

ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES :

BILAN DE LA SITUATION
ET RECOMMANDATIONS
POUR LE SECTEUR DE
L'ÉLECTRICITÉ AU CANADA



Canadian
Electricity
Association

Association
canadienne
de l'électricité

© Association canadienne de l'électricité (ACÉ) 2016.

Tous droits réservés. L'ACÉ autorise la reproduction de ce document, en entier ou en partie, à des fins non commerciales, à condition que la source soit mentionnée.

Citation recommandée : Association canadienne de l'électricité, *Adaptation aux changements climatiques : Bilan de la situation et recommandations pour le secteur de l'électricité au Canada*, 2016.

Ce document est également disponible en anglais sur le site Internet de l'ACÉ à l'adresse www.electricite.ca.

Toutes les demandes de renseignements au sujet du présent rapport doivent être adressées à :

Association canadienne de l'électricité

613 230 9263

info@electricite.ca

www.electricite.ca

Devin McCarthy

Directeur, Production et environnement

Association canadienne de l'électricité

613 688 2960

mccarthy@electricite.ca

Un grand merci à Tony Crawford et à la Société d'énergie Nouveau-Brunswick pour la fourniture de l'image utilisée pour la création de la couverture.

Remerciements

L'Association canadienne de l'électricité a rédigé ce rapport avec le soutien de Ressources naturelles Canada à travers sa Plateforme d'adaptation, ainsi que le soutien et la contribution d'un certain nombre d'organisations et de personnes. Elle souhaite tout particulièrement remercier :

- Les entreprises d'électricité membres de l'Association canadienne de l'électricité, dont la rétroaction et le contrôle ont été de très grande valeur;
- Élyse Fournier, Marco Braun et Jacinthe Clavet-Gaumont, Ouranos;
- Todd Crawford, le Conference Board du Canada;
- Dr Blair Feltmate, Université de Waterloo;
- Willem Vriesendorp, expert-conseil.

Le présent rapport a été préparé par John Haffner, président, Haffner Group Limited, en collaboration étroite avec le personnel de l'Association canadienne de l'électricité.

Les personnes nommées dans le présent document le sont uniquement à titre de remerciement. Leur mention ne constitue pas une approbation du contenu de leur part.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	3
Introduction	6
1 A. Aperçu et approche	6
B. Contexte et bien-fondé.....	6
1. Science des changements climatiques et tendances des émissions.....	7
2. Évolution de la politique sur les changements climatiques : concentration sur l’adaptation.....	7
3. Les coûts de l’inaction sont supérieurs à ceux de l’adaptation	10
4. Renouvellement des infrastructures dans le secteur de l’électricité.....	12
5. Efforts d’adaptation dans le secteur de l’électricité au Canada	13
C. Objectifs du rapport	13
2 Climatologie et l’avenir du Canada	14
A. Résultats de la modélisation du climat et principales conclusions	14
B. Résumé des projections de phénomènes extrêmes	19
3 Risques climatiques et perspectives pour le secteur de l’électricité.....	20
A. Risques et perspectives pour l’électricité au Canada.....	20
1. Demande en électricité	21
2. Production d’électricité	22
3. Transport, distribution et infrastructure d’électricité.....	24
B. Phénomènes météorologiques à fortes répercussions	26
C. Y a-t-il une augmentation de la probabilité des scénarios à fort impact?	30
1. Vulnérabilité potentielle de l’infrastructure vieillissante	30
2. La nature interconnectée de l’électricité	31
3. Cygnes noirs	32

4	D. Principales conclusions sur les risques et les perspectives33
	Perspectives et pratiques du secteur pour l'adaptation34
	A. Étude sur l'adaptation et le secteur de l'électricité34
	1. Pratiques de planification des investissements34
	2. Prise de conscience et gestion de l'adaptation aux changements climatiques35
	3. Croisement des changements climatiques et de la planification des investissements.....35
	B. Combler l'écart : outils d'intégration de l'adaptation à la planification des investissements.....36
	1. <i>Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques de l'ACÉ</i>37
	2. Protocole du Comité sur la vulnérabilité des infrastructures publiques d'Ingénieurs Canada37
5	Recommandations38
	A. Gouvernement fédéral38
	B. Gouvernements provinciaux et territoriaux39
	C. Municipalités40
	D. Exploitants du réseau40
	E. Compagnies d'électricité41
	F. Organismes de réglementation de l'électricité43
	G. Consommateurs et citoyens43
Annexe 1	Conclusion et étapes suivantes44
Annexe 2	Organisations participantes45
Annexe 3	Dix plus grands projets d'infrastructure pour l'électricité au Canada, 2015 (par coût).....46
Annexe 4	Extraits du guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques de l'ACÉ49
	Pour en savoir davantage.....53

RÉSUMÉ

La tendance des changements climatiques à long terme est claire. Il est attendu que les niveaux atmosphériques mondiaux des émissions anthropiques de gaz à effet de serre continuent de grimper, et que les impacts climatiques deviennent plus fréquents et plus intenses. Cette réalité a entraîné des discussions sur le besoin de se préparer aux changements climatiques grâce à des mesures d'adaptation.

Des éléments sérieux de plus en plus nombreux montrent que les coûts de l'inaction dépasseront de loin ceux d'un engagement fondé sur des données probantes pour un investissement en faveur de l'adaptation.

Le secteur de la production de l'électricité au Canada est en voie de dépenser environ 350 milliards de dollars entre 2010 et 2030¹ pour remettre en état ou remplacer ses infrastructures vieillissantes, grâce à d'immenses projets d'investissement en cours de réalisation ou planifiés dans tous les coins du pays. Les considérations sur l'adaptation aux changements climatiques doivent informer de ce processus de renouvellement des infrastructures. Comme d'autres secteurs de l'économie canadienne, celui de l'électricité a commencé à intégrer de façon systématique les considérations relatives à l'adaptation.

Les infrastructures du secteur de l'électricité subissent déjà certains effets mineurs et majeurs dus aux changements climatiques, qui vont vraisemblablement augmenter.

L'analyse des données de modélisation du climat réalisée dans le cadre du présent rapport² met l'accent sur les changements potentiels des températures et des précipitations moyennes pour la période comprise entre 2041 et 2070.³

LES CONCLUSIONS ÉTABLISSENT QUE :

1. Selon différents résultats de modélisation, les températures annuelles moyennes augmenteront de 2 à 3,5 degrés Celsius dans les régions du sud du Canada. Pour les quatre saisons, la température moyenne augmentera probablement de plus de 2 degrés Celsius dans tout le Canada.
2. Selon certaines hypothèses de modélisation particulières, le pays connaîtra une augmentation des précipitations de 5 à 15 % au printemps et en automne. Les précipitations hivernales moyennes vont également augmenter de manière importante dans tout le pays, et certaines régions seront plus touchées que d'autres.

En plus des résultats de modélisation du climat présentés dans le présent rapport, les ouvrages scientifiques actuels traitant des événements extrêmes insistent sur l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des journées chaudes et des vagues de chaleur, les extrêmes de précipitations plus fréquents, et les changements potentiels de la sécheresse (réduction de l'aridité en hiver et augmentation de l'aridité en été).

Les impacts des changements climatiques sur le secteur de la production d'électricité, à la fois les risques et les perspectives, peuvent être répertoriés dans trois catégories : demande d'électricité,

1 Shedding Light on the Economic Impact of Investing in Electricity Infrastructure," *Le Conference Board du Canada*, 2012, 1, disponible sur : <http://www.conferenceboard.ca/e-library/abstract.aspx?did=4673> (uniquement en anglais).

2 Ouranos, un consortium d'experts axé sur les changements climatiques et basé à Montréal, a réalisé l'analyse des données de modélisation du climat.

3 Ceci est relatif aux données de 1976 à 2005.

production d'électricité et transport, distribution et infrastructure d'électricité. Tandis que l'augmentation de la demande d'électricité de la part des États-Unis et les changements de disponibilité de l'eau peuvent ouvrir de nouvelles perspectives, les changements climatiques présentent un risque considérable en ce qui concerne la fiabilité du service.

Les données sont sans équivoque. Des scénarios d'impacts élevés peu probables augmentent en probabilité. Le secteur de l'électricité fait son entrée dans un cadre plus complexe, dynamique et incertain et les stratégies de gestion des risques doivent être révisées en fonction.

Les sociétés membres de l'ACÉ insistent sur le fait qu'il est nécessaire que les données du changement climatique et les méthodes de modélisation soient plus claires et qu'elles inspirent confiance. Ceci permettra une meilleure intégration des considérations d'adaptation dans les décisions relatives à la planification et aux investissements pour les infrastructures.

L'élaboration d'outils et de structures de gouvernance d'entreprise est la deuxième exigence pour une meilleure intégration de l'adaptation dans les pratiques de gestion et d'investissement du secteur. Le guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques de l'ACÉ et le Protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (Protocole CVIIP) d'Ingénieurs Canada gagnent de l'intérêt. Les membres de l'ACÉ ont élaboré le Guide d'adaptation en 2015, en parallèle à la rédaction du présent rapport. Le protocole CVIIP a été élaboré pour la première fois en 2008, et a été appliqué aux évaluations des risques de près de 40 systèmes d'infrastructure au Canada, notamment plusieurs projets en rapport avec l'électricité.

Au-delà de l'amélioration de la disponibilité et de la compréhension des données climatiques et du développement d'outils de gouvernance d'entreprise pour transformer les données en décisions d'ordre opérationnel, de nombreuses actions doivent être entreprises pour le nouvel engagement du Canada en faveur de l'adaptation. Les gouvernements fédéraux, provinciaux et territoriaux, les municipalités, les exploitants du réseau, les compagnies d'électricité, les organismes de réglementation de l'électricité, les consommateurs et les citoyens sont tous parties prenantes et doivent participer à la discussion et à la solution. Les mesures recommandées suivantes incluent à la fois les contributions et les occasions de collaboration pour chacune d'entre elles⁴.



Équipes de la société Toronto Hydro travaillant pendant la tempête de verglas de 2013.
Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Toronto Hydro.

4 Ces mesures émanent de l'Association canadienne de l'électricité et de ses membres.

L'ACÉ ÉNONCE LES RECOMMANDATIONS SUIVANTES :



GOVERNEMENT FÉDÉRAL

- Élaborer une stratégie d'adaptation nationale
- Améliorer la connaissance des risques et des perspectives climatiques au niveau national
- Appuyer la recherche scientifique et les données climatiques au niveau régional
- Assurer la coordination transfrontalière et la gestion des risques



MUNICIPALITÉS

- Élaborer des plans d'action d'adaptation
- Veiller à la participation intégrée de plusieurs intervenants
- Engager des mesures complètes sur l'efficacité énergétique



PRODUCTEURS, TRANSPORTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉLECTRICITÉ

- Élaborer des plans de gestion d'adaptation aux effets du changement climatique
- Échanger des pratiques exemplaires en matière d'adaptation aux changements climatiques, notamment des modèles et des méthodes
- Examiner et si nécessaire, réviser les normes du réseau d'électricité
- Promouvoir la réponse à la demande et améliorer la flexibilité du réseau
- Optimiser l'utilisation des ressources en eau et des bassins hydrographiques



GOVERNEMENTS PROVINCIAUX ET TERRITORIAUX

- Établir une position sur les risques climatiques
- Demander aux municipalités d'élaborer des plans d'adaptation
- Renforcer les codes et les normes de construction
- Mettre à jour les cartes des plaines inondables



EXPLOITANTS DU RÉSEAU

- Intégrer des scénarios climatiques dans les prévisions de la charge
- Maintenir un dialogue sur le climat avec les autres exploitants du réseau



ORGANISMES DE RÉGLEMENTATION DE L'ÉLECTRICITÉ

- Établir des conventions et des méthodes qui reconnaissent l'importance de se pencher sur les risques climatiques posés à l'électricité
- Encourager la coopération pour déterminer des solutions rentables



CONSOMMATEURS ET CITOYENS

- Soutenir et engager des discussions communautaires sur les changements climatiques et l'infrastructure essentielle
- Prendre part à la réponse à la demande

Malgré la nécessité de partager cette question, les compagnies d'électricité canadiennes doivent lancer le développement d'approches systématiques en vue de l'adaptation aux changements climatiques et de la réduction des risques prioritaires.

Pour contribuer à faire avancer ce processus, l'ACÉ a élaboré ce rapport avec trois principaux objectifs :

- Faire passer l'importance de l'adaptation aux changements climatiques comme une question vitale pour le secteur de l'électricité;
- Fournir un aperçu des perspectives et pratiques d'adaptation en vigueur actuellement dans les compagnies d'électricité;
- Recommander des mesures pour faire avancer les efforts d'adaptation dans le secteur de l'électricité et auprès de ses principaux intervenants.

INTRODUCTION

Le présent rapport est la première discussion de niveau national sur l'adaptation aux changements climatiques en rapport avec la production, le transport et la distribution de l'électricité. L'Association canadienne de l'électricité (ACÉ) a commencé ce projet en février 2014, avec le soutien de Ressources naturelles Canada (RNCan), et la participation constante des entreprises d'électricité membres de l'ACÉ.⁵

A. APERÇU ET APPROCHE

Le rapport rassemble des données qualitatives et quantitatives.

Le **chapitre II** traite des températures et des précipitations, deux paramètres du changement climatique, et reprend des ouvrages scientifiques présentant des projections de phénomènes extrêmes se produisant au Canada.

Le **chapitre III** présente les risques et les perspectives générés par les changements climatiques dans le secteur de l'électricité. La discussion s'appuie sur deux sources principales :

- Un examen des ouvrages sur l'adaptation et l'électricité;
- Les commentaires des organisations membres de l'ACÉ.

Ce chapitre propose également :

- Un inventaire des principaux risques et des perspectives pour le secteur de l'électricité;
- Une discussion sur les phénomènes météorologiques à fortes répercussions survenus au cours des dix dernières années et sur leurs impacts;
- Un examen de la probabilité croissante de scénarios extrêmes.

Le **chapitre IV** présente les résultats d'une étude réalisée par les membres de l'ACÉ sur l'adaptation et l'électricité. Parmi les répondants à l'enquête, on compte dix des plus grandes entreprises d'électricité membres de l'ACÉ. En outre, le chapitre traite des deux outils suivants qui peuvent prendre en charge l'intégration de l'adaptation dans la planification des investissements et la gestion du secteur :

- Le *Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques* récemment élaboré par l'ACÉ;
- Le Protocole du Comité sur la vulnérabilité des infrastructures publiques (Protocole CVIIP) d'Ingénieurs Canada.

Enfin, le **chapitre V** regroupe les principaux thèmes des chapitres II à IV pour proposer des recommandations d'adaptation aux changements climatiques pour le secteur de l'électricité et d'autres parties prenantes, et souligne les prochaines étapes immédiates pour le Groupe de travail de l'ACÉ sur l'adaptation en 2016.

B. CONTEXTE ET BIEN-FONDÉ

Les éléments suivants pris ensemble constituent un argument solide de mesure d'adaptation :

1. Science des changements climatiques et tendances inquiétantes des émissions;
2. Importance accrue accordée à la politique d'adaptation;
3. Éléments de plus en plus nombreux prouvant que le coût de l'inaction sera supérieur à celui de l'adaptation;
4. Exigences de renouvellement continu des infrastructures au Canada;
5. Succès des efforts d'adaptation engagés à ce jour dans le secteur de l'électricité au Canada.

⁵ Se reporter à l'*Annexe 1* pour la liste des organisations participantes.

1. SCIENCE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET TENDANCES DES ÉMISSIONS

Le lien entre les émissions anthropiques et le dérèglement climatique est bien établi.⁶

Reposant sur un examen complet des ouvrages scientifiques pertinents, le cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) conclut :

Il est très probable [niveau de confiance 95 %] que plus de la moitié de l'augmentation de la température moyenne observée à la surface du globe entre 1951 et 2010 ait été causée par l'augmentation anthropique des concentrations de gaz à effet de serre et d'autres forçages anthropiques.⁷

Les changements climatiques causent une augmentation de la température moyenne, mais entraînent également une plus grande *variabilité* des régimes climatiques, intensifiant les phénomènes extrêmes. Du fait de cette combinaison, certains commentateurs préfèrent le terme « bouleversement climatique » à celui de « changement climatique ».⁸ Comme le GIEC l'indique dans son rapport de 2014 sur les incidences, l'adaptation et la vulnérabilité : « Les risques de phénomènes météorologiques extrêmes liés au changement climatique — par exemple, vagues de chaleur, précipitations extrêmes et inondations des zones côtières — atteignent déjà un niveau modéré (degré de confiance élevé) et atteindraient un niveau élevé avec une augmentation supplémentaire de la température moyenne globale de 1 °C (degré de confiance moyen). Les risques liés à certains types d'événements extrêmes (par exemple, chaleur extrême) augmentent encore sous l'effet de températures plus élevées (degré de confiance élevé). »⁹

En bref, la science n'incite pas à l'optimisme. Au contraire, il est attendu que les émissions anthropiques mondiales continuent d'augmenter dans les prochaines décennies, et que les répercussions des changements climatiques soient plus fréquentes et intenses.¹⁰

2. ÉVOLUTION DE LA POLITIQUE SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : CONCENTRATION SUR L'ADAPTATION

La politique et les mesures concernant les changements climatiques étaient traditionnellement axées sur les efforts de réduction : limitant et au final réduisant les émissions de carbone. Tandis que ces efforts se poursuivent, ces dernières années, la nécessité de s'adapter aux changements climatiques est devenue une réalité de plus en plus évidente.



L'adaptation se concentre sur l'ajustement des pratiques visant à répondre aux répercussions des changements climatiques rencontrés ou aux paramètres du climat futur attendu.

6 R.K. Pachauri et L.A. Meyer Geneva (ed.), « Changements climatiques 2014 Rapport de synthèse - Contribution des groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC », Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2014.

7 Ibid, 48.

8 Tom Rand souligne : « Tout au long de ce livre, je parle de dérèglement climatique et non de changement climatique. Ce terme permet d'éviter l'idée absurde que le réchauffement fait partie d'un cycle naturel et souligne notre contribution aux changements qui s'annoncent et la vitesse à laquelle ils approchent », Tom Rand, *Waking the Frog: Solutions for Our Climate Change Paralysis*, ECW Press, 2014, 9.

9 Changements climatiques 2014 Incidences, adaptation et vulnérabilité, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgll_spm_fr.pdf (*uniquement en anglais*), 12.

10 Comme le commente l'Agence internationale de l'énergie, « Le monde doit naturellement empêcher un réchauffement de deux degrés Celsius »; <http://www.worldenergyoutlook.org/pressmedia/quotes/#d.en.25166> (*uniquement en anglais*), voir également par exemple, Mark Kinver, "2014 warmest year on record, say US researchers," BBC News, 16 janvier 2015, <http://www.bbc.com/news/science-environment-30852588> (*uniquement en anglais*).

L'adaptation se concentre sur l'ajustement des pratiques visant à répondre aux répercussions des changements climatiques rencontrés ou aux paramètres du climat futur attendu. Le GIEC définit les « besoins d'adaptation » comme « l'écart entre ce qui pourrait se passer en raison du changement de climat et ce que nous voudrions qu'il se passe ». ¹¹

L'écart se creuse.

Les compagnies d'assurance, dont l'activité dépend des évaluations précises des risques sur la base de données historiques, ont été parmi les premiers à tirer la sonnette d'alarme sur le fait que les besoins d'adaptation augmentent. Swiss Re, qui étudie les changements climatiques depuis plus de deux décennies, était parmi les contributeurs du rapport de 2009 qui affirment que l'adaptation aux changements climatiques est « une priorité urgente pour les responsables des économies nationales et locales, comme les ministres des finances et les maires. »¹² Les experts en matière de risques décrivent un phénomène au cours duquel des événements devant se produire une seule fois en 100 ans surviennent à présent beaucoup plus fréquemment. La Lloyds, géant de l'assurance, a indiqué dans un rapport : « nous avons eu tendance à considérer les changements climatiques comme un phénomène graduel... dont les répercussions seraient ressenties uniformément dans le temps, et toute diminution se produisant progressivement. »¹³ En réalité, ils indiquent que « les dernières données scientifiques... suggèrent que les changements climatiques vont probablement engendrer des effets de plus en plus dramatiques, et peut-être même rapides, au niveau local... En outre, un nombre croissant de mécanismes de rétroaction potentiels au sein du climat ont la capacité de créer des points critiques... et même d'accélérer les changements. »¹⁴

Aux États-Unis, plusieurs rapports avertissant de l'augmentation des risques et des besoins d'adaptation ont été publiés :

- En juin 2014, les anciens secrétaires du trésor américain Paulson et Rubin, et le maire de New York Michael Bloomberg, ont publié un rapport intitulé *Risky Business: the Economic Risks of Climate Change in the United States*. Le rapport examine le coût financier total des changements climatiques, suggérant que « des centaines de milliards d'actifs et de biens [seront] en danger dans les années à venir. »¹⁵
- En octobre 2014, le Pentagone a diffusé un rapport déclarant que les changements climatiques « constituent une menace immédiate pour la sécurité nationale... Il prévoyait également une augmentation des demandes d'intervention militaire en cas de catastrophes, car les conditions météorologiques extrêmes engendrent davantage de crises humanitaires mondiales. »¹⁶
- Un rapport de 2015 ordonné par le président Obama, le *Quadrennial Energy Review*, indique « près de 22 milliards de dollars américains de pertes totales dues à un ensemble de phénomènes météorologiques en 2013, sans inclure les pertes assurées en propre », et insiste sur le fait que « les conditions météorologiques extrêmes entraînant plus de 1 milliard de dollars américains de dommages sont de plus en plus fréquentes »,¹⁷ comme le montre la **Figure 1**.

11 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, *Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité*, Partie A : Aspects mondiaux et sectoriels, (New York : Cambridge University Press, 2014), 836.

12 *Shaping Climate-Resilient Development: a Framework for Decision-Making*, rapport du Groupe de travail sur les aspects économiques de l'adaptation aux changements climatiques (Ottawa : 2009), 10, disponible sur : http://media.swissre.com/documents/rethinking_shaping_climate_resilient_development_en.pdf (uniquement en anglais).

13 *Lloyds 360 Risk Project: Catastrophe Trends, Rapid Climate Change*, (London : Lloyds, 2006), 3, disponible sur : http://www.lloyds.com/~media/lloyds/reports/360/360%20climate%20reports/360_rapidclimatechangereport.pdf (uniquement en anglais).

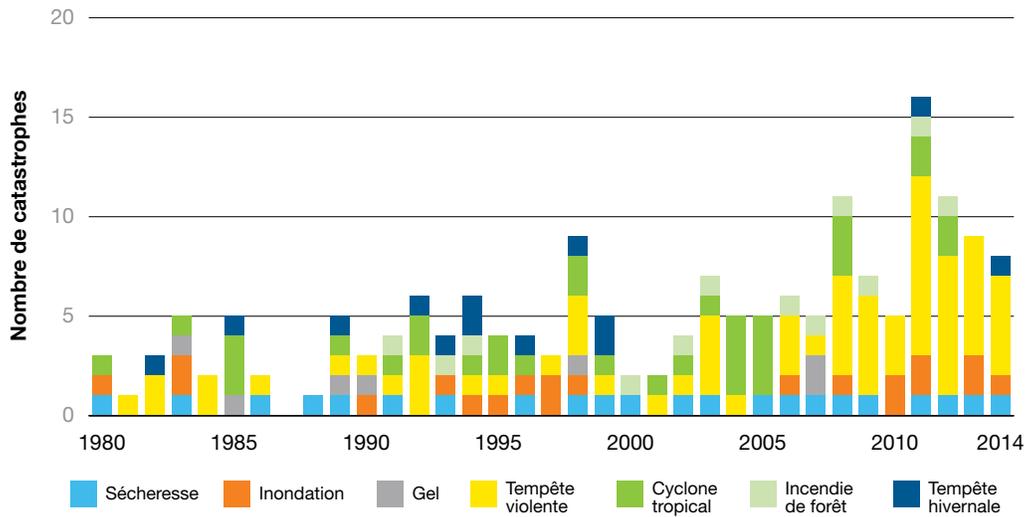
14 Ibid.

15 Comme décrit par Andrew Winston dans "Two Forces Moving Business Closer to Climate Action," *Harvard Business Review*, 24 septembre 2014, <https://hbr.org/2014/09/two-forces-moving-business-closer-to-climate-action/> (uniquement en anglais).

16 Comme Chuck Hagel, secrétaire américain à la défense, l'a déclaré : « La perte des glaciers va mettre à rude épreuve les ressources en eau dans plusieurs régions de notre hémisphère... Les destructions et les dévastations causées par les ouragans peuvent semer les germes de l'instabilité. Les sécheresses et les mauvaises récoltes peuvent laisser des millions de gens sans rien pour subsister et déclencher des vagues de migration de masse »; d'après Coral Davenport, "Pentagon Signals Security Risks of Climate Change," *The New York Times*, 13 octobre 2014, http://www.nytimes.com/2014/10/14/us/pentagon-says-global-warming-presents-immediate-security-threat.html?_r=0 (uniquement en anglais).

17 Office of Energy Policy and Systems Analysis, *Quadrennial Energy Review Report: Energy Transmission, Storage, and Distribution Infrastructure*, chapitre 2, p. 2 à 6, avril 2015, disponible sur : <http://energy.gov/sites/prod/files/2015/08/t25/QR%20Chapter%20II%20Resilience%20April%202015.pdf> (uniquement en anglais).

Figure 1 : Types de catastrophes en milliards de dollars américains par an



Le Canada subit également des phénomènes météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents et intenses.

Comme un rapport de 2013 du Forum canadien du climat le fait remarquer :

« Les phénomènes météorologiques extrêmes... sont par définition rares... souvent violents avec des répercussions graves... Mais maintenant, au Canada, ces phénomènes sont moins rares, conséquence cohérente du réchauffement climatique. Dans certaines régions, des phénomènes météorologiques qui se produisaient en règle générale tous les 40 ans surviennent désormais tous les six ans. Et l'intensification s'accélère avec les phénomènes météorologiques graves... qui vont vraisemblablement devenir encore plus fréquents. »¹⁸

Les événements autrefois rares le deviennent de moins en moins.

18 Canadian Climate Forum, Extreme Weather (Ottawa: Canadian Climate Forum, 2013), Vol. 1 No. 1. Disponible sur <http://www.climateforum.ca/wp-content/uploads/2014/02/Issues-Paper-Final-CCF-1f.pdf> (uniquement en anglais).

Les évènements autrefois rares le deviennent de moins en moins. Les inondations de Calgary en 2013 étaient un rappel du besoin commun d'étendre les frontières de l'imagination, la prévision des scénarios et l'évaluation des risques. Tout comme aux États-Unis, les phénomènes météorologiques extrêmes engendrent des sinistres catastrophiques au Canada bien au-delà des modèles historiques illustrés dans la **Figure 2**.

Figure 2 : Déclarations annuelles de sinistres catastrophiques au Canada, 1983 à 2014*



*Source : G. Robinson, Bureau d'assurance du Canada, 26 mars 2015. Toutes les données ont été normalisées par rapport à 2012.

Pour la période comprise entre 1983 et 2008, les déclarations de sinistres catastrophiques au Canada sont passées d'une plage type de 200 à 500 millions de dollars par an (en 1996, les inondations au Québec ont dépassé le niveau usuel de déclarations) à plus de 1 milliard de dollars par an à partir de 2009. Une analyse de la période commençant en 2009 a pris en considération plusieurs variables, notamment les changements d'intensité et de durée des épisodes pluvieux, l'infrastructure vieillissante des habitations, l'infrastructure vieillissante urbaine, les sous-sols aménagés ou non aménagés, la perméabilité des lieux et l'altitude. L'analyse a permis de constater que le facteur le plus plausible à l'origine du changement était l'augmentation d'intensité et de durée des épisodes pluvieux au Canada durant cette période.¹⁹

3. LES COÛTS DE L'INACTION SONT SUPÉRIEURS À CEUX DE L'ADAPTATION

Pour le secteur de l'électricité, les changements climatiques peuvent augmenter les coûts à toutes les étapes de la chaîne de valeur : extraction, traitement, production, transport et distribution. L'augmentation des coûts peut être le résultat d'une infrastructure endommagée, de primes d'assurance plus élevées, de contraintes hydriques, d'obligations réglementaires renforcées et juridiques. De même, les revenus peuvent diminuer en raison de l'augmentation de la fréquence et/ou de la durée des pénuries, la réduction de la disponibilité de l'offre (en particulier en eau) et la réduction de l'efficacité de l'infrastructure.

19 G. Robinson, communication personnelle, Bureau d'assurance du Canada, 26 mars 2015, et Blair Feltmate, communication personnelle, 13 septembre 2015.

Des pratiques d'adaptation peuvent aider à éviter cette augmentation de coûts et la diminution des revenus. Certaines pratiques d'adaptation auront des coûts de mise en œuvre, cependant ils seront inférieurs à ceux de l'inaction. Comme l'ont démontré plusieurs études, l'analyse de rentabilité de l'adaptation ne cesse de grandir.

- Certaines données probantes attestent qu'un investissement proactif dans des actifs résistants aux phénomènes climatiques au stade de la conception est moins onéreux qu'une réhabilitation en réponse aux dégâts liés aux changements climatiques.²⁰
- Une étude de l'ERDA (Energy Research and Development Agency) de l'État de New York a estimé le coût de l'inaction dans le secteur de l'énergie (électricité et gaz), en tenant compte de l'impact sur l'offre, la demande et les infrastructures énergétiques. L'étude a déterminé que les coûts de l'impact différentiel lié aux changements climatiques sans adaptation seraient compris entre 37 et 73 millions de dollars américains par an. En revanche, le coût annuel des mesures d'adaptation incrémentielle n'atteindrait que 19 millions de dollars, avec des bénéfices estimés à 76 millions de dollars.²¹
- Une étude réalisée par Hydro-Québec sur la rentabilité de l'adaptation comparée à l'inaction sur le système hydrographique de la rivière Péribonka a déterminé que « le prix de l'inaction est élevé, avec une production hydraulique réduite d'environ 14 %, tandis que les mesures d'adaptation pourraient augmenter la production hydroélectrique d'environ 15 % ». ²²
- Une étude de 2011 menée par la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie a établi que l'adaptation proactive fournissait des avantages l'emportant sur les coûts. Le rapport avantages/coût était de 9:1 dans un scénario présentant une croissance du PIB inférieure (1,3 %) et une augmentation plus lente des émissions et aussi élevée que 38:1 dans un scénario présentant une croissance du PIB supérieure (3 %) et une augmentation supérieure des émissions.²³ Le rapport a également déterminé la possibilité de réaliser des économies importantes grâce à l'élaboration d'une stratégie d'adaptation proactive concernant les inondations potentielles des régions côtières.²⁴
- D'autres études ont établi que certaines mesures d'adaptation simples, en particulier des mesures visant à améliorer l'efficacité énergétique, ont un « coût négatif », en d'autres termes elles procurent un rendement du capital investi.²⁵

En bref, des mesures d'adaptation pour renforcer la résilience ou la fiabilité peuvent aider à éviter ou à réduire des coûts importants et peuvent également apporter certains avantages.

20 Voir p. ex. Nicholas Stern, "The Economics of Climate Change," *American Economic Review*, 98 (2), 2008, 1-37; et aussi Samuel Fankhauser et Ian Burton, "Spending adaptation money wisely," Centre for Climate Change Economics and Policy, Working Paper No. 47, (2011), Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, disponible à l'adresse suivante : http://eprints.lse.ac.uk/36255/1/Spending_adaptation_money_wisely.pdf (uniquement en anglais), et "Climate Change Adaptation Project," Adapt Now Canada, disponible sur : <http://adaptnowcanada.ca/> (uniquement en anglais).

21 Robin Leichenko et al., "Economic Analysis of Climate Change Impacts and Adaptations in New York State" 2011, 76-77, disponible sur : <http://www.nyserda.ny.gov/-/media/Files/Publications/Research/Environmental/EMEP/climaid/ClimAID-Annex-III.pdf> (uniquement en anglais).

22 Jane Ebinger and Walter Vergara, *Climate Impacts on Energy Systems: Key Issues for Energy Sector Adaptation*, World Bank, (Washington D.C., 2011), https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/DocumentLibrary/E-Book_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems_BOOK_resized.pdf (uniquement en anglais), 60.

23 Le rapport a utilisé le scénario A2 du GIEC pour son scénario aux changements climatiques élevés et le scénario B1 pour son scénario aux changements climatiques faibles. Voir *Le prix à payer : Répercussions économiques du changement climatique pour le Canada*, Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (Ottawa : Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie), 2011, 17, 27 et 28, disponible sur : http://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/paying_the_price_FR.pdf.

24 Ibid, 17.

25 Voir p. ex. les travaux de McKinsey & Company sur les courbes de coût de réduction des gaz à effet de serre : http://www.mckinsey.com/client_service/sustainability/latest_thinking/greenhouse_gas_abatement_cost_curves (uniquement en anglais). Bien que les analyses de McKinsey aient été à l'origine réalisées dans le contexte des discussions sur l'atténuation des changements climatiques, des mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique sont également des outils utiles souvent abordés dans le contexte de l'adaptation, et en particulier, celui de la planification pour des températures plus élevées.

4. RENOUELEMENT DES INFRASTRUCTURES DANS LE SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ

En 2011 et 2012, le Conference Board du Canada a publié deux rapports examinant les investissements prévus entre 2010 et 2030 dans les industries de production, de transport et de distribution d'électricité au Canada, ainsi que l'impact économique de ces investissements.

Le rapport de 2011 soulignait que les infrastructures canadiennes, y compris celles de l'électricité, avaient subi un sous-investissement depuis les années 1980. Il précisait également que « comme l'infrastructure arrive à la fin de son cycle de vie opérationnelle, un fort besoin se fait sentir de reconstruire et d'investir dans de nouvelles installations, car les coûts de remise en état augmentent ».²⁶ Les recherches ont conclu que pour que le secteur de l'électricité maintienne ses actifs et puisse répondre à la demande d'électricité attendue, il serait nécessaire de dépenser 350 milliards de dollars en investissements dans les infrastructures d'ici 2030 (en 2012), ou 15 milliards de dollars par an. Les investissements seraient répartis comme suit : environ deux tiers dans les infrastructures de production, 20 % dans les infrastructures de distribution et le reste dans les infrastructures de transport.

Il existe un autre moyen d'illustrer l'envergure du renouvellement des infrastructures canadiennes. Chaque année, Renew Canada publie une liste des plus grands projets d'infrastructure publique au Canada (par coût).²⁷ Dans sa liste *Top 100 Projects* de 2015, 32 sont des projets en lien avec l'électricité pour une valeur combinée de plus de 63 milliards de dollars (une valeur moyenne de près de 2 milliards de dollars par projet).²⁸ Les dix plus grands projets en fonction de leur coût parmi ces 32 sont répertoriés dans le **Tableau 1**.²⁹

Tableau 1 : Dix plus grands projets du secteur de l'électricité au Canada en 2015 (par coût)

N°	Projet	Coût (\$)	Lieu	Propriétaire(s)
1	Projet d'énergie propre du site C	8 775 000 000	Près de Fort St. John (Colombie-Britannique)	BC Hydro and Power Authority
2	Projet de Muskrat Falls	6 990 000 000	Muskrat Falls (Terre-Neuve-et-Labrador)	Nalcor Energy; Emera inc.
3	Complexe de la Romaine	6 500 000 000	Havre-Saint-Pierre (Québec)	Hydro-Québec
4	Projet de centrale hydroélectrique Keeyask	6 500 000 000	Cours inférieur de la rivière Nelson, zone de gestion des ressources hydriques du lac Split (Manitoba)	Manitoba Hydro; Keeyask Hydropower Ltd
5	Ligne de transmission Bipolaire III	4 600 000 000	Winnipeg (Manitoba)	Manitoba Hydro
6	Complexe hydroélectrique de la partie inférieure de la rivière Mattagani	2 600 000 000	Nord-est de Kapuskasing (Ontario)	Ontario Power Generation; Moose Cree First Nation
7	Projet de remise à neuf de Darlington (Phase de définition)	2 500 000 000	Clarington (Ontario)	Ontario Power Generation
8	Ligne de transmission de l'ouest de l'Alberta	1 650 000 000	Du secteur de Genesee à l'ouest d'Edmonton au secteur de Langdon à l'est de Calgary (Alberta)	AltaLink
9	Rénovations de la centrale hydroélectrique de Beauharnois	1 600 000 000	Melocheville (Québec)	Hydro-Québec
10	Projet de transmission de Fort McMurray Ouest	1 600 000 000	Edmonton à Fort McMurray (Alberta)	Alberta Electric System Operator

Source : "Top 100 – Canada's Biggest Infrastructure Projects," ReNew Canada, 2015, <http://top100projects.ca>.

26 Barbara Baker, *Canada's Electricity Infrastructure: Building a Case for Investment*. (Ottawa: Le Conference Board du Canada, 2011), 2.

27 Les projets se situent dans toutes les provinces, excepté l'île du Prince-Édouard.

28 "Top 100 – Canada's Biggest Infrastructure Projects," ReNew Canada, 2015, <http://top100projects.ca> (*uniquement en anglais*).

29 Se reporter à l'Annexe 3 pour la liste complète des 32 projets en rapport avec l'électricité et la carte indiquant leurs situations.

Si les rapports du Conference Board et les classements annuels de Renew Canada mettent en évidence l'envergure et la diversité des investissements requis pour le renouvellement des infrastructures électriques au Canada, ils ne traitent pas l'adaptation aux changements climatiques comme un coût et/ou un avantage potentiel dans le contexte de ces investissements. Cependant, étant donné la situation actuelle, il est clair que l'adaptation doit faire partie de l'analyse des investissements dans le secteur de l'électricité.

5. EFFORTS D'ADAPTATION DANS LE SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ AU CANADA

Compte tenu de la climatologie et des tendances des émissions, de l'évolution de la politique et des mesures climatiques qui en découlent, et de l'envergure des investissements dans les infrastructures pour les prochaines décennies au Canada, une approche plus systématique de l'adaptation est nécessaire dans le secteur de l'électricité.

Depuis 2009, les organisations membres de l'ACÉ ont rapporté d'importantes activités d'adaptation à travers le programme d'électricité durable de l'ACÉ. En janvier 2013, l'ACÉ a établi un groupe de travail sur l'adaptation aux changements climatiques pour renforcer les connaissances techniques des membres de l'ACÉ sur la modélisation du climat et les impacts potentiels de ces changements sur les infrastructures. Le groupe de travail a désigné le besoin d'une planification active de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques dans tout le secteur comme étant une priorité essentielle.

C. OBJECTIFS DU RAPPORT

En fonction du contexte et des considérations de base, le présent rapport comporte trois principaux objectifs :

1. Faire passer l'importance de l'adaptation aux changements climatiques comme une question vitale pour le secteur de l'électricité.
2. Fournir une connaissance de base préliminaire des perspectives et pratiques actuelles par rapport à l'adaptation dans le secteur de l'électricité.
3. Mettre en avant des recommandations importantes sur comment améliorer l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur de l'électricité, en particulier (mais pas seulement) en référence à la planification des investissements.

Ces objectifs s'adressent aux services publics et à tous les intervenants du secteur de l'électricité, notamment les administrations publiques, les organismes de réglementation, les compagnies d'électricité, les exploitants du réseau, les consommateurs d'électricité et les citoyens. D'importants efforts pour l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur de l'électricité nécessiteront une compréhension, une communication et une coordination effectives entre plusieurs partenaires.

Le rapport a été rendu possible grâce à la collaboration avec Ressources naturelles Canada (RNCan). En 2012, RNCan, reconnaissant l'importance du soutien des actions en faveur de l'adaptation aux changements climatiques, a lancé une Plateforme d'adaptation. Comme RNCan l'indique, la Plateforme d'adaptation « rassemble des groupes clés du gouvernement, de l'industrie et des organisations professionnelles, afin qu'ils collaborent aux priorités en matière d'adaptation. En fournissant la structure qui permettra de mettre en commun les connaissances, les capacités et les ressources financières, la Plateforme vise à faire en sorte que les travaux d'adaptation soient réalisés et à veiller à ce que les résultats de ces travaux, comme les renseignements, les outils et les recommandations, atteignent les destinataires pertinents ».³⁰ Le groupe de travail sur l'énergie de la Plateforme d'adaptation a fourni un soutien financier et consultatif pour plusieurs projets du secteur de l'énergie afin d'améliorer la connaissance des risques et des perspectives que présente l'adaptation, d'établir la rentabilité des investissements dans l'adaptation, et d'aider à intégrer l'adaptation dans la planification.

30 « Plateforme d'adaptation, » Ressources naturelles Canada, dernière modification 13 novembre 2015, <http://www.rncan.gc.ca/environnement/impacts-adaptation/plateforme-adaptation/10028>.

CLIMATOLOGIE ET L'AVENIR DU CANADA

Les changements climatiques vont entraîner deux types de changement : des changements dans les variables annuelles et saisonnières *moyennes* (par rapport aux modèles historiques), ainsi qu'une augmentation de la *variabilité*, et en particulier celle de la fréquence, de l'intensité et de la durée des phénomènes météorologiques extrêmes. Ce chapitre traite de ces deux aspects à travers :

- A. Un examen des résultats de modélisation du climat pour le Canada en soulignant les changements des températures et précipitations moyennes à venir;
- B. Un bref résumé des ouvrages scientifiques discutant des projections de phénomènes extrêmes au Canada.

A. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DU CLIMAT ET PRINCIPALES CONCLUSIONS

Au début de l'année 2014, l'ACÉ a retenu les services d'Ouranos³¹ pour effectuer une analyse des observations climatiques actuelles et de scénarios climatiques du futur au Canada. Ouranos s'est concentré sur trois principaux thèmes : la climatologie, les vulnérabilités, et les impacts et l'adaptation.

Les données abordées dans ce rapport sont tirées d'un modèle climatique global (MCG). Les MCG réalisent un suivi de l'état de nombreuses variables, notamment la pression atmosphérique, le vent, les précipitations et la température. Ces variables, considérées dans leur ensemble, constituent « une représentation mathématique du système climatique, basée sur des équations qui gouvernent les processus physiques sous-jacents au climat, y compris le rôle de l'atmosphère, de l'hydrosphère, de la biosphère, etc. »³² Les MCG permettent aux climatologues d'étudier la réponse du système climatique aux changements dans les concentrations de gaz à effet de serre contenu dans l'atmosphère et de quantifier les changements climatiques futurs.³³

Ce rapport met l'accent sur la température et les précipitations pour exprimer les impacts potentiels des changements climatiques, car les climatologues pensent que les MCM sont particulièrement aptes à la modélisation de ces variables.

Les cartes du Canada (**Figures 3 à 5**) incluses ci-après soulignent les variations régionales et temporelles pour chacune des deux variables. Les cartes illustrent l'état actuel du climat, obtenu à partir des données observées de 1976 à 2005 et les états possibles du futur entre 2041 et 2070. Les conclusions faites à partir de la modélisation du climat sont résumées dans le **Tableau 2**.

31 Ouranos est un consortium axé sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques qui rassemble 450 scientifiques et professionnels des disciplines concernées.

32 Isabelle Charron, Guide sur les scénarios climatiques : *utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation*. (Montréal : Ouranos, 2014), 78, disponible sur : http://www.ouranos.ca/media/publication/351_GuideCharron_FR.pdf.

33 Plus précisément, les données contenues dans ce chapitre sont dérivées des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre utilisés dans la phase 5 des projets Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5). Les résultats du CMIP5 ont servi de base au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Pour de plus amples renseignements, voir http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml ou <http://www.ouranos.ca>.

REMARQUE SUR LA MÉTHODOLOGIE ET LES HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION

Le climat est complexe, un certain nombre de phénomènes doivent être pris en compte, notamment les nuages, les aérosols, les processus biologiques et le pergélisol. Le présent rapport vise à s'adresser au grand public et ne peut pas traiter toutes ces variables comme il se devrait dans un seul chapitre. Il s'attache donc à deux variables en particulier : les températures et les précipitations. Ces deux variables sont des déterminants clés du climat local, ainsi que des résultats de modélisation à long terme, leurs processus sont bien connus et des données les concernant sont facilement accessibles. En d'autres termes, elles fournissent une introduction accessible aux variables climatiques aux fins d'un rapport de politique.

Les projections climatiques s'accompagnent d'une incertitude intrinsèque. Les climatologues étudient un ensemble de nombreuses projections pour atténuer cette incertitude et cherchent à utiliser les renseignements utiles contenus dans les projections climatiques. Dans les cartes suivantes, les 25^e, 50^e et 75^e centiles sont utilisés pour représenter la plage de futurs possibles sous forme de scénarios de changements climatiques faibles, moyens et élevés³⁴.

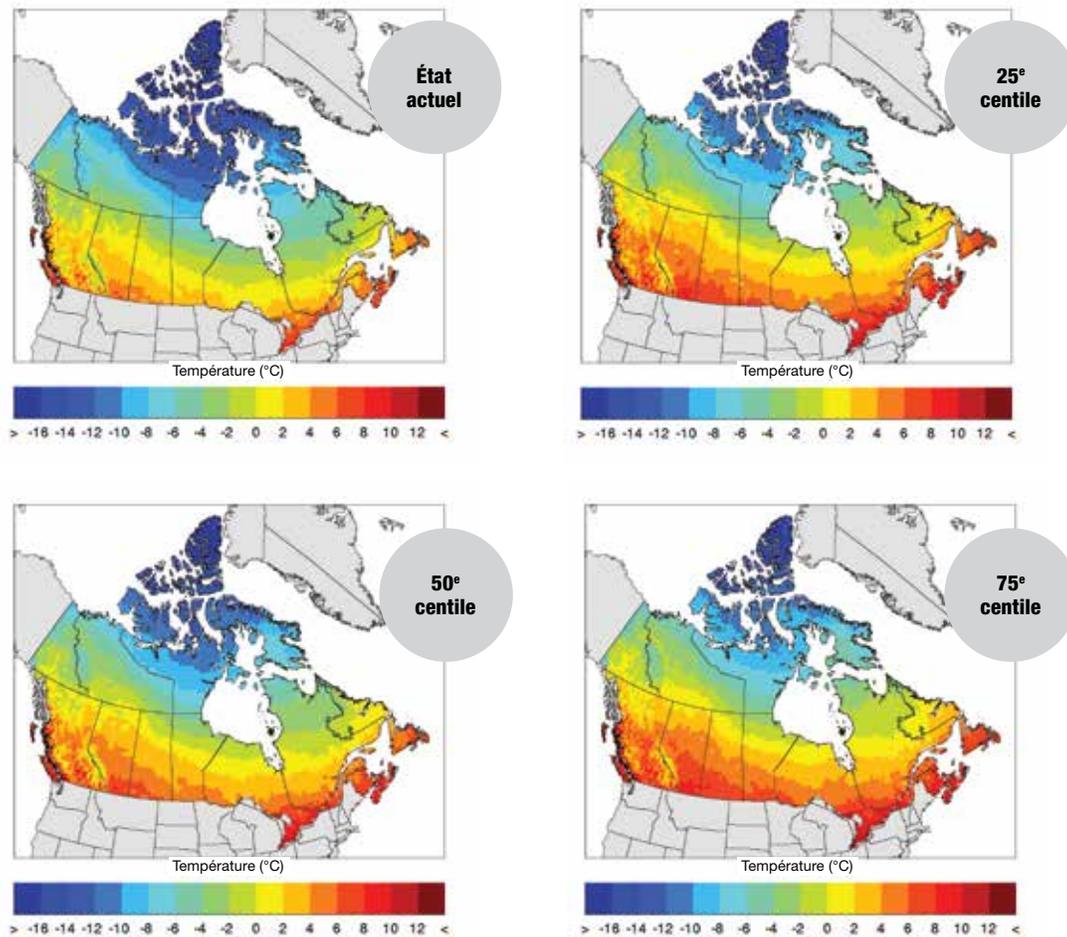
Les intervenants du secteur de l'électricité sont invités à prendre en compte d'autres variables pour la planification de projet, notamment les débits de ruissellement, les vitesses des vents, le nombre de jours de gel, les vagues de chaleur, et à analyser les scénarios de températures et de précipitations en détail (c.-à-d. en incluant des centiles supplémentaires) et en portant plus d'attention aux variations régionales³⁵.

34 Pour de plus amples renseignements sur Ouranos et comment les scénarios climatiques sont élaborés, voir le *Guide sur les scénarios climatiques : utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation*, Ouranos Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, septembre 2014.

35 Par souci de brièveté, ce chapitre ne fournit qu'un petit sous-ensemble des données et scénarios disponibles sur les modèles climatiques et la recherche scientifique. Pour de plus amples renseignements sur la climatologie, les modèles mondiaux et les scénarios pour le Canada, reportez-vous à l'*Annexe 4*.

Figure 3 : Température moyenne annuelle dans l'état actuel et l'état futur (2041-2070)

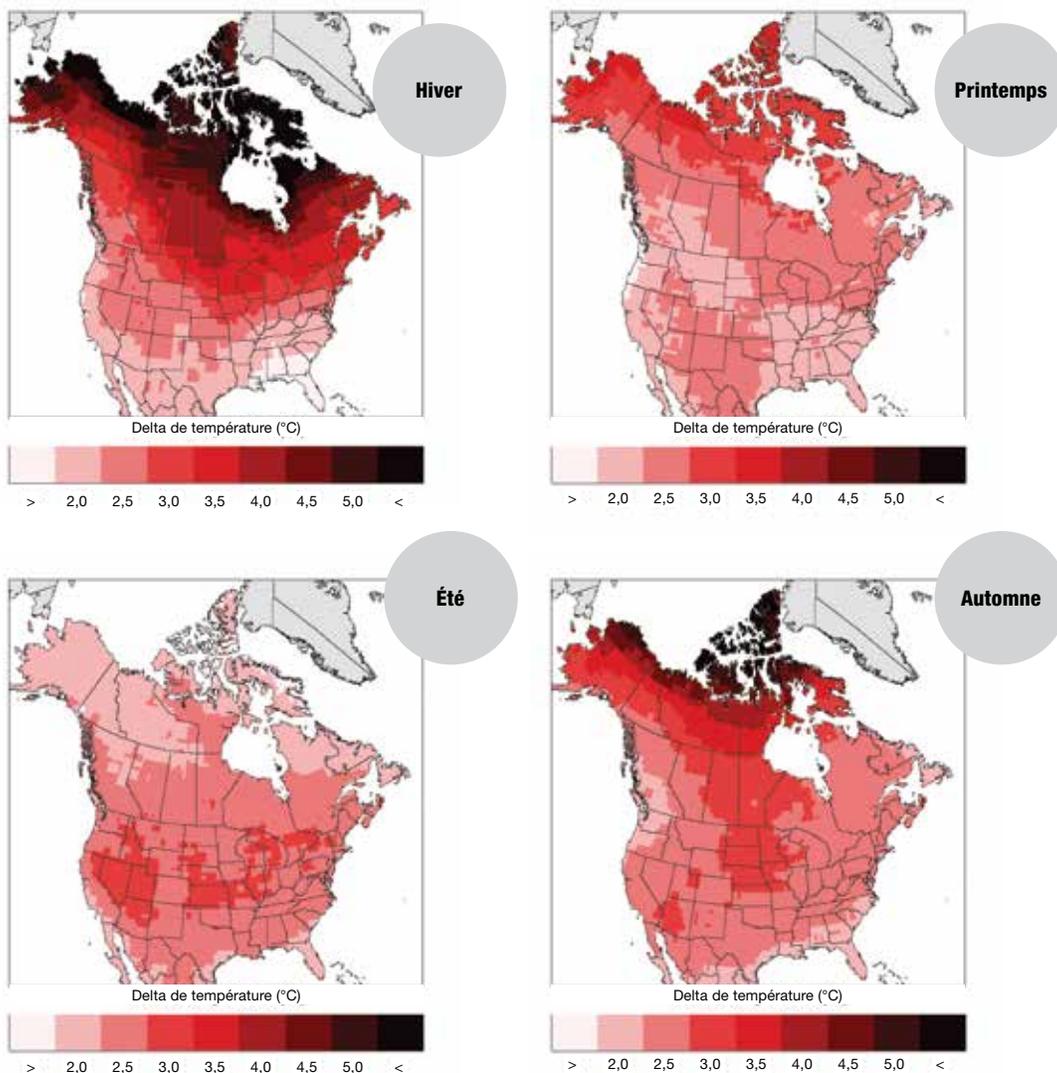
L'état actuel est dérivé des données observées et les 25^e, 50^e et 75^e centiles correspondent aux scénarios climatiques faible, moyen et élevé pour la période comprise entre 2041 et 2070.



PRINCIPALES CONCLUSIONS

- Aux 25^e, 50^e et 75^e centiles, il y aura une augmentation moyenne de la température annuelle comprise entre 2 et 3,5 degrés Celsius dans les régions du Sud du Canada et davantage sous les latitudes septentrionales.

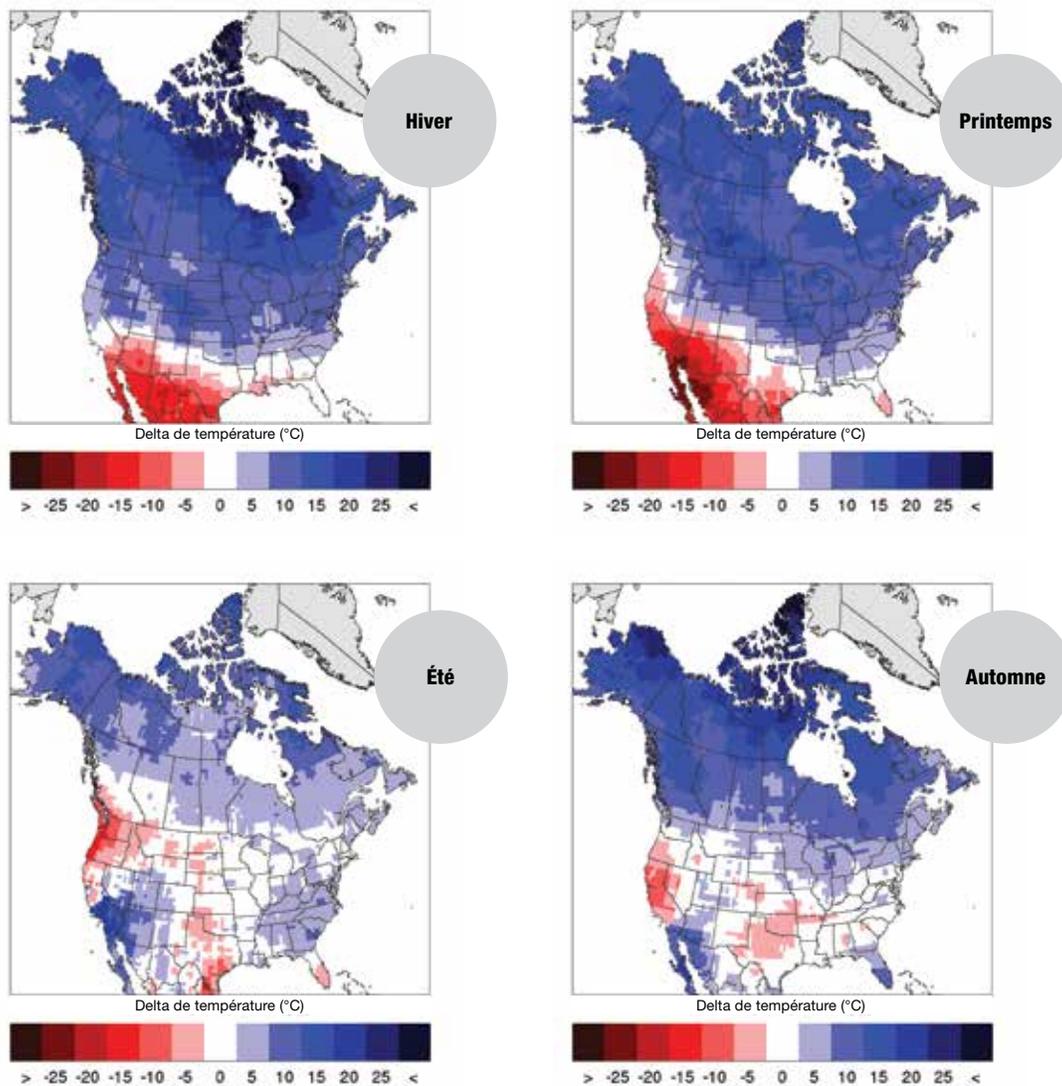
Figure 4 : Changement de la température saisonnière moyenne pour le 50^e centile dans l'état futur (2041-2070)



PRINCIPALES CONCLUSIONS

- Dans le cas des quatre saisons, la température moyenne pourra augmenter de plus de 2 degrés Celsius dans tout le Canada.
- Le changement le plus important de température saisonnière a lieu en hiver, avec une augmentation moyenne de 3,5 degrés Celsius dans le sud et 5 degrés Celsius ou plus dans le Grand-Nord.

Figure 5 : Changement dans les précipitations saisonnières moyennes pour le 50^e centile dans l'état futur (2041-2070)



PRINCIPALES CONCLUSIONS

- Pour le 50^e centile, au printemps et à l'automne, les précipitations augmentent de façon modérée à élevée, de 5 à 15 % dans tout le pays.
- Le 50^e centile connaît également une augmentation importante des précipitations hivernales moyennes : 10 à 15 % pour l'ensemble du pays, et même jusqu'à 25 % dans plusieurs régions du nord du Canada.

Tableau 2 : Résumé des conclusions obtenues à partir de la modélisation du climat

Variable	Principales conclusions
Température	Annuelle : Aux 25 ^e , 50 ^e et 75 ^e centiles, il y aura une augmentation moyenne de la température annuelle d'au moins 2 à 3,5° Celsius dans les régions du Sud du Canada.
	Saisonniers : Pour les quatre saisons, la température moyenne pourra augmenter de plus de 2 degrés Celsius dans tout le Canada. Le changement le plus important de température saisonnière a lieu en hiver, avec une augmentation moyenne de 3,5 degrés Celsius dans le sud et 5 degrés Celsius ou plus dans le Grand-Nord.
Précipitations	Delta des précipitations saisonnières moyennes pour le 50 ^e centile : au printemps et à l'automne les précipitations augmentent de façon modérée à élevée, de 5 à 15 % dans tout le pays. On constate également une augmentation importante des précipitations hivernales moyennes : 10 à 15 % pour l'ensemble du pays, et même jusqu'à 25 % dans plusieurs régions du nord du Canada.

B. RÉSUMÉ DES PROJECTIONS DE PHÉNOMÈNES EXTRÊMES

En plus des modèles scientifiques présentant les changements annuels et saisonniers potentiels des températures et précipitations moyennes, d'autres analyses scientifiques indiquent que des phénomènes extrêmes sont susceptibles de se produire également avec une fréquence, une durée et une amplitude supérieures. Le rapport 2014 de RNCAN intitulé *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* résume certaines des discussions du GIEC sur les changements dans les phénomènes extrêmes :

- **Jours chauds et vagues de chaleur.** C'est avec une probabilité de 99 à 100 % que le 21^e siècle va connaître une augmentation de la fréquence et de l'amplitude des nuits et des jours chauds, une diminution de la fréquence et de l'amplitude des nuits et des jours froids, et un accroissement de « la durée, la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur ».³⁶
- **Précipitation extrêmes.** Pour les précipitations, l'ouvrage suggère que « les périodes de récurrence de 20 ans des épisodes de précipitations quotidiennes extrêmes passeraient à 10 ans d'ici le milieu de siècle dans les zones de moyenne à haute latitudes ».³⁷ Toutefois, RNCAN indique que certains modèles régionaux peuvent « révéler d'importants détails sur les configurations spatiales des changements, qui ne seraient pas forcément visibles dans les études menées à l'échelle mondiale ».
- **Possibles changements relatifs à la sécheresse.** De même, « les études disponibles révèlent une forte tendance à la diminution de l'aridité en hiver, et à l'augmentation de l'aridité en été sur une grande partie du territoire canadien ». Toutefois, RNCAN indique que « l'absence de concordance des modèles sur l'orientation des changements extrapolés dans de nombreuses régions du Canada, y compris le centre sud du pays, démontre que ces résultats doivent être interprétés avec prudence ».^{38,39}

36 Warren, F.J. and Lemmen, D.S., éditeurs, *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatifs aux impacts et à l'adaptation*; Gouvernement du Canada, Ottawa, 2014, p. 36, disponible sur : <http://www.mcan.gc.ca/environnement/ressources/publications/impacts-adaptation/rapports/evaluations/2014/16310>.

37 Ibid.

38 Ibid.

39 Voir l'Annexe 4 pour davantage de ressources.

3

RISQUES CLIMATIQUES ET PERSPECTIVES POUR LE SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ

Les changements climatiques présentent à la fois des risques et des perspectives pour le secteur de l'électricité. Afin de déterminer des solutions d'adaptation aux changements climatiques, d'assurer une allocation pertinente des ressources, et d'améliorer la résilience du réseau d'électricité canadien, il faut étudier ces risques et ces perspectives. Le présent chapitre fournit une évaluation des risques et des perspectives liés aux changements climatiques pour le secteur de l'électricité au Canada à partir de trois points de vue :

- A. Un inventaire des risques et des perspectives importants pour le secteur de l'électricité au Canada, liés aux répercussions du changement climatique, regroupés en trois domaines : demande d'électricité; production d'électricité; et transport, distribution et infrastructure d'électricité;
- B. Une discussion des phénomènes météorologiques à fort impact qui se sont produits au cours de la dernière décennie et leurs répercussions, afin de mettre en évidence l'importance de la construction d'un système qui soit aussi résilient que possible;
- C. Un examen de l'augmentation probable des scénarios à fort impact, et le besoin pour le secteur de l'électricité d'intégrer le risque de phénomènes peu fréquents à fort impact dans la planification des investissements et la gestion des opérations.

A. RISQUES ET PERSPECTIVES POUR L'ÉLECTRICITÉ AU CANADA

Cette section examine les risques et les perspectives potentiels pour le secteur de l'électricité au Canada émanant des répercussions du climat.

Des discussions avec les membres de l'ACÉ ont permis d'identifier bien plus de risques que d'opportunités. Cependant, deux perspectives importantes peuvent se présenter pour l'électricité : une augmentation de la demande d'électricité de la part des États-Unis pourrait entraîner l'augmentation des exportations d'électricité canadienne, et l'augmentation de la disponibilité d'eau dans certaines régions pourrait augmenter la capacité hydroélectrique.⁴⁰

Les répercussions potentielles des changements climatiques sur le secteur de l'électricité varieront d'une région à l'autre, et dans leur degré d'importance (sensibilités financières, exposition d'assurance, etc.) pour les entreprises individuelles et les intervenants. Les projets individuels nécessiteront des projections et des scénarios ciblés du climat régional.

Certains facteurs déterminants du climat peuvent présenter des problèmes qui sont à la fois des risques et des perspectives selon les circonstances, et la façon dont ils sont gérés par les divers intervenants interdépendants. C'est pour cette raison que ce serait une erreur de tenter de créer un registre des risques d'un côté et des perspectives de l'autre.

Il sera important pour chaque société et intervenant de passer en revue sa propre évaluation des risques importants en tenant compte de tous les facteurs. L'objectif des tableaux suivants est tout simplement de fournir un large inventaire des risques, problèmes et perspectives potentiels

⁴⁰ Pour un tableau utile des « études récentes relatives aux effets hydrologiques sur les bassins fluviaux d'importance pour la production hydroélectrique au Canada », voir *ibid.*, p. 86.

importants (compilés à partir des commentaires des membres de l'ACÉ) pour préparer la voie à une analyse et à une planification plus détaillées au sein des entreprises individuelles et d'autres intervenants. L'évaluation et la gestion des risques demeureront un processus itératif.⁴¹

Les répercussions potentielles des changements climatiques peuvent être regroupées en trois larges catégories :

- Demande en électricité;
- Production d'électricité;
- Transport, distribution et infrastructure d'électricité.

1. DEMANDE EN ÉLECTRICITÉ

Les principales tendances des changements climatiques futurs peuvent générer les modifications globales suivantes de la demande en électricité (et de manière plus générale, de la demande en énergie), se reporter au **Tableau 3**.

Tableau 3 : Demande canadienne et américaine en électricité

Facteur climatique	Risques, problèmes et perspectives potentiels pour la demande en électricité	
Augmentations de la température de l'air	<p>Au Canada :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la demande estivale dans de nombreuses régions à des fins de refroidissement. • Augmentation de la demande de pointe en été, en particulier dans les grandes villes, du fait de l'accroissement des températures associé à l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU).⁴² • À l'inverse, des températures hivernales plus élevées peuvent signifier une réduction de la demande hivernale pour le chauffage électrique, le cas échéant.⁴³ 	<p>Aux États-Unis :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la demande estivale du fait de l'accroissement des températures, entraînant une augmentation de la demande d'exportations d'électricité du Canada. • Diminution de la demande hivernale pour les exportations du Canada pour le chauffage des locaux.
Changements dans la disponibilité en eau	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilité plus élevée de la disponibilité en eau. Durant les mois d'été, une diminution de l'écoulement ou des précipitations et une augmentation de l'évaporation peuvent se produire, aboutissant à une réduction de la disponibilité en eau. À l'automne et en hiver, l'augmentation des précipitations et de l'écoulement peuvent entraîner une augmentation de la disponibilité en eau. • L'eau est une ressource partagée entre secteurs et entre le Canada et les États-Unis. La réduction de la disponibilité en eau pour diverses utilisations, comme l'extraction de ressources énergétiques, le refroidissement des centrales nucléaires, ou l'agriculture, peut entraîner le besoin de détourner l'eau plus loin encore, en utilisant potentiellement de l'électricité.⁴⁴ 	

41 Les ouvrages états-uniens comportent également des renseignements pour la détermination et l'évaluation des risques. Voir p. ex. U.S. Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather, "Figure 1. Selected events over the last decade illustrate the U.S. energy sector's vulnerability to climatic conditions," pp. 1-3: <http://energy.gov/sites/prod/files/2013/07/f2/20130716-Energy%20Sector%20Vulnerabilities%20Report.pdf> (uniquement en anglais).

42 Un îlot de chaleur urbain est une ville ou une région métropolitaine où il fait particulièrement plus chaud que dans les zones rurales environnantes en raison de l'activité humaine. Voir : <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%8Eil%20de%20chaleur%20urbain>.

43 Il est important d'insister, cependant, sur le fait que de nombreux autres facteurs influenceront également les niveaux futurs de la demande en électricité, notamment la gestion de la demande, l'adoption de véhicules électriques, les prix du pétrole et la croissance du PIB aux États-Unis et au Canada.

44 « L'eau – Ses utilisations », *Environnement Canada*, date de modification 19 juillet 2013, disponible sur : <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=0BBD794B-1>. Voir également p. ex., Derrel L. Martin et al, "Evaluating Energy Use for Pumping Irrigation Water." Document présenté aux instances de la 23^e Conférence annuelle sur l'irrigation des plaines centrales, 22 et 23 février 2011, disponible sur : <http://www.k-state.edu/irrigate/cow/p11/Kranz11b.pdf> (uniquement en anglais). Un document récent a également établi que la sécheresse peut entraîner une augmentation de la demande en électricité, bien que la part de cette augmentation directement imputable à la diminution de la disponibilité en eau, opposée à l'augmentation de la température de l'air, demeure inconnue. Voir Bridget R. Scanlon et al., "Drought and the water-energy nexus in Texas," *Environmental Research Letters* 8:4 (2013), disponible sur : <http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/4/045033/article> (uniquement en anglais).

2. PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Les changements climatiques sont vecteurs d'un risque important pour le système de production d'électricité canadien. Les impacts sur la disponibilité des ressources, l'efficacité opérationnelle et la durabilité de l'environnement peuvent limiter l'aptitude du secteur à fonctionner à plein rendement (pour plus de détails, voir le **Tableau 4**).

Tableau 4 : Production d'électricité

Facteur climatique	Risques, problèmes et perspectives potentiels pour la production d'électricité
Augmentations de la température de l'air et de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Une augmentation de la température ambiante peut réduire l'efficacité de différentes formes de production d'énergie thermique en diminuant la différence entre la température ambiante et la température de combustion.⁴⁵ La perte d'efficacité peut être insignifiante dans certains cas, mais importante dans d'autres.⁴⁶ Une augmentation de la température de l'air ambiant peut avoir également un impact sur la production nucléaire en réduisant l'efficacité thermique.⁴⁷ • Comme les pointes estivales augmentent dans certaines juridictions, l'équilibre des contrats d'énergie de longue durée pourrait être impacté (p. ex., mélange d'« ententes sur la diversité » entre les juridictions dont les pointes de demande surviennent en hiver et les autres en été). • Les centrales thermiques et nucléaires prélèvent, utilisent et rejettent d'importantes quantités d'eau aux fins du refroidissement. Comme les températures de l'air et de l'eau augmentent, les centrales peuvent nécessiter plus d'eau pour leur refroidissement, mais elles peuvent également être limitées par des réglementations quant à la manière dont elles peuvent utiliser et rejeter l'eau, pouvant même mener au déclassement ou à l'arrêt des centrales.⁴⁸
Changements dans la disponibilité en eau	<ul style="list-style-type: none"> • Les fluctuations des niveaux phréatiques peuvent avoir des répercussions sur les procédures d'autorisations environnementales, car les impacts admissibles (niveaux des lacs, limites de débit) des centrales hydroélectriques sont fondés sur des données historiques. Si une surabondance d'eau est projetée, il se peut que les générateurs doivent réaménager leurs déversoirs. • Près de 65 % de la production d'électricité au Canada est hydroélectrique. Les changements dans la disponibilité en eau peuvent avoir des répercussions importantes dans tout le réseau d'électricité. • La production hydraulique repose sur une ressource aux utilisations concurrentes : les lacs et les rivières sont également utilisés pour la pêche, les loisirs, le transport, la consommation d'eau, etc. un changement dans la disponibilité en eau (par exemple, une sécheresse prolongée en été) peut avoir un impact sur plusieurs ou toutes ces utilisations en même temps, créant un risque de tensions et de conflit. • Des changements dans la disponibilité de l'eau aux États-Unis auraient également un impact sur les générateurs canadiens. Même des changements modérés sont susceptibles de perturber l'équilibre du commerce de l'électricité.
Tempêtes de verglas	<ul style="list-style-type: none"> • Les tempêtes de verglas peuvent endommager les pales d'éoliennes.⁴⁹ • Les tempêtes de verglas peuvent causer une augmentation de l'utilisation de sels de voirie, entraînant des besoins de nettoyage supplémentaires et la rouille précoce de certains équipements. • La production issue de la biomasse peut tirer parti des tempêtes de verglas grâce à l'utilisation du bois endommagé comme matière première.⁵⁰

45 Asian Development Bank, *Climate Risk and Adaptation in the Electric Power Sector*. (Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2012), 9, disponible sur : <http://adb.org/sites/default/files/pub/2012/climate-risks-adaptation-power-sector.pdf> (*uniquement en anglais*).

46 Ibid.

47 Comme un rapport l'indique : « une augmentation de 1 °C de la température de l'air ambiant peut réduire la production nucléaire d'environ 0,5 % du fait de la diminution de l'efficacité thermique », Asian Development Bank, *Climate Risk and Adaptation in the Electric Power Sector*, 15. Plus important encore, comme l'indique également le rapport, « pendant les sécheresses et les vagues de chaleur, la perte peut dépasser 2 % par degré Celsius, car les systèmes de refroidissement sont limités par des lois physiques, des réglementations environnementales et un accès réduit à l'eau de refroidissement »; *ibid.*

48 Voir p. ex. Matthew L. Wald, "Heat Shuts Down a Coastal Reactor," *The New York Times*, 13 août 2012: http://green.blogs.nytimes.com/2012/08/13/heat-shuts-down-a-coastal-reactor/?_r=0 (*uniquement en anglais*). Voir également p. ex., Asian Development Bank, *Climate Risk and Adaptation*, 4.

49 Ibid., 25.

50 Voir p. ex., "Ameresco Biomass Plant Uses Damaged Wood from Ice Storm," Ameresco Press Release, 8 avril 2014, disponible sur : <http://www.ameresco.com/press/ameresco-biomass-plant-uses-damaged-wood-ice-storm#sthash.uNJPakfl.dpuf> (*uniquement en anglais*).

Facteur climatique	Risques, problèmes et perspectives potentiels pour la production d'électricité
Élévation du niveau de la mer et ondes de tempête	<ul style="list-style-type: none"> • Au Canada, une élévation du niveau de la mer pourrait avoir un impact sur les installations de production dans les zones côtières, en particulier à Charlottetown, Î.-P.-É., et certaines parties de la Nouvelle-Écosse.⁵¹ • Un rapport a révélé que les États-Unis ont « plus de 280 centrales électriques, raffineries de pétrole et de gaz, et autres installations d'énergie situées sur des terres basses vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et aux inondations ». ⁵² • Parmi les autres effets destructeurs, les ondes de tempête⁵³ peuvent nuire à la capacité des équipes d'urgence à intervenir rapidement et efficacement, prolongeant ainsi les pannes.
Impacts des changements climatiques sur la biodiversité/les espèces envahissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Les changements de température, de disponibilité en eau et de niveaux des eaux peuvent avoir des répercussions de second ordre sur le biote local. Ces changements du biote peuvent à leur tour avoir un impact sur le mode de régulation des générateurs. • Des environnements plus chauds peuvent entraîner des conditions qui s'accompagnent d'un développement défavorable d'organismes vivants, notamment la prolifération d'algues et l'invasion d'espèces envahissantes, comme les moules zébrées. • Les changements de température et du niveau des eaux peuvent également avoir un impact sur les populations de poisson, obligeant ainsi des changements réglementaires pour les centrales hydroélectriques. • Les changements dans les comportements migratoires des oiseaux peuvent aussi avoir des répercussions sur l'acceptation des éoliennes par le grand public et les exigences de fonctionnement.



Monteur de lignes de la société Toronto Hydro dans une nacelle durant la tempête de verglas de 2013. La tempête a ravagé la Ville de Toronto pendant les vacances d'hiver. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Toronto Hydro.

- 51 « L'eau et le changement climatique », Environnement Canada, date de modification 3 août 2010, disponible sur : <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=3E75BC40-1>. Le problème est déjà un grand sujet de préoccupation en Nouvelle-Écosse. Voir : https://www.novascotia.ca/coast/documents/state-of-the-coast/WEB_SLRSE.pdf (*uniquement en anglais*).
- 52 Ben Strauss and Remik Ziemlinski, "Sea Level Rise Threats to Energy Infrastructure," Climate Central, 19 avril 2012, disponible sur : <http://slr.s3.amazonaws.com/SLR-Threats-to-Energy-Infrastructure.pdf> (*uniquement en anglais*), et Jennifer Morgan, "How Climate Change Impacts America's Energy Infrastructure," World Resources Institute, 5 février 2013, disponible sur : <http://www.wri.org/blog/2013/02/how-climate-change-impacts-america%E2%80%99s-energy-infrastructure> (*uniquement en anglais*).
- 53 Une onde de tempête est définie comme le rehaussement du niveau de la mer causé par les changements de pression atmosphérique et le vent associé à une tempête. L'ouragan Sandy, par exemple, a entraîné d'importants dégâts causés par les ondes de tempête.

3. TRANSPORT, DISTRIBUTION ET INFRASTRUCTURE D'ÉLECTRICITÉ

Les risques potentiels pour le transport, la distribution et l'infrastructure de soutien du réseau d'électricité, y compris l'infrastructure des technologies de l'information et de la communication et de transport adéquat sont abordés en détail dans le **Tableau 5**.

Tableau 5 : Transport, distribution et infrastructure d'électricité

Facteur climatique	Risques, problèmes et perspectives potentiels pour le transport, la distribution et l'infrastructure de l'électricité
Augmentations de la température	<ul style="list-style-type: none"> Des températures ambiantes plus élevées peuvent réduire l'efficacité du transport et de la distribution de l'électricité.⁵⁴ Des températures plus élevées peuvent, en particulier, entraîner une reclassification ou une panne des transformateurs refroidis à l'air, et un affaissement et un recuit des conducteurs aériens.⁵⁵ Des vagues de chaleur plus fréquentes imposeront davantage de contraintes au réseau de distribution. Les distributeurs et les planificateurs/exploitants du réseau peuvent avoir besoin d'intervenir en gérant la demande d'énergie en temps réel, en prévoyant davantage de redondance du système et de stratégies d'entretien et de remplacement des composants.
Tempêtes de verglas	<ul style="list-style-type: none"> Les tempêtes de verglas peuvent faire céder les lignes électriques, briser ou faire tomber les poteaux et augmenter considérablement les contacts avec les arbres, causant des dégâts considérables à l'infrastructure et des pertes de puissance.
Changements dans les précipitations, le ruissellement et les conditions du sol	<ul style="list-style-type: none"> Les changements dans les précipitations et le ruissellement peuvent générer ou intensifier les ondes de tempête et les inondations. Certaines sous-stations peuvent être particulièrement vulnérables aux inondations.⁵⁶ Les inondations peuvent avoir également un impact sur l'infrastructure de soutien, comme les câbles en cuivre et à fibres optiques utilisés dans les réseaux TIC.⁵⁷ Les fluctuations des précipitations et des températures hivernales peuvent mener à un accroissement du nombre de cycles de gel et de dégel. Ces cycles peuvent endommager le béton du fait de l'extension et de la contraction de l'humidité,⁵⁸ et peuvent être également la « cause de la fissuration et de la détérioration au fil du temps des voûtes et des chambres à câbles souterraines ».⁵⁹ Les cycles de gel/dégel peuvent également provoquer des gouffres, exacerbant les défis posés par les déplacements lorsque l'exécution des réparations doit avoir lieu dans des endroits éloignés.
Fonte du pergélisol et diminution de la glace	<ul style="list-style-type: none"> L'élévation des températures durant les mois d'hiver dans certaines régions septentrionales du Canada peut entraîner la perte du pergélisol dans certaines zones. La réduction du pergélisol peut avoir un impact sur l'infrastructure de transport et de distribution dans les régions septentrionales où l'infrastructure a été conçue et installée pour les conditions du pergélisol. La diminution de la couverture de glace pourrait également présenter un défi aux camions qui utilisent des routes verglacées pour transporter le gazole vers les endroits isolés pour la production d'électricité.
Vents violents	<ul style="list-style-type: none"> Des vents violents peuvent endommager les lignes et les réseaux de distribution, en particulier par contact avec les arbres.⁶⁰

54 Pour une discussion sur le thème, consulter Climate Risk and Adaptation, Asian Development Bank, 37-38.

55 Ibid.

56 Ibid.

57 Ibid, 38.

58 Laura Zizzo et al., Understanding Canadian Electricity Generation and Transmission Sectors' Action and Awareness on Climate Change and the Need to Adapt. Toronto : Zizzo Allen Professional Corporation, 2014, 7. disponible sur : https://uwaterloo.ca/school-environment-enterprise-development/sites/ca.school-environment-enterprise-development/files/uploads/files/understanding_canada_electricity_generation.pdf (uniquement en anglais).

59 AECOM, Toronto Hydro-Electric System Public Infrastructure Engineering Vulnerability Assessment Pilot Case Study (2012), 24, disponible sur : http://www.pievc.ca/sites/default/files/toronto_hydro_pievc_pilot_case_study_final_report.pdf (uniquement en anglais).

60 Asian Development Bank, Climate Risk and Adaptation, 37.

Facteur climatique	Risques, problèmes et perspectives potentiels pour le transport, la distribution et l'infrastructure de l'électricité
Feux de forêt	<ul style="list-style-type: none"> • Les feux de forêt augmentent en nombre et en gravité à la fois aux États-Unis⁶¹ et au Canada⁶², et présentent plusieurs risques pour l'électricité : <ul style="list-style-type: none"> – Les incendies dans et autour des lignes de transport d'énergie peuvent brûler les lignes et endommager les poteaux. – Les conducteurs peuvent être recuits ou endommagés et finalement céder. Les lignes peuvent être endommagées simplement par la chaleur de l'incendie, même si elles ne sont pas directement brûlées. – Les incendies peuvent créer un embrasement total de l'infrastructure d'électricité. Comme l'explique l'Union of Concerned Scientists : « le plus grand risque vient de la fumée et des particules [qui] peuvent ioniser l'air, créant un chemin électrique à partir des lignes de transport. Ceci peut couper les lignes et causer des pannes d'électricité ». ⁶³
Impacts des changements climatiques sur la biodiversité et les espèces envahissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Comme indiqué dans la section relative aux impacts sur la production, les changements de température, de disponibilité en eau et de niveaux des eaux peuvent avoir des répercussions de second ordre sur le biote local. Ces changements du biote peuvent avoir également un impact sur le transport, la distribution et l'infrastructure. Par exemple, les changements dans les migrations saisonnières et les comportements de nidification d'espèces d'oiseaux protégés par la loi pourraient présenter de nouveaux défis environnementaux pour la construction ou la maintenance des lignes de transport d'énergie. Les changements dans la croissance de la végétation et l'introduction de nouvelles espèces envahissantes peuvent requérir des modifications des pratiques de gestion de la végétation.



Une ligne de transport AltaLink à Canmore, pendant les inondations de 2013. Photo reproduite avec l'aimable autorisation d'AltaLink.

61 Michelle Davis and Steve Clemmer, Power Failure: How Climate Change Puts Our Electricity at Risk. (Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists, 2014), 2. http://www.ucsusa.org/global_warming/science_and_impacts/impacts/effects-of-climate-change-risks-on-our-electricity-system.html#.VPyFXyUeSo (uniquement en anglais). La Californie, en particulier, doit faire face à une augmentation des risques d'incendie dus à des vents extrêmement secs, connus sous le nom de vents de Santa Ana.

62 Bill Gabbert, « La superficie brûlée au Canada en 2014 a été trois fois plus grande que la moyenne », 24 décembre 2014, faisant référence à un rapport d'Environnement Canada, <http://wildfiretoday.com/2014/12/24/acres-burned-in-canada-in-2014-was-three-times-the-average/>, (uniquement en anglais).

63 Michelle Davis and Steve Clemmer, Power Failure: How Climate Change Puts Our Electricity at Risk, 5.

B. PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES À FORTES RÉPERCUSSIONS

Durant la dernière décennie, des phénomènes météorologiques extrêmes ont eu d'importantes répercussions sur la sécurité publique, l'économie et les infrastructures du Canada et d'autres pays. Ces événements (répertoriés dans le **Tableau 6**) soulignent l'importance d'améliorer continuellement la résilience du réseau.



Un monteur de lignes de la Société d'énergie Nouveau-Brunswick répare une ligne pendant la tempête de verglas de 2014. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Tony Crawford et de la Société d'énergie Nouveau-Brunswick.

Tableau 6 : Phénomènes météorologiques et répercussions sur le secteur de l'électricité

Facteur	Phénomène	Répercussions sur la mortalité, la santé et l'écosystème	Répercussions sur le secteur de l'électricité et coût économique
Tempêtes de verglas	Tempête de verglas de décembre 2013 au Canada et aux États-Unis	10 morts au Canada et 17 morts aux États-Unis. ⁶⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Importants dégâts sur le réseau de transport d'électricité • Les dommages s'élèvent à plus de 200 millions \$ US.⁶⁵ • Panne d'alimentation pour plus d'un million de résidents.⁶⁶
	Tempêtes de verglas de 2013 et 2014 au Nouveau-Brunswick	Le rapide rétablissement de l'alimentation a réduit les risques pour la santé publique	<ul style="list-style-type: none"> • La série de tempêtes a engendré la panne la plus importante de l'histoire récente de la Société d'énergie Nouveau-Brunswick.⁶⁷ • Environ 88 000 consommateurs d'Énergie NB ont été touchés. De nombreux consommateurs ont subi plusieurs pannes d'électricité, et certains jusqu'à six fois.⁶⁸ • Le coût total de la procédure de restauration a été estimé à 12 millions de dollars pour la Société d'énergie Nouveau-Brunswick.⁶⁹

64 Rachel Katz, "Ice storm power outages lead to carbon monoxide deaths," ABC News, 26 décembre 2013, disponible sur : <http://abcnews.go.com/US/ice-storm-power-outages-lead-carbon-monoxide-deaths/story?id=21341326> (uniquement en anglais).

65 Madhavi Acharya-Tom Yew, "Ice storm pushed weather losses to record \$3.2 billion: Insurance Bureau," The Toronto Star, 20 janvier 2014, disponible sur : http://www.thestar.com/business/2014/01/20/severe_weather_losses_hit_a_record_32_billion_in_2013.html (uniquement en anglais).

66 David J. McFadden, The response of Toronto Hydro-Electric System to the December 2013 ice storm: Prepared for the Toronto Hydro Independent Review Panel, Davies Consulting, 19 juin 2014, disponible sur : https://www.torontohydro.com/sites/corporate/Newsroom/Documents/TorontoHydro_%20Final%20Report%20of%20the%20Independent%20Review%20Panel.pdf (uniquement en anglais).

67 NB Power, "Ice Storms Outages 2013-2014: Lessons Learned." NB Power, Fredericton, 2014, disponible sur : https://www.nbpower.com/media/1603/d-html-en-about-publications-annual-lessonslearned_storms_13_14.pdf (uniquement en anglais).

68 Ibid, 8.

69 Ibid.

Facteur	Phénomène	Répercussions sur la mortalité, la santé et l'écosystème	Répercussions sur le secteur de l'électricité et coût économique
Vagues de chaleur	Température maximale de 40 °C enregistrée en France en 2003 et faibles précipitations	<ul style="list-style-type: none"> • Environ 14 800 victimes. 	<ul style="list-style-type: none"> • 17 réacteurs nucléaires ont été « forcés de s'arrêter ou de réduire leur production à cause des restrictions de prélèvement et de rejet d'eau ».⁷⁰
	Vagues de chaleur en Californie (2002, 2006, 2007, 2010 et 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Par exemple, la vague de chaleur de 2006 a entraîné selon les estimations 650 décès liés à la chaleur, et 16 166 « visites excédentaires » aux urgences des centres hospitaliers 	<ul style="list-style-type: none"> • À Los Angeles en 2006, « plus de 80 000 personnes sont restées sans électricité pendant plusieurs jours et 860 transformateurs ont subi un dysfonctionnement ou ont cessé de fonctionner ».^{71 72} • Dans le nord de la Californie, « 1,2 million de consommateurs PG&E ont subi des coupures d'électricité lorsque 1 150 transformateurs de ligne de distribution ne parvinrent pas à se refroidir et cessèrent de fonctionner ».⁷³
Sécheresses et feux de forêt	Les feux de forêt de 2007 en Californie ont entraîné la rupture de service du réseau de transport de la Southwest Powerlink » et un autre incendie « a entraîné deux [autres] lignes de transport haute tension a cessé toute activité ». ⁷⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Les feux de forêt de 2007 en Californie ont déplacé près d'un million de personnes, détruit des milliers de maisons et se sont soldés par la mort de 10 personnes⁷⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • Entre autres mesures, le California Independent System Operator (CAISO) a demandé aux services publics locaux de réduire la charge électrique de 500 MW. Au total « les incendies ont mis hors service plus de deux douzaines de lignes de transport », au point « qu'une seule ligne de transport de 230 kV desservait San Diego. Les estimations indiquent que plus de 1 500 poteaux de lignes de transmission ont brûlé, plus de 35 miles de câble ont été endommagés et près de 80 000 clients SDG&E à San Diego ont été privés d'électricité. »⁷⁶
	Feux de forêt de 2015 en Colombie-Britannique	<ul style="list-style-type: none"> • En juillet 2015, la Colombie-Britannique a subi 1 300 incendies, dévastant plus de 295 000 hectares (la moyenne décennale pour la même période est de 708 feux affectant 41 000 hectares).⁷⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> • Fin juillet 2015, 143 millions de dollars dépensés pour combattre les feux de forêt (63 millions de dollars prévus au budget pour l'année).⁷⁸

70 Sofia Aivalioti, Electricity Sector Adaptation to Heat Waves. (New York: Columbia Law School Sabin Center for Climate Change Law, janvier 2015), 9, disponible sur : http://web.law.columbia.edu/sites/default/files/microsites/climate-change/white_paper_-_electricity_sector_adaptation_to_heat_waves.pdf (uniquement en anglais).

71 Ibid, 9.

72 Ibid, 14.

73 Ibid, 14.

74 Edward Vine, Adaptation of California's Electricity Sector to Climate Change. San Francisco: Public Policy Institute of California, 2008, disponible sur : http://www.ppic.org/content/pubs/report/R_1108EV.R.pdf (uniquement en anglais).

75 California Department of Forestry and Fire Protection (CAL FIRE) et al., "California Fire Siege 2007: An Overview", 3, disponible sur : http://www.fire.ca.gov/fire_protection/downloads/siege/2007/Overview_CompleteFinal.pdf (uniquement en anglais).

76 US Department of Energy, US Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather, DOE/PI-0013. (Washington, DC: US Department of Energy, 2013), 2, disponible sur : <http://energy.gov/sites/prod/files/2013/07/f2/20130710-Energy-Sector-Vulnerabilities-Report.pdf> (uniquement en anglais).

77 Mark Hume, "Premier warns B.C. in for more wildfires, blames climate change," The Globe and Mail, 22 juillet 2015, disponible sur : <http://www.theglobeandmail.com/news/british-columbia/bc-wildfire-fight-aided-by-cool-weather-but-winds-complicate-efforts/article25628547/> (uniquement en anglais).

78 Ibid.

Facteur	Phénomène	Répercussions sur la mortalité, la santé et l'écosystème	Répercussions sur le secteur de l'électricité et coût économique
Sécheresses et feux de forêt	Sécheresse de 2015 en Alberta	<ul style="list-style-type: none"> « Les agriculteurs de près des deux tiers de l'Alberta font face aux pires conditions de sécheresse qu'ils ont connues depuis des décennies. »⁷⁹ 	<ul style="list-style-type: none"> Le vice-président de l'Alberta Federation of Agriculture a prévenu « qu'à moins que la province ne reçoive une quantité importante de pluie et de neige dans les prochains mois, 2016 pourrait être encore pire pour les agriculteurs : si nous ne voyons pas une reconstruction significative de la couche d'humidité profonde, l'an prochain les agriculteurs vivront de douche en douche. Les effets [de cette sécheresse] pourraient durer longtemps. »⁸⁰
	Ouragan Katrina, août 2005	<ul style="list-style-type: none"> 1 836 morts estimés et des millions de sans-abri. 	<ul style="list-style-type: none"> Les dégâts matériels sont estimés à 81 milliards \$ US.⁸¹ En ce qui concerne les dégâts dans le secteur de l'électricité, tous les clients de Mississippi Power « ont été privés d'électricité, près de deux tiers du réseau de transport et de distribution a été endommagé ou détruit, et toutes, à l'exception de trois des 122 lignes de transport de la compagnie étaient hors service ».⁸²
	Ouragan Sandy, octobre 2012	<ul style="list-style-type: none"> 285 morts, dont au moins 125 aux États-Unis.⁸³ 	<ul style="list-style-type: none"> « Plus de 8 millions de consommateurs ont été privés de courant dans les 21 états touchés » et « plus de 7 000 transformateurs et 15 200 poteaux ont été endommagés ».⁸⁴ « Des ports et plusieurs centrales électriques du nord-est, y compris tous les générateurs de puissance nucléaire, les pipelines et les raffineries de pétrole et de gaz naturel, ainsi que les terminaux pétroliers, ont été endommagés ou ont subi des arrêts temporaires dus aux vents violents et aux inondations. »⁸⁵
	Inondations de l'Alberta en juin 2013	<ul style="list-style-type: none"> 32 conseils municipaux ont déclaré un « état d'urgence » Les inondations ont causé la mort de cinq personnes Plus de 100 000 personnes ont été déplacées dans toute la région⁸⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> L'estimation totale des dégâts a atteint 6 milliards de dollars.⁸⁷ Le coût de l'inondation de la société ENMAX a été calculé à 4,7 millions \$ de coûts opérationnels et à 4,9 millions \$ de frais capitalisés.⁸⁸

79 Justin Giovannetti, "In Alberta, farmers fear long-lasting effects from brutal drought," *The Globe and Mail*, 19 juillet 2015, disponible sur : <http://www.theglobeandmail.com/news/national/in-alberta-farmers-fear-long-lasting-effects-from-brutal-drought/article25588883/> (uniquement en anglais).

80 Ibid.

81 Kim Ann Zimmermann, "Hurricane Katrina: Facts, Damage, and Aftermath," *Live Science*, 20 août 2012, disponible sur : <http://www.livescience.com/22522-hurricane-katrina-facts.html> (uniquement en anglais).

82 Billy Ball, "Rebuilding Electrical Infrastructure along the Gulf Coast: A Case Study," *The Bridge* 36:1. (Washington, DC: National Academy of Engineering, 2006), disponible sur : <https://www.nae.edu/File.aspx?id=7393> (uniquement en anglais).

83 Tom McCarthy, "'Sandy' to be retired as hurricane name by World Meteorological Organization," *The Guardian*, 12 avril 2013, disponible sur : <http://www.theguardian.com/world/2013/apr/12/hurricane-sandy-name-retire> (uniquement en anglais).

84 US Department of Energy, *US Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather*, DOE/PI-0013. (Washington, DC: US Department of Energy, 2013), 6, disponible sur : <http://energy.gov/sites/prod/files/2013/07/f2/20130710-Energy-Sector-Vulnerabilities-Report.pdf> (uniquement en anglais).

85 Ibid.

86 Bob Weber, "Alberta Flooding 2014: Some Evacuations, While Others Hold Ground," *The Canadian Press*, 18 juin 2014, disponible sur : http://www.huffingtonpost.ca/2014/06/18/alberta-flood-evacuations_n_5507617.html (uniquement en anglais).

87 Ibid.

88 "The Economic Impact of the Flood," *ENMAX Corporation*, disponible sur : <https://www.enmax.com/about-us/corporate-responsibility/gr-and-economics/impact-of-flood> (uniquement en anglais).

Facteur	Phénomène	Répercussions sur la mortalité, la santé et l'écosystème	Répercussions sur le secteur de l'électricité et coût économique
Hurricanes, floods and major storms	Inondation de Toronto en juillet 2013 ⁸⁹	<ul style="list-style-type: none"> • Chute de pluie record de 126 mm, causant d'importantes inondations dans la région métropolitaine 	<ul style="list-style-type: none"> • « Les assureurs ont versé près de 1 milliard \$ pour couvrir le coût de l'inondation de Toronto. »⁹⁰
	Tempête post-tropicale Arthur, Nouvelle-Écosse et Nouveau-Brunswick, 5 juillet 2014	<ul style="list-style-type: none"> • À Fredericton, la tempête s'est accompagnée de vents à 100 km/h qui ont abattu plus de 4 000 arbres⁹¹ • Des vents de 139 km/h ont été enregistrés en Nouvelle-Écosse⁹² 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de 250 000 consommateurs touchés par des pannes au moment où la tempête atteignait son intensité maximale⁹³ et 140 000 consommateurs privés d'électricité à la suite de la tempête⁹⁴ • Plus de 200 poteaux électriques ont dû être réparés ou remplacés à Fredericton⁹⁵ • La Société d'énergie Nouveau-Brunswick a déployé plus de 300 équipes, y compris des fournisseurs, pour les efforts de restauration. Ce fut la plus vaste mobilisation d'équipes de restauration de l'histoire des services publics. Le coût final du nettoyage (rien qu'au Nouveau-Brunswick) a été estimé à 23 millions \$.⁹⁶



Employés d'AltaLink participant aux opérations de soutien aux sinistrés des inondations du sud de l'Alberta en 2013. Photo reproduite avec l'aimable autorisation d'AltaLink.

89 "Toronto floods leave power system 'hanging by a thread'," *CBC News*, 9 juillet 2013, disponible sur : <http://www.cbc.ca/news/canada/toronto/toronto-floods-leave-power-system-hanging-by-a-thread-1.1304807> (uniquement en anglais).

90 Dana Flavelle, "A year after the Toronto flood," *The Toronto Star*, 5 juillet 2014, disponible sur : http://www.thestar.com/business/personal_finance/investing/2014/07/05/a_year_after_the_toronto_flood.html (uniquement en anglais).

91 "NB Power pushes service restoration estimates into next week," *CBC News*, 10 juillet 2014, disponible sur : <http://www.cbc.ca/m/touch/canada/newbrunswick/story/1.2702010> (uniquement en anglais).

92 Andrew Russell, "Maritimes cleaning up after post tropical storm Arthur ravages region", *Global News*, 6 juillet 2014, disponible sur : <http://globalnews.ca/news/1434951/maritimes-cleaning-up-after-post-tropical-storm-arthur-ravages-region/> (uniquement en anglais).

93 Ibid.

94 "Blackout in Atlantic Canada could last for days as city officials face weeks of cleanup in Arthur aftermath," *National Post*, 7 juillet 2015, disponible sur : <http://news.nationalpost.com/news/canada/blackout-in-atlantic-canada-could-last-for-days-as-city-officials-face-weeks-of-cleanup-in-arthur-aftermath> (uniquement en anglais).

95 "Storm Arthur's cost for NB Power estimated at \$23M," *CBC News*, 3 décembre 2015, disponible sur : <http://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/storm-arthur-s-cost-for-nb-power-estimated-at-23m-1.2858540> (uniquement en anglais).

96 Ibid.



Route durant l'inondation de Toronto de juillet 2013. Le déluge a connu un record de précipitations de 126 mm, causant de graves inondations dans la zone métropolitaine qui ont endommagé l'infrastructure du secteur de l'électricité. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Toronto Hydro.

C. Y A-T-IL UNE AUGMENTATION DE LA PROBABILITÉ DES SCÉNARIOS À FORT IMPACT?

Les phénomènes météorologiques extrêmes font craindre que la probabilité et la fréquence des scénarios à fort impact⁹⁷ augmentent.

Trois points valent la peine d'être soulignés en rapport à ces craintes :

1. L'impact potentiellement aggravant de l'infrastructure vieillissante;
2. La nature interconnectée de l'électricité;
3. La possibilité d'évènements à fort impact, de faible probabilité (cygnes noirs).

1. VULNÉRABILITÉ POTENTIELLE DE L'INFRASTRUCTURE VIEILLISSANTE

Les infrastructures vieillissantes peuvent être plus vulnérables aux dommages causés par les effets de certains changements climatiques que les infrastructures récemment construites.⁹⁸ Comme le General Accounting Office (GAO) l'indique aux États-Unis : « la plupart des infrastructures énergétiques ont été conçues et construites pour notre ancien climat ou le climat actuel et il se peut qu'elles ne soient pas suffisamment robustes face à l'augmentation continue et attendue de l'ampleur et de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes. »⁹⁹ Le GAO souligne que « la majeure partie du réseau de transport de l'électricité aux États-Unis a été conçue pour durer entre 40 et 50 ans; cependant, dans certaines parties du pays, il a déjà atteint 100 ans... Les changements climatiques [pourraient] peser davantage sur ces composants déjà vieux en les forçant à fonctionner en dehors des plages pour lesquelles ils ont été conçus ». ¹⁰⁰ Le département américain de l'Énergie corrobore ces conclusions et indique que « les infrastructures vieillissantes sont plus vulnérables que les nouvelles face aux dangers présentés par les ouragans (ondes de tempête, inondations et vents violents) et que la réhabilitation des infrastructures existantes au moyen de technologies plus résistantes au climat demeure un véritable enjeu ». ¹⁰¹

Les infrastructures du secteur de l'électricité canadien sont vieillissantes également, la plupart des actifs autres qu'hydroélectriques nécessitant un remplacement ou un renouvellement d'ici 2050.¹⁰² Il en résulte que les infrastructures du Canada sont sujettes à des risques similaires, en particulier pour les actifs désignés en phase avec les hypothèses anciennes sur les conditions météorologiques.

97 Les scénarios à fort impact peuvent être définis comme des scénarios qui représentent une augmentation spectaculaire des coûts, des dommages ou des risques pour la sécurité par rapport aux normes historiques.

98 Par exemple, les infrastructures vieillissantes ont posé des problèmes lors de la vague de chaleur de 2009. Voir Sofia Aivalioti, *Electricity Sector Adaptation to Heat Waves*, 44.

99 United States Government Accountability Office, *Climate Change: Energy Infrastructure Risks and Adaptation Efforts*, GAO-14-74. Publié : 31 janvier 2014. Diffusion publique : 4 mars 2014. 10, disponible sur : <http://www.gao.gov/products/gao-14-74> (uniquement en anglais).

100 Ibid.

101 Ibid.

102 "Shedding Light on the Economic Impact of Investing in Electricity Infrastructure," *Conference Board of Canada*, 2012, 1, disponible sur : <http://www.conferenceboard.ca/e-library/abstract.aspx?did=4673> (uniquement en anglais).

Le réseau d'électricité n'est pas seulement défini par ses propres interdépendances internes : les intrants et les extrants de l'électricité sont également inextricablement liés aux autres services municipaux, ainsi qu'au vaste écosystème.

2. LA NATURE INTERCONNECTÉE DE L'ÉLECTRICITÉ

La grande panne d'électricité de l'Amérique du Nord en 2003 a commencé par un surpeuplement d'arbres et s'est terminée par 50 millions de personnes privées d'électricité. Bien que la fiabilité du secteur de l'électricité en Amérique du Nord ait été renforcée depuis (par des politiques et des normes de fiabilité coordonnées), l'interconnectivité demeure une caractéristique essentielle du réseau.¹⁰³ Outre les interdépendances internes, les intrants et les extrants du secteur de l'électricité sont également inextricablement liés aux autres services municipaux, ainsi qu'au vaste écosystème. L'électricité, les centres urbains et le climat sont des systèmes hautement complexes et interconnectés dans lesquels les changements peuvent se combiner et se répercuter en cascade en impacts multisectoriels grandement amplifiés.

- L'eau est nécessaire pour l'énergie et le sol (p. ex., refroidissement des centrales et agriculture); l'énergie est nécessaire pour l'eau et le sol (p. ex., traitement des eaux et extraction des ressources); et le sol est nécessaire pour l'énergie et l'eau (p. ex., lignes électriques et bassins hydrographiques).¹⁰⁴
- Le réseau de distribution d'électricité est connecté à de nombreux réseaux des services municipaux, comme les réseaux d'égouts municipaux et résidentiels. La gravité de l'inondation soudaine de Toronto en 2013, qui a causé des pannes de courant chez des milliers de consommateurs, était en partie due au vieillissement des infrastructures hydrauliques de la ville.¹⁰⁵
- Si la capacité de transport est perdue ou réduite, les installations de production devront arrêter leurs systèmes (p. ex. production thermique), puis les redémarrer, ou fonctionner de manière sous-optimale (p. ex., les systèmes hydroélectriques peuvent devoir déverser de l'eau). Dans l'un ou l'autre cas, ceci pourrait avoir un impact sur le service à la clientèle et les revenus.

Les effets cumulatifs au sein des diverses manifestations de changement climatique présentent un défi tout aussi grand, p. ex. les risques de sécheresse, la chaleur extrême et les feux de forêt. Alors que chacun en soi représente un défi, les impacts sur le réseau peuvent s'étendre de manière exponentielle une fois pris ensemble.

- Ajoutant encore à la complexité, la technologie de l'information et de la communication (TIC) joue un rôle de plus en plus important dans cet échange complexe. Comme un rapport de l'Asian Development Bank l'indique : "...les infrastructures de l'énergie, des transports et hydrauliques tendent à être hautement interconnectées et avec la TIC qui surveille et commande de plus en plus les opérations du secteur de l'électricité... il est essentiel de comprendre... les effets potentiels des multiples dangers [causés par les répercussions des changements climatiques] pour le secteur de l'énergie. »¹⁰⁶

103 *Après la panne d'électricité : Mise en œuvre de normes de fiabilité obligatoires en matière d'électricité au Canada*, Conférence des ministres de l'Énergie et des Mines, Halifax, Nouvelle-Écosse, 15 juillet 2015, disponible sur : <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/www/pdf/publications/emmc/15-0137%20EMMC-After%20the%20Blackout-f.pdf>. De nouvelles menaces et de nouveaux risques émergent également. Sur ce point, voir Adam Miller, "A decade after North American blackout, power grids more reliable, but still vulnerable to failure," *The Globe and Mail*, 13 août 2013, <http://www.theglobeandmail.com/news/national/a-decade-after-north-american-blackout-power-grids-more-reliable-but-still-vulnerable-to-failure/article13748261/> (uniquement en anglais).

104 US Department of Energy, *US Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather*, 5.

105 Laura Kane, "Toronto must overhaul aging infrastructure to meet dramatic climate change projections, study shows," *The Toronto Star*, 28 janvier 2013, disponible sur : http://www.thestar.com/news/gta/2013/01/28/toronto_must_overhaul_aging_infrastructure_to_meet_dramatic_climate_change_projections_study_shows.html.

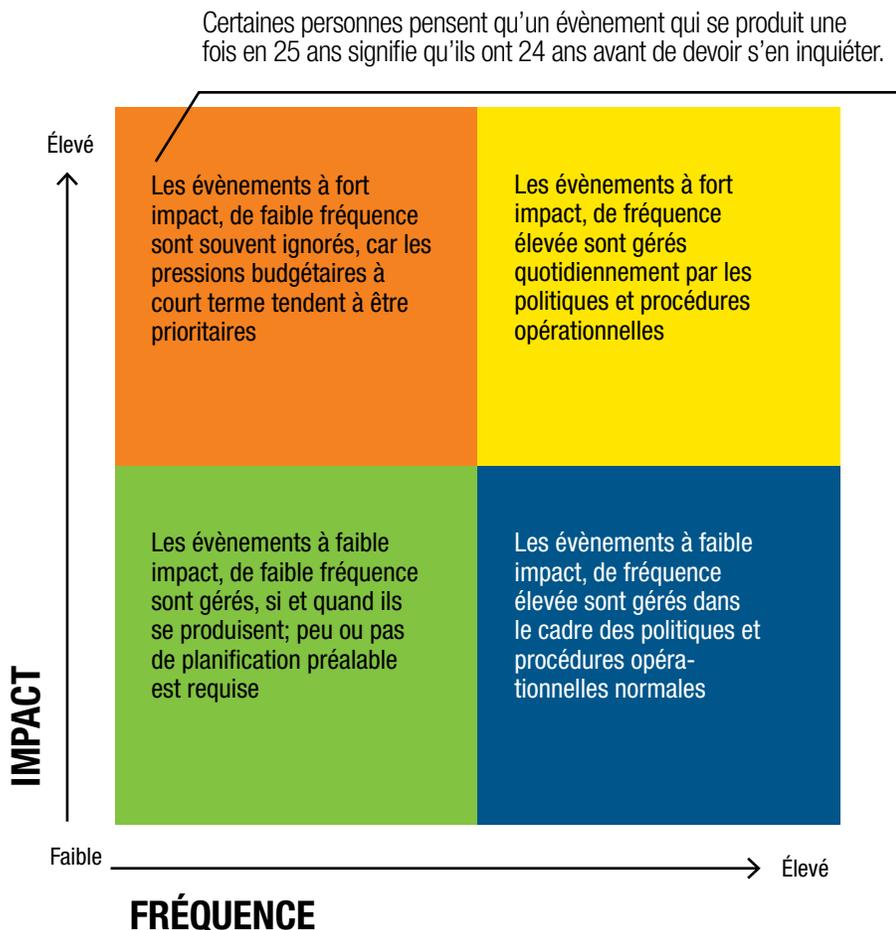
106 Asian Development Bank, *Climate Risk and Adaptation*, 5. Ou, comme le Département de l'Énergie des États-Unis met en garde : « L'amalgame de certains facteurs peut être source de défis supplémentaires. Par exemple, l'association d'une sécheresse persistante, de canicules et de feux de forêt peut créer des pointes à court-terme de la demande et diminuer la flexibilité et l'alimentation du réseau, pouvant ainsi réduire l'aptitude à répondre à la demande »; US Department of Energy, *US Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather*. July 2013, disponible sur : <http://energy.gov/sites/prod/files/2013/07/f2/20130710-Energy-Sector-Vulnerabilities-Report.pdf>.

3. CYGNES NOIRS

La gestion des risques a évolué pour inclure non seulement une analyse des probabilités basée sur des modèles historiques, mais aussi une étude de la faible probabilité, des événements à fort impact ou des « cygnes noirs ». ¹⁰⁷ Dans le cas du changement climatique, les cygnes noirs commencent à ressembler à des cygnes gris (improbables peut-être, mais concevables). Comme l'auteur et investisseur Tom Rand l'explique, « nous savons à présent que des changements climatiques catastrophiques soudains sont réellement possibles... Ni le moment précis de ces catastrophes, ni leurs effets, ne peuvent être traités avec un degré de certitude, mais nous savons qu'il faut s'en inquiéter. » ¹⁰⁸

Si l'on envisage les scénarios, même si les changements progressifs seront la norme la plupart du temps dans la majorité des endroits, il est fort probable que des phénomènes extrêmes se produisent dans quelques endroits à certaines occasions. Ainsi, les conseillers en investissements et les experts en infrastructure du secteur de l'électricité devront trouver des moyens pour déterminer

Tableau 7 : Tableau d'évaluation de la fréquence et de l'impact



107 Pour l'argument qui a popularisé cette métaphore, voir Nassim Nicholas Taleb, *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. (New York: Random House, 2007).

108 Tom Rand, *Waking the Frog: Solutions for Our Climate Change Paralysis*, ECW Press, 2014, 120.

l'éventualité de ces phénomènes extrêmes et comment ils seront gérés s'ils se produisent réellement, afin de réduire au minimum leurs effets indésirables. Dans un article d'opinion de juillet 2015, Arunabha Ghosh et David King débattent de l'importance d'envisager les pires scénarios : « Un conseiller à la sécurité nationale du pays serait rarement critiqué s'il envisageait les pires menaces militaires, d'espionnage ou terroristes... De même, une compagnie d'assurance ne serait pas blâmée de vouloir évaluer les pires risques... Nous devons nous préparer au pire, pas simplement espérer le meilleur. »¹⁰⁹

Malheureusement, les événements à fort impact et de faible fréquence sont souvent ignorés (voir **Tableau 7**) :¹¹⁰

D. PRINCIPALES CONCLUSIONS SUR LES RISQUES ET LES PERSPECTIVES

Les changements climatiques présentent un large éventail de risques et de vulnérabilités pour le secteur de l'électricité. Alors que des perspectives peuvent s'ouvrir dans certaines zones pour quelques acteurs, au bout du compte le profil de risque du secteur s'accroît.

De l'analyse des événements météorologiques à fort impact, des impacts potentiels des changements climatiques sur le secteur de l'électricité et de la probabilité croissante de scénarios à fort impact contenus dans ce rapport émerge un certain nombre de conclusions importantes :

- Les répercussions climatiques peuvent varier grandement d'une région à l'autre. De plus, les répercussions peuvent être vécues très différemment par différents groupes de population et communautés dans la même région.¹¹¹
- Les perspectives peuvent devenir des risques, et les risques peuvent devenir des perspectives, selon que les circonstances changent.
- Certains impacts potentiels peuvent être anticipés en planifiant des processus et des analogies historiques, et d'autres seront le résultat inattendu d'effets en cascade survenant dans des systèmes interdépendants, ou des événements à impact élevé, de faible fréquence auxquels les organisations sont souvent faiblement préparées.

Alors qu'il peut être tentant pour les gestionnaires des risques de continuer à se concentrer sur les risques potentiels modérés comme hypothèse de planification moyenne et défendable pour le bien des investissements futurs, les phénomènes extrêmes des années passées suggèrent qu'une autre étape est nécessaire pour améliorer la résistance du réseau. Les gestionnaires devront établir des mécanismes et des processus (ou réviser les existants) pour essayer d'anticiper les événements imprévisibles.

Autrement dit, le monde devient moins prévisible et les intervenants du secteur de l'électricité devront se préparer pour un environnement plus dynamique et incertain.

109 Arunabha Ghosh and David King, "Climate risks - the worst cases matter," *Business Standard*, 20 juillet 2015, disponible sur : http://www.business-standard.com/article/opinion/arunabha-ghosh-david-king-climate-risks-the-worst-cases-matter-115072001245_1.html (uniquement en anglais). Comme exemple de scénario des plus défavorables méritant notre attention, Ghosh et King font référence à une récente analyse de l'Inde, qui conclut que « dans le pire des scénarios, Delhi, Ahmedabad, Bangalore, Mumbai et Kolkata devraient enregistrer les plus fortes hausses de mortalité liée à la chaleur du siècle ».

110 Pour un exemple, consulter Henry Renteria, *British Columbia Earthquake Preparedness Consultation Report*. Décembre 2014, disponible sur : http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/embc/reteria_eq_consultation_report_2014.pdf (uniquement en anglais). Comme Renteria l'explique : « En Colombie-Britannique, le manque d'activité sismique importante près des zones fortement peuplées a entraîné une apathie générale. Ceci signifie que la préparation aux tremblements de terre n'a pas reçu l'attention quotidienne que d'autres besoins pressants ont reçu. Par conséquent, les programmes de préparation aux tremblements de terre et aux sinistres ont été réduits et les ressources ont été consacrées à d'autres priorités et programmes », p. 2.

111 US Department of Energy, *US Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather*, DOE/PI-0013. (Washington, DC: US Department of Energy, 2013), i.; voir également Rosemary Lyster et Rebekah Byrne, "Climate Change Adaptation and Electricity Infrastructure," in *Research Handbook on Climate Adaptation Law*, ed. by J. Verschuuren. (Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2013), 4.

4

PERSPECTIVES ET PRATIQUES DU SECTEUR POUR L'ADAPTATION

De plus en plus d'éléments montrent que l'adaptation aux changements climatiques doit être une question prioritaire pour le secteur de l'électricité, en particulier dans le cadre de la gestion des opérations et de la planification des investissements. Comment le secteur répond-il? Le présent chapitre fournit un aperçu des perspectives et pratiques actuelles selon deux points de vue :

- A. Un aperçu d'une étude réalisée sur l'adaptation par les membres de l'ACÉ;
- B. Une discussion des outils importants pour intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans les processus de planification des investissements.

A. ÉTUDE SUR L'ADAPTATION ET LE SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ

En 2014, l'ACÉ a mené une enquête auprès de ses membres pour en savoir plus sur l'état de la prise de conscience, du dialogue et des actions pour l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur de l'électricité. L'enquête a été entreprise comme contribution à ce rapport, pour compléter la participation des membres aux ateliers et aux réunions du Groupe de travail sur l'adaptation aux changements climatiques de l'ACÉ. Au total, dix compagnies membres de l'ACÉ¹¹² ont répondu aux 23 questions.¹¹³

L'enquête constitue un instantané des pratiques actuelles dans le secteur de l'électricité concernant trois points essentiels :

1. Pratiques de planification des investissements;
2. Prise de conscience et gestion de l'adaptation aux changements climatiques;
3. Intersection de l'adaptation aux changements climatiques et de la planification des investissements.

Récapitulatif des résultats :

1. PRATIQUES DE PLANIFICATION DES INVESTISSEMENTS

- **Diversité dans la planification des investissements** : certaines compagnies projettent les besoins d'investissement à beaucoup plus long terme que d'autres, et l'allocation du montant de l'investissement en dollars varie considérablement selon les priorités de la société.
- **Changements de la charge attendus dans les prochains 10 ou 15 ans** : 7 des 10 compagnies interrogées anticipent un important changement du profil de la charge (c.-à-d. une augmentation générale de la demande de pointe), dans les dix à quinze prochaines années.
- **Intérêt central porté sur le renouvellement et l'état de l'actif** : interrogées sur les domaines dans lesquelles elles recherchent pour parvenir à atteindre les futurs niveaux de fiabilité attendus, 9 des 10 compagnies ont mis en avant le « renouvellement de l'actif ».

112 Si la liste des répondants est confidentielle, ils constituent un sous-ensemble des organisations membres identifiées à l'Annexe 1 : *Organisations participantes*.

113 Pour plus de détails sur l'enquête, se reporter à l'Annexe 2.

2. PRISE DE CONSCIENCE ET GESTION DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Pour les compagnies d'électricité canadiennes, l'adaptation aux changements climatiques est un nouveau point à prendre en considération : ¹¹⁴

- **Politiques des entreprises encore à un stade précoce** : parmi les dix compagnies interrogées, quatre ont une politique d'entreprise indiquant un engagement pour l'adaptation aux changements climatiques.
- **Augmentation de la priorité du problème, mais cette priorité demeure faible ou moyenne** : la priorité accordée aux changements climatiques a augmenté au cours des deux ou trois dernières années, mais la plupart des gens considèrent toujours que l'adaptation aux changements climatiques est un problème dont la priorité est faible à moyenne.¹¹⁵
- **La responsabilité du problème varie largement** : le secteur ne fait apparaître aucune cohérence quant à savoir quelle fonction ou partie de l'organisation détient la responsabilité principale de l'adaptation aux changements climatiques.
- **Les considérations sur l'adaptation ne font pas partie intégrante de la planification des investissements** : lorsqu'il a été demandé aux compagnies dans quelle mesure elles intégraient les considérations sur l'adaptation dans la planification des investissements, sept d'entre elles répondirent qu'elles ne le faisaient qu'« occasionnellement » (une a dit « souvent » et deux autres « toujours »).
- **Capacités internes limitées** : à propos du degré d'intégration des données climatiques, une seule compagnie a indiqué qu'elle disposait de capacités de modélisation en interne, tandis que cinq autres ont déclaré qu'elles obtenaient des données climatiques de diverses sources externes.
- **Données régionales, mais confiance limitée** : quatre compagnies ont répondu que leurs ensembles de données climatiques sont plus régionaux/locaux que nationaux/internationaux. Pourtant, aucune compagnie n'a une grande confiance dans l'intégration de ces données climatiques dans le processus d'analyse des investissements.

En résumé, de nombreuses compagnies membres de l'ACÉ n'ont pas encore de politique formelle sur la prise de conscience et la gestion de l'adaptation aux changements climatiques et le problème n'est pas encore jugé de grande priorité. La responsabilité principale du problème varie largement d'une compagnie à l'autre, et la majeure partie n'intègre qu'« occasionnellement » les considérations de l'adaptation dans la planification des investissements. Les services publics n'accordent pas un niveau élevé de confiance aux données climatiques, ni dans la façon dont celles-ci sont intégrées au processus d'analyse des investissements.

3. CROISEMENT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DE LA PLANIFICATION DES INVESTISSEMENTS

Alors que l'adaptation aux changements climatiques peut être un problème nouveau ou émergent chez certaines compagnies membres, de solides pratiques de planification des investissements sont en place. En particulier :

- Les besoins d'investissement prévus des compagnies sont élaborés par une gamme de méthodologies sophistiquées et complémentaires;
- Pour la planification de l'alimentation et de la demande, les compagnies utilisent également une gamme de méthodes pour améliorer la résistance et la fiabilité du réseau;
- Toutes les compagnies interrogées disposent de plans de restauration/d'urgence en guise de préparation aux phénomènes météorologiques extrêmes.

¹¹⁴ Pour d'autres éléments prouvant que l'adaptation aux changements climatiques est un fait nouveau pour les compagnies d'électricité canadiennes, voir <http://sustainableelectricity.ca/fr/rapport-annuel/rapport-annuel-2014/les-changements-climatiques/>.

¹¹⁵ Certains répondants ont choisi simultanément priorité faible et priorité moyenne, ainsi le nombre total de réponses pour moyen et faible dépassait 10.

La robustesse de la planification des investissements en place, notamment les méthodes conçues pour garantir des niveaux élevés de fiabilité, suggère que certaines considérations sur l'adaptation aux changements climatiques peuvent avoir déjà fait leur chemin dans la prise de décision des compagnies à travers des processus moins formels. Par exemple, la plupart des compagnies consultent divers intervenants à propos de différentes composantes de leur prévision de la demande à long terme, dans laquelle les sensibilités à la température sont prises en compte, ainsi que les tendances du produit intérieur brut (PIB). Les compagnies ont aussi des plans d'urgence en place pour les phénomènes extrêmes. Même si ces plans n'abordent pas explicitement les changements climatiques, ils peuvent aider à anticiper certains de leurs impacts.

Pour intégrer plus efficacement les considérations sur les changements climatiques dans les pratiques d'investissement existantes, les compagnies membres de l'ACÉ ont souligné deux exigences principales :

- **Confiance en la fiabilité et l'échelle des données géographiques** : comme l'un des répondants l'a indiqué, « une plus grande confiance » viendra « de l'amélioration des données et des modèles. De nombreux modèles de climat ne sont pas en phase avec l'ampleur (ou le sens) du changement dans certaines variables hydrologiques ». Un autre répondant demandait « davantage de modélisation climatique au niveau régional ou local autour du service public et de son micro-climat ». Un autre a écrit qu'il avait besoin « d'une modélisation climatique provinciale sur la fréquence et la gravité des phénomènes météorologiques/climatiques extrêmes (par rapport aux augmentations médianes) et sur les conséquences secondaires (p. ex. des sécheresses prolongées peuvent entraîner une augmentation des risques d'incendie) ». Le répondant pensait qu'une telle modélisation « permettrait une prise de décision cohérente entre les agences, les organismes réglementaires et les services publics ».
- **Besoin d'un processus plus défini pour associer l'adaptation et la planification des investissements** : selon les mots d'un répondant, « des travaux sont en cours pour intégrer les renseignements relatifs aux changements climatiques dans la prise de décision. Des progrès dans les méthodes de prise de décision peuvent faire avancer l'intégration des changements climatiques dans la planification des investissements ».

En résumé, une plus grande définition et élaboration des données et des méthodes d'adaptation aux changements climatiques permettront aux considérations sur l'adaptation d'être pleinement intégrées aux prévisions et à la planification des investissements.

B. COMBLER L'ÉCART : OUTILS D'INTÉGRATION DE L'ADAPTATION À LA PLANIFICATION DES INVESTISSEMENTS

Cette section traite de deux outils importants pour le soutien de l'intégration des changements climatiques aux pratiques de gestion et en particulier, à la planification des investissements :

1. *Le Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques* de l'ACÉ;
2. Le Protocole du Comité sur la vulnérabilité des infrastructures publiques (Protocole CVIIP) d'Ingénieurs Canada.

116 L'élaboration du Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques de l'ACÉ a été réalisée de concert avec le présent rapport.

Fin 2015, les membres de l'ACÉ ont élaboré et approuvé le *Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques*¹¹⁶. Le protocole CVIIP a été élaboré pour la première fois en 2008, et a été appliqué aux évaluations des risques de près de 40 systèmes d'infrastructure au Canada, notamment plusieurs projets en rapport avec l'électricité.¹¹⁷

1. GUIDE DE PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DE L'ACÉ

Ce document d'orientation appuie la création effective de plans de gestion de l'adaptation aux changements climatiques, et décrit un cadre d'orientation fondé sur les risques qui définit les caractéristiques et prend en compte les principaux aspects de la planification de l'adaptation. Il adopte une approche similaire aux normes de gestion ISO en fournissant un cadre pour permettre aux utilisateurs d'étoffer les détails en fonction des circonstances de leur activité. Le cadre peut être directement intégré aux processus existants de gestion des risques de l'entreprise (GRE). En l'absence de processus GRE, il appuie la création d'un processus de gestion de l'adaptation.

Le cadre n'est pas destiné à être un traitement exhaustif du sujet, mais décrit plutôt des approches de gestion et les illustre à l'aide de quelques suggestions de mise en œuvre. Il n'est pas destiné non plus à prescrire des résultats, mais plutôt à simuler le raisonnement critique de la part des praticiens de l'industrie. Il reconnaît le fait que les stratégies de gestion peuvent varier en fonction du caractère unique du profil de risque et de la tolérance à son égard de chaque compagnie d'électricité.¹¹⁸

2. PROTOCOLE DU COMITÉ SUR LA VULNÉRABILITÉ DES INFRASTRUCTURES PUBLIQUES D'INGÉNIEURS CANADA

Entre 2008 et 2014, le Protocole du Comité sur la vulnérabilité des infrastructures publiques (Protocole CVIIP) d'Ingénieurs Canada a été appliqué aux évaluations de risque de près de 40 systèmes d'infrastructures au Canada. Le protocole a été appliqué à une gamme d'évaluations, notamment des bâtiments, des réseaux hydrauliques, des routes, la distribution d'électricité et des aéroports.¹¹⁹ Le Protocole CVIIP fonctionne en évaluant « la nature, la gravité et la probabilité d'événements et de changements climatiques futurs », puis en établissant « la capacité d'adaptation d'éléments d'infrastructure individuels en fonction de leur conception, de leur exploitation et de leur entretien ».¹²⁰ L'évaluation inclut une analyse des répercussions possibles sur divers composants de l'infrastructure et l'identification des composantes présentant des risques plus élevés, afin d'appuyer « des jugements techniques éclairés sur les composantes qui doivent être adaptées ainsi que la façon de le faire, p. ex. par des ajustements conceptuels ou la modification des procédures d'exploitation ou d'entretien ».¹²¹

Bien que le Protocole CVIIP n'en soit qu'aux premiers stades de l'adoption, Ingénieurs Canada recommande son utilisation « pour tous les types d'infrastructures » et l'a mis à disposition sans frais par un contrat de licence.¹²² Comme étude de cas utile pour les membres de l'ACÉ, le rapport final de l'évaluation de Toronto Hydro « *Electrical Supply and Delivery Infrastructure* » a été achevé dans le cadre du Protocole en septembre 2012¹²³.

117 Site Web du Comité sur la vulnérabilité des infrastructures publiques (CVIIP) : <http://www.pievc.ca/fr/le-protocole-dingenierie-du-cviip>.

118 Se reporter à l'Annexe 3 qui contient deux extraits du Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques afin de fournir l'information nécessaire à la planification de gestion et aux décisions : 1. Éléments du processus d'adaptation; 2. Suite des étapes de la planification de l'adaptation

119 D'après la discussion « Le protocole d'ingénierie du CVIIP » tirée du site Web du Comité sur la vulnérabilité des infrastructures publiques (CVIIP), disponible sur : <http://www.pievc.ca/fr/le-protocole-dingenierie-du-cviip>.

120 Ibid.

121 Ibid.

122 Ibid.

123 Se reporter au site Web Le protocole d'ingénierie du CVIIP (<http://www.pievc.ca/fr/le-protocole-dingenierie-du-cviip>) pour consulter ce rapport.

5

RECOMMANDATIONS

L'adaptation effective au climat dans le secteur de l'électricité nécessitera un leadership, des mesures et une coordination entre les multiples groupes d'intervenants :



GOVERNEMENT FÉDÉRAL



GOVERNEMENTS PROVINCIAUX
ET TERRITORIAUX



MUNICIPALITÉS



EXPLOITANTS DU RÉSEAU



COMPAGNIES D'ÉLECTRICITÉ



CONTRIBUABLES
ET CITOYENS

Toutes les parties prenantes doivent être acteurs d'un système plus large dans lequel la communication et la coopération intersectorielles sont essentielles pour une planification et des mesures optimales en réponse aux scénarios climatiques actuels et futurs.



A. GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Le gouvernement fédéral a un rôle de leadership essentiel à jouer pour soutenir une vision nationale et une compréhension commune des changements climatiques, et coordonner le dialogue avec les États-Unis et entre les différents ordres de gouvernement au Canada. L'ACÉ recommande au gouvernement fédéral de :

- **Élaborer une stratégie d'adaptation nationale** : aucun secteur, et aucune province ni territoire, ne sera capable de s'adapter aux changements climatiques seul. S'appuyant sur le Cadre stratégique fédéral sur l'adaptation de 2011, le gouvernement fédéral doit être à la tête de la promotion d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques pour le Canada. La stratégie devrait fournir une orientation concrète pour les responsables politiques fédéraux et provinciaux.¹²⁴
- **Améliorer la compréhension nationale** : le gouvernement fédéral devrait faire entendre une voix stratégique pour rehausser la littératie sur le changement climatique au sein des citoyens, des secteurs de l'industrie et des régions.
- **Appuyer la recherche scientifique et les données climatiques au niveau régional** : les scientifiques et les chercheurs jouent un rôle essentiel pour la promotion de l'aspect scientifique complexe des changements climatiques. Il est important que les scientifiques canadiens dans les universités, les groupes de réflexion et les consortiums de recherche reçoivent un soutien financier approprié pour continuer leurs recherches, dans le cadre des efforts continus pour faire progresser les connaissances scientifiques. Il est tout aussi important que les secteurs industriels, notamment le secteur de l'électricité, aient accès à des données climatiques régionales de haute qualité dans un format pratique pour être utilisées dans la planification des investissements. Les progrès de la recherche scientifique permettront également aux industries de raffiner l'analyse de rentabilisation de l'action par rapport à l'inaction.¹²⁵ Le gouvernement fédéral joue un rôle

124 Voir : « Aider les Canadiens et les Canadiennes à s'adapter aux changements climatiques », Gouvernement du Canada, date de modification 1^{er} octobre 2010, disponible sur : <http://climatechange.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=2B2A953E-1>.

125 Sur ce point, voir P. Audinet et al., *Climate Risk Management Approaches in the Electricity Sector: Lessons from Early Adapters*. A. Troccoli et al., editors, *Weather Matters for Energy, Part I* (pp 17-64). Springer Science + Business Media. New York, 2014, disponible sur : http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4614-9221-4_2 (uniquement en anglais).

essentiel dans le soutien apporté aux organisations en mesure de fournir les données et les outils associés requis.

- **Assurer la coordination transfrontalière et la gestion des risques** : en mai 2015, le Canada, les États-Unis et le Mexique ont fondé un groupe de travail de niveau ministériel sur les problèmes de changement climatique et d'énergie, avec des plans pour examiner l'adaptation entre autres sujets.¹²⁶ L'ACÉ encourage le groupe de travail à examiner les risques de l'adaptation aux changements climatiques et les pratiques dans des zones de préoccupation partagée, notamment les vulnérabilités des infrastructures essentielles dans les villes, les problèmes de transport transfrontalier et les scénarios d'utilisation de l'eau de l'hydroélectricité.

Le Canada et les États-Unis devront s'assurer que l'utilisation de l'eau de l'hydroélectricité, en particulier le long de la frontière Canada-États-Unis, est conforme à l'utilisation optimale d'une ressource qui peut connaître des modifications significatives en termes de disponibilité.



B. GOUVERNEMENTS PROVINCIAUX ET TERRITORIAUX

Les provinces devraient répondre à une vision nationale de l'adaptation renouvelée dans le contexte des circonstances et des problèmes spécifiques à leurs marchés. L'ACÉ recommande en particulier à chaque province de :

- **Établir une position sur les risques climatiques** : après consultation de climatologues et d'ingénieurs des infrastructures, chaque province devrait établir sa position sur les risques climatiques et les stratégies d'adaptation possibles, y compris les stratégies spécifiques au secteur et à l'échelle de toute la province.
- **Demander aux municipalités d'élaborer des plans d'adaptation** : les plans d'action alignent les efforts des principaux services et intervenants pour éviter les écarts et la redondance. Alors que les municipalités bénéficieront d'une expertise locale, le besoin d'élaborer des plans d'action robustes et locaux pourrait émaner du niveau provincial.
- **Renforcer les codes et les normes de construction** : les villes résilientes ont besoin de bâtiments résistants. Les codes de construction provinciaux devraient être renforcés pour s'adapter aux risques climatiques et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Les pratiques de conception devraient prendre en compte deux principaux thèmes : « durabilité » et « résilience aux catastrophes ». ¹²⁷ Il convient de s'employer à déterminer le rendement de l'investissement dans des innovations pour une conception robuste et durable. Dans les cas où la récupération du rendement du capital investi est déjà évidente, il devrait y avoir des mécanismes « pour consacrer de nouvelles solutions dans des codes et des normes ». ¹²⁸
- **Mettre à jour les cartes des plaines inondables** : afin d'aider à réduire les risques liés aux phénomènes de précipitations extrêmes, les gouvernements provinciaux devraient tenir à jour la cartographie des plaines inondables. ¹²⁹ Ces cartes pourraient informer les plans pour situer

126 "Canada, US, Mexico agree to establish working group for climate change, energy," CTV News, 25 mai 2015, disponible sur : <http://www.ctvnews.ca/business/canada-u-s-mexico-agree-to-establish-working-group-for-climate-change-energy-1.2390202> (uniquement en anglais).

127 *Climate Change Adaptation Strategy*, City of Vancouver, 2012, disponible sur : <http://vancouver.ca/files/cov/Vancouver-Climate-Change-Adaptation-Strategy-2012-11-07.pdf> (uniquement en anglais), 25.

128 Adam Auer, "Fight the Future," *ReNew Canada: The Infrastructure Magazine*, 8 décembre 2014, disponible sur : <http://renewcanada.net/2014/fight-the-future/> (uniquement en anglais).

129 Pour une discussion récente sur le besoin de mettre à jour les cartes des plaines canadiennes inondables, consulter le livre blanc du Dr. Yi Wang, "Climate Change and Municipal Stormwater Systems," préparé pour le projet de recherche du Réseau canadien de l'eau, 'An Integrated Risk Management Framework for Municipal Water Systems,' University of Guelph, 2015. Voir également le Programme national d'atténuation des catastrophes (PNAC) du gouvernement du Canada lancé en avril 2015 : <http://www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/dsstr-prvntn-mtgn/ndmp/index-fr.aspx> (uniquement en anglais).

et construire de nouvelles infrastructures et de nouveaux logements, et améliorer également les mesures d'adaptation des sites existants.¹³⁰



C. MUNICIPALITÉS

Les principales recommandations destinées aux municipalités consistent notamment à :

- **Élaborer des plans d'action d'adaptation** : alors que les provinces devraient demander aux municipalités d'élaborer des plans d'adaptation, ces dernières devront examiner la situation de leurs ressources spécifiques, notamment les sources d'énergie communautaire, les ressources en eau et les exigences et contraintes de l'utilisation des terres.¹³¹
- **Veiller à la participation intégrée de plusieurs intervenants** : les inondations de Truro en 2012 et celles de Toronto et de Calgary en 2013 ont souligné le besoin d'améliorer l'évaluation et la planification des infrastructures essentielles pas seulement au sein des différentes fonctions municipales, également entre elles. Par exemple, la fiabilité du secteur de l'électricité peut être liée aux réseaux d'égouts (et au degré d'équipement de ces réseaux pour gérer des chutes de pluie et un ruissellement extrêmes) de manières non évidentes. Les acteurs des secteurs de l'assainissement et de l'électricité devraient donc collaborer dans un processus réunissant divers intervenants pour déterminer les risques et trouver des solutions. Le partenariat sur le climat de la région du Grand Toronto (RGT) est un très bon exemple d'initiative rassemblant plusieurs intervenants RGT (notamment un ensemble d'organismes du secteur public, du secteur privé et sans but lucratif) et les gouvernements fédéraux et provinciaux pour discuter des changements climatiques.
- **Engager des mesures complètes sur l'efficacité énergétique** : les villes sont particulièrement vulnérables face à l'augmentation des températures qui sont exacerbées par l'effet d'îlot de chaleur urbain. Toutes les villes devraient inclure des mesures complètes sur l'efficacité énergétique dans leurs plans d'adaptation.



D. EXPLOITANTS DU RÉSEAU

Les recommandations destinées aux exploitants du réseau sont les suivantes :

- **Intégrer des scénarios climatiques dans les prévisions de la charge** : les exploitants du réseau devraient tenir compte des sensibilités climatiques et de leurs possibles répercussions sur la demande future. Ils pourraient coopérer avec les experts en modélisation climatique afin d'intégrer les considérations sur les changements climatiques dans la détermination des marges de réserve future adéquates.
- **Maintenir un dialogue sur le climat avec les autres exploitants du réseau** : alors que l'exploitant du réseau d'une juridiction peut être confiant sur le fait que les scénarios climatiques régionaux seront gérables, il sera également important de prendre en compte les sensibilités émanant des juridictions avoisinantes, y compris les scénarios de changements climatiques potentiellement extrêmes aux États-Unis qui pourraient avoir une incidence considérable sur la demande américaine, et de ce fait, sur la demande globale de l'Amérique du Nord.

130 En réponse aux inondations majeures de 2010-11 dans le Queensland, Australie, The Queensland Floods Commission of Inquiry a dressé un certain nombre de recommandations applicables aux autres juridictions : « une étude des inondations récentes des captages hydrographiques et de toutes les zones urbaines de l'état les plus touchés par les inondations devrait être lancée et mise à disposition. L'étude des inondations devrait être complète... Toute la cartographie des zones inondables devrait être affichée [publiquement] et des renseignements spécifiques aux propriétés devraient être disponibles pour le grand public... » et enfin, « les acheteurs éventuels devraient être avertis du risque d'inondation, notamment par des conditions contractuelles standard », voir Rosemary Lyster et Rebekah Byrne, "Climate Change Adaptation and Electricity Infrastructure," 32.

131 Pour les efforts de New York visant à améliorer la résilience aux changements climatiques, en particulier en réponse à l'ouragan Sandy, voir US Department of Energy, *US Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather*, 37.



E. COMPAGNIES D'ÉLECTRICITÉ

Les principales recommandations destinées aux compagnies d'électricité sont les suivantes :

- **Élaborer des plans de gestion d'adaptation aux effets du changement climatique :** se référant au *Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques* de l'ACÉ présenté au **Chapitre IV**, chaque compagnie d'électricité devrait élaborer et mettre à jour son propre plan de gestion de l'adaptation aux effets du changement climatique. Chaque plan devrait évaluer les vulnérabilités du réseau et déterminer des moyens pour gérer les risques et les perspectives climatiques, notamment des mesures rentables pour modifier les infrastructures.

Des plans d'adaptation efficaces pourraient avoir des répercussions notables sur les résultats. Hydro-Québec a découvert grâce à son étude du réseau de la rivière Péribonka que ne rien faire pourrait aboutir une réduction de 14 % de la production d'électricité, tandis que l'adaptation pourrait augmenter la production de 15 %.¹³² Comme un commentateur le faisait remarquer : « un plan d'adaptation complet permettrait d'établir fermement les avantages futurs et les coûts épargnés des mesures de résilience, même si ces mesures ne permettent pas de percevoir des dividendes immédiatement ». ¹³³
 - S'appuyant sur le large éventail des risques potentiels soulignés plus tôt dans ce rapport, les compagnies d'électricité devraient maintenir un inventaire personnalisé des risques applicables¹³⁴ et évaluer, et périodiquement examiner et mettre à jour la sensibilité de leurs actifs par rapport à ces risques.
 - En outre, les compagnies devraient envisager d'utiliser le Protocole CVIIP pour les nouveaux projets d'infrastructure. Elles devraient également passer en revue et envisager les solutions techniques éventuelles qui pourraient s'appliquer aux circonstances particulières de leurs actifs. Par exemple, les installations de production thermique et nucléaire peuvent anticiper des changements conceptuels et technologiques pour améliorer l'efficacité du refroidissement de l'eau. Les compagnies de distribution, en revanche, peuvent souhaiter s'assurer que l'équipement est conçu et qualifié pour résister aux inondations des structures, et que des provisions sont en place pour améliorer l'écoulement des eaux dans les structures souterraines (p. ex. pompes de relevage et réseaux d'évacuation efficaces). Les installations de production hydroélectrique peuvent envisager d'augmenter la capacité du réservoir afin de réduire la sensibilité aux changements de l'approvisionnement en eau.
- **Échanger des pratiques exemplaires en matière d'adaptation aux changements climatiques, notamment des modèles et des méthodes :** pour les compagnies d'électricité, la perspective et le besoin existent d'échanger des pratiques exemplaires et nouvelles concernant la planification de l'adaptation aux changements climatiques, notamment les questions relatives aux données et aux méthodes. Comme l'une des personnes interrogées l'a indiqué, l'adaptation « étant un sujet interdisciplinaire et compliqué », les compagnies d'électricité canadiennes devraient « coopérer avec d'autres services publics et industries qui partagent notre région », ainsi « qu'avec les services publics d'autres régions pour partager les méthodologies ».
 - D'importantes questions en rapport avec les données doivent être résolues, comme p. ex., quelles ressources/organisations de modélisation climatique sont considérées les plus crédibles? Quel type de méthodologie de modélisation est considéré comme le plus robuste? Selon l'ACÉ, les compagnies membres devraient déterminer les ressources et les organisations recommandées pour améliorer la confiance du secteur dans l'intégration des

132 Jane Ebinger and Walter Vergara, *Climate Impacts on Energy Systems: Key Issues for Energy Sector Adaptation*, World Bank, Washington D.C., 2011, disponible sur : https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/DocumentLibrary/E-Book_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems_BOOK_resized.pdf (uniquement en anglais), 60.

133 Sam C.A. Nierop, "Envisioning Resilient Electrical Infrastructure: A Policy Framework for Incorporating Future Climate Change into Electricity Sector Planning," Columbia Law School Center for Climate Change Law, décembre 2013, disponible sur : http://www.questcanada.org/sites/default/files/publications/envisioning_resilient_electrical_infrastructure.pdf (uniquement en anglais), 17.

134 L'élévation du niveau de la mer et les feux de forêt ne constitueront pas des risques pour tous les actifs.

modèles de climat dans les considérations de planification des investissements. Un thème commun des documents qui émergent sur l'électricité et l'adaptation, revenant dans les commentaires des membres de l'ACÉ, est le besoin de fournir des « modèles de plus haute résolution pour l'évaluation de l'impact local et régional ». De nombreuses décisions concernant les investissements et l'exploitation de l'électricité reposent sur des considérations régionales ou même locales.

- Pour ce qui est des méthodes, il est important de déterminer les meilleurs moyens pour prendre en compte des scénarios modérés et extrêmes dans la prise de décision. Des problèmes organisationnels doivent également être pris en considération : les compagnies devraient-elles avoir des fonctions dédiées pour s'occuper de l'adaptation aux changements climatiques ou l'évaluation devrait-elle être absorbée par les pratiques existantes de planification des investissements? Devrait-il y avoir également des moyens normalisés de communication et de génération de rapport sur les mesures d'adaptation aux changements climatiques? À quoi ressembleraient-elles? L'ACÉ a un premier rôle de leadership à jouer dans l'engagement des compagnies membres sur des options tournant autour de ces questions, puis dans la formulation des options en recommandations.
- **Réviser les normes du réseau d'électricité** : les compagnies d'électricité devraient travailler avec l'Association canadienne de normalisation, l'association canadienne de la sécurité des barrages et d'autres experts pertinents pour garantir que les normes de planification du réseau d'électricité et de conception des infrastructures reflètent les enjeux actuels et futurs posés par les possibles changements climatiques.
- **Promouvoir la réponse à la demande et améliorer la flexibilité du réseau** : pour répondre au risque croissant de pointes sans précédent de la demande de refroidissement estivale, les compagnies d'électricité devraient étendre les programmes de réduction de la demande.
- **Optimiser l'utilisation des ressources en eau et des bassins hydrographiques** : les compagnies d'électricité devraient élaborer des plans intégrés pour la capacité d'hydroélectricité future et les besoins en eau de refroidissement pour les exploitations thermiques en tenant compte des scénarios extrêmes des modèles de changements climatiques, le besoin accru d'énergie pour les pointes estivales et l'intensification potentielle de la compétition pour l'utilisation des ressources en eau des deux côtés de la frontière canado-américaine.



F. ORGANISMES DE RÉGLEMENTATION DE L'ÉLECTRICITÉ

Les principales recommandations destinées aux organismes de réglementation de l'électricité sont les suivantes :

- **Établir des conventions et des méthodes qui reconnaissent l'importance de se pencher sur les risques climatiques posés à l'électricité :** les organismes de réglementation devront établir des principes et des processus grâce auxquels les services publics pourront entreprendre des investissements progressifs dans les infrastructures ou apporter des changements aux investissements planifiés dans le secteur de l'électricité, de façon à améliorer la résilience ou à traiter les risques et les problèmes émergents liés au climat. L'amélioration de la résilience doit être comprise dans le contexte des notions traditionnelles de prudence des coûts, ainsi que dans les idées nouvelles liées à la réglementation incitative. Pour établir une base systématique à cette discussion, un rapport sur le secteur de l'électricité aux États-Unis indique que « les organismes de réglementation devraient envisager de jouer un rôle plus proactif dans l'exigence et l'examen des activités d'adaptation des services publics aux changements climatiques ». Le rapport suggère en particulier que « les organismes de réglementation peuvent demander aux services publics de soumettre une estimation de la vulnérabilité aux changements climatiques et un plan de réduction de ces vulnérabilités ». ¹³⁵
- **Encourager la coopération pour déterminer des solutions rentables :** en réponse à l'ouragan Sandy, la société Con Edison de la ville de New York « a demandé 1 milliard de dollars américains d'investissement dans des mesures de résistance à la tempête afin de renforcer son réseau électrique » dans le cadre de son argumentation sur les tarifs. ¹³⁶ Pour appuyer la détermination de solutions rentables, « un collectif a été constitué, composé des parties pour l'argumentation sur les tarifs, notamment les services publics, les gouvernements nationaux et locaux et des ONG. Ce collectif a traité les répercussions liées aux changements climatiques sur l'infrastructure des services publics, les normes de conception et les stratégies de résilience ». ¹³⁷



G. CONSOMMATEURS ET CITOYENS

Les consommateurs d'électricité et les citoyens ont également un rôle important à jouer. Ils devraient :

- **Soutenir et engager des discussions communautaires sur les changements climatiques et l'infrastructure critique :** les changements climatiques soulèvent des questions complexes à l'intersection des sciences, des politiques et de l'économie. Une connaissance généralisée et un engagement sur ces questions permettront d'aider le secteur de l'électricité à déterminer les risques, les vulnérabilités, les dilemmes et les compromis communs potentiels.
- **Participer à la réponse à la demande :** en réduisant la charge aux heures de pointe et durant les phénomènes météorologiques extrêmes, la réponse à la demande peut aider les fournisseurs d'électricité à maintenir la fiabilité du réseau quels que soient les scénarios climatiques actuels et futurs. Les fournisseurs d'électricité peuvent améliorer le rôle des consommateurs dans le marché de l'électricité en leur fournissant des incitatifs pour utiliser l'électricité lorsqu'elle est la moins chère et plus abondante.

135 Melissa Higbee, *Climate change adaptation in the US electric utility sector*, Massachusetts Institute of Technology, 2013, disponible sur : <http://hdl.handle.net/1721.1/81632> (uniquement en anglais), 89. En juillet 2014, Toronto Hydro est devenu le premier service public au Canada à parler d'études d'adaptation et de phénomènes météorologiques extrêmes dans le cadre de sa demande de plan quinquennal des tarifs auprès de l'organisme de réglementation provincial, la Commission de l'énergie de l'Ontario. Le plan prévoit 4 milliards \$ de financement pour l'augmentation de la maintenance, le soutien opérationnel et les investissements qui s'imposent dans le réseau pour remplacer les actifs vieillissants, répondre à la croissance de la demande, aider à améliorer la fiabilité et se protéger contre les phénomènes météorologiques extrêmes.

136 Sam C.A. Nierop, "Envisioning Resilient Electrical Infrastructure: A Policy Framework for Incorporating Future Climate Change into Electricity Sector Planning," *Columbia Law School Center for Climate Change Law*, décembre 2013, disponible sur : http://www.questcanada.org/sites/default/files/publications/envisioning_resilient_electrical_infrastructure.pdf (uniquement en anglais), 17.

137 Ibid.

CONCLUSION ET ÉTAPES SUIVANTES

Le présent rapport est la première discussion de niveau national sur l'adaptation aux changements climatiques pour le secteur de l'électricité au Canada. Il est destiné à remplir trois objectifs : communiquer l'importance des changements climatiques pour le secteur de l'électricité; fournir une connaissance préliminaire des perspectives et des pratiques d'adaptation actuelles dans le secteur; et proposer des recommandations essentielles aux parties prenantes.

Les trois principales conclusions sont les suivantes :

1. *La plage des interventions requises pour s'adapter aux scénarios climatiques futurs ne se limite pas au secteur de l'électricité.*

Les problèmes s'étendent à tous les secteurs et régions géographiques, les solutions doivent être au même titre, intersectorielles et globales, impliquant divers intervenants. Les gouvernements de tous niveaux, les exploitants de réseau, les organismes de réglementation et les clients ont tous des rôles importants à jouer.

2. *C'est une occasion et un besoin pour l'ACÉ et les compagnies d'électricité individuelles d'élaborer des approches plus programmatiques à l'adaptation aux changements climatiques.*

Cela prendra du temps pour y parvenir, car le problème est complexe, mais les outils nécessaires pour commencer le processus sont en place.

3. *Les compagnies d'électricité doivent améliorer l'intégration des scénarios de changements climatiques dans la gouvernance de leur société, la planification des projets et les pratiques de gestion des risques.*

Une priorité essentielle du secteur est de s'assurer que les 350 milliards \$ actuellement dépensés en infrastructure sont étayés par une étude et une analyse approfondies des répercussions potentielles des changements climatiques.

L'ACÉ est encouragée par les travaux en cours sur tous les fronts, et est optimiste quant au fait que les services publics d'électricité canadiens géreront les risques des changements climatiques de manière pragmatique et éclairée.

ORGANISATIONS PARTICIPANTES



Les organisations suivantes ont participé à l'élaboration et/ou à l'examen du présent rapport :

Groupe de travail sur l'adaptation aux changements climatiques de l'ACÉ

AltaLink; ATCO Electric; ATCO Power; BC Hydro and Power Authority; Capital Power; ENMAX Corporation; Horizon Utilities Corporation; Société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité; Manitoba Hydro; Société d'énergie Nouveau-Brunswick; Nova Scotia Power inc. (Emera inc.); Ontario Power Generation; PowerStream inc.; SaskPower; Toronto Hydro Corporation; TransCanada; Yukon Energy Corporation.

Conseil de la production de l'ACÉ

ATCO Power; BC Hydro and Power Authority; Groupe énergie renouvelable Brookfield; Capital Power; Columbia Power Corporation; ENMAX Corporation; Manitoba Hydro; Société d'énergie Nouveau-Brunswick; Newfoundland and Labrador Hydro (Nalcor Energy); Nova Scotia Power (Emera inc.); Ontario Power Generation; SaskPower; TransCanada; Yukon Energy Corporation.

Conseil du transport de l'ACÉ

Alberta Electric System Operator; AltaLink; ATCO Electric; BC Hydro and Power Authority; FortisBC; ENMAX Corporation; EPCOR Utilities inc.; Hydro One inc.; Hydro-Québec TransÉnergie; Independent Electricity System Operator; Manitoba Hydro; Société d'énergie Nouveau-Brunswick; Newfoundland and Labrador Hydro (Nalcor Energy); Nova Scotia Power (Emera inc.); SaskPower.

Conseil de la distribution de l'ACÉ

ATCO Electric; BC Hydro and Power Authority; City of Medicine Hat Electric Utility; FortisAlberta; FortisBC; ENMAX Corporation; EPCOR Utilities inc.; Horizon Utilities Corporation; Hydro One inc.; Hydro Ottawa; Hydro-Québec Distribution; Manitoba Hydro; Maritime Electric Company, Ltd.; Société d'énergie Nouveau-Brunswick; Newfoundland and Labrador Hydro (Nalcor Energy); Newfoundland Power inc.; Société d'énergie des Territoires du Nord-Ouest; Nova Scotia Power (Emera inc.); Oakville Enterprises Corporation; PowerStream inc.; Saint John Energy; Saskatoon Light & Power; SaskPower; Toronto Hydro Corporation.

Pour la liste complète des membres de l'ACÉ, consultez le site www.electricite.ca.

DIX PLUS GRANDS PROJETS D'INFRASTRUCTURE POUR L'ÉLECTRICITÉ AU CANADA, 2015 (PAR COÛT)

La liste des 100 plus grands projets de Renew Canada récapitule les plus grands projets d'infrastructure publique du Canada (par coût). Ci-dessous figure une version abrégée des projets d'infrastructure du secteur de l'électricité seulement, organisés en fonction du coût projeté (**Tableau 8**) avec leur emplacement géographique identifié sur la carte (**Figure 6**).

Figure 6 : Carte des principaux projets du secteur de l'électricité, 2015

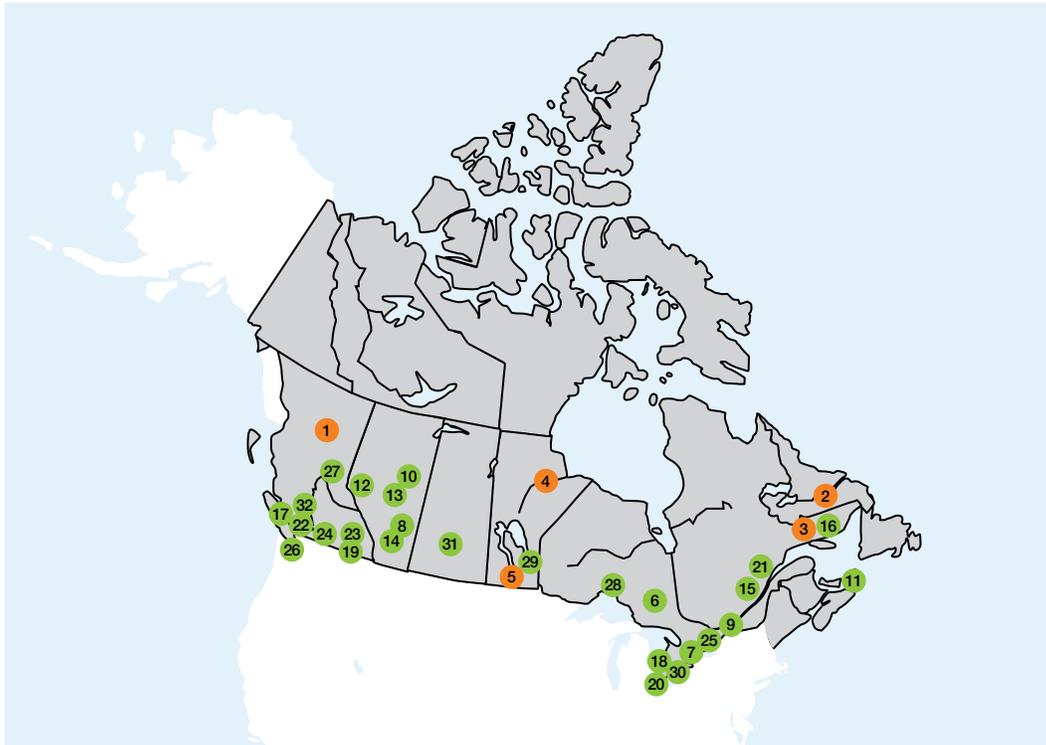


Tableau 8 : Plus grands projets d'infrastructure du secteur de l'électricité en fonction du coût projeté

N°	Projet	Coût (\$)	Lieu	Propriétaire(s)
1	Projet d'énergie propre du site C	8 775 000 000	Près de Fort St. John (Colombie-Britannique)	BC Hydro and Power Authority
2	Projet de Muskrat Falls	6 990 000 000	Muskrat Falls (Terre-Neuve-et-Labrador)	Nalcor Energy; Emera Inc.
3	Complexe de la Romaine	6 500 000 000	Havre-Saint-Pierre (Québec)	Hydro-Québec
4	Projet de centrale hydroélectrique Keeyask	6 500 000 000	Cours inférieur de la rivière Nelson, zone de gestion des ressources hydriques du lac Split (Manitoba)	Manitoba Hydro; Keeyask Hydropower Limited Partnership
5	Ligne de transmission Bipole III	4 600 000 000	Winnipeg (Manitoba)	Manitoba Hydro
6	Complexe hydroélectrique de la partie inférieure de la rivière Mattagani	2 600 000 000	Nord-est de Kapuskasing (Ontario)	Ontario Power Generation; Moose Cree First Nation
7	Projet de remise à neuf de Darlington – Phase de définition	2 500 000 000	Clarington (Ontario)	Ontario Power Generation
8	Ligne de transmission de l'ouest de l'Alberta	1 650 000 000	Du secteur de Genesee à l'ouest d'Edmonton au secteur de Langdon à l'est de Calgary (Alberta)	AltaLink
9	Rénovations de la centrale hydroélectrique de Beauharnois	1 600 000 000	Melocheville (Québec)	Hydro-Québec
10	Projet de transmission de Fort McMurray Ouest	1 600 000 000	Edmonton à Fort McMurray (Alberta)	Alberta Electric System Operator
11	Projet de transport d'énergie Maritime Link	1 560 000 000	Cap-Breton (Nouvelle-Écosse)	ENL Maritime Link
12	Extension de la centrale au charbon H.R. Milner	1 500 000 000	Grand Cache (Alberta)	Maxim Power
13	Projet de la centrale électrique Great Spirit	1 500 000 000	Lac Wabamun (Alberta)	Groupe de consultation sur l'énergie; Première nation de Paul
14	Shepard Energy Centre	1 400 000 000	Calgary (Alberta)	Capital Power
15	Ligne de transport Chamouchouane–Bout-de-l'Île	1 350 000 000	Saguenay à Montréal (Québec)	Hydro-Québec
16	Ligne de transport du complexe de la Romaine	1 200 000 000	Région de la Minganie (Québec)	Hydro-Québec
17	Projet de remplacement de la centrale John Hart	1 093 000 000	Campbell River (Colombie-Britannique)	BC Hydro and Power Authority
18	Dépôt en couches géologiques profondes	1 000 000 000	Kincardine (Ontario)	Ontario Power Generation
19	Projet de suréquipement du barrage Waneta	900 000 000	Sud de Trail (Colombie-Britannique)	Fortis Inc. Columbia Power Corporation; Columbia Basin Trust

N°	Projet	Coût (\$)	Lieu	Propriétaire(s)
20	Projet K2 Wind	850 000 000	Agglomération d'Ashfield-Colborne-Wawanosh (Ontario)	Capital Power LP; Samsung Renewable Energy Systems Inc.; Pattern Renewable Holdings Canada ULC
21	Parc éolien de Rivière-du-Moulin	800 000 000	MRC de Charlevoix et MRC du Fjord de Saguenay (Québec)	EDF Energies Nouvelles
22	Mise à niveau de la centrale et du barrage de Ruskin	748 000 000	Ruskin (Colombie-Britannique)	BC Hydro and Power Authority
23	Mise à niveau de la centrale Mica	739 000 000	Revelstoke (Colombie-Britannique)	BC Hydro and Power Authority
24	Projet de transport entre la région intérieure et le Lower Mainland	709 000 000	Merritt à Coquitlam (Colombie-britannique)	BC Hydro and Power Authority
25	Projet de station de pompage de Marmora	700 000 000	Marmora (Ontario)	Northland Power
26	Câble d'alimentation de Juan de fuca	665 000 000	Victoria à Port Angeles, Washington (Colombie-Britannique)	Sea Breeze Power
27	Remise à neuf de la centrale Gordon M. Shrum	600 000 000	Peace River (Colombie-Britannique)	BC Hydro and Power Authority
28	Lignes de transport Est-Ouest de l'Ontario	600 000 000	Thunder Bay à Wawa (Ontario)	Enbridge; NextEra Energy Canada; Borealis Infrastructure
29	Projet de remplacement du déversoir à Pointe du Bois	560 000 000	Pointe du Bois (Manitoba)	Manitoba Hydro
30	Parc éolien Armow	550 000 000	Kincardine (Ontario)	Samsung; Pattern Energy
31	Agrandissement de la centrale électrique Queen Elizabeth	532 000 000	Saskatoon (Saskatchewan)	SaskPower
32	Projet hydroélectrique Upper Lillooet	434 000 000	Boulder Creek, Upper Lillooet River (Colombie-Britannique)	Innergex Renewable Energy inc.

Source : "Top 100 – Canada's Biggest Infrastructure Projects," ReNew Canada, 2015, <http://top100projects.ca>.

EXTRAITS DU GUIDE DE PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DE L'ACÉ

A. ÉLÉMENTS DU PROCESSUS D'ADAPTATION

Le processus d'adaptation (détaillé dans la **Figure 7**) est expliqué en détail dans le *Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques* de l'ACÉ :

Figure 7 : Éléments du processus d'adaptation



B. Suite des étapes de planification de l'adaptation

Reposant sur les éléments du processus, le *Guide de planification de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques* de l'ACÉ détermine 53 étapes séquentielles pour une planification effective de l'adaptation (illustrées dans le **Tableau 9**) :

Tableau 9 : Étapes de planification de l'adaptation

N°	Étapes
Directives de la direction	
Reconnaissance/définition des problèmes	
1	L'équipe de leadership définit clairement les objectifs et les approuve.
2	Définir la portée de la gestion de l'adaptation aux changements climatiques.
Préparation	
3	Impliquer les intervenants
4	Sensibiliser les intervenants
5	S'assurer de la compétence de l'équipe de projet
6	Définir les paramètres de modélisation du climat
7	Établir des critères climatiques et météorologiques spécifiques
8	Déterminer les délais de modélisation conformément aux objectifs, p. ex. à court, moyen et long termes
9	Définir la résolution de modélisation appropriée (spatiale et temporelle)
Obtenir des projections de phénomènes météorologiques extrêmes et du climat futur	
10	Exécuter une modélisation et/ou obtenir des descriptions qualitatives du climat et de la météo futurs, selon les besoins du service public
Univers de risque :	
Identification des risques	
11	Identifier les principales installations et infrastructures (selon leur portée)
12	Mettre en corrélation les emplacements des infrastructures principales avec les bouleversements climatiques
13	Déterminer l'équipement <i>vulnérable</i> aux changements climatiques (conditions météorologiques extrêmes)
14	Déterminer l'équipement <i>essentiel</i> pour atteindre les objectifs des compagnies
15	Comprendre les critères de conception et les stratégies de réponse existantes
16	Étudier les répercussions : principales et secondaires; directes et indirectes; de faible probabilité mais ayant de lourdes conséquences
Évaluation des risques	
17	S'assurer que les échelles de données sont appropriées pour une évaluation et une priorisation valables
18	Évaluer la probabilité et les conséquences associées à chaque risque (ou perspective)
19	Tenir compte des impacts potentiels pour toutes les phases de fonctionnement, y compris la construction et la conception
20	Évaluer les risques inhérents et résiduels
21	Sélectionner la valeur de la conséquence la plus importante pour calculer le risque global

N°	Étapes
Stratégie de contrôle des risques :	
Priorisation des risques	
22	Classer les risques en allant du plus au moins grave
23	Comprendre le goût du risque de la direction (tolérance au risque)
24	Envisager d'indiquer les risques sur une carte des « points chauds » pour référence visuelle rapide
25	Envisager de contrôler les risques de faible probabilité, ayant des conséquences extrêmement négatives, même s'ils ne peuvent pas être économiquement justifiés
Atténuation des risques/mise en œuvre	
26	Étudier la plage d'options de gestion des risques en incluant l'évitement, le partage/transfert, l'atténuation et l'acceptation
27	Étudier l'étendue du contrôle que l'organisation exerce sur le processus et les options de gestion
28	Étudier les interdépendances et l'interconnectivité
29	Comparer avec d'autres juridictions la conception ou les stratégies existantes face au risque
30	Évaluer les stratégies de contrôle déterminées par la comparaison afin de savoir si elles peuvent être adoptées
31	Envisager de mettre en œuvre des actions qui peuvent être modifiées ultérieurement si nécessaire
32	Envisager de mettre en œuvre diverses stratégies d'atténuation pour expérimenter et déterminer laquelle est la plus efficace
33	Déterminer des mesures d'adaptation tant dures que douces, comme il se doit
34	S'assurer que les stratégies d'intervention tiennent compte des conditions locales/régionales, comme les projections de phénomènes météorologiques extrêmes et climatiques spécifiques, les attentes des intervenants, les régimes de réglementation et la tolérance des organisations individuelles face au risque
35	Déterminer les mesures d'adaptation préférées qui réduisent le risque à des niveaux acceptables sont socialement acceptables, faisables sur le plan technologique et économique. Le cadre réglementaire prédominant doit être pris en compte
36	S'assurer que la conception d'une nouvelle infrastructure et les demandes de proposition comportent des évaluations des risques liés aux changements climatiques destinées à l'ingénieur d'études
37	Tenir compte de l'incertitude liée au coût, aux avantages et à l'efficacité des contrôles du processus
38	Aligner les plans d'adaptation aux changements climatiques avec les priorités de planification stratégique
39	Capturer les mesures dans le processus de planification des activités
Les stratégies de maîtrise des risques doivent être planifiées et mises en œuvre	
40	Mettre en œuvre la stratégie de contrôle. Appliquer une ou plusieurs options pour atténuer le(s) risque(s) requérant des contrôles supplémentaires
41	Maintenir les risques au sein des niveaux de tolérance
Surveillance et évaluation	
42	S'assurer que la suite de mesures est adaptée au risque. Des mesures de prédilection ont-elles été envisagées?
43	Aux points déterminés (jalons) : <ul style="list-style-type: none"> • évaluer l'efficacité des contrôles visant à abaisser le risque à des niveaux acceptables • surveiller les facteurs qui influencent le profil de risque
44	Effectuer le suivi ou surveiller les risques faibles afin de s'assurer que le profil de risque ne change pas selon les circonstances changeantes

N°	Étapes
45	Analyser les évènements, changements, tendances, succès et échecs et en tirer des leçons
46	Détecter les changements qui peuvent requérir une révision du plan et des priorités
47	Adopter un processus cyclique d'évaluation des contrôles de risque, de détermination de l'acceptabilité des risques résiduels, de gestion des nouveaux risques si des risques résiduels ne sont pas tolérables et d'évaluation de l'efficacité de la gestion
Examen de la direction/ajustement du programme	
Réévaluer périodiquement les objectifs, les risques et les contrôles. La nature des plans doit être itérative/ adaptative de manière à capturer la rétroaction sur les résultats obtenus et les leçons apprises	
48	Déterminer si les contrôles actuels produisent les résultats escomptés et s'il est raisonnablement attendu qu'ils continuent ainsi
49	Étudier les changements dans l'univers de risque <ul style="list-style-type: none"> • Constate-t-on la présence de nouveaux risques? • Le contexte a-t-il changé? P. ex. attentes des intervenants, cadre réglementaire ou capacité d'adaptation
50	Y a-t-il eu des changements dans les renseignements disponibles ou les projections? Quelles sont les implications?
51	Des leçons pour le transfert ont-elles été identifiées? Communiquées?
52	Est-il temps de mettre en œuvre les mesures précédemment reportées?
53	Le plan nécessite-t-il un ajustement? <ul style="list-style-type: none"> • Des modifications doivent-elles être apportées au cadre de contrôle ou aux objectifs? • Des stratégies modifiées doivent-elles être adoptées?

POUR EN SAVOIR DAVANTAGE

La science du changement climatique est complexe. Par souci de brièveté, ce chapitre ne fournit qu'un petit sous-ensemble des données et scénarios disponibles sur les modèles climatiques et la recherche scientifique. Pour de plus amples renseignements sur la climatologie, les modèles mondiaux et les scénarios pour le Canada, le lecteur est invité à consulter les sites Web suivants :

- *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, Ressources naturelles Canada, 2014 : http://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Rapport-complet_Fra.pdf.
- *Modèles de simulation climatique élaborés par le Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique*, Environnement Canada : <http://www.cccma.ec.gc.ca/french/diagnostics/diagnostics.shtml>.
- *Climate Change Adaptation: A Priorities Plan for Canada*: <http://adaptnowcanada.ca/report> (uniquement en anglais). Les cartes des précipitations pour le Canada de ce site Web fournissent en particulier des renseignements supplémentaires sur les changements vers des conditions plus humides et plus sèches.
- *Cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* : https://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml. Discussions détaillées sur les fondements scientifiques : <http://www.un.org/climatechange/fr/la-science/>. Discussions sur les répercussions et l'adaptation : <http://www.un.org/climatechange/fr/la-science/>



Canadian
Electricity
Association

Association
canadienne
de l'électricité



www.electricite.ca

www.vision2050.ca

 [@CDNelectricity](https://twitter.com/CDNelectricity)