistance Payments* (SURE) a été autorisé par la loi agricole américaine 2008 et couvre les pertes de revenu liées aux cultures lorsque la quantité ou la qualité fait défaut uniquement pour les secteurs déclarés zones sinistrées par le secrétaire américain de l'Agriculture ou lorsque plus de la moitié de la production est perdue.

- *Emergency Assistance for Livestock, Honeybees, and Farm Raised Fish* (ELAP) Le programme ELAP a été autorisé par la loi agricole 2008 et vise à fournir un secours d'urgence aux producteurs de bétail, aux apiculteurs et aux pisciculteurs en plus de couvrir les pertes causées par des catastrophes naturelles qui ne sont pas couvertes adéquatement par d'autres programmes.

- *Livestock Indemnity Program* (LIP) - *Le Livestock Indemnity Program* (LIP) a été autorisé par la loi agricole 2008 afin d'aider les éleveurs de bétail dont une partie du cheptel meurt en raison de catastrophes naturelles. Le nombre de décès doit toutefois dépasser le taux de décès normal.[148]

Les prêts agricoles d'urgence offerts permettent aux producteurs d'emprunter un montant pouvant équivaloir jusqu'à 100 % de la perte en production subie ou d'emprunter tout au plus 500 000 $ pour couvrir les pertes physiques essuyées. Finalement, le *Emergency Conservation Program* (ECP) a offert un financement d'urgence et une aide technique aux agriculteurs pour remettre en état leurs superficies agricoles endommagées par les inondations.

Besoins en matière de gestion

- Améliorer la préparation aux situations d'urgence en ce qui a trait aux entreprises agricoles et aux agriculteurs. Actuellement, les ministères des états, les services d'appoint des universités, la USDA NRCS et le bureau agricole travaillent de concert pour créer une liste de vérification exhaustive liée à la préparation aux situations d'urgence à l'intention des producteurs pour assurer la poursuite des activités lorsque survient une catastrophe naturelle.

- Assurer la communication entre les entreprises agricoles, les entreprises commerciales et les ministères avant, pendant et après une inondation. Certaines propriétés rurales n'ont pas accès à Internet ni à la téléphonie cellulaire. Un réseau de communication doit être établi pour permettre les interventions d'urgence dans les zones rurales.

- Encourager une initiative entreprise par le les États du Vermont et de New York et le Québec concernant tout le bassin du lac Champlain visant à inciter les agriculteurs à laisser les eaux de crue inonder les superficies agricoles situées dans les plaines inondables lorsque des tempêtes surviennent. Les agriculteurs pouvaient recevoir une indemnisation ou convenir d'une entente selon laquelle ils recevraient un incitatif financier s'ils maintenaient de bonnes pratiques de gestion des zones riveraines afin de réduire l'incidence que pourraient avoir de futures inondations. Au Québec, Prime-Vert est un programme incitatif administré par le MAPAQ pour aider les agriculteurs et le secteur de l'agriculture à adopter des pratiques agricoles sures et respectueuses de l'environnement, à améliorer la qualité de l'eau et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Certains incitatifs sont offerts aux agriculteurs pour qu'ils convertissent leurs superficies agricoles longeant les voies d'eau en bandes riveraines ou en milieux humides. La conversion de superficies agricoles en milieux humides atténue les impacts de l'érosion agricole sur la qualité de l'eau en captant et en retenant les éléments nutritifs et les sédiments. Cette méthode est très efficace pour l'atténuation des impacts d'une inondation, puisque les milieux sont également des ressources exceptionnelles de rétention d'eau ce qui réduit le niveau de crue des eaux et filtre efficacement bon nombre des éléments nutritifs et sédiments transportées par les inondations. Une technique commune consiste à convertir les superficies en culture inondées en espaces de liberté en indemnisant les agriculteurs ce qui atténue les risques liées aux inondations.

- Le travail réduit du sol peut entraîner une réduction de l'érosion de l'ordre de 50 % à 63 % en gardant une couverture végétale sur le sol lorsque les cultures ne sont pas en production avant ou après la saison agricole. La réduction des travaux de labour diminue les possibilités d'érosion du sol causée par les eaux pluviales puisque la superficie de sol exposée est réduite ce qui a pour effet de restreindre les ruissellements des superficies agricoles. La transformation de superficies cultivées régulièrement labourées en cultures vivaces est une autre option possible. Lorsque l'on opte pour cette solution, le sol est continuellement protégé contre l'érosion par une couverture végétale. Les cultures vivaces sont généralement des céréales ou des fourrages.

- Les bassins de sédimentation et de rétention des eaux sont des structures permettant la diminution de l'érosion des sols. Ces structures font l'objet d'évaluation dans le bassin du lac Champlain. Il s'agit d'un petit bassin conçu pour retenir l'eau et ralentir le ruissellement agricole ce qui permet le dépôt de sédiments des eaux pluviales avant qu'ils ne s'écoulent dans les cours d'eau. Le LCBP travaille en partenariat avec l'État du Vermont pour installer ce type de bassin et en observer l'efficacité dans le cadre d'un programme pilote.

- Créer un plan d'intervention d'urgence exhaustif propre aux communautés agricoles et rurales qui peuvent être facilement isolées durant les inondations. Ce plan comprend, entre autres, ce qui suit :
  - L'accès à des systèmes de réfrigération et d'alimentation électrique
  - Gestion et évacuation du bétail
  - Aide technique et financière immédiate aux agriculteurs à risque

Lacunes et besoin en matières de données

Lacunes : Est-ce que les inondations accrues dans les superficies agricoles ont une incidence quantifiable sur la qualité de l'eau?

Lacunes : Quelles sont les superficies agricoles situées dans les plaines inondables à risque élevé?

Lacunes : Quelle superficie agricole peuvent être utilisées pour la rétention des inondations? Est-ce que la rétention des inondations sur les superficies agricoles risquerait de contaminer les cultures, le sol et l'eau? Quel avantage économique présente la résilience aux inondations des entreprises agricoles?

Lacunes : Au Québec, quel impact le système de digues a sur les inondations en zones agricoles?

Lacunes : Quels organismes sont responsables d'assurer que les activités des grandes entreprises agricoles respectent les bonnes pratiques de gestion des inondations et que ces entreprises ont des systèmes d'intervention d'urgence en place?

Certains impacts de la tempête tropicale Irene sur la Route 4 au Vermont. Photo: VT ANR

Besoins en matière de données :

- Déterminer l'efficacité des BMP agricoles normalisées sur la réduction des risques possibles d'inondation.

- Quantifier la réduction en aval des inondations si toutes les plaines inondables viables en amont étaient accessibles y compris les superficies agricoles et les milieux naturels.

- Comparer un meilleur échantillon de cultures contaminées avec un échantillon de cultures saines durant de prochaines inondations. Les échantillons feraient l'objet d'une analyse de détection de contamination microbienne, de métaux lourds et d'autres contaminants courants.

- Évaluer le risque de nourrir le animaux avec des cultures contaminées destinées à la consommation humaine. Tester les processus rectificatifs ayant trait à l'utilisation de cultures inondées.

- Évaluation effectuée sur les zones de source critique des plaines inondables à risque élevé dans le territoire agricole.

- Créer un modèle hydrologique pour l'ensemble du bassin pourrait aider à déterminer quelles sont les superficies qui doivent d'abord être converties en milieux humides et en bandes riveraines.

- Évaluer les risques liés à l'utilisation des superficies agricoles pour la rétention des inondations. À quel point serait-il différent de retenir les eaux de crue dans les superficies agricoles pour atténuer les inondations dans l'ensemble du bassin?

- Évaluer les impacts des inondations sur le système de digues au Québec.

Références

115. Carrolyn O'Grady, MAPAQ, personal communication, September, 2012.

116. The William H. Miner Agricultural Research Institute (NY).

117. VT ANR Irene Report, December 2011, http://www.anr.state.vt.us/anr/climatechange/irenebythenumbers.html.

118. Neale Lunderville, Vermont Irene Recovery Report, January 2012 (http://www.vermontagriculture.com/news/2011/Irene_Recovery_Report_Jan_2012.pdf).

119. Cary Giguere, Section Chief, VAAFM, personal communication, January 2013.

120. New York State Department of Agriculture & Markets.

121. Neale Lunderville, Vermont Irene Recovery Report, January 2012 (http://www.vermontagriculture.com/news/2011/Irene_Recovery_Report_Jan_2012.pdf).

122. Tracey H. Forfa, Deputy Director of the Center for Veterinary Medicine, FDA. Open Letter to Vermont Farmers for Inundated Crop Guidance; September 8, 2011.

123. USDA Farm Service Agency.

124. Neale Lunderville, Vermont Irene Recovery Report, January 2012 (http://www.vermontagriculture.com/news/2011/Irene_Recovery_Report_Jan_2012.pdf).

125. Cary Giguere, Section Chief, VAAFM, personal communication, January 2013.

126. Vern Grubinger, UVM Extension Report, "Impact of Irene on Vermont Agriculture", January 5 2012. 6pp.

127. Vern Grubinger, UVM Extension Report, "Impact of Irene on Vermont Agriculture", January 5 2012. 6pp..

128. Vern Grubinger, UVM Extension Report, "Impact of Irene on Vermont Agriculture", January 5 2012. 6pp.

129. Cary Giguere, Section Chief, VAAFM, personal communication, January 2013.

130. Vern Grubinger, UVM Extension Report, "Impact of Irene on Vermont Agriculture", January 5 2012. 6pp.

131. Vern Grubinger, UVM Extension Report, "Impact of Irene on Vermont Agriculture", January 5 2012. 6pp.

132. UVM Extension Flood Crops Fact Sheet "Managing Flood Damaged Crops and Forage from Tropical Storm Irene" September, 2011 (http://www.uvm.edu/extension/flooded_crops_factsheet_%20irene2011_uvmextension.pdf) Accessed January 2013.

133. Eric Smeltzer, Environmental Scientist, VT ANR. Presentation entitled "2011 Flood Impacts on Water Quality" at LCBP Flood Resilience Technical Workshop, February 2012.

134. Toxic Substance Management Strategy: Managing Toxic Contamination of Lake Champlain. Technical Report #69 Lake Champlain Basin Program Technical Advisory Committee, 2012, 28p.

135. Vern Grubinger, UVM Extension Report, “Impact of Irene on Vermont Agriculture”, January 5 2012. 6pp.

136. Cary Giguere, Section Chief, VAAFM, personal communication, January 2013.

137. Cary Giguere, Section Chief, VAAFM, personal communication, January 2013.

138. VAAFM Flooded Feed Risk Mitigation Plan, Feed Monitoring and Survey Program 2011-2012.

139. Cary Giguere, Section Chief, VAAFM, personal communication, January 2013.

140. Tracey H. Forfa, Deputy Director of the Center for Veterinary Medicine, FDA. Open Letter to Vermont Farmers for Inundated Crop Guidance; September 8, 2011.

141. VAAFM Flooded Feed Risk Mitigation Plan, Feed Monitoring and Survey Program 2011-2012.

142. VAAFM Flooded Feed Risk Mitigation Plan, Feed Monitoring and Survey Program 2011-2012.

143. USDA/FDA joint Press Release, Sept 12, 2011 via Farm Service Agency.

144. Vern Grubinger, UVM Extension Report, “Impact of Irene on Vermont Agriculture”, January 5 2012. 6p.

145. Agri-Food Canada AgriRecovery (www.agr.gc.ca). Accessed January 2013.

146. Carrolyn O’Grady, MAPAQ, personal communication, September, 2012.

147. UVM Extension Topical Storm Irene Assistance to Farmers Fact Sheet. September, 2011 (http://www.uvm.edu/extension/vacc_assistance_factsheet_sep2011.pdf). Accessed December, 2012.

148. Vermont Community Foundation, Farm Disaster Relief Fund (http://www.vtfloodresponse.org/IreneFunds/VTFarmDisasterReliefFund/tabid/184/Default.aspx). Accessed December, 2012..

149. The Office of Governor Cuomo Press Release, September 19, 2011 (http://www.governor.ny.gov/press/09192011AdditionalAssistance). Accessed December 2012.

150. United States Department of Agriculture.

Préparations en vue de futures inondations

Recommandations de politiques et de mesures de gestion

En conclusion, nous recommandons l'adoption de plusieurs politiques que les juridictions du bassin du lac Champlain devraient prendre en considération pour améliorer la résilience aux inondations. Certaines de ces politiques ne sont pertinentes que pour des régions précises dans le bassin versant. D'autres pourraient s'appliquer au bassin et à des régions extérieures à celui-ci. Les politiques recommandées ci-dessous ne sont pas répertoriées par ordre de priorité. Pour l'avenir, nous recommandons fortement que la province ou les états (le Québec et les État du Vermont et de New York) mette sur pied des bureaux de résilience aux inondations, des équipes ou des groupes de travail afin de coordonner les plans de résilience dans la province et des états. Il est important de se rappeler que pour protéger des vies humaines, les infrastructures, de même que la qualité de l'eau et les habitats des inondations, le réseau hydrologique devrait faire l'objet d'une évaluation à partir des petits cours d'eau en amont jusqu'au bras principal de l'affluent soit du point de chute de la goutte d'eau jusqu'au milieu récepteur. Au cours de la tempête tropicale Irene, bon nombre de dommages ont été causés par de petits affluents qui ont débordé et qui ont érodé les rives et détruit les ponceaux transportant ainsi des débris en aval. Bon nombre de ces recommandations s'appliquent directement à la gestion de la portion supérieure du bassin versant en prenant conscience que le confinement de l'eau à cet endroit réduira les impacts en aval et au bout du compte atténuera l'augmentation du niveau du lac Champlain. Bon nombre de ministères fédéraux, des états et provinciaux ont déjà accès aux ressources requises pour mettre en pratique ces recommandations. Les catastrophes naturelles continuent de causer des pertes de vies humaines et des dommages considérables aux propriétés publiques et privées entraînant annuellement des frais s'élevant à des dizaines de millions de dollars en dommages subis en Amérique du Nord.[151] Les autorités fédérales, des états et locales, les organisations non gouvernementales et les secteurs privés doivent travailler en collaboration pour déterminer des plans de financement de remplacement y compris des concepts tels que « des programmes d'échange sur la résilience aux inondations » afin de mettre en œuvre des stratégies pour réduire notre vulnérabilité face aux événements climatiques. La province et les états ont des politiques en vigueur ou dont l'adoption est envisagée qui abordent au moins certains de ces concepts. Des liens vers les documents de référence pertinents sont soumis à l'annexe A. Une liste sommaire des politiques existantes dans la province de Québec et des états est soumise à l'annexe B. Les annexes comprennent des renseignements concernant les règlements, les programmes ou les documents de référence applicables dans la province et les états concernés.

Beaucoup d'inquiétudes subsistent concernant les effets du développement dans le secteur et des modifications structurelles apportées au système du canal Chambly et à la rivière Richelieu (la décharge du lac Champlain) de même que des effets de ces modifications sur le mouvement de l'eau dans ce segment de la rivière et l'élévation du lac Champlain lors d'inondations. La Commission mixte internationale publiera une ébauche d'un plan d'étude aux fins d'un examen exhaustif de ce système afin de fournir des recommandations aux gouvernements du Canada et des États-Unis dans un rapport qui sera publié en 2013. Puisque ce travail est toujours en cours, nous ne faisons aucune référence portant sur ce sujet ni ne fournissons de recommandations à cet égard.

1. Identifier et promouvoir les avantages économiques d'augmenter la résilience aux inondations

Les inondations de 2011 ont eu une incidence sur l'économie du bassin du lac Champlain et de la vallée de la rivière Richelieu à bien des égards. Des entreprises ont été touchées, de façon négative et positive. Des gens et des entreprises ont été déplacés et des efforts de restaurations ont été entrepris. Les ministères des états et provinciaux concernés devraient faire en sorte que les impacts économiques observés soient documentés de façon adéquate. Pensons, entre autres, aux pertes de revenu des entreprises et au manque à gagner lié aux activités agricoles, aux frais de services publics et aux coûts de reconstruction. Les coûts intrinsèques qui devraient aussi faire l'objet d'une évaluation comprennent les répercussions psychologiques, les répercussions esthétiques et récréatives et bien entendues, les impacts sur nos ressources hydriques (usines de traitement des eaux usées et d'eau potable). Enfin, les coûts des inondations par rapport aux services rendus par l'écosystème du bassin (et les avantages inhérents à ces services) devraient être minutieusement documentés et évaluer monétairement ce qui devrait comprendre les coûts liés aux forêts et aux habitats aquatiques. Bon nombre de ressources naturelles et de conditions environnementales se sont avérées bénéfiques durant les inondations de 2011. Elles ont permis de minimiser les dommages et réduire les coûts qui auraient pu être plus considérables si ce n'avait été d'elles. Les services écologiques dont il est question sont rarement pris en considération lors des évaluations économiques liées aux catastrophes naturelles. Un bon exemple est le rôle qu'ont joué les plaines inondables de la rivière Otter Creek entre Rutland et Middlebury au Vermont, durant la tempête tropicale Irene. Le rôle que ces plaines inondables ont rendu au village de Middlebury en réduisant le débit en aval dans la rivière Otter Creek avant que les inondations atteignent Middlebury devrait être pris en compte. Il devrait en être de même pour les circonstances similaires survenues aux alentours du bassin du lac Champlain (Figure 8). Le fait de documenter les services écologiques en avantages monétaire au coûts de résilience aux inondations offert par les écosystèmes forestiers et les milieux humides dans les plaines inondables devrait aider à faire avancer la volonté politique de conserver et de restaurer ces précieuses régions situées dans le bassin et accroître ultimement notre résilience aux futures inondations.

2. Développer un modèle hydrologique exhaustif pour le lac Champlain comprenant l'analyse de la fréquence et de l'ampleur des inondations pour la cartographie des zones à risque d'inondation

L'établissement d'un modèle hydrologique pour le lac Champlain est essentiel afin de pouvoir accroître la résilience aux inondations dans le bassin. L'information portant sur la façon dont les eaux se déplacent sur le territoire tant en ce qui a trait à la quantité qu'à la vitesse observées à la suite de précipitations permettra de fournir des renseignements

aux gestionnaires de ressources qui tentent de fortifier l'infrastructure, protéger l'accès aux plaines inondables pour réduire la force du courant, fournir des renseignements sur le débit et la fréquence des inondations et au bout du compte réduire les fluctuations des inondations du lac Champlain et de la rivière Richelieu. Pour terminer ce modèle, les données hydrologiques de base obtenues avant et après les inondations doivent être évaluées. Des banques de données cohérents et à long terme doivent être conservés y compris les mesures de débits dans les principaux tributaires du bassin. Cette information est essentielle aux fins de modélisation hydrologique et d'analyse de la fréquence des inondations. Des données sur les conditions climatiques doivent être intégrées à ce modèle afin de pouvoir prévoir adéquatement les impacts des inondations et climats futurs dans les bassins versants du lac Champlain et de la rivière Richelieu. Les configurations des précipitations historiques et projetées et les réactions dans le bassin versant constitueront des moteurs clés à la conception de ce modèle. Les avantages secondaires découlant d'un modèle hydrologique pour l'ensemble du bassin permettront aux gestionnaires des ressources de prévoir les quantités d'éléments nutritifs et de polluants provenant des écoulements de surface après les inondations et les impacts de ceux-ci sur la qualité de l'eau du lac Champlain.

La province et les états devraient examiner minutieusement les données les plus récentes et fiables sur la fréquence des inondations dont ils disposent et veiller régulièrement à leur mise à jour. Tenant compte de la perspective d'augmenter les connaissances sur le changement climatique et sur les données topographiques améliorées aux fins de cartographie des zones à risque, les données mise régulièrement à jour seront plus exacts et précis qu'ils l'étaient auparavant. En outre, les cartes de zones inondables devraient toujours être à jour et précises.

3. Identifier les zones à risque d'érosion fluviale

Les cartes portant sur les risques d'érosion fluviale doivent être élaborées et mises à jour afin de repérer les endroits dans les plaines inondables situées dans le couloir fluvial les plus susceptibles de subir des dommages causés par l'érosion durant les inondations et d'en établir l'ordre de priorité. En outre, les directives de développement local et régional peuvent être mis à jour afin d'inciter les districts spécifiques de protection des plaines inondables à encourager l'utilisation des terres permettant une résilience contre les inondations comme les zones tampons naturelles en bordure des cours d'eau, les parcs naturels et certaines pratiques agricoles. Les politiques juridictionnelles peuvent mettre en relief l'importance de repérer et protéger ces zones au moyen de bonnes pratiques de gestion (annexe B). Les documents de planification locale et régionale peuvent également permettre de cerner des façons de faire pour retenir ou ralentir le ruissellement d'eau pluviale sur les territoires en favorisant l'adoption de pratiques de développement à faible répercussion ayant trait aux propriétés municipales et en incitant les propriétaires fonciers à mettre en œuvre ces pratiques et les appliquer également sur les leur propriété. De surcroît, les états et la province devraient faire affaire avec des compagnies d'assurance offrant des programmes didactiques mettant l'accent sur les risques liés à au développement immobilier dans les plaines inondables. Des études récentes effectuées par des compagnies d'assurance ont permis de déterminer que des pertes découlant de conditions météorologiques surviennent plus fréquemment en Amérique du Nord que partout ailleurs dans le monde.[152]

4. Établir des normes d'aménagement de plaines inondables

Les politiques liées aux plaines inondables régissant le développement immobilier dans la principale zone d'inondation (souvent considérée comme la plaine inondable à récurrence de 100 ans) ne tient pas compte des risques de dommages des propriétés situées à l'extérieur, mais adjacentes, à cette zone.[153] Le développement immobilier considérable à proximité immédiate de la plaine inondable à récurrence de 100 ans pourrait être exposé à des risques d'inondation qui ont même, à tout le moins, plus considérables que les événements qui surviennent aux cent ans. En outre, les règlements devraient porter sur les re-strictions visant la clairance, soit la différence entre l'élévation d'une structure par rapport à l'élévation du niveau critique des inondations, des nouvelles structures pour tenir compte des dommages causés par l'action des vagues générée par le vent dans les lacs dont le niveau est élevé. Aux États-Unis, la plupart des communautés locales qui ont adopté des normes relatives au développement des plaines inondables ont fondé celles-ci sur les normes minimum que les municipalités doivent avoir mises en vigueur pour rendre leurs résidents admissibles à la souscription d'assurance contre les inondations par l'intermédiaire du *National Flood Insurance Program* (NFIP). Puisque ces normes sont conçues principalement dans le but de réduire les coûts de réparation des structures endommagées par les inondations, elles ne sont pas suffisamment solides pour protéger les plaines inondables contre tout empiètement ultérieur. Elles permettent plutôt un développement considérable dans les plaines inondables cartographiées tant que les nouvelles structures érigées sont protégées minimalement contre les inondations. Un autre enjeu est celui posé par le fait que les normes minimales du NFIP traitent des dommages causés par une inondation mais ne tiennent pas compte du risque de subir des dommages causés par l'érosion, une situation qui survient très souvent le long des affluents à haut gradient dans le bassin du lac Champlain. Le dernier enjeu que posent ces normes minimales se traduit par le fait qu'elles ne traitent pas du risque de dommages aux propriétés situées à l'extérieur, mais qui sont ajacentes, à la plaine inondable à récurrence de 100 ans. Le développement immobilier largement répandu à proximité immédiate de la zone d'inondation réglementée pourrait encore être à risque.

Pour traiter ces enjeux, les politiques relatives à la plaine inondable que ce soit à l'échelle municipale, des états ou provinciale, devraient empêcher les nouveaux développements immobiliers (comme le remblayage ou la construction de nouvelles structures) dans les corridors fluviaux non développés qui jouent un rôle important dans l'atténuation des inondations et la réduction des dommages causés par les inondations. Il serait également important de prendre en considération le fait de limiter le développement immobilier dans les superficies qui sont contiguës à la plaine inondable à récurrence de 100 ans. Des mesures devraient être prises pour assurer que les politiques et réglementations relatives à la plaine inondable seront administrées et mises en application de manière uniforme. De plus, tous les programmes d'assurance contre les inondations devraient encourager l'adoption de pratiques de résilience aux inondations pour les propriétés situées dans la plaine inondable à récurrence de 500 ans puisque des dommages disproportionnés pourraient être causés par des événements causant une inondation dans un périmètre plus étendu que celui de la plaine inondable à récurrence de 100 ans. De ce fait, les cartes du NFIP devraient inclure les zones d'inondation à récurrence de 500 ans exactes et mises à jour. La portée des normes les plus sévères relatives au développement immobilier dans la plaine inondable qui s'applique aux vallées de la rivière doit également être accrue et s'appliquer aux rives dans le cas du lac Champlain. Dans les zones qui présentent un historique documenté de graves inondations tout nouveau développement immobilier prévu dans la zone inondable à récurrence de 100 ans devrait être interdit.

5. Établir des zones de protection riveraine du lac

Le LCBP recommande l'établissement de « zones de protection des rives » dans l'ensemble du bassin. En mai 2011, d'importants dommages ont été causés tout le long des rives du lac Champlain lors de son inondation. Bon nombre de ces dommages se sont produits à des endroit où des structures « rigides », comme des digues, avaient été installées sur la rive ou à des endroits où la végétation riveraine naturelle avait été arrachée et remplacée par du gazon. Les secteurs comportant des zones de végétation riveraine demeurées intactes comprenant des arbres adultes et des arbustes qui ont subi nettement moins de dommages. Pour favoriser l'atténuation des impacts d'inondations futures, des normes relatives au développement immobilier à l'échelle des états, provinciale et municipale devraient être adoptées pour protéger ces zones riveraines ce qui nécessite le maintien d'une végétation composée d'espèces diverses naturelles, le cas échéant, et des reculs en ce qui a trait aux nouveaux développement immobiliers. Afin d'optimiser les avantages découlant de l'établissement de zones de protection des rives dans le but de protéger la qualité de l'eau, d'assurer la stabilité des rives, de réduire les dommages causés par les inondations et de protéger l'habitat, la superficie de ces zones devraient être établies en fonction de deux critères: 1) l'élévation (laquelle détermine quelle devrait être la superficie requise de la zone pour assurer la sécurité des structures contre les inondations et les dommages causés par les vagues); et 2) les pentes riveraines (qui permettent de déterminer quelle devrait être la superficie requise de la zone pour assurer la stabilité des rives et l'infiltration du ruissellement provenant des zones plus élevées). Selon de nombreuses études riveraines sur les habitats et la qualité de l'eau, une largeur minimale de 30 mètres (100 pieds) du bord du niveau moyen des la ligne des hautes eaux est souvent recommandée. Ces mêmes études suggèrent également que la végétation des superficies riveraines présente des avantages considérables en ce qui a trait au fait de réduire les dommages causés par les inondations lorsque les niveaux d'eau du lac sont élevés.

6. Réduire l'enrochement sur les rives

À divers endroits répartis dans le bassin du lac Champlain, l'enrochement sur les rives des tributaires est encore permis avec un suivi ou une autorisation minimaux particulièrement sur les superficies agricoles dans les corridors fluviaux. L'incidence négative que peut avoir l'enrochement sur le courant naturel de l'eau d'un réseau de tributaires puisqu'il cause plus de dommages d'érosion en aval de la zone d'enrochement est bien connue. Le LCBP recommande que l'enrochement (roches ou matériaux durs longeant les rives) soit interdit peu importe les pratiques d'utilisation des superficies adjacentes y compris l'agriculture sauf s'il s'agit d'une mesure de dernier recours pour protéger les secteurs développés à forte concentration de population ou les secteurs ou une infrastructure essentiels comme les quartiers urbains du centre-ville ou les réseaux routiers importants. L'identification de ces zones sensibles où la canalisation des cours d'eau ou l'enrochement est acceptable pourrait constituer un élément important des plans de résilience du corridor fluvial (cohérent avec la recommandation no °3).

7. Favoriser l'acceptation des communautés des principes et des règles de gestion des plaines inondables

Les communautés doivent être engagées et comprendre la rationalité sur lesquels sont fondés certaines politiques et règlements visant à améliorer la résilience aux inondations. Les approches les plus efficaces pour augmenter la résilience aux inondations comprennent la restriction de remblayer et de construire dans les plaines inondables réglementés par les états ou locales relatives au développement immobilier (consulter la recommandation no °4 ci-dessus) et la conservation des plaines inondables non développées qui jouent un rôle essentiel dans l'atténuation des inondations et la réduction des dommages en aval. L'approche règlementaire visant à protéger les zones importantes des plaines inondables contre l'aménagement immobilier

constitue une première étape importante. Toutefois de tels règlements ne seront que d'une faible utilité pour accroître la résilience aux inondations s'ils ne sont pas appliqués d'une manière cohérente et mis en œuvre efficacement. Or, pour ce faire, il est nécessaire qu'ils soient bien compris par les autorités gouvernementales locales et des états responsables de la délivrance des permis d'aménagement. Des programmes de sensibilisation devraient être élaborés pour engager un dialogue avec les instances locales et les communautés afin de les aider à comprendre les raisons pour lesquelles la protection des plaines inondables est essentielle dans le but d'accroître la résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain. Idéalement, il serait possible d'y parvenir avec la création d'un bureau de la Résilience aux inondations ou d'un poste de coordonnateur du bureau de la Résilience aux inondations. Cette initiative est présentée dans le présent rapport et forme notre dernière recommandation politique soit la recommandation no °15). Aux États-Unis, les bureaux de résilience contre les inondations et le coordonnateur du bureau de la Résilience aux inondations devraient travailler en étroite collaboration avec les municipalités locales ainsi qu'avec les *Regional Planning Commissions* (VT), les *Natural Resources Conservation Districts* (VT), l'administration des comptés (NY), les *Soil & Water Conservation Districts* (NY) et les autorités gouvernementales locales dans la région de la Montérégie au Québec pour améliorer les efforts de résilience aux inondations dans le bassin.

8. Mettre en vigueur des réductions fiscales liées aux efforts de résilience aux inondations pour les propriétés situées sur les rives du lac et en milieu riverain

Les états et la province dont certaines régions font partie du bassin du lac Champlain pourraient modifier les règles actuelles liées aux impôts fonciers afin de fournir un incitatif pour les propriétaires situés dans le corridor riverain et fluvial qui sont enclins à participer à l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de résilience aux inondations approuvé pour leur propriété. Ce concept est vaguement inspiré du programme existant ***Current Use*** au Vermont.

Les critères d'admissibilité pourraient inclure ce qui suit :

- La propriété serait une propriété riveraine ou serait située dans un corridor fluvial soit une zone qui est exposée à des risques d'érosion ou d'inondation. Peut-être faudrait-il que la superficie soit identifiée sur une carte de zone inondable du NFIP, des états ou provinciale pour être admissible;

- Les propriétaires fonciers travailleraient conjointement avec les états et la province pour élaborer un plan de conservation des rives, des corridors fluviaux et de gestion de la résilience aux inondations;

- Les propriétaires fonciers mettraient en œuvre des pratiques de conservation précisées dans le plan de résilience aux inondations (telles que maintenir un mélange de végétation ligneuse sur les propriétés riveraines ou maintenir des zones tampons de végétation et empêcher l'enrochement dans les talus riverains sur les propriétés situées dans le corridor fluvial). Une mise en œuvre uniforme du plan permettrait aux propriétaires fonciers d'être admissibles à un modeste dégrèvement d'impôt foncier pour les propriétés visées par le plan de gestion.

La valeur imposable des propriétés participant au programme serait fonction d'un taux de « valeur d'usage » établi et respecterait une formule que les états et la province utilisent déjà. Cependant, les propriétaires fonciers qui mettraient en œuvre un plan de résilience aux inondations approuvé recevraient un dégrèvement d'impôt foncier déterminé qui pourrait être retiré à même les fonds d'administration de chaque état ou la province.

Un programme de la sorte permettrait non seulement d'accroître la résilience aux inondations, mais améliorerait et protégerait la qualité de l'eau et les habitats dans le littoral et riverains. Les répercussions de ce programme sur les recettes gouvernementales pourraient être minimisées en ciblant seulement les propriétaires fonciers dont la participation et la coopération sont essentielles pour arriver à établir une résilience aux inondations. Ce concept pourrait être exploré par chaque état et la province concernée et adapté afin qu'il soit harmonisé aux programmes fiscaux existants et aux besoins d'intendance régionale concernant les rives et les berges.

9. Établir des sites de suivi afin de docmenter les changements liés à la résilience de l'écosystème

Les inondations font naturellement partie de l'écosystème. Toutefois, en raison du changement climatique et des modifications aux paysages apportées par les activités humaines (qui influe sur les débits et les niveaux d'eau) et en raison de l'introduction de nouvelles espèces et de l'accroissement des charges en éléments nutritifs dans le réseau des tributaires et les écosystèmes du lac, les inondations peuvent avoir des impacts considérables. Des données de base doivent être obtenues pour évaluer pleinement ces impacts y compris l'identification des sites de référence qui ont été peu touchés par l'activité humaine et des sites qui ont été touchés considérablement par l'activité humaine. Ces sites devraient être situés le long des rives du lac et dans les corridors fluviaux des tributaires dans le bassin. Une cartographie de base de ces sites, comprenant la flore, la faune et les conditions d'habitat, devrait être effectuée afin que les impacts des futures inondations soient mieux documentés et évaluées. Il est essentiel de comprendre les impacts des toxines et polluants possibles qui peuvent être transportés par les inondations sur la flore et la faune et la modélisation des impacts des inondations sur la diversité, les tendances démographiques et la santé de l'écosystème afin de pouvoir évaluer pleinement les impacts que peuvent avoir les inondations sur l'écosystème du lac Champlain. Les probabilités d'envahissement en aval devraient être évaluées et les espèces envahissantes connues qui viennent habiter dans les corridors riverains (telles que la renouée du Japon ou *Fallopia japonica*) devraient être documentées. Les autorités gouvernementales pertinentes (à l'échelle municipale, des états, provinciale et fédérale) devraient travailler en partenariat pour élaborer des plans d'intervention.

10. Élaborer des plans de gestion du risque pour les usines de traitement des eaux usées, des usines d'eau potable et des dépôts de déchets dangereux et trouver des mécanismes de financement pour mettre en œuvre ces plans

Bon nombre d'usines de traitement des eaux usées sont situées à l'élévation la plus basse possible C'est-à-dire le plus près du lac ou de l'affluent dans lequel ils se déversent, les rendant ainsi très sujets aux inondations. La conception technique doit tenir compte des normes relatives aux plaines inondables, par exemple : les murs de rétention en réservoir, les générateurs électriques et de réserve et les lits de séchage des boues doivent être situés à l'extérieur de la plaine inondable à récurrence de 100 ans ou être situés au-dessus de l'élévation de base des inondations, les postes de pompage situés au-dessous du niveau du sol doivent être résistants aux inondations. Toutefois, ces règles ne sont pas toujours appliquées de façon uniforme. Idéalment, les usines de traitement d'eau potable et les sites de déchets dangereux devraient être situés à l'extérieure d'une zone inondable et des mesures de précaution devraient être prises pour réduire les impacts des inondations. Chaque état et la province devraient travailler en collaboration avec les municipalités pour élaborer des plans de gestion des risques stratégiques pour ces installations. Ces plans permettront d'éviter les dommages causés par des inondations futures afin de minimiser la perte de capacité de traitement et les répercussions sur la distribution d'eau potable aux communautés situées dans le réseau d'approvisionnement.

L'armée Canadienne, rivière Richelieu, le 6 mai 2011. Photo: QC MDDEFP

Keene Valley, NY après Irene. Photo: *SUNY Plattsburgh/Lake Champlain Research Institute*

Chaque état et la province devrait fournir une aide aux municipalités dans le but de rassembler des fonds pour mettre en œuvre ces plans de gestion des risques. Ces derniers devraient inclure des plans relativement à la reconnexion des usines d'eau potable lorsqu'une interruption de service survient découlant de dommages causés à l'infrastructure ou en raison d'une contamination. Les municipalités devraient travailler en collaboration avec les états ou la province pour élaborer des plans d'intervention d'urgence en cas de déversement de substances toxiques contenues actuellement dans les plaines inondables afin d'assurer une intervention rapide si ces substances toxiques sont déversées dans l'environnement durant une inondation. Chaque plan de gestion des risques devrait indiquer la plaine inondable où se trouve l'usine ou la zone d'intérêt, les emplacements très sensibles de l'usine qui doivent être protégés et les coûts de financement liés aux améliorations à apporter au site ou à l'usine à titre de mesures de protection contre les inondations. Les cartes illustrant les plaines inondables doivent être mises à jour afin de mieux orienter les plans de gestion des risques (recommandation politique et de gestion no °2 du présent rapport).

11. Mettre à jour les normes de conception des infrastructures de transport

Des normes de conception doivent être établies. De plus, les manuels ainsi que les exigences de délivrance de permis concernant la conception de ponceau et de pont doivent être révisés afin de tenir compte de la possibilité que des tempêtes plus intenses et plus fréquentes surviennent ultérieurement. Il est impératif d'éviter les coûts d'entretien, de réparation et de remplacement plus élevés à long terme pour enrayer les dommages causés par les inondations. Il est également utile de protéger la qualité de l'eau et d'améliorer la connectivité écologique tant des espèces aquatiques que des espèces terrestres. En outre, le remboursement qu'offre la FEMA pour une infrastructure résistant aux inondations, correctement conçue et dimensionnée est en fonction du respect des normes et règlements établis. Les normes locales aux États-Unis devraient être liées étroitement aux règles de la FEMA. Il a été clairement démontré par le passé que dépenser une petite somme supplémentaire sur la conception des ponceaux afin que ceux-ci résistent à des écoulements de précipitations plus intenses peut réduire les possibilités de défaillance à des moments de forts débits, en plus d'avoir comme retombée secondaire d'améliorer le passage d'organismes aquatiques et de réduire l'accumulation de sédiments et les obstructions causées par les débris. Des ponceaux sous dimensionnés sont plus coûteux à entretenir et plus susceptibles d'être emportés par les eaux. Les réparations d'urgence sont considérablement plus dispendieuses que les entretiens planifiés et les remplacements. Les responsables des transports à l'échelle des états, provinciale et municipale devraient travailler de concert pour accomplir les points suivants : 1) Informer, sensibiliser et former les employés des travaux publics afin qu'ils élaborent des normes et des règlements en matière de résistance contre les inondations; 2) déterminer quels sont les ponceaux à risque; et 3) mettre en œuvre d'autres programmes afin d'appuyer les travaux de réparation et la pose de structures de remplacement appropriées en prévision de inondations futures. De même, les ponts devraient faire l'objet d'une évaluation afin de déterminer leur intégrité structurelle et leur capacité à résister aux débits toujours croissants des affluents qui passent sous ces structures. De même, les ponts devraient faire l'objet d'une évaluation afin de déterminer leur intégrité structurelle et leur capacité à résister aux débits toujours croissants des affluents qui passent sous ces structures. Des recherches menées récemment par le USGS ont démontré que la tempête tropicale Lee (septembre 2011) a causés une énorme contamination en sédiments et en éléments nutritifs en aval des barrages dans la rivière Susquehanna (bassin hydrologique de la baie de Chesapeake) en raison de dépôts de sédiments déjà lessivés.[154]

Les routes qui sont parallèles aux lits des cours d'eau ou qui passent dans les corridors devraient également faire l'objet d'une évaluation pour déterminer leur vulnérabilité durant les forts débits et déterminer si les coûts d'atténuation ou les risques d'emportement de routes futures sont trop élevés. Le déplacement d'une la route afin de l'éloigner du lit d'un cours d'eau devrait être considéré comme une option alternative viable.

Photo: *SUNY Plattsburgh/Lake Champlain Research Institute*

12. Travailler de concert avec les communautés pour mettre sur pied des plans d'intervention d'urgence ou les améliorer

Les inondations survenues dans le lac et dans ses tributaires ont nécessité des interventions similaires mais quelque peu différentes de la part des organismes de gestion des urgences. La crue du lac a donné lieu à une inondation prolongée des demeures principalement le long de la rivière Richelieu et dans une moindre mesure le long des rives du lac Champlain. Cette inondation prolongée a causé des risques importants pour la santé alors que les résidents tentaient de rester dans leur demeure, ou sont retournés trop rapidement dans leurs foyers après la baisse des inondations. Les organismes de gestion des urgences situés le long des rives du lac Champlain et de la vallée de la rivière Richelieu devraient élaborer des plans d'évacuation pour les résidents dont la demeure risque d'être inondée si les eaux du lac approchent le niveau critique de crue. Ces plans d'intervention en cas d'inondation devraient tenir compte des gens évacués et déplacés dans des demeures temporaires offrant de la nourriture et un gîte adéquats pendant une période d'au moins 60 jours au besoin. Les interventions d'urgence qu'ont engendré les inondations dans les tributaires nécessitent l'exécution de protocoles du système de commande en cas d'incident, particulièrement lorsque les infrastructures de communication et de transport ont été mises hors service. Dans l'État de New York et dans le Vermont, ces protocoles devraient être conformes au *National Incident Management System* (NIMS) et une formation à l'intention des employés affectés devrait être prodiguée. Les municipalités dans le bassin, en collaboration avec les organismes d'intervention en cas d'urgence de l'État ou de la province, devraient élaborer des protocoles d'interventions d'urgence qui sont axés sur les réseaux hydriques et leurs plaines inondables. Les propriétaires fonciers et les résidents habitant dans les plaines inondables devraient être informés des menaces et des dangers possibles que présentent les tributaires adjacents. Ils devraient également être avisés d'élaborer leurs propres plans d'évacuation dans le cas où les conditions météorologiques prévues nécessiteraient une telle intervention. Les protocoles d'intervention d'urgence devraient également contenir des plans de rétablissement à court et à long terme dans le cas où des catastrophes importantes toucheraient la région et nécessiteraient plus que des mesures immédiates de gestion des crises.

13. Encourager la mise sur pied de programmes d'indemnisation liés à la résilience aux inondations de la part des compagnies d'assurance et des prêteurs hypothécaires

Les compagnies d'assurance privées et publiques et les prêteurs hypothécaires assument tous un certain niveau de risque lorsqu'ils assurent ou prêtent de

l'argent pour des propriétés situées dans une zone de risque d'inondation ou d'érosion. Ce risque devrait être pris en considération lorsqu'il y a souscription d'assurance ou approbation de prêts pour de nouveaux aménagements immobiliers situés dans les zones de risques d'inondation désignées. L'admissibilité devrait être fonction de l'adoption de pratiques appropriées de résilience contre les inondations telles qu'énoncées par les normes juridictionnelles établies à cet égard. Actuellement, les primes d'assurance sont fondées principalement sur les évaluations des risques c'est-à-dire qu'il serait moins dispendieux d'assurer une nouvelle demeure construite à plus de 1,2 m (4 pieds) au-dessus du niveau d'inondation de base (*Base Flood Elevation* [BFE]) qu'une demeure construite au niveau d'inondation de base. Toute demeure non conforme ne devrait pas pouvoir être assurée contre les inondations jusqu'à ce qu'elle soit conforme à cette norme.

14. Augmenter la résilience dans le milieu agricole

Bon nombre d'entreprises agricoles ont été touchées par les multiples inondations survenues dans le bassin du lac Champlain en 2011. La crue printanière a inondée les champs agricoles retardant ainsi l'accessibilité aux champs et reportant l'ensemencement des cultures. La tempête tropicale Irene a endommagé les cultures ou les a complètement emportées. Durant ces inondations, les agriculteurs ont fait face à de nombreux problèmes dont la gestion du bétail durant les inondations par la tempête tropicale Irene, la manipulation des pesticides, les pannes d'électricité et les défaillances des systèmes de réfrigération. À la suite des inondations, les analyses de contamination des cultures et l'élimination des matériaux dangereux ont également soulevé d'importantes inquiétudes. Les organismes de gestion agricole fédérales, des états ou provinciales devraient travailler en collaboration avec les agriculteurs pour élaborer des directives concernant les activités agricoles dans les plaines inondables du lac ou à proximité de la plaine inondable d'un tributaires afin de réduire les impacts des prochaines inondations sur les activités agricoles quotidiennes et la perte de revenu découlant des cultures atteintes par les inondations.

Les directives liées à la résilience aux inondations devraient comprendre l'information concernant les programmes d'indemnisation à l'échelle des états, de la province ou du pays auxquels peuvent participer les agriculteurs lorsqu'ils subissent des pertes causées par une inondation ou une autre catastrophe naturelle. Ces directives devraient également fournir des recommandations à l'intention des agriculteurs concernant les exigences en matière d'analyse des cultures qui ont été inondées par les inondations afin de les aider à déterminer si les cultures peuvent être utilisées ou vendues ou si elles doivent être détruites. Les états et la province devraient s'affairer à élaborer leurs propres plans d'intervention en cas d'inondation qui comprendraient des dispositions concernant l'échantillonnage de cultures contaminées afin de guider les agriculteurs à court terme. Les états et la province concernée devraient élaborer des politiques afin de permettre aux superficies agricoles situées dans les plaines inondables d'être inondées lorsqu'une tempête survient et d'adapter les systèmes de drainage agricoles visant à augmenter la rétention des eaux des inondations en plus d'accorder une indemnisation aux producteurs qui ont perdu leurs cultures en retour de services d'atténuation des inondations. Entre temps, ces politiques devraient atténuer les impacts des inondations sur la qualité de l'eau des superficies agricoles.

15. Mise sur pied d'un Bureau de la résilience aux inondations ou d'un coordonnateur

Le LCBP recommande l'établissement d'un bureau de la Résilience aux inondations pour l'État du Vermont et pour la région Champlain Adirondacks de l'État de New York et la nomination d'un coordonnateur du bureau de la résilience aux inondations

pour la région du bassin versant de la baie Missisquoi et de la rivière Richelieu au Québec. Chaque bureau exercera ses activités chapeauté par une instance juridictionnelle appropriée et devrait être orienté par un comité de suivi représentant les secteurs gouvernementaux, public, académique ou sans but lucratif pertinents afin d'assurer un réseau efficace et de maintenir une continuité lors des transitions de leadership d'une autorité dirigeante à une autre. Ce Bureau coordonnera les efforts liés à la résilience aux inondations dans l'ensemble de la région assignée et travaillera en collaboration étroite avec les organismes fédéraux et des états, ou provinciaux et municipaux ainsi qu'avec les instances gouvernementales régionales et locales afin de maintenir un niveau élevé de communication entre les programmes d'intervention d'urgence et de secours. Les tâches essentielles constituent à optimiser les interventions en cas d'inondation et de secours juridictionnelles durant les inondations et à faciliter la communication et la coordination entre les états et la province durant et après les inondations pour faire en sorte d'optimiser le déploiement de renseignements et de ressources qui peuvent soutenir les efforts d'intervention de secours et de rétablissement en cas d'une catastrophe locale.

Les bureaux de résilience aux inondations des deux états et de la province peuvent également encourager la discussion entre ces derniers concernant les manières de réduire les risques de dommages causés par des inondations futures, par exemple, par l'apport de modifications aux normes d'aménagement des plaines inondables (consulter la recommandation no °4, précisée ci-dessus). Les trois bureaux devraient animer annuellement des ateliers de formation dans leurs régions respectives. Ils devraient également encourager la communication entre les coordonnateurs du bureau de la résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain et les régions environnantes afin de favoriser l'échange d'idées et de renseignements et aider à accroître la résilience des communautés situées dans les bassins versants partagés par les parties concernées. Des ateliers de formation et d'information devraient être offerts aux dirigeants des communautés et des municipalités, aux responsables des transports et aux dirigeants juridictionnels. Les Bureaux aideront les municipalités à élaborer des plans de préparation d'urgence, de résilience aux inondations et d'intervention en cas d'inondation afin d'assurer de minimiser les impacts de futures inondations sur la population et l’environnement.

Venise-en-Québec, le 6 mai 2011. Photo: QC MDDEFP

Références

151. Guha-Sapir D, Vos F, Below R, with Ponserre S. Annual Disaster Statistical Review 2011: The Numbers and Trends. Brussels: CRED; 2012.

152. Munich R., 2012. Severe Weather in North America: Perils, Risks, Insurance. Executive Summary. 8 pp..

153. Patterson, L.A. and Doyle, M.W. 2009. Assessing effectiveness of national flood policy through spatio-temporal monitoring of socioeconomic exposure. J. American Water Resources Assoc. 45(1): pp. 237-252.

154. Hirsch, R.M. 2012. Flux of nitrogen, phosphorus, and suspended sediment from the Susquehanna River Basin to the Chesapeake Bay during Tropical Storm Lee, September 2011, as an indicator of the effects of reservoir sedimentation on water quality: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012–5185, 17 pp.

Liste des références

ANNEXE A: Publications des partenaires

Inondations printanières 2011 en montérégie - Aspects juridiques Barreau du Québec. Juin 2011.

Achieving lasting change in multi-organizational tasks: the case of flood warnings in Australia. John Handmer, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University, Queensway, Enfield, EN3 4SF, UK , Chas Keys, State Emergency Service, Wollongong, New South Wales, Australia; Jim Elliott, Bureau of Meteorology, Melbourne, Australia. Received 14 January 1998; received in revised form 14 August 1998; accepted 1 September 1998.

Irene Recovery – Overview Sue Minter, Irene Recovery Officer November 28, 2012.

Community Recovery Partnership Report October 2012.

FDA Feed Crop Letter. Chuck Ross Secretary Agency of Agriculture, Food and Markets. October 2011.

FDA Vermont Crops Guidance. Tracey H. Forfa, J.D. Deputy Director, Center for Veterinary Medicine, Food and Drug Administration. September 8, 2011.

Impact of Irene on Vermont Agriculture. University of Vermont Extension. Compiled by Vern Grubinger, University of Vermont Extension, with assistance from: Heather Darby and Ginger Nickerson, University of Vermont Extension; Bob Paquin, Vermont Farm Service Agency; Chuck Ross, Vermont Agency of Agriculture; Pam Smith, University of Vermont Extension/USDA Risk Management Agency; and Gregg Stevens, NOFA-VT. January 5, 2012.

Service Assessment: Hurricane Irene, August 21–30, 2011. National Oceanic and Atmospheric Administration, Dr. Jane Lubchenco, Administrator. National Weather Service, Laura Furgione, Acting Assistant Administrator for Weather Services. September 2012.

Irene Biota.

Lessons Learned from Irene: Vermont RPCs Address Transportation System Recovery. NADO Research Foundation Center for Transportation Advancement and Regional Development with support from the Federal Highway Administration. July 2012.

After Irene: Adaptation, Policy, and Management, Middlebury College Environmental Studies Senior Seminar. Led by: Daniel Brayton & Diane Munroe. Spring 2012.

Recommendations to Improve the Strength and Resilience of the Empire State's Infrastructure. NYS 2100 Commission.

Operational early warning systems for water-related hazards in Europe. Lorenzo Alfieri, Peter Salamon, Jutta Thielen, European Commission - Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, via E. Fermi, 2749, 21027 Ispra (VA), Italy, Florian Pappenberger, Fredrik Wetterhall, European Centre for Medium Range Weather Forecasts, Shinfield Park, Reading RG2 9AX, UK. April 26, 2012.

Impacts to Stream Habitat and Wild Trout Populations in Vermont Following Tropical Storm Irene, Vermont Fish and Wildlife Department Annual Report.

Programme d'Aide Financière Spécifique Relatif aux inondations survenues du 10 Avril au 6 Mai 2011, dans des Municipalités du Québec.

VTR, GMRC & IreneVermont Rail System. Hurricane Irene Damage and Recovery Briefing Prepared for Vermont State House and Senate Transportation Committee. Montpelier, VT. October 12, 2011.

Reported Sewage Overflows by Facility since 2007. June 15, 2012.

VERMONT DR- 4022 ECONOMIC IMPACT ASSESSMENT ECONOMIC RECOVERY SUPPORT FUNCTION. U. S. Department of Commerce, Economic Development Administration. April 2012.

Vermont Recovering Stronger Irene Recovery Status Report. Presented to Governor Peter Shumlin. Sue Minter, Irene Recovery Officer. June 2012.

Annexe B: Politiques sur les inondations en vigueur dans le bassin du lac Champlain (politiques modifiées à la suite des inondations de 2011 ci-jointes)

New York

New York Article 36 of the Environmental Conservation Law

New York Part 503 of the New York State Register and Official Compilation of Codes, Rules and Regulations

Proposed Legislation:

New York State Bill No. A00044 (2011). Enacts the New York state comprehensive flood mitigation grant act; appropriates $5,000,000 therefore.

New York State Bill No. A01442 (2011). Directs preparation of a flood response plan for the NYS canal system.

New York State Bill No A02762 (2011). Requires insurers insuring property in floodplains to include damages done by wave action or windblown waves and make available to all insureds who reside in single family homes in a floodplain homeowners insurance covering such damage.

New York State Bill No. A04526 (2011). Authorizes the commissioner of environmental conservation to establish a stream maintenance and flood control program; allows for the local governing body of a county to elect to pass a local law providing for a local option into such program; provides for the county to be responsible for performing the work outlined in an approved stream maintenance and flood control plan.

New York State Bill No. A04772 (2011). Relates to a program for flood damage to businesses; provides a tax credit for businesses that purchase flood insurance.

New York State Bill No. A08334 (2011).Enacts the flood assessment relief act of 2011 for the counties of Clinton, Essex, Franklin, Warren and Washington; holds school districts harmless.

New York State Bill No. A08648 (2011). Relates to payments of taxes in installments in certain school districts affected by floods or natural disasters

New York State Bill No. A09106 (2011). Provides for grants to municipalities under the Hurricane Irene-Tropical Storm Lee Flood Recovery Grant program for lost tax revenue

New York State Bill No. A09184 (2011). Authorizes municipalities to finance unanticipated flood-relief expenses incurred during the 2011 fiscal year

Québec

La loi sur la qualité de l'environnement (L.Q.E., c. Q-2. a. 2.1)

Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement (R.R.Q., Q-2, r.3)

La loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q., c. A-19.1)

Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (c. Q-2, r. 35)

Déclaration de zone d'intervention spéciale sur le territoire des municipalités régionales de comté de La Vallée-du-Richelieu, de Brome-Missisquoi et de Rouville (Décret 964-2011, 21 septembre 2011)

Vermont

1. Act No. 91 (H.752) 2012. Conservation and development; water resources; stormwater; property conveyance --An act relating to permitting stormwater discharges in impaired watersheds

2. Act No. 117 (H.577) 2012. Conservation and development; municipal government; public water systems; isolation distances for potable water supply and wastewater systems--An act relating to public water systems

3. Act No. 138 (S.202) 2012. Conservation and land development; water resources; flood hazard areas; stream alteration--An act relating to regulation of flood hazard areas, river corridors, and stream alteration

4. Act No. 163 (S.183) 2012. Conservation and land development; potable water supplies--An act relating to the testing of potable water supplies

5. Act No. 152 (H.464) 2012 .Conservation and development; natural gas and oil practices; water resources; hydraulic fracturing--An act relating to hydraulic fracturing wells for natural gas and oil production

6. Act No. 37 (H.26) 2011. Conservation and development; water quality; fertilizer

7. Act No. 141 (H.614) 2010 Agriculture; land use; composting

8. Act No. 130 2010 (H.488) 2010, Fish; didymo; felt-soled boots and waders; prohibition.

9. Act No. 145 (H.779) 2010, Potable water supply and wastewater system permits; notification.

10. Act No. 117 (H.462) 2010, Public waters; docks and encroachments.

11. Act No. 110 (H.763) 2010, Water resources; water quality.

12. Act No. 41 (H.145) 2009, Agriculture; solid waste; composting.

13. Act No. 27 (H.80) 2009, Public water supply; water treatment.

14. Act No. 31 (H.447) 2009, Water resources; wetlands.

15. Act No. 46 (H.15) 2009, Water resources management; aquatic nuisance species.

2014: Revised Emergency Relief and Assistance Fund Rule