

Plan d'adaptation aux changements climatiques

2022-2024



Message de la présidente-directrice générale



La réalité des changements climatiques ne fait plus aucun doute. Selon la communauté scientifique, et notamment le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les impacts de ces changements vont aller en s'accélérant. Les événements météorologiques extrêmes, plus fréquents et plus intenses, indiquent qu'il y a urgence d'agir, non seulement pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre (GES) et limiter le réchauffement climatique, mais également pour nous adapter et renforcer notre résilience face aux bouleversements.

Hydro-Québec travaille sur les deux volets. Intégrés depuis plusieurs années dans nos orientations et réitérés dans notre *Plan stratégique 2022-2026 – Être un moteur de la décarbonation efficiente du Québec ; Atteindre la carboneutralité de nos activités à l'horizon 2030* –, les objectifs de l'entreprise sont là pour en témoigner. La réduction visée de nos émissions de GES s'accompagne également d'une adaptation nécessaire de nos pratiques. À titre d'exemple, la conception et la gestion de nos réseaux évoluent pour tenir compte des impacts des changements climatiques sur leur exploitation.

Atténuer le réchauffement, analyser les risques qui y sont liés, les anticiper et s'y préparer. Voilà notre stratégie pour préserver l'intégrité de notre système, garantir à la population québécoise un approvisionnement fiable en électricité et jouer un rôle de catalyseur pour mobiliser les parties prenantes.

La démarche d'adaptation aux changements climatiques d'Hydro-Québec ne date pas d'hier. Elle a débuté il y a plus de 20 ans avec la cofondation du consortium Ouranos – pôle de recherche sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques –, aujourd'hui reconnu mondialement. Elle se matérialise aujourd'hui avec la publication de notre premier *Plan d'adaptation aux changements climatiques*. Il témoigne de notre engagement à mieux comprendre le climat futur et ses impacts potentiels et à prendre en considération les changements climatiques dans l'ensemble de nos activités et de nos projets.

Ce plan fournit une démarche, un cadre et des mesures à privilégier. Je remercie tous ceux et celles qui ont participé à son élaboration. C'est un document qui sera mis à jour régulièrement en fonction de l'évolution de la situation et de nos connaissances.

Le défi est de taille ! Notre *Plan d'adaptation aux changements climatiques* est un outil formidable pour le relever. J'ai la conviction que les membres du personnel d'Hydro-Québec sauront se l'approprier pour le mettre en œuvre dans toutes les sphères de notre organisation afin d'assurer la continuité de notre mission, au bénéfice de la population québécoise.

Sophie Brochu

Table des matières

Message de la présidente-directrice générale	2	Champs d'action	46
Figures	5	Mise en œuvre des actions d'adaptation liées aux 26 axes d'intervention	49
Carte, graphique et tableaux	6	Sensibilisation, formation et collaboration des parties prenantes	50
Glossaire	7	Programmation de la recherche et développement de l'expertise	51
Avant-propos	8	Pérennisation de l'engagement de l'entreprise en matière de lutte contre les changements climatiques dans sa politique et ses encadrements	54
Organisation du plan	10		
Objectifs	11	Prochaines étapes	57
Partie 1 : Démarche	12	Partie 2 : Stratégies	60
Contexte	13	Présentation des fiches	61
Hydro-Québec en bref	14	Conception	63
Gouvernance de l'adaptation aux changements climatiques	18	1. Ajuster les activités et normes de conception	64
Impacts des changements climatiques sur Hydro-Québec	20	2. Maintenir une capacité d'évacuation appropriée	67
Méthode	26	3. Augmenter la résilience des ouvrages de régulation	69
Une démarche en deux temps	27	4. Augmenter la résilience des ouvrages de retenue	71
Étape 1 : Évaluer la vulnérabilité des actifs et des activités	29	5. Planifier l'entretien et le remplacement des poteaux en bois pour optimiser leur durée de vie dans le contexte de conditions météorologiques extrêmes	74
Étape 2 : Déterminer les principaux impacts des changements climatiques	30	6. Limiter l'effet d'îlot de chaleur causé par les aménagements	77
Étape 3 : Évaluer les risques	39		
Étape 4 : Établir les axes d'intervention	40		
Étape 5 : Déterminer des mesures d'adaptation potentielles et mettre en place celles qui sont les mieux adaptées à la réalité d'Hydro-Québec	44		

7. Adapter la gestion et la conception des systèmes de climatisation, de ventilation et de chauffage aux chaleurs extrêmes	79	17. Planifier les travaux de maintenance des lignes en fonction de nouvelles contraintes thermiques	104
8. Adapter les systèmes de drainage pluvial aux épisodes de précipitations à intensité élevée	82	Pannes et impacts sur les actifs	107
9. Collaborer avec les partenaires externes de télécommunications pour augmenter la résilience des infrastructures et des services partagés	84	18. Limiter les impacts des événements météorologiques extrêmes sur la fiabilité du réseau aérien	108
10. Augmenter la résilience des conduites forcées et des cheminées d'équilibre extérieures	86	19. Augmenter la résilience des réseaux autonomes	111
Exploitation	88	20. Prévenir les inondations en amont ou en aval des centrales	114
11. Adapter les activités de déneigement et les pratiques de conception des toitures aux accumulations de neige abondantes	89	21. Augmenter la résilience des bâtiments essentiels	116
12. Adapter la maîtrise de la végétation à une croissance accrue de certaines espèces	91	22. Préserver la sécurité des actifs et des activités dans les zones à risque de feux de forêt	119
13. Préserver une bonne communication avec l'ensemble de la clientèle résidentielle et d'affaires dans un contexte où ses demandes vont croissant	94	Santé et sécurité des travailleurs et travailleuses	122
14. Planifier les activités courantes en tenant compte des contraintes accrues sur les ressources humaines en raison des changements climatiques	97	23. Protéger le personnel contre les coups de chaleur et les conditions qui y sont apparentées	123
15. Adapter les méthodes utilisées lors de travaux de construction à la nouvelle réalité climatique	99	24. Protéger le personnel des pathologies associées au travail extérieur	126
16. Réduire au maximum les difficultés d'accès aux installations lors d'événements météorologiques extrêmes	101	25. Ajuster les activités de prévention relatives aux chutes sur surfaces glacées	129
		26. Insister sur l'importance d'adopter des comportements sécuritaires lors de déplacements véhiculaires et d'activités nautiques en contexte de changements climatiques	132
		Bibliographie	135

Figures

Figure 1 : Principaux secteurs d'activité et actifs d'Hydro-Québec en décembre 2021	14
Figure 2 : Moyenne annuelle des températures au Québec (échelle de couleurs) et hausse des températures (°C) pour Montréal (M), Gaspé (G), Chisasibi (C) et Salluit (S), par scénario d'émissions de GES et par période	23
Figure 3 : Moyenne annuelle des précipitations au Québec (échelle de couleurs) et hausse des précipitations (mm) pour Montréal (M), Gaspé (G), Chisasibi (C) et Salluit (S), par scénario d'émissions de GES et par période	24
Figure 4 : Exemples de quelques enjeux auxquels Hydro-Québec fait ou devra faire face	25
Figure 5 : Démarche de création du plan d'adaptation d'Hydro-Québec	28
Figure 6 : Structure pour le calcul des probabilités d'occurrence des aléas climatiques	37
Figure 7 : Détermination du niveau de criticité du risque	39
Figure 8 : Exemple de différents types de mesures d'adaptation pour atténuer le risque de charge accrue de neige sur les toits	45
Figure 9 : Grands champs d'action de la démarche d'adaptation d'Hydro-Québec	48
Figure 10 : Exemple de carte de l'Atlas climatique d'Hydro-Québec en cours de développement	53

Carte

Carte 1 : Aménagements d'Hydro-Québec partout au Québec

15

Graphique

Graphique 1 : Évolution des températures moyennes annuelles au Québec de 1950 à 2100 selon un ensemble de simulations climatiques globales

22

Tableaux

Tableau 1 : Portrait des aléas climatiques les plus susceptibles de toucher Hydro-Québec

31

Tableau 2 : Échelle des cotes attribuées aux aléas climatiques selon leur probabilité d'occurrence

36

Tableau 3 : Axes d'intervention de l'entreprise pour s'adapter aux changements climatiques

41

Glossaire

Les définitions sont tirées ou adaptées du *Grand dictionnaire terminologique* de l'Office québécois de la langue française (OQLF, 2021), sauf celle de *transition énergétique* (Gouvernement du Québec, 2018).

Adaptation aux changements climatiques :

Processus par lequel une collectivité cherche à se prémunir contre les effets des changements climatiques anthropiques et à réagir positivement à leurs conséquences grâce à un ensemble de compétences et de ressources.

Changement climatique : Changement observable des variables climatiques mondiales qui est attribuable, de manière directe ou indirecte, aux activités humaines, par l'émission de gaz à effet de serre.

Décarbonation : Mise en place, dans une industrie ou un secteur d'activité, de mesures et de techniques visant à limiter les émissions de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre. On réalise la décarbonation par divers moyens, notamment en substituant une source d'énergie propre aux hydrocarbures, en améliorant l'efficacité énergétique des installations et des procédés ou en ayant recours à la capture puis au stockage de dioxyde de carbone.

Gaz à effet de serre (GES) : Gaz présent dans l'atmosphère, d'origine naturelle ou anthropique, qui absorbe et renvoie le rayonnement infrarouge en provenance de la surface terrestre. La vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, l'oxyde nitreux, le méthane et l'ozone sont les principaux gaz à effet de serre, lesquels contribuent au réchauffement planétaire par leur concentration accrue dans l'atmosphère.

Modèle climatique : Représentation numérique du système climatique basée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes et leurs processus d'interaction et de rétroaction.

Projection climatique : Projection de la réaction du système climatique à des scénarios d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre et d'aérosols ou à des scénarios de forçage radiatif, basée généralement sur des simulations par des modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par le fait qu'elles sont fonction des scénarios d'émissions, de concentration ou de forçage radiatif utilisés, qui reposent sur des hypothèses concernant, par exemple, l'évolution socioéconomique et technologique à venir. Or, ces hypothèses peuvent se réaliser ou non et sont donc sujettes à une forte incertitude.

Résilience : Aptitude d'un système, d'une collectivité ou d'une société potentiellement exposé à des aléas à s'adapter, en résistant ou en changeant, en vue d'établir et de maintenir des structures et un niveau de fonctionnement acceptables. La résilience se rapporte principalement à la capacité de résister aux situations présentant des dangers avec un minimum de dommages et de s'en relever efficacement par la suite. Elle constitue en quelque sorte l'opposé de la vulnérabilité.

Scénario d'émissions de gaz à effet de serre (GES) : Représentation plausible de l'évolution future des émissions de substances potentiellement actives du point de vue radiatif (les gaz à effet de serre et les aérosols, par exemple), basée sur un ensemble cohérent et homogène d'hypothèses concernant les éléments moteurs (par exemple, l'évolution démographique et socioéconomique et le progrès technologique) et leurs interactions principales.

Simulation climatique : Le résultat de l'exécution d'un modèle climatique pour une certaine période. La durée d'une simulation peut varier de quelques années à des milliers d'années. Les simulations sont exécutées tant pour le passé que pour l'avenir.

Transition énergétique : Abandon progressif de l'énergie produite à partir de combustibles fossiles en faveur de diverses formes d'énergie renouvelable. Elle correspond également à des changements de comportements qui visent à éliminer la surconsommation et le gaspillage d'énergie, et à l'émergence d'une culture de l'efficacité énergétique.

Vulnérabilité : Mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation.

Avant-propos

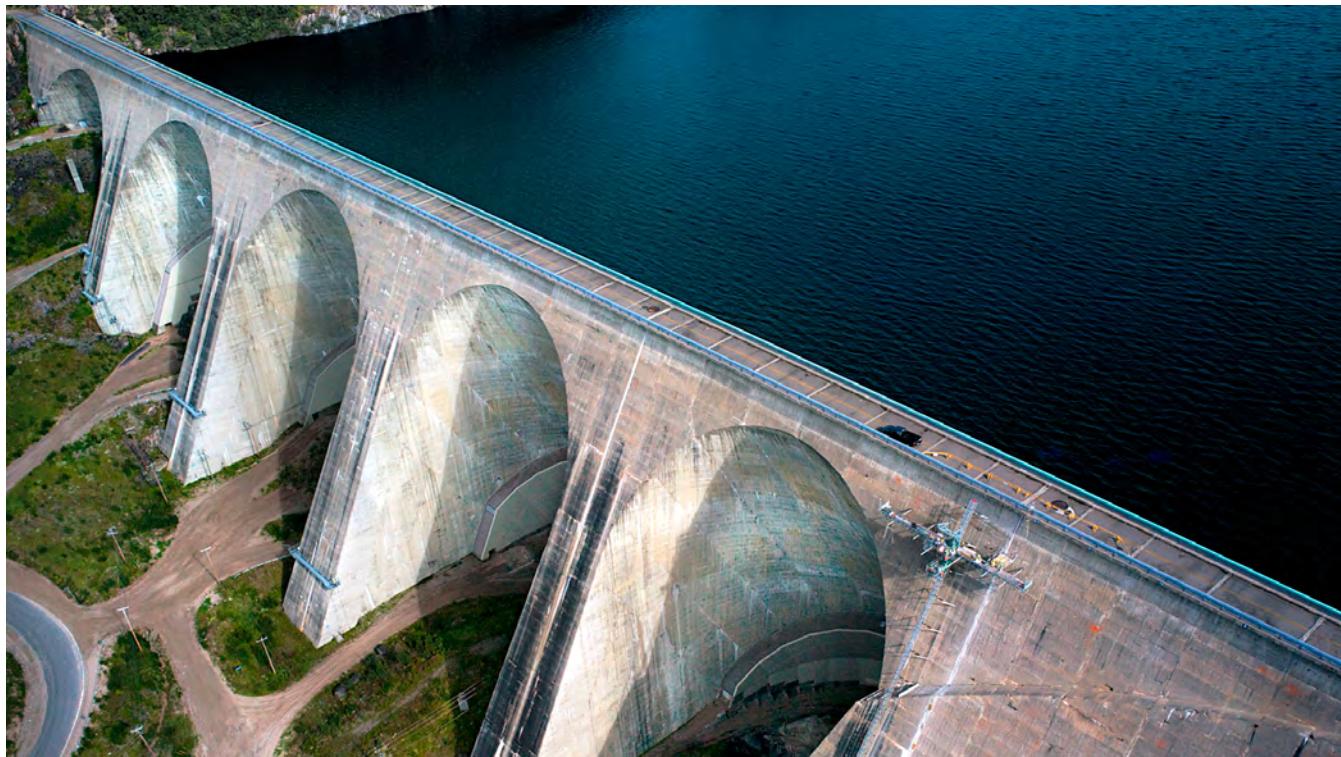
Malgré les efforts internationaux de réduction des gaz à effet de serre (GES), les changements climatiques sont déjà amorcés et s'amplifieront dans les prochaines décennies. Apprendre à vivre avec cette nouvelle réalité étant inévitable, la lutte contre les changements climatiques se joue sur deux fronts : d'un côté, il y a la réduction des émissions de GES pour limiter l'ampleur des changements et, de l'autre, l'adaptation aux changements climatiques pour se préparer à leurs conséquences.

Hydro-Québec agit sur les deux fronts. D'une part, elle participe activement à la lutte contre les changements climatiques grâce à sa production parmi les plus sobres en carbone du monde. Elle a fait de son rôle de moteur de la décarbonation la première orientation de son *Plan stratégique 2022-2026*, s'engageant à aider le Québec à mieux consommer, à stimuler l'essor du transport électrique, à faciliter le déploiement de solutions pour remplacer les énergies fossiles et à atteindre la carboneutralité de ses propres activités d'ici 2030. D'autre part, elle doit s'adapter à la nouvelle réalité qu'imposent les changements climatiques pour continuer à remplir sa mission principale : fournir une alimentation électrique fiable et durable à l'ensemble du Québec et à ses marchés hors Québec.

Pour ce faire, l'entreprise a amorcé une vaste analyse de ses actifs et activités en lien avec les changements climatiques et établi des mesures pour assurer leur résilience. Ce premier *Plan d'adaptation aux changements climatiques* dote Hydro-Québec d'un cadre de gouvernance et de mesures concrètes pour mener une action coordonnée dans toute l'entreprise et pour gérer encore plus efficacement les différents risques liés aux changements climatiques auxquels elle fait face, de la goutte d'eau jusqu'aux maisons de ses clients.

Les deux dernières années ont été caractérisées par la manifestation de plusieurs phénomènes météorologiques extrêmes et inattendus, au Québec comme ailleurs. Pensons, par exemple, à la canicule de 2021 en Colombie-Britannique, pendant laquelle les températures maximales enregistrées étaient au-delà de ce que plusieurs modèles climatiques projettent d'ici la fin du 21^e siècle, ou aux pannes de courant causées par le derecho du 21 mai 2022, qui a été l'événement météorologique le plus coûteux pour Hydro-Québec depuis la tempête du verglas de 1998.

Malheureusement, il y a tout lieu de présager que de tels épisodes se multiplieront et s'intensifieront, puisque le réchauffement à venir sera en effet attribuable aux émissions de GES produites au cours des dernières décennies, en raison du délai de réponse de l'atmosphère à celles-ci. C'est pourquoi, comme organisation, Hydro-Québec doit se donner la flexibilité de mettre à jour régulièrement son plan d'adaptation afin de répondre à l'évolution du défi climatique de manière proactive.



Organisation du plan

PREMIÈRE PARTIE

Intitulée *Démarche*, la première partie du plan vise à présenter le processus qu'a entamé Hydro-Québec pour s'adapter aux changements climatiques. Elle est divisée en quatre sections :

- 1** **Le contexte** présente Hydro-Québec en bref, la gouvernance de l'adaptation aux changements climatiques et leurs impacts.
- 2** **La méthode** explique comment ont été déterminés les principaux risques auxquels fait face l'entreprise par rapport aux changements climatiques et ses axes d'intervention.
- 3** **Les champs d'action** indiquent comment Hydro-Québec compte intégrer les changements climatiques dans ses activités.
- 4** **Les prochaines étapes** précisent comment seront structurées les mises à jour du plan et quels éléments pourraient y être ajoutés pour l'améliorer.

DEUXIÈME PARTIE

La seconde partie, intitulée *Stratégies*, explicite les 26 axes d'intervention de l'entreprise pour faire face aux changements climatiques. Elle présente aussi les premières actions entreprises par Hydro-Québec pour s'adapter. Cette partie sera mise à jour régulièrement pour faire un suivi des actions déjà amorcées et réajuster les axes d'intervention et mesures d'adaptation requises au besoin, en fonction de l'évolution de la science et des besoins de l'entreprise.

Objectifs

Ce premier plan témoigne de l'engagement d'Hydro-Québec à s'adapter aux changements climatiques et s'articule autour des quatre objectifs suivants :

- 1 Démontrer l'engagement ferme** de l'entreprise à agir face aux risques climatiques et à saisir les possibilités d'améliorer ses pratiques en participant activement à l'effort collectif pour renforcer la résilience de la société québécoise.
- 2 Adopter des mesures proactives pour** augmenter la résilience des infrastructures d'Hydro-Québec, assurer la sécurité du public et du personnel ainsi que fournir une alimentation électrique fiable et durable en limitant le nombre de pannes.
- 3 Informer et sensibiliser le public,** le personnel et les partenaires d'Hydro-Québec en ce qui a trait aux changements climatiques et aux moyens de s'y adapter.
- 4 Collaborer avec les parties prenantes** d'Hydro-Québec à la résolution d'enjeux communs d'adaptation et fournir des axes d'intervention qui peuvent être repris par certains acteurs.

Partie 1 : Démarche

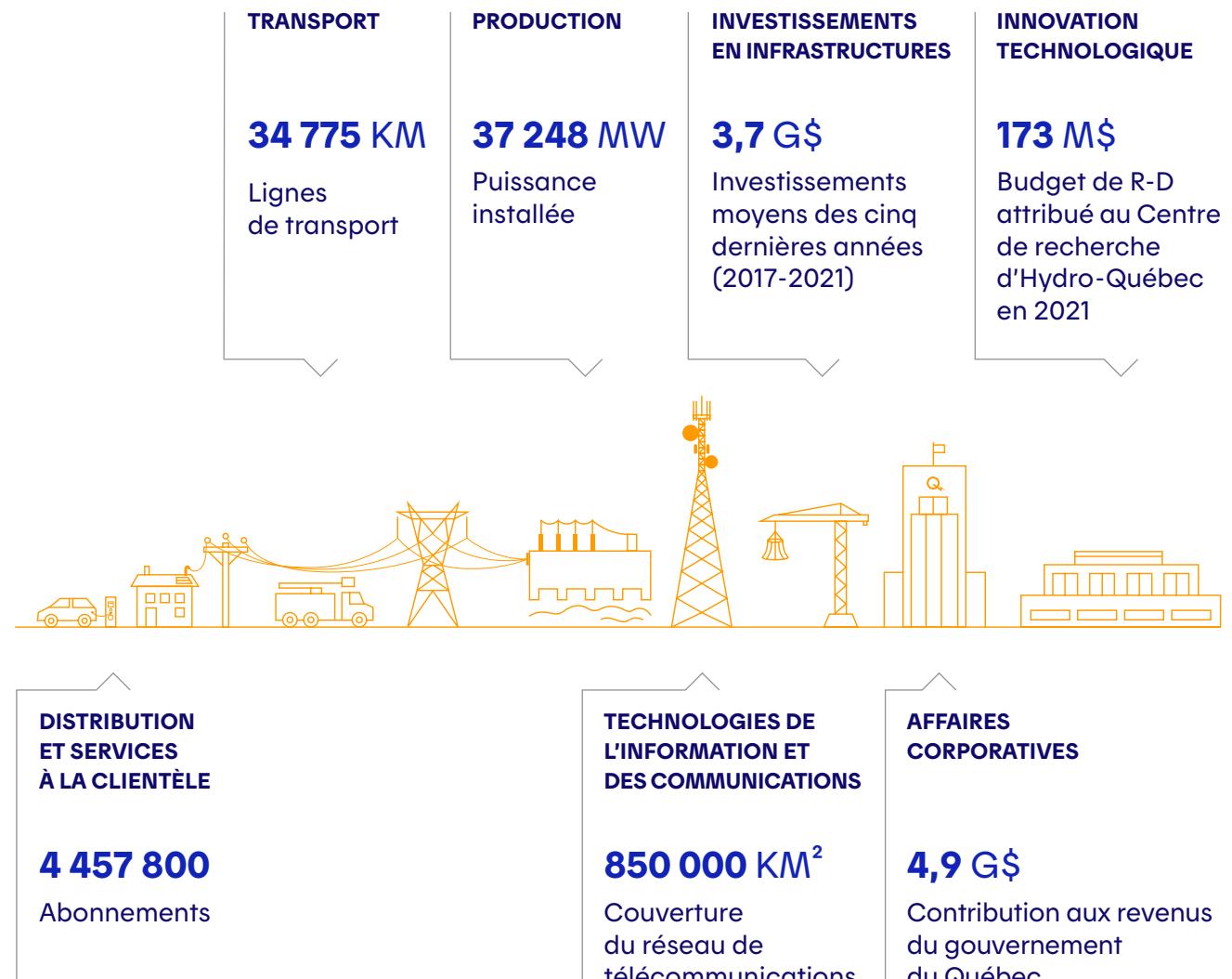
Contexte



Hydro-Québec en bref

Hydro-Québec est une société d'État à faible empreinte carbone, principalement reconnue pour sa production d'énergie propre et renouvelable provenant essentiellement de l'hydroélectricité. L'entreprise assure également le transport et la distribution de l'électricité, la construction des ouvrages, le développement de différentes innovations technologiques et l'exploitation de son propre réseau de télécommunications. La démarche d'adaptation aux changements climatiques d'Hydro-Québec est complexifiée par la grande diversité de ses activités (voir la figure 1) et par le vaste territoire qu'elle occupe (voir la carte 1).

Figure 1 : Principaux secteurs d'activité et actifs d'Hydro-Québec en décembre 2021





Carte 1 : Aménagements d'Hydro-Québec partout au Québec

- | |
|--|
| Centrales des réseaux autonomes |
| ● Centrale thermique à moteur diesel |
| ● Centrale hydroélectrique |
| ● Centrale thermique à moteur mazout lourd |
| Centrales de 245 MW et plus |
| ● Centrale hydroélectrique |
| ● Centrale thermique |
| Autres installations |
| ■ Poste à 735 kV |
| — Ligne à 735 kV |
| - - - Ligne à 735 kV en construction |
| — Réseaux voisins schématisés |
| — - - Ligne à 450 kV à courant continu |

CLIENTÈLE D'HYDRO-QUÉBEC

La mission d'Hydro-Québec est de fournir une alimentation électrique fiable et des services de grande qualité à sa clientèle grâce à l'exploitation de sources d'énergie propre et renouvelable à 99 %. En 2021, la clientèle résidentielle et la clientèle d'affaires de l'entreprise totalisaient 4 457 800 abonnements.

DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ

La majorité du réseau de distribution est constituée de lignes aériennes supportées par des poteaux en bois qui sillonnent les rues en acheminant l'électricité vers, notamment, les domiciles, les bâtiments publics et commerciaux et les sites industriels de l'ensemble des municipalités de la province. Sur les 119 345 km de lignes de distribution à moyenne tension, une faible proportion sont souterraines et elles sont surtout situées en milieu urbanisé.

TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

Les lignes de transport à haute tension (allant jusqu'à 735 kV) sont supportées par des pylônes et des portiques qui traversent la province d'un bout à l'autre, puisque le cœur de la production est situé loin des grands centres de consommation. C'est ainsi qu'Hydro-Québec exploite le plus vaste réseau de transport d'Amérique du Nord avec près de 35 000 km de lignes.

PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Hydro-Québec est l'un des plus grands producteurs d'hydroélectricité du monde avec une puissance installée de plus de 37 000 MW. Elle exploite une centaine d'aménagements hydroélectriques qui comprennent, entre autres, 62 centrales hydroélectriques, 28 réservoirs ainsi que 680 digues et barrages. Depuis 2021, elle exploite également deux centrales solaires. Moins de 0,4 % de sa production est issue de centrales thermiques et sert à alimenter des réseaux autonomes trop éloignés pour être connectés au réseau principal. Elle travaille présentement à convertir plusieurs réseaux autonomes à des sources d'énergie renouvelable.

RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Hydro-Québec possède son propre réseau de télécommunications, ce qui lui permet de gérer et de surveiller toutes ses installations. Il couvre 850 000 km², soit près de la moitié de la superficie du Québec. Il est composé de liaisons hertziennes, de fibres optiques, de tours de télécommunications et d'une multitude d'équipements, tels des applications, des serveurs, des logiciels, des commutateurs, des routeurs et des consoles téléphoniques. Il répond également aux besoins de radiocommunications mobiles pour plus de 8 000 personnes.

INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES

Les activités d'Hydro-Québec nécessitent un parc d'infrastructures colossal. L'entreprise est responsable de la conception, de la construction et de l'entretien de multiples ouvrages. Alors que les investissements dans les infrastructures ont atteint 3,7 G \$ en moyenne les cinq dernières années, le *Plan stratégique 2022-2026* d'Hydro-Québec prévoit qu'ils s'élèveront à 5,0 G \$ au cours des cinq prochaines années.

INNOVATION

Hydro-Québec exploite son propre centre de recherche et met au point diverses innovations technologiques, par exemple des matériaux de batteries sécuritaires, des systèmes de stockage d'énergie, des systèmes de motorisation électrique et des robots assurant l'entretien du réseau. Elle possède également une équipe de recherche en climatologie qui travaille étroitement avec Ouranos, un consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques.

Gouvernance de l'adaptation aux changements climatiques

L'intérêt d'Hydro-Québec pour l'adaptation aux changements climatiques ne date pas d'hier. Tout a commencé à la suite d'événements météorologiques extrêmes qui ont marqué la province, plus spécialement le délugue du Saguenay en 1996 et la crise du verglas de 1998. Ces catastrophes naturelles hors du commun ont mis de l'avant la vulnérabilité d'Hydro-Québec face aux aléas climatiques et l'ont amenée à se questionner sur l'incidence des changements climatiques sur l'intensité et la fréquence de ces situations extrêmes. C'est dans le but de mieux connaître la vulnérabilité de ses actifs et de ses activités à ces changements qu'Hydro-Québec a notamment cofondé Ouranos avec le gouvernement du Québec en 2001. Depuis, elle a participé à de nombreux projets de recherche et amélioré ses connaissances sur divers enjeux.

Plus récemment, en 2019, Hydro-Québec s'est dotée d'une structure de gouvernance transversale dans le but d'encadrer et de prioriser ses actions. L'objectif est d'assurer une bonne prise en compte de l'ensemble des besoins des différents secteurs d'activité de sa chaîne de valeur, de permettre une circulation efficace de l'information à tous les niveaux de gestion et d'optimiser la prise de décisions.

Cette structure rassemble des membres représentant les différentes fonctions de l'entreprise (par exemple, les équipes responsables de la conception, de l'exploitation, de la gestion intégrée des risques, de l'environnement, du développement durable, des assurances) dans l'ensemble de sa chaîne de valeur. Elle a permis de mener pour une première fois l'analyse globale des risques physiques liés aux changements climatiques et d'établir des actions pour les atténuer. L'implication en continu de tous les artisans de ce vaste chantier sera essentielle pour assurer la pérennité et le bon déroulement de la démarche d'adaptation. Leur travail consistera notamment à ajuster les axes d'intervention au besoin, à mettre en œuvre les actions qui s'imposent et à suivre les résultats. L'adhésion de tous les membres de la structure et la participation active de chacun à toutes les étapes sont primordiales.

LIENS AVEC LES PARTIES PRENANTES

Une adaptation réussie ne se fait pas en silo. Elle s'effectue en collaboration avec toutes les parties prenantes, autant à l'interne qu'à l'externe. Pour ce premier plan d'adaptation, Hydro-Québec s'est concentrée sur ses propres actifs et activités, tout en continuant de siéger à différents comités interministériels et d'assurer son rôle de responsable de la mission *Électricité* dans le plan des mesures d'urgence du gouvernement du Québec (rétablissement du service d'électricité et déploiement de ses génératrices).

Hydro-Québec est déjà en communication avec plusieurs municipalités qui ont également entamé une démarche d'adaptation. Elle souhaite jouer un rôle de catalyseur pour faciliter la mise en œuvre d'initiatives prises par ces municipalités, mais aussi par d'autres acteurs gouvernementaux et de la société civile. Hydro-Québec a rencontré plusieurs parties prenantes afin de leur présenter son plan et de recueillir leur rétroaction de façon à le bonifier en continu. Elle compte poursuivre en ce sens et travailler plus étroitement avec ses partenaires, soit les municipalités, la sécurité civile, les communautés autochtones et les organismes.

Par ailleurs, Hydro-Québec désire continuer à collaborer avec d'autres entreprises d'importance du secteur de l'énergie au Canada. La mise en commun d'enjeux et de solutions ainsi que la détermination des meilleures pratiques du secteur sont essentielles pour maintenir une démarche d'adaptation robuste.



Impacts des changements climatiques sur Hydro-Québec

Les changements climatiques se font déjà sentir depuis un certain temps dans l'ensemble de la province, qui a enregistré une hausse des températures variant de 1 à 3 °C pendant la période 1950-2011 (Ouranos, 2015). On observe aussi des changements des conditions météorologiques en ce qui concerne, par exemple, la pluie, la neige et les vents.

Dans les prochaines décennies, les changements climatiques entraîneront des conséquences variables sur les grandes tendances moyennes et sur les extrêmes, et leur intensité variera selon les saisons. De plus, ils toucheront l'ensemble des régions, mais de façon différente d'un endroit à l'autre et de façon plus marquée dans le nord du Québec. Il s'agit d'un élément important à garder en tête puisque les actifs et les activités d'Hydro-Québec sont dispersés dans l'ensemble de la province, allant des réseaux autonomes situés au nord jusqu'aux grandes villes du sud du Québec, qui regroupent la majorité de la clientèle. Dans les mises à jour de notre plan d'adaptation, l'occurrence des aléas climatiques devra d'ailleurs prendre en compte les variations régionales.

MODÉLISATION CLIMATIQUE

Le plan d'adaptation d'Hydro-Québec présente des cartes de projections climatiques ainsi que des informations sommaires sur leur construction et la façon de les interpréter. Pour plus de détails, il est conseillé de consulter le *Guide sur les scénarios climatiques* (Ouranos, 2016a) ainsi que la *Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec* (Ouranos, 2015).

Les modèles climatiques sont des outils numériques complexes qui projettent l'évolution du climat sur une période donnée. Chaque grand centre de modélisation climatique dans le monde détient son propre modèle. Il est d'ailleurs recommandé de s'appuyer sur les simulations climatiques d'un ensemble de modèles différents pour obtenir les résultats les plus représentatifs possible. C'est pourquoi sur les cartes de projections climatiques, il est d'usage de voir une fourchette de résultats (10^e percentile, médiane, 90^e percentile) qui représente l'ensemble des résultats simulés par différents modèles climatiques. Il est impossible de sélectionner le meilleur modèle ou la meilleure simulation climatique, chaque simulation étant une représentation plausible de l'avenir.

La modélisation climatique se base sur différents scénarios d'émissions de GES. Ils sont élaborés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et ce sont les mêmes pour l'ensemble des modèles climatiques dans le monde. Ces scénarios prévoient les différents avenirs possibles en matière d'émissions de GES, d'aérosols et d'autres gaz dans l'atmosphère, en tenant compte de facteurs socioéconomiques, comme l'évolution de la population, et des décisions politiques liées à des cibles de réduction de GES.

Pour l'élaboration du présent plan, ce sont les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP, pour *Representative Concentration Pathways*) qui ont été utilisés comme scénarios d'émissions. La démarche d'Hydro-Québec se base sur les meilleures pratiques en science du climat et donc sur les deux scénarios suivants :

- le scénario d'émissions élevées (RCP 8.5), selon lequel les émissions de GES continueraient d'augmenter rapidement au cours du siècle ;
- le scénario d'émissions modérées (RCP 4.5), selon lequel les émissions de GES diminueraient pour atteindre certaines cibles de réduction et se stabiliseraient d'ici la fin du siècle.

Autrement dit, les simulations climatiques qui découlent du scénario d'émissions élevées projettent des changements de température plus importants que ceux qui sont obtenus avec le scénario d'émissions modérées. Par contre, il est difficile de connaître exactement de quelle façon les émissions évolueront et c'est pourquoi il est fortement conseillé d'utiliser deux scénarios d'émissions de GES pour tous types d'études.

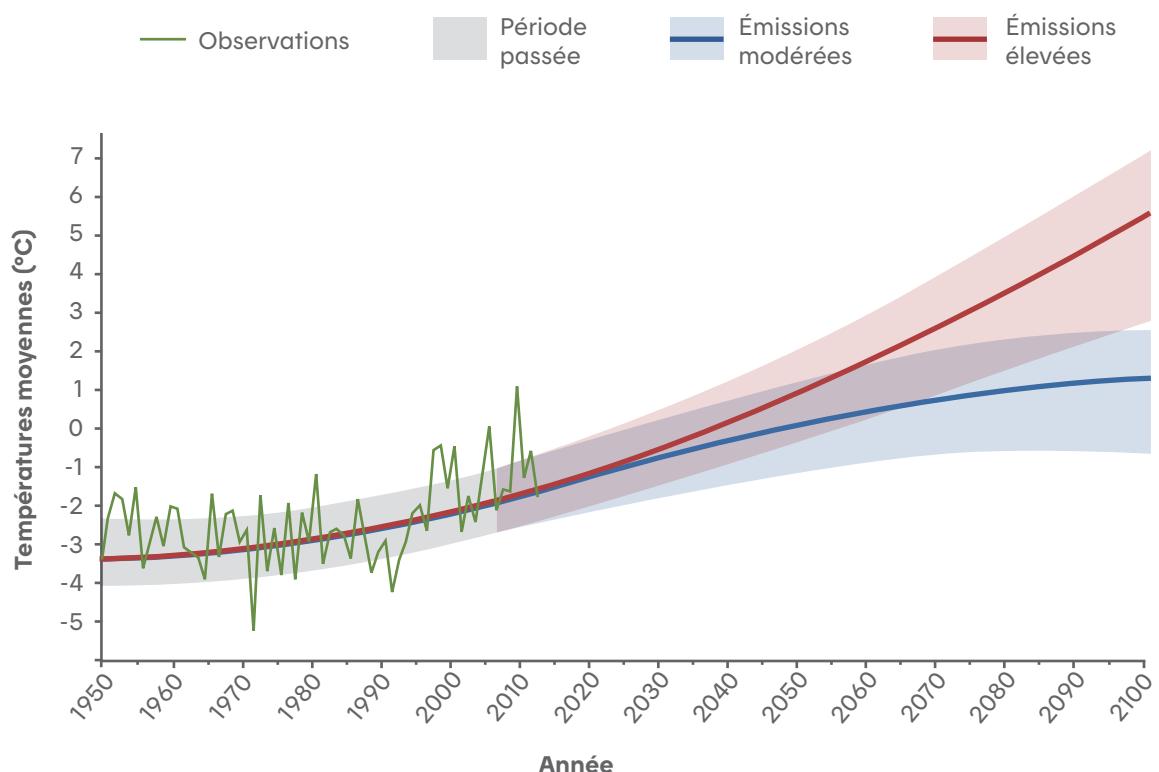
Les scénarios d'émissions sont mis à jour lorsque de nouvelles données ou méthodes sont disponibles. Ainsi, les RCP seront remplacés par les SSP, pour *Shared Socioeconomic Pathways*. Dans une prochaine mise à jour du plan, les simulations climatiques les plus récentes dictées par les SSP seront utilisées.

Le graphique 1 présente l'évolution des températures moyennes annuelles dans la province de Québec. Comme l'illustre la ligne brisée verte, des années plus chaudes ont succédé à des années plus froides. Cette fluctuation est communément appelée *variabilité naturelle du climat*. Plus les années passent, plus il est possible d'observer une tendance à la hausse des températures.

Jusqu'en 2050 environ, la bande bleue chevauche en grande partie la bande rouge, ce qui veut dire qu'il y aurait peu de différences entre ce que projette le scénario d'émissions modérées et celui d'émissions élevées. En fait, l'impact des changements climatiques que nous ressentons aujourd'hui est la conséquence des émissions de GES qui ont été produites il y a quelques décennies. **En d'autres mots, il faudra attendre jusqu'en 2050 pour constater les répercussions de nos efforts actuels en matière de réduction des GES. Ce sont les efforts d'aujourd'hui qui permettront de stabiliser le climat vers la fin du siècle (bande bleue).**

Ce graphique illustre bien que nous devrions nous adapter aux inévitables changements climatiques même si des mesures importantes de réduction des GES sont mises en place dès maintenant. Il montre également à quel point il est nécessaire de poursuivre nos efforts pour éviter que le climat ne s'emballe.

Graphique 1 : Évolution des températures moyennes annuelles au Québec de 1950 à 2100 selon un ensemble de simulations climatiques globales*



Source : Ouranos (2021a).

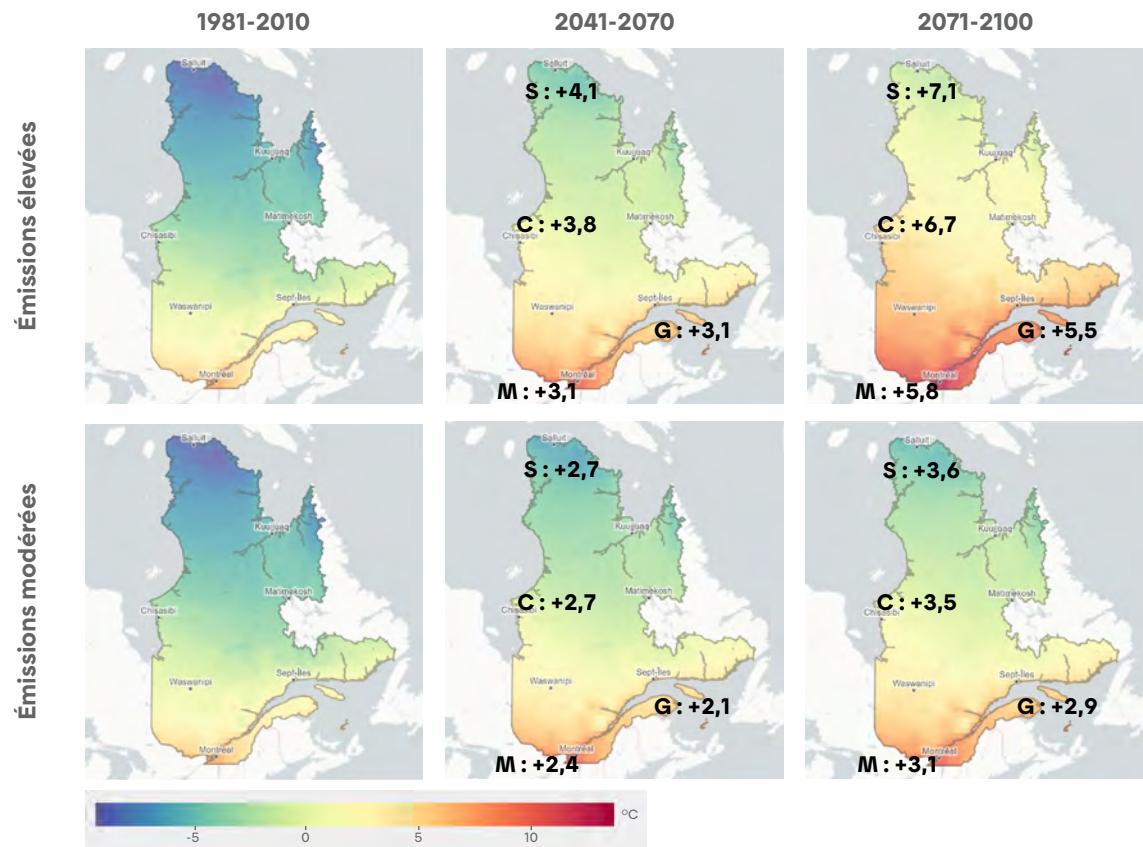
* Les bandes représentent les valeurs comprises entre les 10^e et 90^e percentiles des simulations utilisées pour les périodes passée (1951-2005) et future (2006-2100), alors que les courbes représentent les médianes.

ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES ET DES PRÉCIPITATIONS AU QUÉBEC

Le climat québécois est caractérisé par une forte variation nord-sud des températures moyennes annuelles. Effectivement, les températures sont bien plus clémentes dans le sud que dans le nord du Québec. Quant à l'intensité des changements climatiques, on s'attend également à ce qu'elle varie d'un endroit à l'autre. Par exemple, selon un scénario d'émissions de GES élevées, la médiane des changements de températures à la fin du siècle sera de +7,1 °C dans le nord, à Salluit, alors qu'elle sera de +5,8 °C dans le sud, à Montréal (voir la figure 2). Ces variations seront également différentes d'une saison à l'autre, et l'hiver sera plus fortement touché : on prévoit une augmentation des températures hivernales de +12,1 °C à Salluit et de +6,5 °C à Montréal.

D'importants changements sont également attendus pour les valeurs extrêmes de température, comme les vagues de chaleur. Par exemple, dans le secteur de la baie James, pendant la période de référence, soit de 1981 à 2010, la température dépassait très rarement les 30 °C, c'est-à-dire environ un jour par année. Selon le scénario d'émissions de GES élevées, ces journées chaudes seront plus fréquentes à la fin du siècle : on estime qu'il y en aura une quinzaine par année, ce qui aura sans contredit de fortes répercussions sur les communautés de cette région et sur leurs infrastructures.

Figure 2 : Moyenne annuelle des températures au Québec (échelle de couleurs) et hausse des températures (°C) pour Montréal (M), Gaspé (G), Chisasibi (C) et Salluit (S), par scénario d'émissions de GES et par période*



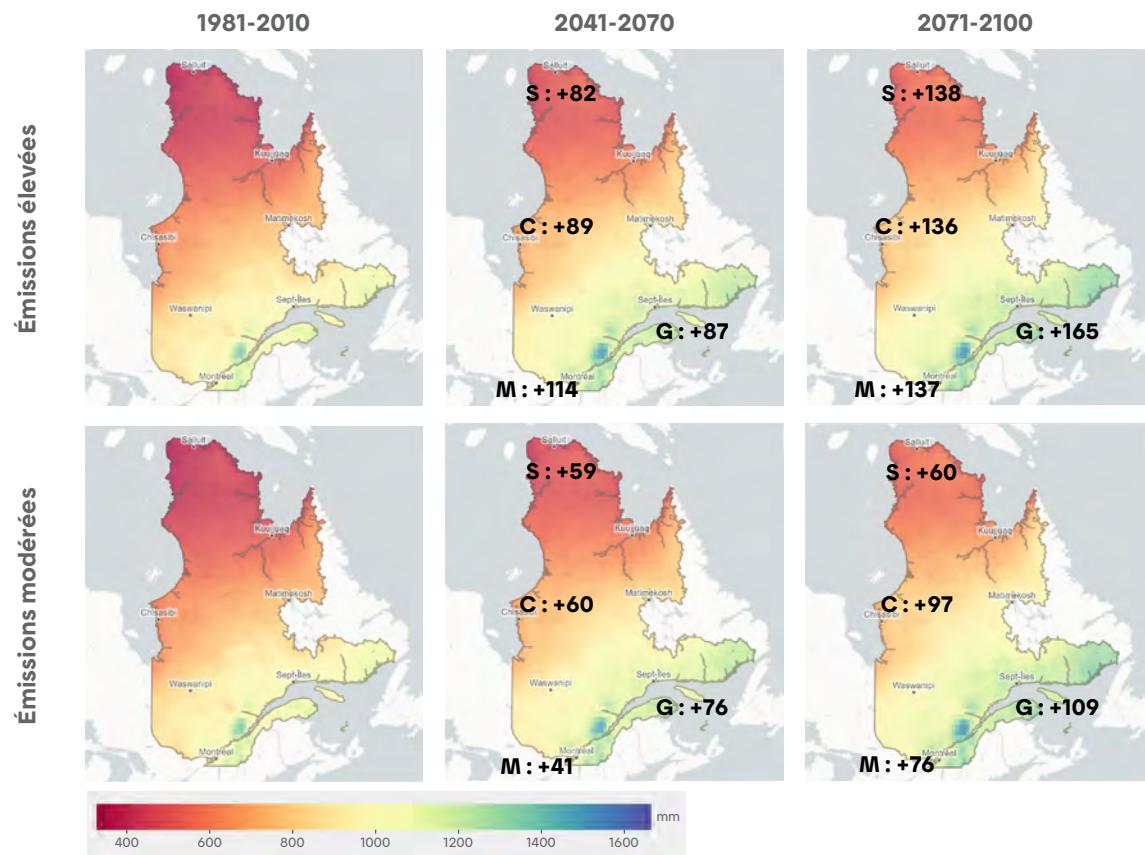
Source : Ouranos (2021a).

* Les données représentent la médiane des simulations. Les hausses de température sur la carte correspondent aux différences entre les températures moyennes annuelles de la période de référence (1981-2010) et celles des périodes futures.

Du côté des précipitations, c'est dans la vallée du Saint-Laurent que l'on mesure les plus fortes accumulations (voir la figure 3). En effet, le nord de la province peut recevoir annuellement jusqu'à la moitié moins de précipitations que le sud. D'ici la fin du siècle, l'ensemble de la province sera marqué par une augmentation des précipitations moyennes.

Les changements climatiques auront aussi des effets sur les types de précipitations. Les chutes de neige seront principalement à la baisse dans les régions du sud du Québec, alors que ce sera l'inverse dans le nord. Certains événements extrêmes, comme les précipitations maximales totales lors d'une période de cinq jours consécutifs, auront tendance à augmenter dans l'ensemble de la province. La gestion des pluies extrêmes pourrait ainsi devenir un enjeu pour plusieurs infrastructures d'Hydro-Québec.

Figure 3 : Moyenne annuelle des précipitations au Québec (échelle de couleurs) et hausse des précipitations (mm) pour Montréal (M), Gaspé (G), Chisasibi (C) et Salluit (S), par scénario d'émissions de GES et par période*



Source : Ouranos (2021a).

* Les données représentent la médiane des simulations. Les hausses de précipitations sur les cartes correspondent aux différences entre les précipitations annuelles moyennes de la période de référence (1981-2010) et celles des périodes futures.

EXEMPLES D'ENJEUX PAR RÉGION

Comme le montre la figure 4, les enjeux qui touchent ou qui risquent de toucher Hydro-Québec varieront d'une région à l'autre, et ce, pour un même actif. Par exemple, un poteau de distribution d'électricité pourrait être altéré par la dégradation du pergélisol dans le Québec arctique, par les feux de forêt dans le Québec central et par l'érosion dans le Québec côtier (pour plus d'exemples d'impacts, voir le tableau 1 en p. 31).

Figure 4 : Exemples de quelques enjeux auxquels Hydro-Québec fait ou devra faire face

QUÉBEC CENTRAL

Augmentation des feux et des précipitations

- Modification des pratiques de gestion hydrique causée par un changement du régime des crues
- Dommages aux infrastructures
- Réduction de la capacité de transport d'électricité



QUÉBEC URBAIN ET RURAL

Hausse des températures et des précipitations extrêmes

- Coups de chaleur chez les travailleurs et travailleuses
- Augmentation des inondations
- Plus grande demande d'énergie l'été

QUÉBEC ARCTIQUE

Hausse des températures et dégradation du pergélisol

- Dommages aux routes et infrastructures
- Déplacement de la limite nordique des arbres
- Impact sur les réseaux autonomes (Par exemple, l'affaissement du sol causé par le dégel du pergélisol pourrait forcer l'arrêt d'une centrale thermique qui assure l'alimentation électrique du réseau.)

QUÉBEC CÔTIER

Augmentation des tempêtes, des surcotes et de l'érosion

- Infrastructures très vulnérables (routes, lignes électriques, bâtiments)
- Modification du potentiel éolien causée par un changement de la direction moyenne des vents dominants moyens

Méthode



Une démarche en deux temps

Afin de déployer ses efforts aux bons moments et aux bons endroits, Hydro-Québec a entrepris un vaste exercice pour déterminer les principaux risques physiques liés aux changements climatiques auxquels elle fait face. L'entreprise a utilisé une méthode d'analyse spécialement adaptée à ses besoins et conforme à diverses normes (ISO 14091:2021; ISO 14090:2019; ISO 31000:2018) et lignes directrices fédérales et internationales en matière de changements climatiques (Association canadienne de l'électricité, 2017; Conseil canadien des ingénieurs, 2008; GIEC, 2014; Infrastructure Canada, 2018; International Hydropower Association, 2019; Saucier et ministère de la Santé et des Services sociaux, 2017).

La démarche s'est déroulée en deux phases (voir la figure 5) :

- La première a consisté à dresser une liste des risques liés aux actifs et aux activités d'Hydro-Québec quant aux changements climatiques (étapes 1 à 3).
- La seconde phase a visé à établir les axes d'intervention de l'entreprise, à trouver des mesures d'adaptation potentielles et à déterminer des actions pour atténuer ces risques (étapes 4 et 5).

Figure 5 : Démarche de création du plan d'adaptation d'Hydro-Québec



Étape 1 : Évaluer la vulnérabilité des actifs et des activités

SÉLECTION DES ACTIFS ET DES ACTIVITÉS

Les actifs et activités retenus pour l'évaluation de la vulnérabilité sont ceux exposés aux aléas climatiques. Lors d'ateliers regroupant les expertes et experts de chaque domaine de compétence de l'entreprise, plus de 700 éléments à risque (groupe de composants ou d'activités) ont été ciblés pour l'analyse. Ces éléments ont été retenus soit parce qu'ils ont une conception comparable, soit parce qu'ils sont susceptibles d'être touchés de manière similaire par l'évolution des conditions climatiques.

ESTIMATION DE LA VULNÉRABILITÉ DES ACTIFS ET DES ACTIVITÉS

Le niveau de vulnérabilité des actifs et des activités a ensuite été déterminé par des spécialistes. L'exercice a permis d'assurer une compréhension commune de la méthode et des instructions à suivre pour remplir les grilles d'analyse.

L'établissement d'une cote de vulnérabilité des actifs et des activités aux changements climatiques a été effectué selon les trois critères d'impacts suivants :

- **État physique de l'actif** : Impacts sur l'intégrité structurelle de l'actif pouvant mener à une usure accélérée ou à une défaillance prématurée.
- **Fonctionnalité de l'actif ou fiabilité du service** : Impacts sur le fonctionnement habituel de l'actif ou sur la qualité du service, menant à des écarts entre le service reçu et le service attendu.
- **Ressources ou contraintes opérationnelles** : Impacts sur la capacité à effectuer l'entretien d'un actif et à accéder aux installations, sur la mobilisation de ressources pour mettre en œuvre une activité ou sur la productivité du personnel touché par un aléa climatique donné.

Selon leur jugement d'experts et d'expertes, les spécialistes internes et externes impliqués dans la démarche d'évaluation des risques ont sélectionné une cote de vulnérabilité allant de faible (1) à très élevée (4) pour les quelque 700 éléments à risque.

Étape 2 : Déterminer les principaux impacts des changements climatiques

SÉLECTION DES ALÉAS CLIMATIQUES D'INTÉRÊT

En fonction des événements météorologiques ayant eu des impacts sur les actifs et les activités d'Hydro-Québec par le passé, plusieurs paramètres climatiques et différents seuils d'intensité ont été sélectionnés. Dans certains cas, la combinaison de plusieurs aléas a également été évaluée (par exemple, le verglas et les forts vents). Le tableau 1 présente les différents aléas climatiques retenus pour l'analyse, leur évolution au Québec (tendance) ainsi que des exemples d'impacts potentiels pour Hydro-Québec.



Chaleurs extrêmes



Froids extrêmes



Cycles de gel-dégel



Neige



Pluie verglaçante



Précipitations extrêmes



Débits et crues



Vents



Foudre



Feux de forêt

Tableau 1 : Portrait des aléas climatiques les plus susceptibles de toucher Hydro-Québec

Aléas climatiques	Évolution au Québec	Exemples d'impacts pour Hydro-Québec
Températures	Chaleurs extrêmes (vagues de chaleur et canicules)	 Les chaleurs extrêmes ont tendance à augmenter en fréquence, en durée et en intensité.
	Froids extrêmes (vagues de froid)	 Les froids extrêmes ont tendance à diminuer en fréquence.
	Cycles de gel-dégel	 La fréquence des cycles de gel-dégel a tendance à rester stable. Cependant, la saisonnalité changera : il y aura un peu plus de cycles en hiver, mais un peu moins au printemps et à l'automne.

Aléas climatiques		Évolution au Québec	Exemples d'impacts pour Hydro-Québec
Précipitations	Précipitations extrêmes (événements de courte et de longue durée, fortes accumulations)	 Les précipitations extrêmes ont tendance à augmenter en fréquence, en durée et en intensité.	<ul style="list-style-type: none"> Défis de gestion des débits des rivières et des réservoirs en cas de crues plus intenses, plus fréquentes ou moins prévisibles Refoulements des infrastructures de drainage Problèmes d'accès lors d'interventions d'urgence (par exemple, la chute d'arbres sur les routes et les inondations) Inondations des bâtiments et des équipements
	Débits et crues	 Les débits ont tendance à augmenter dans le nord et à diminuer dans le sud.	<ul style="list-style-type: none"> Variation du débit moyen des cours d'eau selon la région
	Neige (fortes accumulations, neige humide, tempêtes)	 La fréquence des chutes et des accumulations de neige abondantes a tendance à diminuer dans le sud et à augmenter dans le nord.	<ul style="list-style-type: none"> Déneigement des toitures de bâtiments, des chemins d'accès et des campements Risques pour la santé et la sécurité du personnel lors de déplacements Modification de l'intensité et du début des crues printanières

Aléas climatiques		Évolution au Québec	Exemples d'impacts pour Hydro-Québec
Précipitations	Pluie verglaçante	 Certaines régions ont tendance à être touchées par une plus forte accumulation de verglas, alors que c'est l'inverse pour d'autres.	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation des risques de pannes du réseau Déglaçage de certains actifs Incapacité d'accéder à certains actifs
Vents	Vents soutenus et rafales	 Les événements de vents forts ont tendance à augmenter en fréquence et en intensité.	<ul style="list-style-type: none"> Dommages aux supports des lignes de transport, aux tours de télécommunications et aux poteaux des lignes de distribution Augmentation du risque de pannes du réseau Perturbations des activités aériennes (par exemple, le transport en hélicoptère et l'inspection par drone)
Autres	Foudre	 La foudre a tendance à augmenter en fréquence.	<ul style="list-style-type: none"> Dommages aux lignes aériennes ainsi qu'aux actifs qui y sont reliés Risques pour la santé et la sécurité des travailleurs et travailleuses

Aléas climatiques		Évolution au Québec	Exemples d'impacts pour Hydro-Québec
Autres	Croissance de la végétation	 La saison de croissance de la végétation a tendance à se prolonger.	<ul style="list-style-type: none"> Adaptation des activités de maîtrise de la végétation pour tenir compte de sa croissance plus rapide (par exemple, les ressources et les contraintes opérationnelles)
	Feux de forêt	 Les feux de forêt ont tendance à augmenter en fréquence.	<ul style="list-style-type: none"> Perte ou destruction d'actifs Pannes dues à une exposition directe des équipements à la fumée ou à des températures ambiantes trop élevées Baisse de la visibilité et risque plus élevé de problèmes cardiorespiratoires chez les travailleurs et travailleuses

ESTIMATION DE LA PROBABILITÉ D'OCCURRENCE DES ALÉAS

Afin d'estimer l'évolution des différents aléas climatiques sélectionnés, Hydro-Québec s'est basée sur un maximum d'informations disponibles. Lorsque possible, l'évolution de certains aléas a été évaluée à l'aide de données provenant de simulations climatiques accessibles sur le site [Donneesclimatiques.ca](https://www.donneesclimatiques.ca) (Environnement et Changement climatique Canada et autres, 2021). Il s'agit d'indicateurs pour lesquels la modélisation climatique est bien avancée, ce qui permet d'obtenir des résultats quantifiables ainsi qu'un bon niveau de confiance. Dans d'autres cas, lorsque la science ne permet pas d'avoir des résultats suffisamment robustes, une revue de littérature ainsi que le jugement d'expertes et d'experts en climatologie ont contribué à définir des cotes qualitatives.

Une cote de probabilité allant de très rare à fréquent a été attribuée à chaque aléa (voir le tableau 2), et ce, pour chacune des zones climatiques, des horizons temporels et des scénarios d'émissions de GES visés (voir la figure 6). L'échelle de probabilité qui a été utilisée tente de représenter la majorité des actifs et des activités d'Hydro-Québec. Néanmoins, pour des aléas extrêmement rares, comme une crue exceptionnelle dont la probabilité d'occurrence est de 1 en 10 000 ans – appelée *crue décimillennale* –, les cotes disponibles ne sont pas adéquates. Les risques liés aux aléas très peu fréquents sont donc évalués seulement en fonction de la vulnérabilité des actifs.

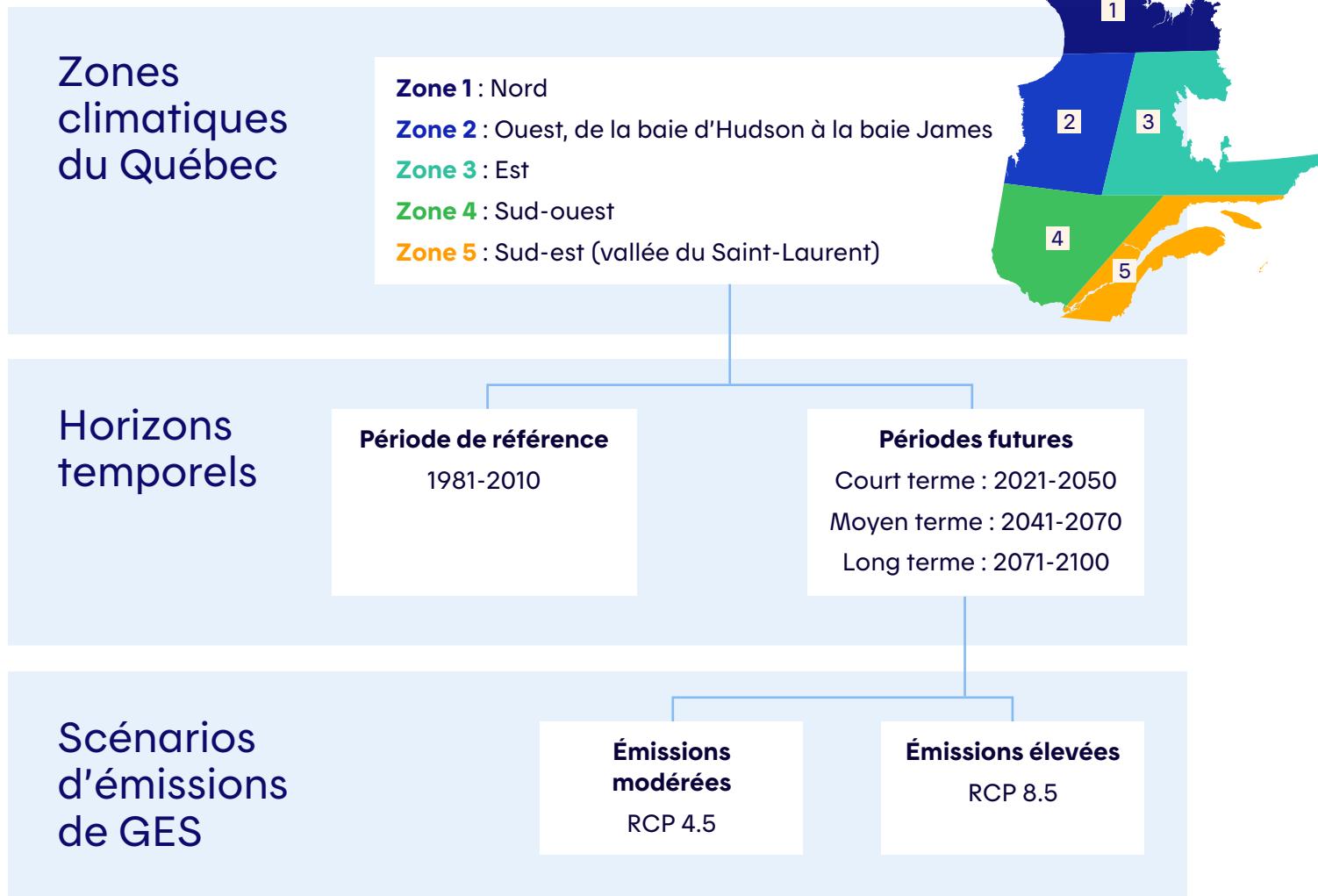


Tableau 2 : Échelle des cotes attribuées aux aléas climatiques selon leur probabilité d'occurrence

Cote	Description	Probabilité d'occurrence	Période de récurrence
Qualitative*	Très rare	$P \leq 1\%$	< 1/100 ans
1	Rare	$1\% < P \leq 2\%$	1/100 ans – 1/50 ans
2	Vaguement possible	$2\% < P \leq 4\%$	1/50 ans – 1/25 ans
3	Possible	$4\% < P \leq 10\%$	1/25 ans – 1/10 ans
4	Assez probable	$10\% < P \leq 50\%$	1/10 ans – 1/2 ans
5	Probable	$50\% < P \leq 100\%$	1/2 ans – 1/an
6	Certain	$100\% < P \leq 500\%$	1/an – 5/an
7	Fréquent	$P \leq 500\%$	$\leq 5/\text{an}$

* Certains aléas climatiques pour lesquels il est difficile d'estimer la cote de probabilité avec un niveau de confiance suffisant sont traités de manière qualitative à partir d'une description de leurs tendances et de leurs impacts sur l'actif.

Figure 6 : Structure pour le calcul des probabilités d'occurrence des aléas climatiques



ZONES CLIMATIQUES

Les actifs et les activités d'Hydro-Québec couvrent un vaste territoire ; selon leur emplacement géographique, ils seront touchés différemment par les changements climatiques. Par exemple, le niveau de risque lié à l'augmentation des canicules peut être plus élevé pour un poste électrique situé dans le sud du Québec, en zone 5, que pour un poste similaire dans le nord, en zone 1.

Pour les besoins de l'analyse, le territoire a été découpé en cinq zones climatiques : une seule zone aurait fourni une information trop grossière, alors qu'un nombre plus élevé aurait généré de l'information trop détaillée et alourdi l'exercice. Les résultats obtenus en fonction de ces zones permettent de dresser un portrait global de l'évolution des risques auxquels fait face l'entreprise dans l'ensemble de la province. Toutefois, pour la mise en œuvre des mesures d'adaptation, des données à plus fine échelle seront utilisées.

HORIZONS TEMPORELS

La durée de vie des actifs d'Hydro-Québec est très variée. Par exemple, la longévité des poteaux en bois du réseau de distribution se situe entre 50 et 60 ans, alors qu'elle est d'environ 120 ans pour un barrage en remblai. Pour l'évaluation des risques sur une période convenant à l'actif, trois horizons temporels ont été sélectionnés. Cette façon de procéder permet non seulement de tenir compte de la durée de vie de l'actif, mais aussi d'évaluer si la criticité du risque progresse dans le temps.

SCÉNARIOS D'ÉMISSIONS DE GES

Deux scénarios d'émissions de GES ont été utilisés, soit un d'émissions modérées (RCP 4.5) et un d'émissions élevées (RCP 8.5) (voir la section Modélisation climatique, p. 20).

Étape 3 : Évaluer les risques

Une analyse de risques typique s'appuie sur les résultats de la cotation de la vulnérabilité (étape 1) et sur ceux de la cotation de la probabilité d'occurrence des aléas climatiques (étape 2). C'est en combinant les deux qu'il est possible de déterminer le niveau de criticité du risque (voir la figure 7).

Grâce à cette approche qui a été reproduite pour chacun des horizons temporels, il a été possible de noter l'évolution des niveaux de risque dans les prochaines décennies. Ainsi, la criticité du risque et son amplification au fil du temps sont deux aspects qui ont été considérés pour définir les principaux risques auxquels l'entreprise fait face.

Figure 7 : Détermination du niveau de criticité du risque



Étape 4 : Établir les axes d'intervention

À partir de l'évaluation détaillée des risques réalisée à l'étape précédente et de leur jugement d'experts et d'expertes, les personnes participant à la démarche ont établi les 26 axes d'intervention d'Hydro-Québec (voir le tableau 3). Elles ont ainsi consigné la gravité des conséquences potentielles sur différentes dimensions (par exemple, la santé et la sécurité du public, la continuité du service électrique, l'environnement et les finances de l'entreprise). Tous les axes retenus sont considérés d'égale importance pour l'entreprise. Certains sont liés à des impacts plus graves, mais beaucoup moins probables, ou inversement. Par exemple, les îlots de chaleur constituent un enjeu notable qui touche et touchera une grande partie de la population et du personnel de l'entreprise. Même si les impacts, dans ce cas, ne sont pas catastrophiques à court terme, les mesures pour les prévenir recevront autant d'attention que les mesures liées à tout autre axe d'intervention.

Cette étape a permis de classer les 26 axes d'intervention dans l'une des quatre catégories suivantes :

1 Conception : Actifs dont la conception actuelle pourrait ne plus être adaptée à la nouvelle réalité climatique.

2 Exploitation : Incapacité à mener les activités selon les méthodes ou les exigences actuelles.

3 Pannes et impacts sur les actifs : Incidents causés par des événements météorologiques de forte intensité.

4 Santé et sécurité des travailleurs et travailleuses : Détérioration de l'environnement de travail causée par les changements climatiques.

Tableau 3 : Axes d'intervention de l'entreprise pour s'adapter aux changements climatiques*

Catégorie	Axe d'intervention
Conception	1. Ajuster les activités et normes de conception
	2. Maintenir une capacité d'évacuation appropriée
	3. Augmenter la résilience des ouvrages de régulation
	4. Augmenter la résilience des ouvrages de retenue
	5. Planifier l'entretien et le remplacement des poteaux en bois pour optimiser leur durée de vie dans le contexte de conditions météorologiques extrêmes
	6. Limiter l'effet d'îlot de chaleur causé par les aménagements
	7. Adapter la gestion et la conception des systèmes de climatisation, de ventilation et de chauffage aux chaleurs extrêmes
	8. Adapter les systèmes de drainage pluvial aux épisodes de précipitations à intensité élevée
	9. Collaborer avec les partenaires externes de télécommunications pour augmenter la résilience des infrastructures et des services partagés
	10. Augmenter la résilience des conduites forcées et des cheminées d'équilibre extérieures

* À noter que les axes d'intervention sont classés par catégories et non par ordre de priorité.

Catégorie	Axe d'intervention
Exploitation	11. Adapter les activités de déneigement et les pratiques de conception des toitures aux accumulations de neige abondantes
	12. Adapter la maîtrise de la végétation à une croissance accrue de certaines espèces
	13. Préserver une bonne communication avec l'ensemble de la clientèle résidentielle et d'affaires dans un contexte où ses demandes vont croissant
	14. Planifier les activités courantes en tenant compte des contraintes accrues sur les ressources humaines en raison des changements climatiques
	15. Adapter les méthodes utilisées lors de travaux de construction à la nouvelle réalité climatique
	16. Réduire au maximum les difficultés d'accès aux installations lors d'événements météorologiques extrêmes
	17. Planifier les travaux de maintenance des lignes en fonction de nouvelles contraintes thermiques
Pannes et impacts sur les actifs	18. Limiter les impacts des événements météorologiques extrêmes sur la fiabilité du réseau aérien
	19. Augmenter la résilience des réseaux autonomes
	20. Prévenir les inondations en amont ou en aval des centrales
	21. Augmenter la résilience des bâtiments essentiels
	22. Préserver la sécurité des actifs et des activités dans les zones à risque de feux de forêt

Catégorie	Axe d'intervention
Santé et sécurité des travailleurs et travailleuses	<p>23. Protéger le personnel contre les coups de chaleur et les conditions qui y sont apparentées</p> <p>24. Protéger le personnel des pathologies associées au travail extérieur</p> <p>25. Ajuster les activités de prévention relatives aux chutes sur surfaces glacées</p> <p>26. Insister sur l'importance d'adopter des comportements sécuritaires lors de déplacements véhiculaires et d'activités nautiques en contexte de changements climatiques</p>

Étape 5 : Déterminer des mesures d'adaptation potentielles et mettre en place celles qui sont les mieux adaptées à la réalité d'Hydro-Québec

Les membres du personnel d'Hydro-Québec impliqués dans la préparation du *Plan d'adaptation* ont recherché de multiples mesures d'adaptation potentielles pour chacun des 26 axes d'intervention. Elles et ils se sont basés sur leurs connaissances et se sont également inspirés de mesures mises en place par d'autres entreprises.

Pour chaque axe d'intervention, différentes mesures d'adaptation ont été décrites dans un modèle de fiche permettant de rassembler un maximum de renseignements utiles. Plusieurs séances d'information ont été offertes au comité de travail technique et scientifique composé d'experts et d'expertes de leur domaine pour les appuyer dans la rédaction des fiches et pour les amener à réfléchir en fonction de divers types de mesures d'adaptation (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2021) :

- 1 Emplacement** : En évitant d'installer l'infrastructure dans un secteur fragilisé, il est possible de diminuer l'exposition au risque. Ce type de mesure d'adaptation s'applique principalement à l'aménagement de nouveaux actifs. Par exemple, éviter la construction d'un ouvrage dans une zone inondable, éviter les zones à forte érosion côtière.
- 2 Conception** : Lors de la construction ou de la réfection des ouvrages, réaliser une conception plus résiliente ou sélectionner des matériaux mieux adaptés à la nouvelle réalité climatique. Par exemple, rehausser les lignes électriques, intégrer un stationnement écoresponsable dans le milieu, privilégier des infrastructures vertes.
- 3 Gestion et entretien** : La modification de la fréquence d'entretien ou du calendrier des travaux peut permettre de gérer efficacement certains risques. Par exemple, déneiger plus souvent les toits, adapter les activités de maîtrise de la végétation, modifier la gestion hydrique.

Une fois qu'on dispose d'un éventail de mesures, il est plus facile de sélectionner l'option convenant le mieux aux besoins d'Hydro-Québec et de mettre en œuvre l'adaptation aux changements climatiques. Comme le montre l'exemple illustré à la figure 8, on peut atténuer un risque de différentes façons. Chaque mesure est choisie en fonction des particularités de l'activité ou de l'actif, car il n'existe pas de solution unique pour l'ensemble des actifs et des activités d'Hydro-Québec.

Figure 8 : Exemple de différents types de mesures d'adaptation pour atténuer le risque de charge accrue de neige sur les toits



Champs d'action



Maintenant qu'Hydro-Québec a ciblé ses 26 axes d'intervention pour s'adapter aux changements climatiques, elle est prête à se mettre en action.

La seconde partie, *Stratégies*, décrit les premières actions qui seront mises en œuvre ; à noter que les mesures seront mises à jour et bonifiées régulièrement. Dans les prochaines années, l'entreprise travaillera sur quatre grands champs d'action pour accélérer son adaptation aux changements climatiques (voir la figure 9) :

- 1** Mise en œuvre des actions d'adaptation liées aux 26 axes d'intervention
- 2** Sensibilisation, formation et collaboration des parties prenantes
- 3** Programmation de la recherche et développement de l'expertise
- 4** Pérennisation de l'engagement de l'entreprise en matière de lutte contre les changements climatiques dans sa politique et ses encadrements



Figure 9 : Grands champs d'action de la démarche d'adaptation d'Hydro-Québec



Mise en œuvre des actions d'adaptation liées aux 26 axes d'intervention

Pour chaque axe d'intervention, les différents groupes d'Hydro-Québec ont déterminé des actions visant à atténuer les risques qui y sont associés. Il est important de souligner que les spécialistes connaissaient déjà la majorité des impacts des changements climatiques sur les activités d'Hydro-Québec. Pour cette raison, l'entreprise a déjà mis en œuvre plusieurs actions présentées en détail dans la partie *Stratégies*.

Comme chaque action est sous la responsabilité d'un groupe en particulier au sein d'Hydro-Québec, le rôle du comité de coordination du *Plan d'adaptation aux changements climatiques* est d'assurer le suivi de leur mise en œuvre et de leur avancement. Pour ce faire, des indicateurs de progression ou des cibles ont été établis. Les responsables des actions seront sollicités régulièrement afin d'évaluer si de nouvelles connaissances, des modifications du contexte dans lequel évolue l'entreprise ou des événements climatiques justifiaient de bonifier ou de revoir certaines actions.

Sensibilisation, formation et collaboration des parties prenantes

Il est essentiel que l'ensemble du personnel ait une compréhension commune des enjeux liés aux changements climatiques. Les premières activités de sensibilisation et de formation ont été accomplies en 2020 :

- 1 Capsule de sensibilisation pour l'ensemble du personnel** : Sensibiliser le personnel aux changements climatiques et l'informer sur la démarche d'adaptation en cours.
- 2 Formation des cadres** : Expliquer aux gestionnaires les répercussions possibles des changements climatiques sur les activités de leurs équipes et les sensibiliser, entre autres, aux coûts de l'adaptation, mais également à ceux de l'inaction.
- 3 Formation des expertes et experts techniques** : Expliquer la modélisation climatique et les scénarios d'émissions de GES aux spécialistes, et plus particulièrement les aspects techniques et fondamentaux de l'utilisation de tels scénarios climatiques.

Les prochaines activités auront pour objectif de développer l'expertise interne d'Hydro-Québec et de former un groupe de spécialistes qui maîtrisent bien le dossier et qui pourront ensuite agir en tant qu'agents et agentes de changement dans leurs équipes. Cette phase du programme de formation visera à expliquer comment utiliser les données provenant de simulations climatiques et à uniformiser les pratiques au sein de l'entreprise. Cette formation se concentrera sur l'utilisation de l'Atlas climatique d'Hydro-Québec (voir l'encadré en p. 53).

Dans le cadre de la préparation du présent plan d'adaptation, Hydro-Québec a rencontré plusieurs de ses parties prenantes pour en faire la présentation et obtenir leur rétroaction. Dans les années à venir, elle souhaite accélérer sa collaboration avec elles afin de favoriser le partage des meilleures pratiques et des expériences, puis mettre en place des partenariats en vue d'agir comme catalyseur de l'adaptation aux changements climatiques.

Programmation de la recherche et développement de l'expertise

L'équipe du Centre de recherche d'Hydro-Québec travaille depuis plus de 20 ans à bâtir son expertise et à la mettre à profit dans le cadre de différents projets. Certains sont réalisés conjointement avec Ouranos, des partenaires scientifiques ainsi que des experts et expertes techniques d'Hydro-Québec. Les premières années de collaboration ont été consacrées au développement de la science et à la mise en place de nouvelles méthodes, tandis que les plus récentes ont permis de renforcer cette expertise de pointe et d'en tirer profit lors de projets appliqués. Ces derniers ont mené à des résultats concrets appliqués aux activités d'Hydro-Québec. En voici quelques exemples :

- l'évaluation de l'hydrologie au Québec (Guay, Minville et Braun, 2015);
- le calcul en contexte de changements climatiques des crues décamillennales (Ouranos, 2021b) et des crues maximales probables (Clavet-Gaumont et autres, 2017; Ouranos, 2015);
- l'évaluation de la valeur des actifs dans un contexte de changements climatiques (Ouranos, 2020);
- l'estimation du potentiel éolien pour le rééquipement des parcs éoliens (Ouranos et Nergica, 2018).

Ces projets ont notamment permis à l'entreprise d'entamer efficacement la mise en place de son propre plan d'adaptation. L'évolution du climat implique un changement de paradigme : les données observées ne peuvent plus soutenir les hypothèses sur l'avenir de l'exploitation énergétique. Les projections climatiques sont désormais un élément essentiel pour gérer l'ensemble des activités de l'entreprise. L'utilisation de nouvelles données et méthodes de travail requiert un savoir-faire et un soutien scientifique de qualité. Il est impératif pour Hydro-Québec de posséder cette expertise à l'interne pour soutenir sa démarche d'adaptation.

Les changements climatiques devront être pris en compte dans l'ensemble des activités de l'entreprise et, à cet effet, Hydro-Québec appuiera des projets d'innovation de différentes façons. Le Centre de recherche d'Hydro-Québec va soutenir le personnel de l'entreprise en lui permettant d'accéder efficacement aux données de projections climatiques centralisées et validées (voir l'encadré Atlas climatique d'Hydro-Québec), de concevoir des outils d'aide à la décision et d'intégrer ces nouvelles méthodes à ses pratiques. La science du climat étant en constante évolution, une mise à jour assidue des connaissances sera également au cœur des activités d'Hydro-Québec pour bien cerner les risques pour l'entreprise.

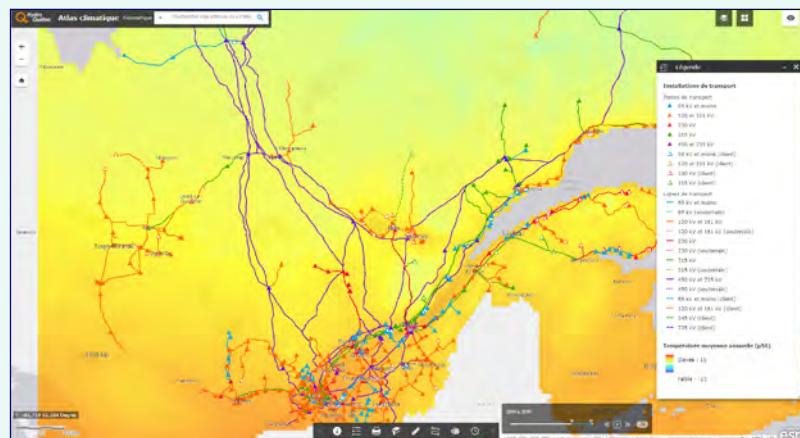
La stratégie de recherche des prochaines années visera en priorité à rendre l'information climatique plus robuste, notamment grâce à une meilleure prise en charge de l'incertitude liée aux aléas climatiques de même qu'à l'amélioration de la modélisation des phénomènes climatiques complexes. Un effort particulier sera consacré à la quantification du risque climatique lié aux événements extrêmes tels que, par exemple, les vagues de chaleur, les précipitations intenses et les rafales. Hydro-Québec a d'ailleurs amorcé plusieurs projets en ce sens, en collaboration avec des chercheuses et chercheurs universitaires ainsi qu'Ouranos.

ATLAS CLIMATIQUE D'HYDRO-QUÉBEC

Afin d'aider ses spécialistes à s'approprier les résultats des projections climatiques, Hydro-Québec conçoit présentement un atlas des variables et des indicateurs climatiques. Cet atlas a pour objectif de fournir les données climatiques de façon efficace et centralisée dans un outil géoréférencé et adapté aux besoins de l'entreprise. L'information sera mise à jour de façon régulière, selon les besoins et les nouvelles projections climatiques.

Cet outil permettra de visualiser sur une même carte des données climatiques et des données spatiales de l'entreprise. Par exemple, il sera possible de voir à la fois les températures moyennes à l'horizon 2041-2070 et les installations du réseau de transport d'Hydro-Québec sur la carte du Québec (voir la figure 10).

Figure 10 : Exemple de carte de l'Atlas climatique d'Hydro-Québec en cours de développement



Pérennisation de l'engagement de l'entreprise en matière de lutte contre les changements climatiques dans sa politique et ses encadrements

Hydro-Québec souhaite pousser plus loin son engagement à lutter contre les conséquences négatives des changements climatiques en tenant compte de ceux-ci dans l'ensemble de ses activités et de ses processus décisionnels. En d'autres mots, outre les axes d'intervention qu'elle a cernés, Hydro-Québec vise à inclure la prise en compte des changements climatiques dans l'ensemble de ses pratiques en se dotant de lignes directrices claires.

Les trois grands objectifs poursuivis sont les suivants :

- 1** Démontrer l'engagement ferme de l'entreprise face aux risques climatiques et aux possibilités d'améliorer ses pratiques en participant activement à l'effort collectif pour renforcer la résilience de la société québécoise.
- 2** Fixer clairement les attentes et les règles à observer pour l'ensemble de l'entreprise en ce qui concerne la prise en compte des scénarios climatiques.
- 3** Être à l'avant-garde de la conformité des éventuelles exigences gouvernementales en matière de résilience aux changements climatiques.

Consolider l'engagement de l'entreprise au moyen de la politique *Notre Environnement* facilitera l'adhésion de l'ensemble du personnel à la lutte contre les changements climatiques. Dans certains cas, l'entreprise prendra la balle au bond pour s'adapter (voir l'encadré Exemple d'adaptation : les lignes de transport, p. 55). Dans d'autres cas, ce sont des partenariats qui l'amèneront à adapter ses pratiques et à diminuer son impact sur l'environnement (voir l'encadré Exemple de partenariat avec le milieu : stationnement écoresponsable dans l'arrondissement de Saint-Léonard, p. 56).

EXEMPLE D'ADAPTATION : LES LIGNES DE TRANSPORT

Sous l'effet de la chaleur, les conducteurs composant les lignes électriques se dilatent et s'affaissent. Pour des raisons de sécurité, des normes dictent les distances minimales à respecter entre les conducteurs et le sol. Trois raisons principales causent le réchauffement et la dilatation des conducteurs : la température ambiante, l'énergie absorbée en provenance du soleil et le courant qui circule dans la ligne.

Le réseau de transport d'Hydro-Québec ayant été principalement conçu pour faire face aux pointes de charges hivernales, les pratiques de conception ont historiquement toujours été calibrées afin d'assurer le service de transport dans des conditions où les températures sont très basses. Aujourd'hui, le réseau est de plus en plus sollicité en été, notamment en raison de l'augmentation de la charge de climatisation supplémentaire liée aux changements climatiques.

En réaction à cette nouvelle réalité, Hydro-Québec a, depuis plusieurs années déjà, modifié les pratiques de conception de ses nouvelles lignes de transport afin de limiter les contraintes sur son réseau en situation de températures élevées.

Les projets de rehaussement thermique de lignes font partie des pratiques classiques qui permettent d'augmenter la capacité de transit d'une ligne en cas de besoin. En contexte de changements climatiques, cette solution pourrait être appelée à être utilisée plus souvent pour compenser la diminution de capacité de transit causée par une augmentation des températures ambiantes.

Comme il serait difficilement justifiable de remplacer ou de modifier l'ensemble des pylônes existants simplement sur la base de l'augmentation projetée des températures ambiantes, un groupe de travail d'Hydro-Québec se penche actuellement sur différents aspects de la capacité thermique des lignes de transport, et la question des changements climatiques fait partie des discussions.

De plus, lorsqu'un projet prévoit d'ajouter, de modifier ou de remplacer certaines sections de lignes en raison d'une augmentation projetée de transit ou pour d'autres raisons, il s'agit d'une excellente occasion de s'adapter aux changements climatiques à moindre coût : on s'assure alors que les besoins à long terme sont satisfaits tout en prenant en compte les conditions dans lesquelles les équipements sont appelés à évoluer.

EXEMPLE DE PARTENARIAT AVEC LE MILIEU : STATIONNEMENT ÉCORESPONSABLE DANS L'ARRONDISSEMENT DE SAINT-LÉONARD

L'Arrondissement de Saint-Léonard a demandé l'aide d'Hydro-Québec pour aménager un stationnement écoresponsable sous une ligne à haute tension. C'est que tout aménagement sous ces lignes doit respecter des normes strictes visant à assurer un usage sécuritaire. Afin d'aller de l'avant avec cette initiative, Hydro-Québec a travaillé de concert avec les instances municipales et des spécialistes en protection contre l'électrisation pour garantir la faisabilité du projet.

Avec l agrandissement des jardins communautaires et d'un parc à chiens, il devenait nécessaire d'augmenter le nombre de places de stationnement pour répondre à la demande croissante. L'arrondissement de Saint-Léonard fait partie des secteurs les plus exposés à la chaleur de l'île de Montréal et est déjà touché par les effets des îlots de chaleur urbains, qui s'amplifieront avec les changements climatiques. C'est ainsi qu'il a été décidé de privilégier un stationnement écoresponsable certifié par le Conseil régional de l'environnement de Montréal.

La chaussée des cases du stationnement est recouverte d'un enduit ayant un indice de réflectance élevé qui contribue à la lutte contre les îlots de chaleur. De plus,

l'aménagement inclut de la végétation qui favorisera une gestion optimale des pluies extrêmes à l'aide d'un système de biorétention. Le stationnement incitera à la mobilité durable avec des porte-vélos et des places réservées pour le covoiturage et l'autopartage.

Hydro-Québec souhaite jouer un rôle clé dans d'autres initiatives similaires avec les municipalités tout en s'assurant de l'intégration optimale et sécuritaire de ses installations dans le paysage.



Stationnement écoresponsable à l'intersection des rues Jean-Rivard et Arthur-Péloquin, à Montréal. Au moment où cette photo a été prise, les travaux étaient en cours et la végétation n'avait pas encore été plantée en totalité.
Source : Ville de Montréal

Prochaines étapes



Ce premier plan d'adaptation aux changements climatiques est le fruit de la collaboration de nombreuses personnes. Hydro-Québec est fière d'y résumer sa démarche, ses premières intentions et sa façon de s'organiser pour le mettre en œuvre de façon efficace. Il a été conçu pour être à la fois durable et flexible : il constitue une base solide qui évoluera en fonction de ses préoccupations, des innovations et de l'évolution des bonnes pratiques dans le domaine.

Ce plan d'adaptation est axé sur les risques physiques touchant les actifs et les activités d'Hydro-Québec. D'autres pistes d'amélioration ont déjà été envisagées pour la prochaine version :

- **Complément de l'analyse des risques liés aux activités** : L'analyse des risques liés aux activités s'est pour l'instant centrée sur celles ayant un impact direct sur les actifs eux-mêmes. Hydro-Québec souhaite élargir son analyse et inclure l'ensemble de ses activités dans le prochain plan d'adaptation, en plus de raffiner les filtres de priorisation de ses risques.
- **Mise à jour des données et projections climatiques utilisées** : Les sciences du climat évoluent sans cesse et les scénarios d'émissions sont périodiquement redéfinis. De nouveaux jeux de données sont également rendus disponibles au fur et à mesure que les connaissances dans le domaine s'étoffent. Il sera alors primordial d'utiliser les données pertinentes les plus récentes lors de la mise à jour du plan.
- **Intégration des risques liés à de nouveaux secteurs d'activité** : Depuis le début de l'analyse, de nombreux secteurs d'activité se sont ajoutés, par exemple deux centrales solaires, les batteries de stockage et la conversion des réseaux autonomes. Il sera important d'intégrer en continu les risques liés à ces nouveaux secteurs.
- **Meilleure intégration des enjeux environnementaux** : L'approche utilisée jusqu'à maintenant est principalement axée sur les infrastructures de l'entreprise et sur l'ingénierie. Il sera primordial d'ajouter l'analyse des effets cumulatifs des changements climatiques et des activités d'Hydro-Québec sur différents enjeux environnementaux.

- **Renforcement de la synergie entre la démarche, d'autres initiatives importantes de l'entreprise et celles des acteurs gouvernementaux et de la société civile** : Des dossiers importants comme la décarbonation et la biodiversité ont un lien direct avec l'adaptation aux changements climatiques. Hydro-Québec souhaite mieux arrimer les efforts pour optimiser les résultats.
- **Intégration des coûts liés aux risques climatiques** : En parallèle avec sa démarche d'adaptation, Hydro-Québec publiera un rapport financier sur la gestion des risques climatiques.

Le degré d'avancement du plan sera analysé en continu à partir de différents indicateurs de suivi (décris dans la seconde partie, intitulée *Stratégies*) et de mécanismes de reddition de comptes de l'entreprise (plans directeurs, rapport sur le développement durable). Pour ce qui est de la mesure du progrès de l'adaptation aux changements climatiques, il s'agit d'un exercice complexe et encore embryonnaire. Par exemple, pendant la rédaction de ce rapport, la Banque mondiale a publié une méthode pour évaluer la résilience aux changements climatiques (World Bank Group, 2021). Hydro-Québec restera à l'affût des avancées dans le domaine et tentera de bien mesurer ses progrès et son niveau de résilience aux changements climatiques.

L'intensité des changements climatiques comporte une part d'incertitude liée, entre autres, aux politiques sociales et économiques qui seront mises de l'avant. Toutefois, cette incertitude n'empêchera pas Hydro-Québec d'agir et de s'adapter, car l'accélération des changements climatiques est déjà une certitude. Les risques climatiques doivent désormais constituer des éléments à part entière des décisions de l'entreprise, et c'est ce envers quoi Hydro-Québec s'engage.

Partie 2 : Stratégies

Présentation des fiches

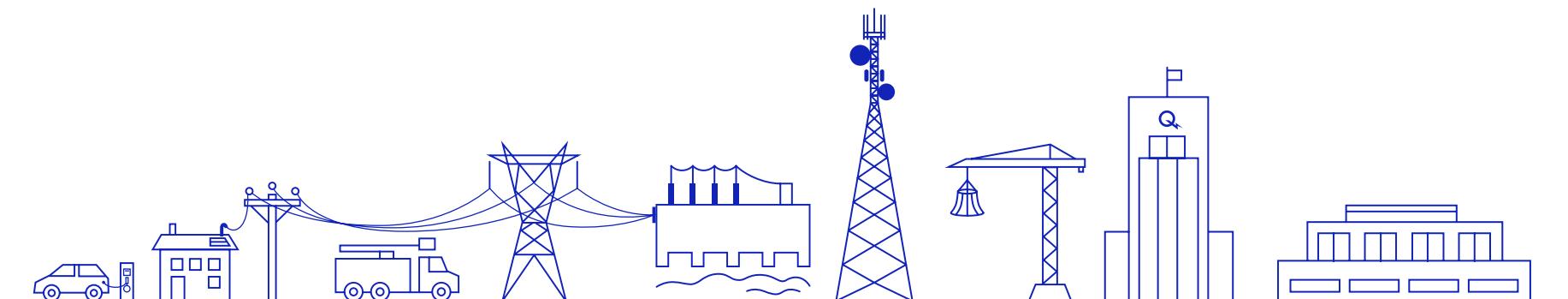
La deuxième partie du plan regroupe 26 fiches explicatives, soit une pour chacun des axes d'intervention d'Hydro-Québec. Il convient de rappeler qu'ils sont classés en quatre catégories :

1 Conception

2 Exploitation

3 Pannes et impacts sur les actifs

4 Santé et sécurité des travailleurs et travailleuses



Chaque fiche fournit une vue d'ensemble de l'axe d'intervention et des actions associées.

Description

Explication de l'impact des aléas climatiques sur les activités et les actifs d'Hydro-Québec et leurs conséquences pour elle.

Complément d'information

Renseignements supplémentaires pour mieux saisir les enjeux liés à cet axe d'intervention.

Actions

Les actions inscrites dans le tableau dénotent la volonté concrète d'Hydro-Québec de faire face aux changements climatiques. Comme la plupart des impacts des changements climatiques sont déjà connus et seront amplifiés en contexte de changements climatiques, plusieurs actions ont déjà été amorcées. L'entreprise fera un suivi régulier de ses actions et pourrait les adapter en fonction de l'évolution des connaissances ou des conditions climatiques.

18. Limiter les impacts des événements météorologiques extrêmes sur la fiabilité du réseau aérien

DESCRIPTION
L'augmentation de la fréquence et de l'intensité de certains événements météorologiques extrêmes occasionne des bris et des défaillances permanentes et temporaires des réseaux aériens de transport et de distribution. De plus, la longue durée de vie de certains actifs les rend particulièrement vulnérables.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Dans le but de réduire le nombre de pannes et leur durée, Hydro-Québec a mis en œuvre des plans d'action du côté de la sécurité du transport et de son réseau de distribution.
- Le réseau aérien subit actuellement de 10 à 12 jours d'événements majeurs en moyenne par année.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Mettre sur pied une patrouille de lignes afin de repérer les anomalies de remise à niveau lors de pannes.
- Promouvoir la diversification dans le réseau, c'est-à-dire des moyens qui assurent la même fonction et qui sont destinés à se substituer les uns aux autres en cas de besoin.
- Améliorer le dispositif de protection des conducteurs contre la foudre.
- Ajouter des dispositifs antiglissage sur les lignes de transport pour limiter les oscillations de grande amplitude.
- Ajouter des pylônes anticâche et accroître la taille des pylônes existants.
- Consulter des projections climatiques lors de la conception des lignes.

DÉFIS À RELEVER

- Une charge additionnelle de travail ajoutera de la pression sur les équipes en place, les rendant moins disponibles pour effectuer d'autres tâches.
- Les coûts des travaux à réaliser pour rendre le réseau plus robuste sont élevés.

Aléas climatiques

Pannes et impacts sur les actifs | 108

18. Limiter les impacts des événements météorologiques extrêmes sur la fiabilité du réseau aérien (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Tester l'enfoncement de certaines sections de lignes du réseau de distribution selon une nouvelle approche nécessitant moins de travaux civils	En cours (projet pilote)	—	Aucun
Externaliser certains travaux lors d'événements météorologiques extrêmes	2022	—	Aucun
Démarrer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal et Ouranos, le projet de recherche Impact des changements climatiques sur les réseaux météorologiques extrêmes qui mettent à risque les infrastructures hydroélectriques et minières du Québec	2022	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels est utilisée la carte de projection des aléas météorologiques extrêmes	Aucun
Renforcer les initiatives visant à améliorer la qualité du service (application des plans de réduction du nombre de pannes et de leur durée)	En cours	—	Aucun
Évoluer le potentiel du stockage d'énergie au moyen de batteries pour assurer la fiabilité des réseaux	2022	Indicateur : Nombre de nouvelles batteries installées	Aucun
Revoir le plan des mesures d'urgence en y intégrant les changements climatiques	2022	—	Aucun

Pannes et impacts sur les actifs | 109

Mesures d'adaptation potentielles

Liste de mesures d'adaptation qui ont été recensées lors du processus d'analyse. Hydro-Québec les présente à titre d'exemples pour contribuer à la mise en commun des connaissances en matière d'adaptation climatique.

Aléas climatiques

Icones qui représentent les aléas climatiques liés à l'axe d'intervention. Les changements climatiques modifient la fréquence, l'intensité et la durée des événements climatiques extrêmes. L'ampleur de ces modifications varie selon la région, l'horizon temporel et les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre.

Défis à relever

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre des mesures d'adaptation.

Conception

1. Ajuster les activités et normes de conception

DESCRIPTION

Les critères de conception actuels sont fondés, entre autres, sur des données historiques pour l'ensemble des infrastructures d'Hydro-Québec. Par exemple, le Code national du bâtiment 2015 – la version en vigueur lors de la rédaction du plan – ne tient pas compte des changements climatiques. Les critères de conception des ouvrages doivent être ajustés en fonction des changements climatiques, sans quoi il y a des risques de défaillance ou de mauvais dimensionnement.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Présentement, les lignes électriques sont conçues pour une température ambiante d'au maximum 30 °C.
- À Montréal, de 1981 à 2010, la température a dépassé les 30 °C environ 10 jours par année en moyenne. Selon un scénario d'émissions élevées de gaz à effet de serre, ce nombre avoisinera les 40 jours par année pendant la période 2041-2070.

- Les ouvrages existants ont déjà été conçus pour résister à des événements météorologiques extrêmes, pour lesquels une marge de sécurité importante a été prévue.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Adapter les méthodes de calcul en utilisant les projections climatiques.
- S'appuyer davantage sur les projections climatiques plutôt que seulement sur les données historiques au moment de la conception.
- Constituer une base de données rassemblant les données historiques et les données issues de scénarios climatiques.
- Concevoir des outils d'analyse et de nouvelles approches pour la sélection des critères de conception.
- Inciter les consultants et consultantes à acquérir une expertise en changements climatiques.



Pylônes électriques

Aléas climatiques



Débits et crues



Précipitations extrêmes



Chaleurs extrêmes



Froids extrêmes



Cycles de gel-dégel



Pluie verglaçante



Vents

1. Ajuster les activités et normes de conception (suite)

DÉFIS À RELEVER

- L'intégration des changements climatiques dans les critères de conception ajoute une part d'incertitude qui complexifie la prise de décisions. La mise au point d'outils adaptés aux changements climatiques, y compris une base de données, nécessite d'importantes ressources humaines et financières.

- Les coûts associés à une conception qui prend en compte les changements climatiques peuvent être plus élevés.
- Certains aléas climatiques sont plus complexes à modéliser et ne peuvent être inclus dans les critères de conception; des recherches devront être effectuées au préalable.

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Amorcer la migration d'une hydrologie déterministe vers une hydrologie stochastique, qui permet d'obtenir un éventail de valeurs probables pour l'analyse, la conception et l'exploitation	2022	—	Aucun
Se donner un cadre de référence pour définir les critères hydroclimatiques (par exemple, les crues, les précipitations et les températures) liés aux aménagements en contexte de changements climatiques	En cours	Cible : Établir d'ici 2023 le cadre de référence pour définir les critères relatifs aux pluies et aux crues extrêmes	2, 3, 4

1. Ajuster les activités et normes de conception (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Démarrer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal et Ouranos, le projet de recherche Impact des changements climatiques sur les aléas météorologiques extrêmes qui mettent à risque les infrastructures hydroélectriques et minières au Québec	2022	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels est utilisée la carte de projection des aléas météorologiques extrêmes	2, 4, 5, 14, 18
Effectuer une vigie météorologique sur les chantiers pour mieux planifier les travaux et parvenir à faire de l'entretien avant que ne survienne un aléa météorologique extrême	2022	—	Aucun
Faciliter et uniformiser l'utilisation des projections hydrologiques et climatiques au moyen d'un portail de données	En cours	Cibles : <ul style="list-style-type: none"> – Utiliser l'Atlas climatique lors de la conception des infrastructures d'ici 2024 – Utiliser les projections hydrologiques dans la planification des projets d'ici 2024 	2, 3, 4, 20, 21
Participer aux ateliers de révision de la norme CAN/CSA-S37-94, intitulée <i>Antennes, pylônes et supports d'antenne</i> , pour y intégrer la notion des changements climatiques	En cours	Indicateur : Publication de la norme par le Groupe CSA	Aucun

2. Maintenir une capacité d'évacuation appropriée

DESCRIPTION

Les ouvrages de régulation et d'évacuation contribuent à assurer une exploitation sécuritaire des aménagements hydroélectriques. Les changements climatiques modifieront les débits des rivières, ce qui pourrait complexifier l'exploitation des ouvrages de régulation et d'évacuation. Des contraintes d'exploitation supplémentaires et des travaux d'urgence sont des exemples de conséquences pour l'entreprise.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Hydro-Québec est soumise à la *Loi sur la sécurité des barrages*. Ainsi, elle exploite ses aménagements tout en assurant la sécurité des biens et des personnes.
- Les ouvrages de régulation et d'évacuation ont une durée de vie de 70 à 120 ans. Il est judicieux de prévoir une conception, une construction et une exploitation adaptée au climat projeté pour leur durée de vie.

- Les ouvrages existants ont déjà été conçus pour résister à des événements météorologiques extrêmes, pour lesquels une marge de sécurité importante a été prévue.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Créer des lignes directrices pour tenir compte des changements climatiques dans la conception des ouvrages.
- Améliorer les connaissances à propos des événements de précipitations extrêmes en contexte de changements climatiques.

DÉFIS À RELEVER

- Le milieu de l'ingénierie doit établir des lignes directrices claires pour que les changements climatiques soient intégrés adéquatement dans la conception des ouvrages.
- Les mesures d'adaptation qui nécessitent une modification des ouvrages existants engendreront des coûts importants.



Vue aérienne de la centrale de Bryson

Aléas climatiques



Précipitations extrêmes



Vents



Pluie verglaçante



Cycles de gel-dégel



Débits et crues



Froids extrêmes

2. Maintenir une capacité d'évacuation appropriée (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Évaluer le niveau de résilience des aménagements ciblés face aux changements climatiques (en général, lors de travaux de réfection)	En cours	Indicateur : Nombre d'aménagements dont le niveau de résilience a été évalué	3, 4, 10, 16, 20, 21
Faciliter et uniformiser l'utilisation des projections hydrologiques et climatiques au moyen d'un portail de données	En cours	Cibles : – Utiliser l'Atlas climatique lors de la conception des infrastructures d'ici 2024 – Utiliser les projections hydrologiques dans la planification des projets d'ici 2024	1, 3, 4, 20, 21
Se donner un cadre de référence pour définir les critères hydroclimatiques (par exemple, les crues, les précipitations et les températures) liés aux aménagements en contexte de changements climatiques	En cours	Cible : Établir d'ici 2023 le cadre de référence pour définir les critères relatifs aux pluies et aux crues extrêmes	1, 3, 4
Démarrer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal et Ouranos, le projet de recherche Impact des changements climatiques sur les aléas météorologiques extrêmes qui mettent à risque les infrastructures hydroélectriques et minières au Québec	2022	—	1, 4, 5, 14, 18

3. Augmenter la résilience des ouvrages de régulation

DESCRIPTION

Les changements anticipés dans la demande en énergie et les débits de rivière auront une incidence sur l'exploitation des ouvrages d'Hydro-Québec. De plus, les épisodes de vents violents et de verglas, de plus en plus fréquents, pourraient toucher les structures métalliques servant au levage des vannes d'évacuation.

Les conditions d'exploitation des ouvrages de régulation et d'évacuation en contexte de changements climatiques pourraient accélérer la dégradation de certains composants. En conséquence, l'entreprise pourrait avoir à assurer une maintenance accrue, à devancer certains travaux de réfection ou à réaliser des inspections plus fréquentes.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Hydro-Québec est soumise à la *Loi sur la sécurité des barrages*. Ainsi, elle exploite ses aménagements tout en assurant la sécurité des biens et des personnes.
- Les ouvrages de régulation et d'évacuation ont une durée de vie de 70 à 120 ans.

- L'augmentation des températures pouvant modifier le profil annuel de la demande d'énergie, l'entreprise devra possiblement composer avec des contraintes supplémentaires et une gestion hydrique différente.
- Les ouvrages existants ont déjà été conçus pour résister à des événements météorologiques extrêmes, pour lesquels une marge de sécurité importante a été prévue.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Utiliser des projections hydrologiques et climatiques selon les meilleures pratiques.
- Établir des mesures d'adaptation sur le plan opérationnel.

DÉFIS À RELEVER

- Hydro-Québec doit adapter la maintenance de ses ouvrages selon leur état et leur âge.
- Il faut optimiser la gestion de la maintenance pour diminuer la durée d'indisponibilité des vannes.
- Le milieu de l'ingénierie doit établir des lignes directrices claires pour que les changements climatiques soient intégrés adéquatement dans la conception des ouvrages.



Vue aérienne de l'aménagement Robert-Bourassa

Aléas climatiques



Précipitations extrêmes



Débits et crues



Chaleurs extrêmes



Froids extrêmes



Vents



Pluie verglaçante

3. Augmenter la résilience des ouvrages de régulation (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Évaluer le niveau de résilience des aménagements ciblés face aux changements climatiques (en général, lors de travaux de réfection)	En cours	Indicateur : Nombre d'aménagements dont le niveau de résilience a été évalué	2, 4, 10, 16, 20, 21
Faciliter et uniformiser l'utilisation des projections hydrologiques et climatiques au moyen d'un portail de données	En cours	Cibles : – Utiliser l'Atlas climatique lors de la conception des infrastructures d'ici 2024 – Utiliser les projections hydrologiques dans la planification des projets d'ici 2024	1, 2, 4, 20, 21
Se donner un cadre de référence pour définir les critères hydroclimatiques (par exemple, les crues, les précipitations et les températures) liés aux aménagements en contexte de changements climatiques	En cours	Cible : Établir d'ici 2023 le cadre de référence pour définir les critères relatifs aux pluies et aux crues extrêmes	1, 2, 4

4. Augmenter la résilience des ouvrages de retenue

DESCRIPTION

Les ouvrages de retenue sont des composants essentiels des aménagements hydroélectriques de l'entreprise au Québec. Les changements climatiques pourraient toucher le régime des vents, les débits, les conditions de formation des vagues, la couverture de glace et le niveau des eaux.

De telles conditions pourraient accélérer la dégradation de certains ouvrages de retenue en remblai et modifier les charges que subissent les ouvrages de retenue en béton. Pour Hydro-Québec, cela impliquerait alors des travaux de maintenance plus fréquents et des travaux de réfection plus importants.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Hydro-Québec est soumise à la *Loi sur la sécurité des barrages*. Ainsi, elle exploite ses aménagements tout en assurant la sécurité des biens et des personnes.
- Chaque barrage est conçu en fonction de différents facteurs, y compris les données connues sur les conditions météorologiques et les apports d'eau issus du bassin versant où il est construit, et devrait avoir une durée de vie d'au moins 70 ans.
- Les travaux de maintenance et de réfection peuvent prolonger la durée de vie des ouvrages.
- Les ouvrages existants ont déjà été conçus pour résister à des événements météorologiques extrêmes, pour lesquels une marge de sécurité importante a été prévue.



Vue aérienne de l'aménagement Bersimis-2

Aléas climatiques



Précipitations extrêmes



Vents



Pluie verglaçante



Débits et crues

4. Augmenter la résilience des ouvrages de retenue (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Cartographier la vulnérabilité des ouvrages face aux aléas climatiques.
- Continuer d'appliquer des mesures correctives temporaires jusqu'à la mise en œuvre de solutions permanentes.
- Adapter les méthodes actuelles de calcul et les critères de conception en fonction des changements climatiques.
- Établir des procédures d'intervention pour limiter le risque d'embâcles en période de formation de la couverture de glace.

DÉFIS À RELEVER

- Le milieu de l'ingénierie doit établir des lignes directrices claires pour que les changements climatiques soient intégrés adéquatement dans la conception des ouvrages.
- La prise en compte des changements climatiques pourrait nécessiter une revue du portefeuille des projets d'investissement sur un horizon de 20 ans, voire de 50 ans.

4. Augmenter la résilience des ouvrages de retenue (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Évaluer le niveau de résilience des aménagements ciblés face aux changements climatiques (en général, lors de travaux de réfection)	En cours	Indicateur : Nombre d'aménagements dont le niveau de résilience a été évalué	2, 3, 10, 16, 20, 21
Faciliter et uniformiser l'utilisation des projections hydrologiques et climatiques au moyen d'un portail de données	En cours	Cibles : – Utiliser l'Atlas climatique lors de la conception des infrastructures d'ici 2024 – Utiliser les projections hydrologiques dans la planification des projets d'ici 2024	1, 2, 3, 20, 21
Se donner un cadre de référence pour définir les critères hydroclimatiques (par exemple, les crues, les précipitations et les températures) liés aux aménagements en contexte de changements climatiques	En cours	Cible : Établir d'ici 2023 le cadre de référence pour définir les critères relatifs aux pluies et aux crues extrêmes	1, 2, 3
Démarrer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal et Ouranos, le projet de recherche Impact des changements climatiques sur les aléas météorologiques extrêmes qui mettent à risque les infrastructures hydroélectriques et minières au Québec	2022	—	1, 2, 5, 14, 18

5. Planifier l'entretien et le remplacement des poteaux en bois pour optimiser leur durée de vie dans le contexte de conditions météorologiques extrêmes

DESCRIPTION

Lorsqu'un poteau en bois est intégré au réseau de distribution, il a une durée de vie déterminée de 60 ans. Cependant, quelques complications peuvent conduire à des remplacements prématurés, comme la pourriture, les trous de pics-bois à la recherche de nourriture ou d'un abri et l'infestation de fourmis charpentières. La hausse des températures allonge les périodes où les conditions sont favorables à la pourriture, et ce, même dans des régions qui n'étaient pas touchées auparavant. Le territoire et la population des pics-bois et des fourmis sont également en expansion. Enfin, les événements météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses dépassent parfois les normes de conception et causent plus de bris de poteaux.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Les champignons et la pourriture prospèrent dans un milieu où la température se situe entre 10 et 35 °C et où l'humidité est supérieure à 25 %.
- Les poteaux endommagés par des fourmis charpentières sont remplacés en moyenne après 41 ans.
- Il y a près de 1,93 million de poteaux en bois dans le réseau de distribution.
- Tous les 10 ans, les poteaux sont inspectés et leur état, consigné.
- Les poteaux sont traités contre la pourriture et ils peuvent être traités à nouveau après 20 ans si l'inspection en démontre la nécessité.
- En 2021, le coût de remplacement d'un poteau était d'environ 5 500 \$.
- La population du grand pic a connu une augmentation de 23 % au Québec de 1989 à 2014.



Poteau endommagé par des pics-bois

Aléas climatiques



Chaleurs extrêmes



Froids extrêmes



Précipitations extrêmes



Pluie verglaçante



Neige



Foudre



Vents

5. Planifier l'entretien et le remplacement des poteaux en bois pour optimiser leur durée de vie dans le contexte de conditions météorologiques extrêmes (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Remplacer des poteaux en bois par des poteaux en composite ou en acier dans des secteurs ciblés.
- Revoir à la baisse la durée de vie déterminée des poteaux en fonction des changements climatiques.
- Installer un capuchon de protection au sommet des poteaux pour prolonger leur durée de vie.
- Lors de l'inspection, utiliser un produit qui détruit le nid de fourmis repéré sur un poteau.
- Revoir la classe (longueur et diamètre) des poteaux pour augmenter la robustesse du réseau et simplifier l'approvisionnement stratégique.
- Ajouter des haubans.

DÉFIS À RELEVER

- Une charge additionnelle de travail ajoutera de la pression sur les équipes en place, les rendant moins disponibles pour effectuer d'autres tâches.
- Une augmentation des coûts liés aux matériaux et aux remplacements plus fréquents des poteaux est à prévoir.
- Vu l'ampleur du réseau, il faudra cibler les zones à risque en fonction des aléas.
- Hydro-Québec n'est pas propriétaire de tous les poteaux. Conséquemment, la conception, la fréquence de remplacement et la gestion des classes de poteaux doivent être négociées avec les autres propriétaires.

5. Planifier l'entretien et le remplacement des poteaux en bois pour optimiser leur durée de vie dans le contexte de conditions météorologiques extrêmes (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Démarrer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal et Ouranos, le projet de recherche Impact des changements climatiques sur les aléas météorologiques extrêmes qui mettent à risque les infrastructures hydroélectriques et minières au Québec	2022	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels est utilisée la carte de projection des aléas météorologiques extrêmes	1, 2, 4, 14, 18
Élaborer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal, une carte des risques liés à l'évolution du territoire des pics-bois et des fourmis en contexte de changements climatiques dans le cadre d'un projet de recherche	En cours	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels est utilisée la carte des risques liés à l'évolution du territoire des pics-bois et des fourmis	18
Installer des poteaux en composite dans des secteurs ciblés selon un processus décisionnel basé sur différents critères (par exemple, si on est en présence d'une traversée de rivière, de dommages répétitifs par les pics-bois et d'équipement stratégique)	En continu	Indicateur : Nombre de poteaux en composite installés par année	Aucun
Évaluer la faisabilité et les coûts de l'enfouissement de certaines lignes aériennes de distribution	En cours (projet pilote)	—	12, 17, 18
Optimiser l'utilisation des classes et des longueurs de poteaux pour accroître la robustesse du réseau	En cours	—	1
Effectuer des recherches et des analyses sur certains répulsifs (par exemple, Airepel) en remplacement de l'arséniate de cuivre chromaté	En continu	—	Aucun

6. Limiter l'effet d'îlot de chaleur causé par les aménagements

DESCRIPTION

La hausse du nombre de jours où les températures sont extrêmement élevées entraîne une augmentation des îlots de chaleur engendrés par les aménagements d'Hydro-Québec, notamment les stationnements, les cours d'entreposage et les routes. Comme ces espaces absorbent et piègent la chaleur, ils peuvent provoquer des coups de chaleur chez les membres du public et du personnel qui se trouvent à proximité. De tels aménagements peuvent donc nuire à la santé des usagers et usagères et, par le fait même, à la réputation de la société d'État, qui se doit d'être exemplaire en environnement et en développement durable.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- La différence de température entre les îlots de chaleur urbains et les autres endroits de la ville peut atteindre 12 °C.
- Les îlots de chaleur font aussi augmenter les besoins en climatisation des bâtiments.
- Le Centre de services partagés gère environ 195 stationnements de taille variable.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Réduire les aires de stationnement en revoyant les ratios de cases selon la superficie des bâtiments.
- Agrandir la surface occupée par la végétation en appliquant une gestion différenciée, soit une réduction des interventions à certains endroits pour favoriser la biodiversité.
- Ajouter des feuillus dans les stationnements pour créer de l'ombre.
- Augmenter la mobilité durable en ajoutant des points de service de transport en commun pour réduire le nombre de véhicules et donc la superficie des stationnements.
- Remplacer les surfaces existantes par des matériaux à haut albédo (pouvoir réfléchissant) pour en faire des stationnements écoresponsables.

DÉFIS À RELEVER

- Chaque stationnement implique une adaptation spécifique au site.
- Les exigences relatives à la gestion et à la conception des stationnements varient d'une municipalité à l'autre.



Voitures électriques et bornes de recharge

Aléa climatique



Chaleurs extrêmes

6. Limiter l'effet d'îlot de chaleur causé par les aménagements (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Instaurer une politique de réfection des stationnements dans une perspective écologique (par exemple, utiliser des matériaux clairs, ajouter de la végétation et appliquer les bonnes pratiques dans le domaine)	En cours	Cible : Établir les critères de conception et de réfection des stationnements dans une perspective écologique	7, 8, 23
Implanter la gestion différenciée de la végétation	Depuis mars 2021 (projet pilote)	Cible : Appliquer la gestion différenciée à quatre endroits d'ici 2024	7, 8, 23

7. Adapter la gestion et la conception des systèmes de climatisation, de ventilation et de chauffage aux chaleurs extrêmes

DESCRIPTION

L'augmentation des canicules accroît l'utilisation des systèmes de ventilation et de climatisation des bâtiments. Les bureaux sont généralement climatisés, mais certains ont des systèmes qui fonctionnent à plein régime. Quant aux bâtiments industriels, ils ne sont pas tous munis d'appareils de climatisation.

La chaleur nuit à la santé et à la sécurité des personnes, et surtout à leur confort. Hydro-Québec se conforme au *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST) pour assurer la santé et la sécurité de son personnel. En cas de chaleur trop élevée à l'intérieur du bâtiment, l'entreprise peut le fermer ou accorder un plus grand nombre de pauses.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- La moitié des espaces administratifs gérés par le Centre de services partagés sont climatisés, ce qui correspond à environ 350 000 m².
- Les normes d'Hydro-Québec exigent le maintien d'une température confortable dans les bureaux, soit entre 21 et 23 °C l'hiver, et entre 23 et 25 °C l'été.
- L'âge moyen des systèmes de l'ensemble des bâtiments administratifs est d'environ 25 ans.



Conditionneur d'air en toiture

Aléa climatique



Chaleurs extrêmes

7. Adapter la gestion et la conception des systèmes de climatisation, de ventilation et de chauffage aux chaleurs extrêmes (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Augmenter la capacité de climatisation en modernisant les systèmes de chauffage, de climatisation et de conditionnement d'air (CVCA) ou en privilégiant des technologies plus efficaces telles que la géothermie, le stockage de glace ou encore le refroidissement par évaporation indirecte.
- Permettre de hausser la température des bureaux climatisés.
- Diminuer les gains de température liés au rayonnement solaire (par exemple, en misant sur l'orientation et l'enveloppe du bâtiment, la fermeture des stores et la végétation à l'extérieur).
- Augmenter la vitesse de circulation de l'air dans les zones industrielles, notamment en installant des ventilateurs à pales.
- Prévoir une conception de bâtiment qui facilite l'ajout de systèmes CVCA plus performants si nécessaire au cours de la vie utile de ce dernier.
- Mettre en œuvre toute mesure visant à abaisser les besoins en climatisation (voir la fiche 6).

DÉFIS À RELEVER

- Des efforts de sensibilisation doivent être réalisés auprès du personnel pour favoriser les comportements souhaités, comme le maintien des stores en position fermée dans les bureaux lors des canicules.
- Chaque bâtiment doit être analysé individuellement, ce qui nécessite une certaine période de temps pour le traitement de la situation et la réalisation des travaux de mise à niveau.

7. Adapter la gestion et la conception des systèmes de climatisation, de ventilation et de chauffage aux chaleurs extrêmes (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Augmenter la température de consigne maximale permise dans les bureaux	Depuis 2019	Cible : Réaliser un projet pilote dans cinq bâtiments d'ici 2022	Aucun
Ajout dans le calendrier de diffusion d'une fiche de sensibilisation à l'importance de fermer les stores lors de canicules	2022	Indicateur : Nombre de bâtiments dans lesquels la fiche de sensibilisation a été installée	14, 23
Augmenter le débit d'air neuf des systèmes de ventilation pendant la nuit, lorsque les conditions sont propices, afin de rafraîchir les bâtiments administratifs et industriels	2022	Cible : Instaurer cette pratique dans cinq bâtiments en 2022	14, 23
Installer des ventilateurs ou des diffuseurs et augmenter la vitesse de circulation de l'air dans les bâtiments industriels, et ajouter ces éléments aux critères de conception	2022	Indicateur : Nombre de bâtiments dans lesquels des ventilateurs ou des diffuseurs ont été installés	14, 23

8. Adapter les systèmes de drainage pluvial aux épisodes de précipitations à intensité élevée

DESCRIPTION

L'augmentation des précipitations à intensité élevée peut être problématique pour la capacité de drainage pluvial des stationnements, des toits, des cours et des chemins d'Hydro-Québec. Ces infrastructures sont souvent faites de matériaux imperméables qui ne peuvent absorber une grande quantité d'eau en peu de temps. La capacité maximale des systèmes de drainage pluvial a généralement été déterminée à partir de données historiques qui ne reflètent pas l'intensité des précipitations dans un contexte de changements climatiques. Un refoulement peut causer des inondations, la dégradation d'infrastructures et des problèmes de gestion des eaux usées. La capacité du réseau de drainage des municipalités influe aussi sur celle des systèmes d'Hydro-Québec. De plus, les toitures existantes n'ont pas été conçues pour recevoir des précipitations aussi intenses, ce qui pourrait causer des problèmes structuraux à long terme.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- L'intensité des précipitations est considérée comme élevée s'il tombe 50 mm de pluie ou plus en moins de 24 heures.
- Lors de pluies abondantes, des résidus (par exemple, des déchets ou du gravier) peuvent bloquer l'entrée des égouts.
- La majorité des systèmes de drainage d'Hydro-Québec ont été construits autour des années 1970. Comme les systèmes et les infrastructures ont été conçus selon les normes de l'époque, ils peuvent parfois ne pas répondre aux conditions météorologiques et physiques actuelles.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Intégrer une gestion écologique des eaux grises par biorétention (jardins de pluie).
- Augmenter l'infiltration des eaux de ruissellement.
- Aménager des fossés végétalisés et maximiser les surfaces perméables.
- Installer des équipements réduisant le risque d'inondation (clapets antiretour, margelles et drains de fondation).



Accumulation d'eau importante en bordure de route

Aléa climatique



Précipitations extrêmes

8. Adapter les systèmes de drainage pluvial aux épisodes de précipitations à intensité élevée (suite)

- Augmenter la fréquence des inspections des infrastructures.
- Concevoir un plan d'urgence en cas d'inondations et bien le communiquer aux personnes concernées.
- Maintenir les surfaces propres pour éviter que des déchets ou d'autres résidus solides (par exemple, du sable ou du gravier) bloquent les entrées d'égouts.

DÉFIS À RELEVER

- La réglementation sur les systèmes de drainage pluvial varie selon les municipalités.
- Pour les infrastructures vieillissantes, la mise en conformité est plus difficile et s'avère coûteuse.

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Effectuer une revue stratégique de la maintenance des stationnements et intégrer de bonnes pratiques en matière de stationnement écologique	Depuis avril 2021	Cible : Mettre en œuvre trois lignes directrices de conception de stationnements écologiques du Conseil régional de l'environnement de Montréal et de la certification LEED	6

9. Collaborer avec les partenaires externes de télécommunications pour augmenter la résilience des infrastructures et des services partagés

DESCRIPTION

Le fonctionnement du réseau de télécommunications d'Hydro-Québec repose sur plusieurs partenaires externes. Pour livrer ses services de télécommunications, elle fait appel à des fournisseurs de services cellulaires et satellites et elle utilise leurs infrastructures. Certains de leurs actifs, tels que les tours, les antennes et les poteaux, peuvent être endommagés lors d'événements météorologiques extrêmes, ce qui nuirait à la continuité des services d'Hydro-Québec.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- La perte de services cellulaires pour les communications de l'entreprise peut compliquer la gestion de ses activités en temps de crise.
- L'indisponibilité des services cellulaires et satellites des fournisseurs externes peut avoir une incidence sur les communications à distance avec les équipements d'Hydro-Québec (par exemple, les compteurs intelligents et le balisage lumineux).

- L'utilisation du service de téléphonie satellite lors de situations d'urgence peut s'avérer difficile en raison de la sensibilité élevée de ce service à plusieurs aléas climatiques tels que les fortes pluies, la fumée des feux de forêt et la neige.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Recenser les mesures d'adaptation aux changements climatiques entreprises par les fournisseurs externes.
- Prioriser des fournisseurs et des partenaires sensibilisés aux risques associés aux changements climatiques.
- Transmettre les techniques et les mesures d'adaptation d'Hydro-Québec aux fournisseurs externes.
- Élaborer des plans d'atténuation pour faciliter la gestion des problèmes engendrés par une interruption des services de télécommunications.



Tour de télécommunications

Aléas climatiques



Feux de forêt



Pluie verglaçante



Vents



Précipitations extrêmes

9. Collaborer avec les partenaires externes de télécommunications pour augmenter la résilience des infrastructures et des services partagés (suite)

DÉFIS À RELEVER

- Certains fournisseurs externes pourraient être peu enclins à s'engager dans l'adaptation aux changements climatiques.
- Les technologies les mieux adaptées aux changements climatiques sont méconnues, car il s'agit d'un risque émergent.

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Élaborer un plan d'action pour favoriser l'engagement des soumissionnaires dans l'adaptation aux changements climatiques	2022-2023	Indicateur : Élaboration du plan d'action	Aucun
Brosser un portrait des fournisseurs quant à leur niveau d'adaptation aux changements climatiques, y compris les normes de conception et les impacts sur les services de télécommunications d'Hydro-Québec	2022-2023	Indicateur : Nombre de fournisseurs pour lesquels un portrait a été brossé	Aucun
Explorer les possibilités du futur réseau 5G d'Hydro-Québec	2022	—	Aucun

10. Augmenter la résilience des conduites forcées et des cheminées d'équilibre extérieures

DESCRIPTION

Les conduites forcées extérieures font transiter l'eau des réservoirs vers les turbines. Les fondations de ces conduites pourraient se dégrader en raison de la hausse du nombre de cycles de gel-dégel, de la croissance accrue de la végétation et des pluies abondantes. La cheminée d'équilibre est un cylindre vertical servant à réguler la pression dans la conduite forcée pour réduire les coups de bâlier qui peuvent grandement endommager cette dernière. En hiver, le froid intense peut provoquer le gel de l'eau dans la cheminée d'équilibre et créer un bouchon de glace empêchant la cheminée de remplir sa fonction. En effet, lorsque la centrale est en marche, il y a toujours de l'eau dans la cheminée d'équilibre, car la conduite forcée est sous pression.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- La rupture d'une conduite forcée peut engendrer l'arrêt complet et prolongé de la centrale.
- Les conduites forcées extérieures se trouvent seulement dans les installations les plus anciennes.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- S'assurer que les systèmes de chauffage des cheminées d'équilibre et des conduites forcées seront performants lors des grands froids.
- Augmenter le nombre d'inspections selon les prévisions de temps froid.
- S'assurer que les encadrements actuels couvrent les impacts des changements climatiques sur les fondations des conduites forcées extérieures (par exemple, le drainage, la maîtrise de la végétation ainsi que la vérification des mouvements de sol et des appuis de la conduite).



Cheminée d'équilibre de la centrale aux Outardes-2

Aléas climatiques



Cycles de gel-dégel



Pluie verglaçante



Précipitations extrêmes



Froids extrêmes

10. Augmenter la résilience des conduites forcées et des cheminées d'équilibre extérieures (suite)

DÉFIS À RELEVER

- L'arrêt total ou partiel de la production lors de la réparation ou de la reconstruction d'une conduite forcée entraîne des répercussions sur les services de l'entreprise.
- Le milieu de l'ingénierie doit établir des lignes directrices claires pour que les changements climatiques soient intégrés adéquatement dans la conception des ouvrages.

- Il peut devenir nécessaire d'effectuer l'inspection des cheminées d'équilibre hors sol dans des conditions difficiles pour la santé et la sécurité des travailleurs et travailleuses (par exemple, quand des intempéries rendent l'accès périlleux).

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Évaluer le niveau de résilience des aménagements ciblés face aux changements climatiques (en général, lors de travaux de réfection)	En cours	Indicateur : Nombre d'aménagements dont le niveau de résilience a été évalué	2, 3, 4, 16, 20, 21

Exploitation

11. Adapter les activités de déneigement et les pratiques de conception des toitures aux accumulations de neige abondantes

DESCRIPTION

Une augmentation des précipitations est projetée dans l'ensemble du Québec. Elles tomberont généralement sous forme liquide, sauf dans le nord québécois, où l'on observera des accumulations plus importantes de neige. Ces précipitations auront une incidence sur l'intégrité structurale des toitures – qui auront alors à supporter de plus lourdes charges de neige – et sur les besoins en déneigement. Il faudra déneiger plus fréquemment les toitures, tout comme les chemins, les cours et les stationnements.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Environ 450 bâtiments d'Hydro-Québec se trouvent dans la zone visée.
- Actuellement, le déneigement se fait à une fréquence variable selon les précipitations annuelles et la région géographique.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Mieux connaître la capacité portante des toits.
- Faire un plan de déneigement spécifique par bâtiment.
- Vérifier plus fréquemment l'accumulation de neige sur les toits.
- Établir un plan de gestion du déneigement par région.
- Développer une capacité à évaluer le poids de la neige selon son type (par exemple, la neige poudreuse, collante, mouillée).

DÉFIS À RELEVER

- Répartir les ressources humaines qui seront souvent sollicitées en même temps.
- Le déneigement s'effectue dans des conditions difficiles pour la santé et la sécurité des travailleurs et travailleuses, et ce n'est pas l'ensemble du personnel qui est formé pour l'effectuer.



Accumulation de neige sur la toiture d'une maison et glaçons sur le rebord de toit

Aléa climatique



11. Adapter les activités de déneigement et les pratiques de conception des toitures aux accumulations de neige abondantes (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Optimiser la fréquence du déneigement	Depuis l'hiver 2019	—	Aucun
Mandater une société d'ingénierie pour évaluer la capacité portante des toits et s'assurer qu'elle convient aux nouvelles charges de neige en contexte de changements climatiques	Depuis l'hiver 2019	—	18
Faire un plan de déneigement spécifique pour certains bâtiments selon leurs particularités techniques (par exemple leur âge, leur état et leur région géographique)	Depuis l'hiver 2019	—	Aucun
Planifier le déneigement de façon adaptative sur une base annuelle en nommant un ou une responsable de la gestion du déneigement par région (ce qui implique, par exemple, la planification des ressources nécessaires ainsi que la vérification des prévisions météorologiques et des accumulations de neige sur les toits)	Depuis l'hiver 2019	—	Aucun
Être en mesure d'évaluer sommairement le poids de la neige selon son type (par exemple, la neige poudreuse, collante, mouillée)	Depuis l'hiver 2019	—	Aucun

12. Adapter la maîtrise de la végétation à une croissance accrue de certaines espèces

DESCRIPTION

Les effets des changements climatiques se manifestent de plusieurs façons sur la végétation. D'une part, le nombre de degrés-jours de croissance des végétaux s'accroît avec la hausse des températures. D'autre part, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de phénomènes météorologiques extrêmes fait grimper le nombre d'événements où des branches sont cassées et où des arbres sont déracinés.

La végétation a diverses répercussions sur les activités d'Hydro-Québec. Elle peut tomber sur le réseau de distribution et créer des pannes si le dégagement entre les lignes et les arbres n'est pas adéquat. De plus, les ravageurs forestiers fragilisent la végétation, amplifiant le problème.

Dans les emprises de ligne de transport, la végétation plus dense rend parfois les accès aux pylônes difficiles. Les arbres déracinés et les racines peuvent compromettre l'intégrité structurale des barrages en remblai.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

Réseau de distribution

- Plus de 270 000 interventions sur la végétation (élagage, déboisement et abattage) et 20 000 visites auprès de la clientèle sont réalisées chaque année.
- Les lignes du réseau de distribution sont actuellement dégagées tous les six ans en moyenne.
- De 2016 à 2020, la végétation a causé en moyenne 8 612 pannes (> 5 min) par année dans les réseaux moyenne et basse tension.

Réseau de transport

- Chaque année, les travaux de maîtrise de la végétation couvrent près de 20 000 ha.
- La fréquence des travaux dans les emprises varie de 3 à 13 ans et dépend du type de végétation et de la distance par rapport aux conducteurs.
- Plus une ligne de transport est située au nord, plus la période entre les interventions est longue, car la croissance de la végétation est plus lente.



Élagage d'arbres dans un quartier résidentiel

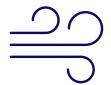
Aléas climatiques



Chaleurs extrêmes



Pluie verglaçante



Vents



Précipitations extrêmes

12. Adapter la maîtrise de la végétation à une croissance accrue de certaines espèces (suite)

Production d'électricité

- Hydro-Québec est propriétaire de plus de 500 barrages en remblai.
- Les racines d'arbres poussant sur un barrage en remblai pourraient permettre à l'eau de s'infiltrer et affaiblir la structure; des travaux correctifs sont alors nécessaires.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Augmenter la fréquence des inspections et des travaux de maîtrise de la végétation.
- Adapter les cycles d'intervention en fonction de l'évolution des aléas météorologiques et de l'impact des ravageurs forestiers sur la végétation.
- Réviser les normes de dégagement en fonction des zones de rusticité et des taux de croissance des végétaux.
- Favoriser les aménagements paysagers et récréatifs dans les emprises de lignes.
- Planter et entretenir des espèces à croissance lente et plus résistantes aux ravageurs et aux maladies.
- Utiliser l'intelligence artificielle pour prédire la croissance des végétaux et la charge de travail.

- Mettre au point un algorithme de prédiction de bris de branches et d'arbres selon la nature des événements climatiques et l'état de la végétation.
- Évaluer les répercussions des modes d'intervention utilisés par l'entreprise pour maîtriser la végétation sur la répartition géographique des ravageurs.
- Déterminer et cartographier les ravageurs et les maladies qui touchent la végétation à proximité des réseaux de l'entreprise.

DÉFIS À RELEVER

- La charge de travail et les coûts augmenteront de façon importante.
- Pour pallier le manque de main-d'œuvre, il faudra se tourner davantage vers la mécanisation des travaux.
- Le dégagement du réseau électrique est de plus en plus difficile à maintenir en raison de la croissance plus rapide de la végétation.

12. Adapter la maîtrise de la végétation à une croissance accrue de certaines espèces (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Augmenter les budgets et les ressources pour réaliser le programme de maîtrise intégrée de la végétation	En cours	—	Aucun
Intensifier le programme d'abattage d'arbres à risque	En continu	Cibles : <ul style="list-style-type: none"> - Réduire le nombre de pannes sur le réseau de distribution de 25 % d'ici 2025 - Améliorer le taux de pannes associées à la végétation 	5
Participer aux projets de la Chaire CRSNG/Hydro-Québec sur le contrôle de la croissance des arbres de l'Université du Québec à Montréal et soutenir ces projets	En cours	Indicateur : Avancement des projets et transfert des connaissances	Aucun
Concilier les enjeux de la sécurité et de la continuité du service d'Hydro-Québec avec les enjeux liés à l'augmentation de la canopée dans la ville de Montréal	En cours	—	Aucun
Poursuivre et favoriser la réalisation de projets d'aménagements paysagers et récréatifs dans les emprises de lignes par des tiers (par exemple, les municipalités ou les agriculteurs et agricultrices)	En continu	—	Aucun
Poursuivre la diversification des modes d'intervention de maîtrise de la végétation	En continu	—	Aucun

13. Préserver une bonne communication avec l'ensemble de la clientèle résidentielle et d'affaires dans un contexte où ses demandes vont croissant

DESCRIPTION

Les changements climatiques entraînent plus de contacts avec la clientèle en raison des pannes de courant et des bris découlant des intempéries. De plus, ils font augmenter le nombre d'interventions sur le terrain ainsi que le nombre de demandes de visites de spécialistes en efficacité énergétique et en qualité de l'onde. Hydro-Québec prévoit également une hausse des contacts avec la clientèle d'affaires qui prendra des mesures pour décarboner ses activités et viser la carboneutralité.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Les événements météorologiques extrêmes engendrent de nombreuses communications avec la clientèle :
 - De 2017 à 2020, Hydro-Québec a reçu en moyenne 306 062 appels liés aux pannes de courant par année.
 - En 2017 et en 2019, le nombre d'appels relatifs aux inondations printanières s'élevait respectivement à 10 530 et à 9 562.
 - En 2018, 117 appels ont été reçus en raison d'une tornade.
- Les ingénieries commerciales et ingénieurs commerciaux font 1 500 visites par année liées à l'efficacité énergétique.
- Avant la pandémie, Hydro-Québec effectuait environ 500 visites chaque année pour évaluer la qualité de l'onde.
- De 2020 à 2025, l'entreprise prévoit une hausse des demandes d'accompagnement technique de sa clientèle de grande puissance en lien avec ses projets d'agrandissement, de modernisation, de décarbonation ou d'efficacité énergétique.



Membres du personnel du centre de relations clientèle d'Anjou

Aléas climatiques



Foudre



Pluie verglaçante



Neige



Vents



Chaleurs extrêmes



Précipitations extrêmes



Débits et crues

13. Préserver une bonne communication avec l'ensemble de la clientèle résidentielle et d'affaires dans un contexte où ses demandes vont croissant (*suite*)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Ajuster les procédures, y compris la prise de décisions et les schémas de communication, pendant les périodes de crise.
- S'assurer que les mises à jour des outils Web destinés à la clientèle sont réalisées rapidement lors d'événements météorologiques extrêmes.
- Promouvoir Info-pannes et d'autres outils Web auprès de la clientèle afin de mieux faire connaître les informations qui y sont publiées.
- Effectuer des rappels réguliers quant aux outils à utiliser pour répondre de façon optimale aux clients et clientes lors des événements météorologiques extrêmes.

DÉFIS À RELEVER

- Les mises à jour en temps réel de l'information destinée à la clientèle et liée aux événements climatiques nécessitent un important travail de coordination.
- L'augmentation du volume de dossiers reçus (par exemple, les visites sur le terrain et les inspections) nécessitant une analyse exhaustive peut entraîner la hausse du nombre d'interventions sur le terrain.

13. Préserver une bonne communication avec l'ensemble de la clientèle résidentielle et d'affaires dans un contexte où ses demandes vont croissant (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Adapter les procédures en temps de crise en tenant compte de l'augmentation du nombre d'événements météorologiques mineurs et majeurs et mettre au point des plans personnalisés adaptés à la clientèle d'affaires qui subit des répercussions dans ses activités	En continu	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Taux de satisfaction de la clientèle - Nombre de contacts avec la clientèle liés aux événements climatiques - Nombre d'interventions sur le terrain 	Aucun
Poursuivre la mise en œuvre du plan d'action de gestion des horaires et effectuer un déploiement proactif et optimal des équipes (contacts avec la clientèle et interventions sur le terrain) lors d'événements météorologiques	En cours	—	Aucun
Amplifier les actions de communication en faisant la promotion des outils Web (par exemple, Info-pannes et le site de l'entreprise) et en maintenant à jour les compétences des ressources recevant les appels pour des pannes ou des urgences	2022	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Taux de satisfaction de la clientèle - Nombre de contacts avec la clientèle liés aux événements climatiques 	Aucun

14. Planifier les activités courantes en tenant compte des contraintes accrues sur les ressources humaines en raison des changements climatiques

DESCRIPTION

L'augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements météorologiques extrêmes accroît le nombre de pannes, ce qui a pour conséquence d'occuper la main-d'œuvre, la rendant moins disponible pour les autres tâches comme les projets, les travaux de maintenance et les inspections. Ces événements extrêmes causent également des retards dans les activités, par exemple lorsque les travailleurs et travailleuses sont incapables de monter dans une structure recouverte de givre ou doivent attendre la fin d'une averse pour effectuer une analyse thermographique. De plus, le nombre d'heures disponibles pour travailler diminue lors des périodes de chaleur accablante.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Hydro-Québec comptait 1 295 employées et employés travaillant sur les lignes du réseau de distribution en 2020.
- Au cours de la même année, ils et elles ont consacré en moyenne de 30 à 35 % de leur temps à la réparation des bris et à la résolution des pannes.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Rendre les installations plus faciles d'accès en utilisant, par exemple, des revêtements glaciophobes et des caméras capables de mesurer le niveau de givre (voir la fiche 16).
- Tenir compte des prévisions météorologiques dans la planification des travaux et évaluer l'impact potentiel de ces prévisions sur la main-d'œuvre.
- Diminuer les effets indésirables de la chaleur sur la main-d'œuvre, par exemple en créant des îlots de fraîcheur, en préparant le personnel à travailler à la chaleur, en augmentant le nombre de pauses, ou encore en déplaçant les activités tôt le matin ou tard le soir (voir la fiche 23).
- Évaluer la main-d'œuvre nécessaire lors d'événements majeurs causés par des conditions météorologiques extrêmes.

DÉFIS À RELEVER

- La charge de travail des ressources humaines tend à augmenter.
- Les tâches effectuées par les équipes deviennent plus complexes et demandent plus de temps lorsque les conditions météorologiques sont extrêmes.



Dégâts causés par une tornade à Mascouche

Aléas climatiques



Chaleurs extrêmes



Précipitations extrêmes



Pluie verglaçante



Vents



Foudre

14. Planifier les activités courantes en tenant compte des contraintes accrues sur les ressources humaines en raison des changements climatiques (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Démarrer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal et Ouranos, le projet de recherche Impact des changements climatiques sur les aléas météorologiques extrêmes qui mettent à risque les infrastructures hydroélectriques et minières au Québec	2022	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels est utilisée la carte de projection des aléas météorologiques extrêmes	Aucun
Externaliser certains travaux lors d'événements météorologiques extrêmes	2022	—	Aucun
Établir des mesures d'atténuation pour les enjeux de disponibilité des employés et employées	2022	—	Aucun
Sensibiliser les gestionnaires à l'importance de surveiller les conditions météorologiques lors de leur planification quotidienne	Depuis 2021 (conditions hivernales) 2022 (conditions estivales)	Indicateur : Nombre de gestionnaires ayant téléchargé les alertes de chaleur d'Environnement Canada (indicateur saisonnier) ou consultant la météo quotidiennement	Aucun

15. Adapter les méthodes utilisées lors de travaux de construction à la nouvelle réalité climatique

DESCRIPTION

Certains aléas climatiques ont des effets sur les façons usuelles de travailler, c'est-à-dire sur les équipements, les procédés, les techniques, les procédures et les séquences de travaux habituellement utilisés. Par exemple, les tâches à effectuer près des cours d'eau sont plus risquées et plus difficiles à planifier en raison de la plus grande variabilité des apports d'eau liés à la pluie, aux cellules orageuses et à la fonte de la couverture de neige. De plus, les activités prévues durant certaines périodes, comme l'utilisation des ponts de glace, ne sont plus possibles à cause des changements de conditions (augmentation des précipitations et des journées douces en hiver).

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- L'augmentation de l'intensité et de la fréquence des précipitations en été et en automne oblige à changer les séquences de travaux.
- Les méthodes de travail ne sont pas adaptées à une plus grande variabilité du climat hivernal.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Utiliser la télédétection ou d'autres technologies pour mieux connaître l'état des ponts de glace.
- Tenir compte des projections climatiques portant sur les couvertures de neige pour la construction des chemins.
- Refaire l'étalonnage des modèles de prévisions hydrologiques à l'aide des scénarios climatiques.
- Gérer les crues de façon innovante lors des travaux de réfection.
- Développer des méthodes de travail non traditionnelles en créant des comités d'experts et d'expertes et en s'inspirant des approches d'autres pays.

DÉFIS À RELEVER

- La mise au point de nouvelles méthodes peut :
 - requérir plus de temps sur les chantiers;
 - influer sur la planification des travaux si les difficultés ne sont pas prévues;
 - nécessiter des inspections supplémentaires lors des travaux.
- Les coûts de construction augmentent.



Travaux au chantier de la Romaine-4

Aléas climatiques



Précipitations extrêmes



Débits et crues



Froids extrêmes

15. Adapter les méthodes utilisées lors de travaux de construction à la nouvelle réalité climatique (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Refaire l'étalonnage des modèles hydrologiques pour tenir compte des projections climatiques	2022	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels les nouvelles simulations sont utilisées	Aucun
Ajouter des stations de mesure au réseau pour assurer le suivi sécuritaire des chantiers	En continu	—	Aucun

16. Réduire au maximum les difficultés d'accès aux installations lors d'événements météorologiques extrêmes

DESCRIPTION

Les événements météorologiques extrêmes compliquent l'accès aux différentes installations. En effet, les inondations (pluies abondantes et crues), les glissements de terrain et les feux de forêt peuvent causer d'importants dommages aux infrastructures routières et aériennes (routes, ponts, ponceaux, héliports et pistes d'atterrissement). De plus, il est parfois impossible d'effectuer des travaux en hauteur lorsqu'il y a de la glace sur les structures ou de forts vents. La maintenance et la réparation des infrastructures routières et les moyens de transport d'urgence (hélicoptère) peuvent engendrer des coûts importants.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- La détection et la correction des défaillances d'infrastructures situées en régions éloignées prennent parfois beaucoup de temps.
- Le réseau de télécommunications comprend plus de 800 sites, dont la majorité sont difficiles d'accès.
- Plusieurs chemins d'accès aux installations d'Hydro-Québec n'appartiennent pas à l'entreprise. Elle a donc peu d'influence sur l'entretien de ces chemins.



Tour de télécommunications complètement glacée

Aléas climatiques



Précipitations extrêmes



Débits et crues



Pluie verglaçante



Feux de forêt



Chaleurs extrêmes



Froids extrêmes



Vents

16. Réduire au maximum les difficultés d'accès aux installations lors d'événements météorologiques extrêmes (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Favoriser l'installation de systèmes de télécommandes lorsque possible.
- Mettre en place sur les sites de télécommunications des caméras et des sondes permettant de mesurer la quantité de verglas ainsi que d'observer la structure et son environnement en temps réel.
- S'assurer qu'il y a au moins deux moyens d'accéder à chaque installation.
- Construire et aménager des routes plus résistantes aux précipitations et plus sécuritaires en cas de fortes intempéries (par exemple, prévoir des fossés végétalisés, utiliser des matériaux plus solides, rehausser les routes, mettre en place des ouvrages de protection).
- Construire et aménager des infrastructures plus résistantes aux feux de forêt (par exemple, en faisant appel à des matériaux plus solides, en maîtrisant la végétation, en prévoyant des ponceaux en béton).
- Effectuer un inventaire complet des chemins d'accès de l'entreprise, augmenter la fréquence de leur inspection et ajuster en conséquence les critères qui y sont associés.

DÉFIS À RELEVER

- Inspecter tout le réseau routier ainsi que les nombreuses infrastructures (par exemple, les fossés et les ponceaux) qui s'y rattachent est une tâche colossale.
- Les conditions météorologiques extrêmes obligent l'entreprise à utiliser des moyens de transport inhabituels pour assurer le bon déroulement de ses activités normales, ce qui implique des coûts additionnels importants.
- Hydro-Québec pourrait avoir à assurer l'entretien de chemins d'accès qui ne lui appartiennent pas.

16. Réduire au maximum les difficultés d'accès aux installations lors d'événements météorologiques extrêmes (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Mettre en place des caméras et des sondes dans certaines installations de télécommunications permettant de mesurer la quantité de verglas ainsi que d'observer les structures et leur environnement en temps réel	En cours (projet pilote)	Cible : Produire un compte rendu du projet pilote et formuler des constats	Aucun
Produire et mettre à jour des fiches qui décrivent les conditions de terrain et les difficultés d'accès	2022-2023	Cible : Mettre à jour les fiches existantes et créer les fiches manquantes	Aucun
Évaluer le niveau de résilience des aménagements ciblés face aux changements climatiques (en général, lors de travaux de réfection)	En cours	Indicateur : Nombre d'aménagements dont le niveau de résilience a été évalué	2, 3, 4, 10, 20, 21

17. Planifier les travaux de maintenance des lignes en fonction de nouvelles contraintes thermiques

DESCRIPTION

Hydro-Québec effectue la majorité des retraits de lignes aux fins de la maintenance pendant la saison estivale. C'est la période la plus propice, car la demande en électricité est alors plus faible qu'en hiver, où les besoins de chauffage sont importants en raison des grands froids. Il est ainsi plus facile de se priver d'une ligne pour en effectuer la maintenance. Cependant, en contexte de changements climatiques, trois facteurs peuvent complexifier le retrait de lignes pendant l'été :

- la demande croissante en énergie en raison des besoins de climatisation pendant les canicules, qui sont de plus en plus fréquentes;
- l'augmentation des températures qui diminue la capacité de transport des lignes;
- le nombre croissant d'événements météorologiques extrêmes causant plus de pannes.

Pour ces raisons, il pourrait devenir de plus en plus difficile de planifier les retraits de lignes pendant la période estivale.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Les lignes électriques sont généralement conçues pour une température ambiante d'au maximum 30 °C. Au-delà de cette température, il faut baisser l'intensité du courant qui circule dans les lignes pour éviter qu'elles surchauffent ou s'étirent trop. La longueur du câble varie selon sa température. Ainsi, une ligne trop chaude pourrait pendre trop bas et ne plus respecter les critères de sécurité de distance par rapport au sol.
- Hydro-Québec se voit déjà limitée dans ses capacités de transport en raison de contraintes thermiques dans les régions au sud du fleuve Saint-Laurent.
- À Montréal, de 1981 à 2010, la température a dépassé les 30 °C environ 10 jours par année en moyenne. Selon un scénario d'émissions élevées de gaz à effet de serre, ce nombre avoisinera les 40 jours par année pendant la période 2041-2070.

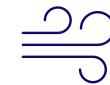


Travaux sur le réseau de transport

Aléas climatiques



Chaleurs extrêmes



Vents



Foudre

17. Planifier les travaux de maintenance des lignes en fonction de nouvelles contraintes thermiques (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Installer des conducteurs dont les limites de fonctionnement sont plus élevées ou des conducteurs à faible dilatation thermique.
- Installer des mécanismes de refroidissement plus efficaces dans les postes électriques.
- Sensibiliser la clientèle à l'importance de diminuer sa consommation d'énergie pendant les périodes de pointe et à une utilisation efficace de l'électricité (par exemple, les défis Hilo).
- Réviser la planification des horaires de retrait de lignes en fonction des températures en contexte de changements climatiques et envisager des retraits lors des journées douces de l'hiver.
- Accroître la redondance dans le réseau.

DÉFIS À RELEVER

- Comme le réseau de transport est vaste, toute mesure d'adaptation implique d'importants efforts.
- La grande longévité des lignes de transport (pylônes, accessoires et conducteurs) fait en sorte qu'elles sont davantage touchées par les changements climatiques pendant leur vie utile.

17. Planifier les travaux de maintenance des lignes en fonction de nouvelles contraintes thermiques (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Proposer des pistes d'optimisation dans le plan d'action d'un groupe de travail relatif aux capacités thermiques des lignes de transport	En cours	—	Aucun
Mettre au point des outils et des protocoles pour mesurer et simuler précisément la température d'un conducteur afin d'optimiser les capacités de transport	En cours	—	Aucun

Pannes et impacts sur les actifs

18. Limiter les impacts des événements météorologiques extrêmes sur la fiabilité du réseau aérien

DESCRIPTION

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité de certains événements météorologiques extrêmes occasionne des bris ainsi que des pannes mineures et majeures sur les réseaux aériens de transport et de distribution. De plus, la longue durée de vie de certains actifs les rend particulièrement vulnérables.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Dans le but de réduire le nombre de pannes et leur durée, Hydro-Québec a mis en œuvre des plans d'action du côté de son réseau de transport et de son réseau de distribution.
- Le réseau aérien subit actuellement de 10 à 12 jours d'événements majeurs en moyenne par année.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Mettre sur pied une patrouille de lignes afin de repérer les anomalies de remise à niveau lors de pannes.
- Promouvoir la redondance dans le réseau, c'est-à-dire des moyens qui assurent la même fonction et qui sont destinés à se substituer les uns aux autres en cas de besoin.
- Améliorer le dispositif de protection des câbles de garde contre la foudre.
- Ajouter des dispositifs antigalop sur les lignes de transport pour limiter les oscillations de grande amplitude.
- Ajouter des pylônes antichute en cascade dans des secteurs ciblés.
- Consulter des projections climatiques lors de la conception des lignes.

DÉFIS À RELEVER

- Une charge additionnelle de travail ajoutera de la pression sur les équipes en place, les rendant moins disponibles pour effectuer d'autres tâches.
- Les coûts des travaux à réaliser pour rendre le réseau plus robuste sont élevés.



Pylône endommagé pendant la crise du verglas de 1998

Aléas climatiques



Vents



Pluie verglaçante



Neige



Foudre

18. Limiter les impacts des événements météorologiques extrêmes sur la fiabilité du réseau aérien (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Tester l'enfouissement de certaines sections de lignes du réseau de distribution selon une nouvelle approche nécessitant moins de travaux civils	En cours (projet pilote)	—	Aucun
Externaliser certains travaux lors d'événements météorologiques extrêmes	2022	—	Aucun
Démarrer, en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal et Ouranos, le projet de recherche Impact des changements climatiques sur les aléas météorologiques extrêmes qui mettent à risque les infrastructures hydroélectriques et minières au Québec	2022	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels est utilisée la carte de projection des aléas météorologiques extrêmes	Aucun
Renforcer les initiatives visant à améliorer la qualité du service (application des plans de réduction du nombre de pannes et de leur durée)	En cours	—	Aucun
Évaluer le potentiel du stockage d'énergie au moyen de batteries pour assurer la fiabilité des réseaux	2022	Indicateur : Nombre de nouvelles batteries installées	Aucun
Revoir le plan des mesures d'urgence en y intégrant les changements climatiques	2022	—	Aucun

18. Limiter les impacts des événements météorologiques extrêmes sur la fiabilité du réseau aérien (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Poursuivre la recherche sur l'utilisation de revêtements glaciophobes dans le cadre du projet sur les isolateurs en conditions de givre à l'Université du Québec à Chicoutimi	En cours	—	Aucun
Cibler les efforts à déployer pour le renforcement de certaines lignes au moyen de pylônes antichute en cascade dans les zones prioritaires de la Baie-James, de Montréal, de Québec et de la Côte-Nord	En cours	—	Aucun
Revoir la stratégie d'approvisionnement de la réserve d'urgence de matériel pour les lignes en fonction de l'évolution des aléas météorologiques extrêmes afin de permettre la remise en service rapidement	En cours	—	Aucun

19. Augmenter la résilience des réseaux autonomes

DESCRIPTION

Les réseaux autonomes sont des réseaux de production et de distribution d'électricité qui ne sont pas reliés au réseau principal d'Hydro-Québec. Ils se trouvent dans des régions éloignées où ils sont plus vulnérables à différents aléas climatiques : la hausse du niveau de la mer, l'érosion côtière, l'augmentation de la fréquence des cycles de gel-dégel, le dégel du pergélisol, les inondations lors de grandes marées ainsi que l'augmentation de la fréquence des précipitations et des orages accompagnés de grands vents. Tous ces phénomènes présentent des risques pour les infrastructures des réseaux autonomes.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Hydro-Québec possède 24 réseaux autonomes répartis dans 4 régions administratives du Québec : Nord-du-Québec, Côte-Nord, Mauricie et Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine.
- Les réseaux autonomes sont généralement alimentés par des centrales thermiques au diesel ou au mazout lourd, et deux le sont par des centrales hydroélectriques.
- Hydro-Québec est en train de convertir les réseaux autonomes utilisant des énergies fossiles à des sources d'énergie renouvelables (hydraulique, solaire et éolienne).
- Les précipitations de neige humide, les nuages givrants et le verglas peuvent diminuer jusqu'à 20 % la production d'énergie éolienne.

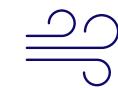


Réseau autonome situé dans une communauté nordique du Québec

Aléas climatiques



Froids extrêmes



Vents



Pluie verglaçante



Neige



Précipitations extrêmes



Cycles de gel-dégel



Débits et crues



Feux de forêt

19. Augmenter la résilience des réseaux autonomes (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Instaurer des mesures de protection contre les inondations comme, par exemple, la construction d'ouvrages de protection, la naturalisation des rives, la recharge de plages, le déménagement des centrales sur des terrains plus hauts, l'ajout de clapets et de drains ou encore l'aménagement de chaussées perméables et de jardins de pluie.
- Modifier les plans d'urgence relatifs aux événements extrêmes en considérant les changements climatiques.
- Augmenter la fréquence des inspections et ajuster les critères de conception en fonction des changements climatiques.
- Installer des éoliennes adaptées aux conditions climatiques nordiques (qui comportent, par exemple, un système de dégivrage).
- Faire une mise à niveau plus fréquente des bâtiments subissant les effets du dégel du pergélisol.
- Concevoir des bâtiments qui résistent aux cycles de gel-dégel (par exemple, en ce qui a trait au drainage, à la protection des membranes de toiture et à la maîtrise efficace de l'humidité).

DÉFIS À RELEVER

- Il est difficile de trouver des terrains vacants à plus haute altitude à proximité des villages pour aménager des centrales.
- Peu de fabricants d'éoliennes offrent des systèmes de dégivrage éprouvés et performants.

19. Augmenter la résilience des réseaux autonomes (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Analyser les risques pour chaque centrale de la région du Nunavik selon les cartes des aléas naturels (par exemple, risques d'avalanche, d'érosion ou de submersion) produites par le Centre d'études nordiques pour la Sécurité publique du Québec	2022	Indicateur : Nombre de réseaux autonomes pour lesquels une analyse a été effectuée	Aucun
Évaluer la résilience face aux changements climatiques des nouvelles installations visées par des projets de grande ampleur	En cours	Indicateur : Nombre d'analyses de résilience face aux changements climatiques effectuées	Aucun
Évaluer pour les parcs éoliens projetés les pertes associées au givre et envisager d'intégrer des éoliennes équipées d'un système de dégivrage	En continu	Indicateur : Nombre de parcs éoliens analysés	Aucun

20. Prévenir les inondations en amont ou en aval des centrales

DESCRIPTION

Les changements climatiques ont le potentiel d'augmenter l'intensité et la fréquence des crues, ce qui pourrait accroître le risque d'inondation dans certaines régions. L'inondation à partir de l'amont ou de l'aval d'une centrale peut engendrer des enjeux de santé et sécurité du travail ainsi que des impacts environnementaux. Si l'eau atteint le niveau des turbines, elle peut provoquer l'arrêt de la centrale pour une période prolongée et de graves dommages aux équipements. Les pertes financières associées à l'arrêt de la production et à la remise en état des équipements peuvent être considérables dans le cas d'une centrale puissante.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Le risque d'inondation en période de crue est généralement plus élevé pour les centrales en surface que pour les centrales souterraines.

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Accroître la fiabilité des systèmes de détection d'inondation en s'assurant qu'ils comportent une fermeture automatique des vannes de la prise d'eau (VPE) et une signalisation pour permettre l'évacuation rapide du personnel.
- S'assurer que le circuit électrique de fermeture d'urgence des VPE est alimenté à partir d'une source d'énergie fiable en cas d'inondation d'une centrale.

DÉFIS À RELEVER

- L'évaluation des impacts des inondations sur les centrales en contexte de changements climatiques est une tâche d'envergure qui se fait au cas par cas.
- Le milieu de l'ingénierie doit établir des lignes directrices claires pour que les changements climatiques soient intégrés adéquatement dans la conception des ouvrages.



Ouvrages de la Chute-Bell
à Grenville-sur-la-Rouge

Aléa climatique



Débits et crues

20. Prévenir les inondations en amont ou en aval des centrales (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Évaluer le niveau de résilience des aménagements ciblés face aux changements climatiques (en général, lors de travaux de réfection)	En cours	Indicateur : Nombre d'aménagements dont le niveau de résilience a été évalué	2, 3, 4, 10, 16, 21
Faciliter et uniformiser l'utilisation des projections hydrologiques et climatiques au moyen d'un portail de données	En cours	Cibles : <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser l'Atlas climatique lors de la conception des infrastructures d'ici 2024 - Utiliser les projections hydrologiques dans la planification des projets d'ici 2024 	1, 2, 3, 4, 21

21. Augmenter la résilience des bâtiments essentiels

DESCRIPTION

Les aléas climatiques comme les crues, les feux de forêt et les glissements de terrain peuvent entraîner des dommages importants aux bâtiments de production ou de milieux de vie. Comme les barrages sont parfois situés en région éloignée, Hydro-Québec doit loger son personnel proche de son milieu de travail ainsi qu'assurer son confort et sa sécurité. Par exemple, si les bâtiments ne sont pas climatisés, les canicules peuvent empêcher les employés et employées de travailler efficacement.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- En 2020, les employés de la centrale de la Péribonka ont dû évacuer la résidence de l'entreprise pour laisser place à l'équipe de la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU) qui combattait un incendie à moins d'un kilomètre de la centrale. Heureusement, la résidence a été épargnée par les flammes.
- La plupart des centrales se trouvent dans des régions éloignées sans services d'incendie à proximité.
- Les zones exposées aux glissements de terrain peuvent être encore plus à risque en contexte de changements climatiques.



Vue aérienne d'un bâtiment de la centrale de Bryson

Aléas climatiques



Débits et crues



Chaleurs extrêmes



Feux de forêt



Neige

21. Augmenter la résilience des bâtiments essentiels (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Instaurer des mesures de protection contre les feux de forêt comme, par exemple, la gestion responsable de la végétation, le choix de matériaux et d'espèces d'arbres plus résistants au feu, l'entretien des toits et des gouttières ou encore l'ajout d'un système de détection (voir la fiche 22).
- Créer une carte des bâtiments les plus vulnérables aux effets des changements climatiques.
- Mettre en place des mesures pour éviter les risques d'effondrement de la structure (par exemple, ajuster les paramètres de conception, renforcer les structures existantes et déneiger plus souvent les toits).
- Instaurer des mesures de protection contre les inondations pour les bâtiments occupés par du personnel comme, par exemple, la réduction des surfaces imperméables et l'ajout d'ouvrages de protection, de clapets antiretours, de margelles et de drains de fondation (voir la fiche 8).
- Établir un plan de mesures temporaires en cas de perte d'un bâtiment (par exemple, prévoir d'autres sites d'hébergement).

DÉFIS À RELEVER

- Le milieu de l'ingénierie doit établir des lignes directrices claires pour que les changements climatiques soient intégrés adéquatement dans la conception des bâtiments et des infrastructures attenantes.
- Mener des inspections supplémentaires d'un aussi grand nombre de bâtiments, y compris les diverses infrastructures qui s'y rattachent (par exemple, les stationnements et les égouts pluviaux et sanitaires), représente énormément de travail.

21. Augmenter la résilience des bâtiments essentiels (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Évaluer le niveau de résilience des aménagements ciblés face aux changements climatiques (en général, lors de travaux de réfection)	En cours	Indicateur : Nombre d'aménagements dont le niveau de résilience a été évalué	2, 3, 4, 10, 16, 20
Faciliter et uniformiser l'utilisation des projections hydrologiques et climatiques au moyen d'un portail de données	En cours	Cibles : <ul style="list-style-type: none">- Utiliser l'Atlas climatique lors de la conception des infrastructures d'ici 2024- Utiliser les projections hydrologiques dans la planification des projets d'ici 2024	1, 2, 3, 4, 20

22. Préserver la sécurité des actifs et des activités dans les zones à risque de feux de forêt

DESCRIPTION

Le nombre d'incendies de forêt s'accroîtra de façon importante dans certaines zones au cours des années à venir en raison des changements climatiques. Plusieurs facteurs contribuent à prolonger la saison active des feux de forêt : la maturation des forêts, l'augmentation des périodes de chaleur et de sécheresse, la diminution des couvertures de neige, la hausse de l'indice de foudre et l'arrivée plus hâtive du printemps. Ce risque touche toutes les activités d'Hydro-Québec : production, transport et distribution d'électricité et services de télécommunications. En effet, un feu de forêt menaçant ou touchant des actifs de l'entreprise peut avoir des effets dévastateurs sur la fiabilité du service, sur la santé et la sécurité du personnel, sur l'environnement et sur les finances. De plus, beaucoup d'infrastructures critiques pour les activités d'Hydro-Québec se trouvent en région éloignée, loin des services d'incendie organisés.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Entrepris en 2017 par l'Université du Québec à Rimouski, en partenariat avec le Centre de recherche d'Hydro-Québec et Ouranos, un projet de recherche a pour but de modéliser les probabilités d'incendies dans les prochaines années.
- Il est difficile d'établir le nombre potentiel d'incendies sur une base annuelle, mais, selon les données des 30 dernières années pour un secteur bien défini de la partie ouest du Nord québécois, c'est en moyenne 2,5 % du territoire qui brûle chaque année. Sur une période de 40 ans, c'est l'équivalent de la totalité de ce territoire qui sera touché par un feu de forêt.
- Hydro-Québec a établi une entente de surveillance et d'intervention avec la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU) qui couvre 155 infrastructures critiques situées dans le nord du Québec.



Obscurité en plein jour causée par un feu de forêt près du campement de la Sarcelle

Aléas climatiques



Chaleurs extrêmes



Foudre



Feux de forêt

22. Préserver la sécurité des actifs et des activités dans les zones à risque de feux de forêt (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Évaluer la possibilité d'utiliser des matériaux résistant davantage aux feux de forêt.
- Élaborer et mettre en place une gestion responsable de la végétation qui comprend la création de zones coupe-feux et des espèces d'arbres plus résistantes aux feux.
- Revoir régulièrement les protocoles sur les feux de forêt.
- Répertorier l'ensemble des moyens d'extinction et d'autoprotection possibles en prévision de situations à risque.
- Élaborer un modèle de gestion du risque des feux de forêt en tenant compte des régions les plus vulnérables.
- Effectuer l'entretien des toits, des gouttières et du pourtour des bâtiments pour enlever les résidus combustibles (par exemple, les feuilles mortes).
- Intégrer les savoirs locaux autochtones aux activités des comités pluridisciplinaires pour l'aménagement forestier.

- Avant chaque début de saison, communiquer les risques de feux aux utilisateurs et utilisatrices du milieu forestier et les sensibiliser à l'importance de suivre les bonnes pratiques afin de prévenir les feux de forêt.

DÉFIS À RELEVER

- Malgré les mesures d'adaptation qui seront mises en place, les feux de forêt demeurent un risque difficile à prévoir et impossible à éviter totalement.
- Il est difficile de planifier les ressources nécessaires pour les saisons à venir.

22. Préserver la sécurité des actifs et des activités dans les zones à risque de feux de forêt (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Continuer de cartographier les probabilités de feux de forêt en contexte de changements climatiques dans la région de la Baie-James (projet de recherche en cours avec Ouranos et l'Université du Québec à Rimouski)	En cours	Indicateur : Nombre de projets dans lesquels la carte a été utilisée	12, 21
Renforcer les efforts de prévention en mettant en place des solutions d'adaptation en priorité pour les infrastructures critiques et en renouvelant l'entente avec la SOPFEU	En continu	—	12, 21

Santé et sécurité des travailleurs et travailleuses

23. Protéger le personnel contre les coups de chaleur et les conditions qui y sont apparentées

DESCRIPTION

Les canicules touchent l'ensemble du personnel qui travaille dehors, dans des bâtiments non climatisés ou dans certaines centrales dont la température intérieure est parfois supérieure à la température extérieure. Les personnes qui doivent porter un équipement de protection individuel sont plus particulièrement touchées.

En contexte de changements climatiques, les vagues de chaleur plus fréquentes, longues et prononcées augmentent les risques de coups de chaleur et les conditions qui y sont apparentées (épuisement, œdème, déséquilibre des électrolytes dans le sang, dérèglement des reins, exacerbation de certaines maladies respiratoires et cardiovasculaires) chez les employées et employés.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Une augmentation du nombre de journées par an de températures élevées est projetée de même qu'une hausse de la fréquence des pauses et des besoins d'hydratation chez les travailleurs et travailleuses.
- Les facteurs de risque d'un coup de chaleur sont très variés :
 - une température ambiante et un taux d'humidité élevés;
 - le travail en plein soleil;
 - le port de vêtements sombres ou inappropriés;
 - des tâches exigeantes effectuées sans périodes de repos;
 - une hydratation inadéquate;
 - un manque d'acclimatation à la chaleur.
- Les journées de grande chaleur peuvent notamment embuer les lunettes et rendre les mains moites, ce qui peut contribuer à augmenter le risque d'accidents et d'incidents pour certaines personnes.



Monteurs du réseau de distribution

Aléa climatique



Chaleurs extrêmes

23. Protéger le personnel contre les coups de chaleur et les conditions qui y sont apparentées (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Construire des îlots de fraîcheur pour que le personnel puisse prendre des pauses à l'abri de la chaleur.
- Lutter contre les îlots de chaleur (voir la fiche 6).
- Consulter quotidiennement les prévisions de vagues de chaleur et planifier les travaux en conséquence.
- Offrir des formations sur les risques des coups de chaleur pour la santé et la sécurité ainsi que sur les bonnes pratiques à adopter (par exemple, prendre plus de pauses, s'alimenter et s'hydrater adéquatement et porter attention aux signes et symptômes d'un coup de chaleur) en prévision de l'exposition à la chaleur.
- Rafraîchir les lieux de travail intérieurs le plus possible, notamment en augmentant la capacité de climatisation et de ventilation, en maintenant les stores en position fermée et en augmentant la vitesse de circulation de l'air dans les espaces industriels.

- Fournir l'équipement nécessaire au personnel pour assurer son confort pendant les périodes de chaleur (gourdes d'eau, colliers refroidissants, vêtements adaptés).
- Augmenter le nombre de pauses, notamment lors de la première canicule de la saison pour favoriser une meilleure acclimatation à la chaleur.

DÉFIS À RELEVER

- Il n'est pas toujours possible de réorganiser les tâches.
- Les mesures d'adaptation ne conviennent pas toutes à l'environnement de certaines équipes travaillant à l'extérieur, notamment lorsqu'elles sont loin des bâtiments et des véhicules climatisés.

23. Protéger le personnel contre les coups de chaleur et les conditions qui y sont apparentées (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Sensibiliser les gestionnaires à l'importance de surveiller les conditions météorologiques lors de leur planification quotidienne	En cours (conditions hivernales) 2022 (conditions estivales)	Indicateur : Nombre de gestionnaires ayant téléchargé les alertes de chaleur d'Environnement Canada (indicateur saisonnier) ou consultant la météo quotidiennement	14
Promouvoir et offrir une formation sur le travail à la chaleur (site intranet)	En cours	Indicateur : Nombre de membres du personnel ayant suivi la formation sur le travail à la chaleur	Aucun
Proposer des lignes directrices pour systématiser la programmation des activités extérieures et pour bien planifier l'organisation du travail en amont des épisodes de chaleur accablante	2022	Indicateur : Nombre de report d'activités en raison de la chaleur	14
Ajout dans le calendrier de diffusion d'une fiche de sensibilisation à l'importance de fermer les stores lors de canicules	2022	Indicateur : Nombre de bâtiments dans lesquels la fiche de sensibilisation a été affichée	6
Publiciser le matériel utile pour se rafraîchir qui est offert au personnel d'Hydro-Québec (par exemple, les colliers refroidissants et les gourdes)	En cours	Indicateur : Nombre d'articles pour se rafraîchir achetés annuellement	Aucun

24. Protéger le personnel des pathologies associées au travail extérieur

DESCRIPTION

Les changements climatiques accentuent les risques liés au travail à l'extérieur. D'abord, il y a une augmentation du nombre et de l'étendue géographique des vecteurs et plantes associés à des pathologies (par exemple, la maladie de Lyme, le virus du Nil occidental, les phytodermatites, les phytophotodermatites et les piqûres d'hyménoptères).

Ensuite, les crues saisonnières exposent le personnel à certaines maladies transmises par l'eau (par exemple, le syndrome des égoutiers, les gastroentérites et l'hépatite A s'il y a contact avec les eaux usées), au risque de blessures (tétanos), à l'hypothermie ainsi qu'aux noyades.

Par ailleurs, les allergies saisonnières touchent de 10 à 20 % de la population. Avec les changements climatiques, leur prévalence augmentera, ce qui pourrait mener à des symptômes d'allergies et à des syndromes qui ressemblent à l'asthme.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Les lésions associées aux plantes ainsi que la maladie de Lyme et le virus du Nil occidental constituent déjà des risques connus et pris en charge par l'entreprise.
- On projette l'apparition ou la hausse du nombre de cas des autres zoonoses et arboviroses plus rares (par exemple, la rage, le syndrome pulmonaire à hantavirus, le virus chikungunya, la dengue et l'encéphalite) à l'horizon 2080.
- Comme les cours d'eau sont soumis aux conséquences de la fonte rapide de la couverture de neige, des mouvements de glace amplifiés par les épisodes de gel-dégel et des précipitations abondantes, on s'attend à ce que les crues saisonnières et les autres enjeux liés à l'eau augmentent en fréquence au fil des ans.



Végétation envahissante dans une emprise de ligne de transport

Aléas climatiques



Chaleurs extrêmes



Précipitations extrêmes



Cycles de gel-dégel



Débits et crues

24. Protéger le personnel des pathologies associées au travail extérieur (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Fournir l'équipement dont le personnel a besoin pour se protéger (par exemple, des vêtements longs, des chaussures fermées, des pinces dans les trousse de premiers soins et des chasse-moustiques).
- Offrir les vaccins, lorsque c'est possible et indiqué.
- Donner de la formation au personnel (par exemple, distinguer les principaux vecteurs et adopter de meilleures habitudes de travail).
- Faire connaître la *Carte de risque d'acquisition de la maladie de Lyme selon les municipalités du Québec* de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ).
- Aménager des zones de travail sécuritaires (par exemple, mettre du paillis dans les zones boisées, ramasser les feuilles mortes et couper les broussailles).
- Établir une procédure en cas d'infection ou de contact avec une plante provoquant des lésions cutanées.

- Mettre en œuvre les pratiques préventives de base lors des inondations.

DÉFIS À RELEVER

- Il est un peu difficile de sensibiliser efficacement le personnel aux risques dont la probabilité d'occurrence est faible (par exemple, la rage, le syndrome pulmonaire à hantavirus, les arboviroses).
- L'établissement de la liste de l'ensemble des équipes de travail touchées par un risque donné nécessite d'effectuer des analyses fines afin de promouvoir efficacement les formations qui les concernent.

24. Protéger le personnel des pathologies associées au travail extérieur (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Diffuser massivement l'information sur les espèces de plantes envahissantes, leurs effets sur la peau et la prise en charge sur le terrain d'une personne en contact avec une telle plante	En continu	Indicateur : Nombre de séances d'information ou de consultations du site intranet	Aucun
Promouvoir le Programme d'évitement des piqûres d'insectes et des réactions allergiques pouvant en résulter auprès du personnel concerné dans le but de favoriser les bonnes pratiques sur le terrain	En continu	Indicateur : Nombre de séances d'information ou de consultations du site intranet	Aucun
Faire connaître les outils de prise en charge de la maladie de Lyme (carte de l'INSPQ, prophylaxie postexposition, meilleures pratiques préventives, création d'un petit registre des morsures de tiques)	En cours	Indicateur : Nombre de présentations ou de consultations du site intranet	Aucun
Rappeler tous les printemps les précautions à prendre pour prévenir les troubles de santé en cas d'inondations	En continu	Indicateur : Nombre de présentations ou de consultations du site intranet	20

25. Ajuster les activités de prévention relatives aux chutes sur surfaces glacées

DESCRIPTION

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité de certains aléas climatiques défavorables dans certaines régions pourrait accroître la fréquence des chutes dans les zones de travail et les voies de circulation. Parmi ces aléas, on compte la pluie verglaçante, les précipitations hivernales sous forme liquide suivies de gel ainsi que les variations fréquentes et rapides de températures durant la saison froide.

Ces événements météorologiques augmentent particulièrement les risques de fracture à la hanche et au poignet de même que les admissions à l'hôpital pour des traumatismes (Ali et Willett, 2015).

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- En contexte de changements climatiques, les chutes sur surfaces glacées risquent de survenir plus fréquemment.
- L'entreprise a consenti des efforts importants pour l'aménagement et l'entretien de ses stationnements.



Prévention des chutes dans les stationnements

Aléas climatiques



Pluie verglaçante



Cycles de gel-dégel



Précipitations extrêmes

25. Ajuster les activités de prévention relatives aux chutes sur surfaces glacées (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Fournir l'équipement nécessaire aux employées et employés pour assurer leur sécurité : chaussures appropriées, crampons, produit de déglaçage, pelle, éclairage d'appoint.
- Former le personnel sur les risques de chute et les moyens de prévention appropriés.
- Inspecter et entretenir les voies de circulation et zones de stationnement des bâtiments et installations de l'entreprise.
- Exercer une vigie des prévisions météorologiques et diffuser des alertes au moment opportun.
- Assurer un éclairage adéquat des voies de circulation et des zones de stationnement.
- Organiser le travail pour limiter ou éliminer l'exposition aux fortes intempéries (par exemple, en instaurant le télétravail obligatoire lors de tempêtes ou en reportant des travaux).

- Améliorer la conception des voies de circulation et des zones de stationnement (par exemple, couvrir les zones piétonnières et les entrées des bâtiments, chauffer certaines zones de circulation, baliser les zones piétonnières et de circulation).

DÉFIS À RELEVER

- L'adoption et la mise en œuvre des mesures peuvent varier d'un lieu de travail à l'autre.
- L'adhésion du personnel, y compris les gestionnaires, à des mesures qui préconisent le report de certains travaux impliquera des efforts importants.

25. Ajuster les activités de prévention relatives aux chutes sur surfaces glacées (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Inciter les cadres de premier niveau à utiliser l'indicateur saisonnier pendant l'hiver et planifier les mesures de prévention en conséquence à l'aide d'un outil d'aide	En cours (projet pilote)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Nombre de cadres de premier niveau utilisant quotidiennement l'indicateur saisonnier en période hivernale - Nombre de cadres recevant les alertes météo d'Environnement Canada 	Aucun
Proposer une orientation d'entreprise quant à l'organisation du travail pour limiter ou éliminer l'exposition aux fortes intempéries (par exemple, télétravail obligatoire ou report de certains travaux lors de tempêtes de neige, de verglas)	2022	Cibles : <ul style="list-style-type: none"> - Approbation de l'orientation - Diffusion de l'orientation au personnel concerné 	Aucun

26. Insister sur l'importance d'adopter des comportements sécuritaires lors de déplacements véhiculaires et d'activités nautiques en contexte de changements climatiques

DESCRIPTION

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité de certains aléas climatiques (par exemple, les orages, le verglas et les tempêtes) peut entraîner des conditions de conduite défavorables sur route, hors route et sur l'eau. Par conditions de conduite défavorables, on entend entre autres :

- la réduction de la visibilité;
- l'augmentation de la distance de freinage;
- la baisse de vigilance causée par la fatigue;
- la diminution de l'adhérence à la chaussée;
- la dégradation de la qualité des voies de circulation (par exemple, des sentiers de motoneige peu enneigés et la présence d'obstacles);
- le haut niveau de l'eau.

COMPLÉMENT D'INFORMATION

- Chaque année, le ministère des Transports du Québec planifie des projets d'aménagement de brise-vents pour améliorer la sécurité des usagers et usagères de la route dans les secteurs les plus touchés, car ces barrières végétales sont efficaces pour réduire la poudrerie et l'accumulation de neige.
- Les conditions hivernales rendent les routes plus dangereuses et le nombre de collisions augmente considérablement au cours de cette période (d'octobre à mars) par rapport aux périodes sans neige (d'avril à septembre).
- Le personnel d'Hydro-Québec parcourt environ 100 millions de kilomètres par année.
- Les chutes de neige abondantes augmenteront dans le nord du Québec.
- Les véhicules sont de plus en plus équipés d'outils de conduite intelligents.



Dégâts causés par une tempête de verglas

Aléas climatiques



Précipitations extrêmes



Pluie verglaçante



Cycles de gel-dégel



Débits et crues



Neige

26. Insister sur l'importance d'adopter des comportements sécuritaires lors de déplacements véhiculaires et d'activités nautiques en contexte de changements climatiques (suite)

MESURES D'ADAPTATION POTENTIELLES

- Planifier les déplacements afin de limiter les distances parcourues ou de réduire le temps de conduite.
- Vérifier les conditions météorologiques avant de planifier les déplacements et les reporter au besoin.
- Sensibiliser le personnel aux comportements dangereux sur la route.
- S'assurer de fournir à chaque personne un véhicule ou une embarcation qui est en bon état et adapté à la fois au déplacement et à la tâche à réaliser.
- Mettre en place un programme d'inspection et d'entretien préventif des véhicules ainsi qu'une procédure de signalement des anomalies, et s'assurer qu'ils sont appliqués.
- Former les travailleurs et travailleuses qui doivent se déplacer, sur route et hors route, pour favoriser l'acquisition de nouvelles compétences et l'adoption de bonnes pratiques.
- Appliquer une politique de gestion des risques routiers qui précise les rôles et responsabilités, les mesures de prévention et les attentes.

DÉFIS À RELEVER

- Susciter l'adhésion du personnel aux changements de pratiques en santé et sécurité du travail n'est pas simple.
- Lorsque la main-d'œuvre est libérée pour des activités de formation, elle n'est pas disponible pour effectuer d'autres tâches.

26. Insister sur l'importance d'adopter des comportements sécuritaires lors de déplacements véhiculaires et d'activités nautiques en contexte de changements climatiques (suite)

Action	Mise en œuvre	Progression	Autre axe d'intervention touché
Proposer une orientation d'entreprise quant à l'organisation du travail pour limiter ou éliminer l'exposition aux fortes intempéries (par exemple, télétravail obligatoire ou report de certains travaux lors de tempêtes de neige, de verglas)	2022	Indicateur : Approbation des orientations	Aucun
Mettre à jour l'encadrement <i>Mesures de sécurité à appliquer lors de travaux sur ou à proximité d'un plan d'eau</i>	2022	Indicateur : Approbation de l'encadrement	Aucun

Bibliographie

- Adaptation to Climate Change Team et The Integrated Climate Action for BC Communities Initiative Team. 2019. *Low Carbon Resilience Interventions: Case Studies at the Building, Neighbourhood and Community Levels* [en ligne]. Préparé par A. Shaw, D. Harford et K. Tolsma. Vancouver, Adaptation to Climate Change Team. 60 p. [<https://www.sfu.ca/content/dam/sfu/act/reports/2019/LCR%20Interventions.pdf>] (19 novembre 2021).
- Ali, A.M., et K. Willett. 2015. «What is the effect of weather on trauma workload? A systematic review of the literature». *Injury*. Vol. 46, n° 6. P. 945-953. DOI : 10.1016/j.injury.2015.03.016.
- Apuzzo, M., G. Hari, B. Prickett et S. Pelletier. 2021. *Extreme Events Shared Practices. Situational Awareness and Monitoring* [PDF]. Document en accès payant. S. I., Canadian Electricity Association. 24 p.
- Association canadienne de l'électricité. 2017. *Adaptation aux changements climatiques. Guide de gestion du risque pour les entreprises d'électricité* [en ligne]. S. I., Association canadienne de l'électricité. 52 p. [<https://www.electricity.ca/wp-content/uploads/2017/11/ADAPTATION-AUX-CHANGEMENTS-CLIMATIQUES.pdf>] (2 novembre 2021).
- Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales (ASSTSAS). 2014. *Les chutes et les glissades ça tombe toujours mal! Guide de prévention* [en ligne]. Préparé par L. Bélanger et V. Hensley. Montréal, ASSTSAS. 49 p. [https://assstsas.qc.ca/sites/default/files/publications/documents/Guides_Broch_Depl/GP69_Chutes_et_glissades.pdf] (18 novembre 2021).
- Auld, H., J. Klaassen et N. Comer. 2007. *Weathering of Building Infrastructure and the Changing Climate: Adaptation Options* [en ligne]. S. I. Environnement Canada. [<https://publications.gc.ca/site/fra/417492/publication.html>] (18 novembre 2021).
- BC Hydro. 2021. *BC Hydro 2020 Climate Change Accountability Report* [en ligne]. S. I., BC Hydro. 15 p. [[https://www.bchydro.com/content/dam/BCHydro/customer-portal/documents/corporate/environment-sustainability/environmental-reports/bch-report-adapting-climate-change-20201200.pdf](https://www.bchydro.com/content/dam/BCHydro/customer-portal/documents/corporate/environment-sustainability/environmental-reports/2020-climate-change-accountability-report.pdf)] (18 novembre 2021).
- BC Hydro. 2020. *Climate Change: How BC Hydro Is Adapting* [en ligne]. S. I., BC Hydro. 34 p. [<https://www.bchydro.com/content/dam/BCHydro/customer-portal/documents/corporate/environment-sustainability/environmental-reports/bch-report-adapting-climate-change-20201200.pdf>] (18 novembre 2021).
- Chang, W.-R., S. Leclercq, T. E. Lockhart et R. Haslam. 2016. «State of Science: Occupational Slips, Trips and Falls on the Same Level». *Ergonomics*. Vol. 59, n° 7. P. 861-883. DOI : 10.1080/00140139.2016.1157214.
- Choctawhatchee, P., et Yellow Rivers Watershed Management Authority. 2000. *A Guideline for Maintenance and Service of Unpaved Roads. Recommended Practices Manual* [en ligne]. S. I. n. é. 69 p. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/2003_07_02_nps_unpavedroads_unpavedxtonly.pdf] (19 novembre 2021).
- City of Copenhagen, Cowi, Deloitte, Ramboll, DMI, Ku-Life, Dhi et Gras. 2011. *Copenhagen Climate Adaptation Plan. Copenhagen Carbon Neutral by 2025* [en ligne]. Copenhagen, City of Copenhagen. 100 p. [https://en.klimatilpasning.dk/media/568851/copenhagen_adaption_plan.pdf] (18 novembre 2021).
- City of Vancouver. 2019. *Climate Change Adaptation Strategy. 2018 Update and Action Plan* [en ligne]. Vancouver, City of Vancouver. 62 p. [<https://vancouver.ca/files/cov/climate-change-adaptation-strategy.pdf>] (18 novembre 2021).
- Clavet-Gaumont, J., D. Huard, A. Frigon, K. Koenig, P. Slota, A. Rousseau, I. Klein, N. Thiémonge, F. Houdré, J. Perdikaris, R. Turcotte, J. Lafleur et B. Larouche. 2017. «Probable Maximum Flood in a Changing Climate: An Overview for Canadian Basins». *Journal of Hydrology: Regional Studies*. Vol. 13. P. 11-25. DOI : 10.1016/j.ejrh.2017.07.003.
- ConEdison. 2021. *Climate Change Resilience and Adaptation. Summary of 2020 Activities* [en ligne]. New York, ConEdison. 45 p. [<https://www.coned.com/-/media/files/coned/documents/our-energy-future/our-energy-projects/climate-change-resiliency-plan/climate-change-resilience-adaptation-2020.pdf>] (18 novembre 2021).
- ConEdison, ICF, Lamont-Doherty Earth Observatory, O'Neill Management Consulting, The Risk Research Group et Jupiter Intelligence. 2019. *Climate Change Vulnerability Study* [en ligne]. S. I., ConEdison. 74 p. [<https://www.coned.com/-/media/files/coned/documents/our-energy-future/our-energy-projects/climate-change-resiliency-plan/climate-change-vulnerability-study.pdf>] (18 novembre 2021).
- Conseil canadien des ingénieurs. 2008. *Adaptation aux changements climatiques. Première évaluation nationale de la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques au Canada*. S. I., Conseil canadien des ingénieurs. 76 p.
- Durham Region. 2016. *Towards Resilience. Durham Community Climate Adaptation Plan 2016* [en ligne]. Préparé par A. Hogan, B. Kelly, C. Drimmie et autres. Durham, Durham Region. 106 p. [<https://www.durham.ca/en/living-here/resources/Documents/EnvironmentalStability/DCCAP.Print.pdf>] (18 novembre 2021).

- Environnement et Changement climatique Canada, Centre de recherche informatique de Montréal, Ouranos, Pacific Climate Impacts Consortium, Centre climatique des Prairies et HabitatSeven. 2021. *Donneesclimatiques.ca* [en ligne]. S. l. n. é. S. p. [<https://donneesclimatiques.ca>] (29 octobre 2021).
- FireSmart. S. d. *Begins at Home Manual* [en ligne]. Edmonton, FireSmart. 28 p. [https://firesmartcanada.ca/wp-content/uploads/2022/01/FS_Generic-HomeOwnersManual_Booklet-November-2018-Web.pdf] (18 novembre 2021).
- Gouvernement du Québec. 2018. *Conjuguer nos forces pour un avenir énergétique durable. Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques au Québec 2018-2023* [en ligne]. Québec, gouvernement du Québec. 234 p. [https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/plan-directeur/TEQ_PlanDirecteur_web.pdf] (28 octobre 2021).
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). 2014. *Changements climatiques 2014. Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs* [en ligne]. Genève, GIEC. 40 p. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_fr-2.pdf] (2 novembre 2021).
- Guay, C., M. Minville et M. Braun. 2015. «A Global Portrait of Hydrological Changes at the 2050 Horizon for the Province of Québec». *Canadian Water Resources Journal/Revue canadienne des ressources hydriques*. Vol. 40, n° 3. P. 285-302. DOI : 10.1080/07011784.2015.1043583.
- Hydro-Québec. 2020, 28 juillet. *Projet pilote de poteaux composites* [en ligne]. Page Facebook d'Hydro-Québec. [<https://facebook.com/hydroquebec1944/posts/projet-pilote-de-poteaux-compositessavez-vous-que-certains-des-pires-dommages-a/3707803929235790>] (18 novembre 2021).
- Hydro-Québec. 2016. *Aménagements paysagers et récréatifs dans les emprises de lignes de transport d'électricité d'Hydro-Québec. Guide à l'intention des porteurs de projets* [en ligne]. Montréal, Hydro-Québec. 16 p. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_fr-2.pdf] (18 novembre 2021).
- ICLEI Canada et City of Prince George. 2020. *Climate Change Adaptation Strategies for the Community of Prince George. A Preliminary Stakeholder Informed Guiding Document* [en ligne]. S. l. n. é. 66 p. [https://icleicanada.org/wp-content/uploads/2020/03/PGe-CCAP_FINAL.pdf] (18 novembre 2021).
- Infrastructure Canada. 2018. *Optique des changements climatiques. Lignes directrices générales* [en ligne]. Version 1.1. S. l., Infrastructure Canada. 56 p. [<https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html>] (2 novembre 2021).
- Institut national de santé publique (INSPQ). 2009. «Îlots de chaleur». *Mon climat, ma santé* [en ligne]. Québec, gouvernement du Québec. S. p. [<https://www.monclimatmasante.qc.ca/%C3%AElots-de-chaleur.aspx>] (18 novembre 2021).
- Institut national de santé publique (INSPQ). S. d. *Maladie de Lyme en milieu de travail* [en ligne]. S. l. INSPQ. 2 p. [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/documents/zoonoses/feuillet_lyme_sat_travailleurs_web_vf.pdf] (10 août 2021).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2021. *Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers* [en ligne]. Cambridge University Press, Intergovernmental Panel on Climate Change. 42 p. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf] (28 octobre 2021).
- International Hydropower Association. 2019. *Hydropower Sector. Climate Resilience Guide* [en ligne]. London, International Hydropower Association. 75 p. [https://assets-global.website-files.com/5f749e4b9399c80b5e421384/5fa7e38ce92a9c6b44e63414_hydropower_sector_climate_resilience_guide.pdf] (2 novembre 2021).
- ISO (Organisation internationale de normalisation). 2021. *ISO 14091. Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques* [en ligne]. ISO, Genève. 45 p. [<https://www.iso.org/fr/standard/68508.html>] (5 novembre 2021).
- ISO (Organisation internationale de normalisation). 2019. *ISO 14090. Adaptation au changement climatique – Principes, exigences et lignes directrices* [en ligne]. ISO, Genève. 30 p. [<https://www.iso.org/fr/standard/68507.html>] (5 novembre 2021).
- ISO (International Organization for Standardization). 2018. *ISO 31000. Risk Management – Guidelines* [en ligne]. 2^e éd. ISO, Genève. 16 p. [<https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html>] (5 novembre 2021).
- Matko, M., M. Golobic et B. Kontic. 2016. «Integration of Extreme Weather Event Risk Assessment into Spatial Planning of Electric Power Infrastructure». *Urbani Izziv*. Vol. 27, n° 1. P. 95-112. DOI : 10.5379/urbani-izziv-en-2016-27-01-001.
- Mesher, D. E., S. A. Proskin et E. Madsen. 2008. *Ice Road Assessment, Modeling and Management* [en ligne]. S. l. n. é. 20 p. [<http://conf.tac-atc.ca/english/resourcecentre/readingroom/conference/conf2008/docs/c1/mesher.pdf>] (18 novembre 2021).

- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2021. *Les changements climatiques et l'évaluation environnementale. Guide à l'intention de l'initiateur de projet* [en ligne]. Québec, gouvernement du Québec. 84 p. [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/evaluations/directive-etude-impact/guide-intention-initiateur-projet.pdf>] (1^{er} novembre 2021).
- Nasr, A., E. Kjellström, I. Björnsson, D. Honfi, O. L. Ivanov et J. Johansson. 2020. «Bridges in a Changing Climate: A Study of the Potential Impacts of Climate Change on Bridges and their Possible Adaptations». *Structure and Infrastructure Engineering*. Vol. 16, n° 4. P. 738–749. DOI : 10.1080/15732479.2019.1670215.
- National Round Table on the Environment and the Economy. 2012. *Facing the Elements: Building Business Resilience in a Changing Climate: Case Studies* [en ligne]. Ottawa, National Round Table on the Environment and the Economy. 99 p. [https://publications.gc.ca/collections/collection_2012/trnee-nrtee/En133-40-5-2012-eng.pdf] (18 novembre 2021).
- Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, Infrastructure Security and Energy Restoration et U.S. Department of Energy. 2010. *Hardening and Resiliency: U.S. Energy Industry Response to Recent Hurricane Seasons* [en ligne]. Préparé par P. Hoffman et W. Bryan. S. l., U.S. Department of Energy. 86 p. [<https://www.oe.netl.doe.gov/docs/HR-Report-final-081710.pdf>] (18 novembre 2021).
- Office québécois de la langue française (OQLF). 2021. *Grand dictionnaire terminologique* [en ligne]. Québec, OQLF. S. p. [<https://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/>] (28 octobre 2021).
- Ouranos. 2021a. *Portraits climatiques* [en ligne]. S. l., Ouranos. S. p. [<https://portclim.ouranos.ca/#/>] (28 octobre 2021).
- Ouranos. 2021b. *Analyse de fréquence des crues et sécurité des barrages dans le climat du 21^e siècle* [en ligne]. Préparé par D. Huard, J. Clavet-Gaumont, P. Slota et autres. Montréal, Ouranos. 44 p. [https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/FrigonKoenig_2021_FloodFreqAnalDamSafetyCC-FR.pdf] (2 novembre 2021).
- Ouranos. 2020. *Valeur des actifs hydroélectriques et impacts physiques du changement climatique. Guide sur l'intégration des données climatiques dans la production d'énergie aux fins de modélisation de la valeur* [en ligne]. Préparé par E. Fournier, A. Lamy, K. Pineault et autres. Montréal, Ouranos. 208 p. [<https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportFournier2020.pdf>] (2 novembre 2021).
- Ouranos. 2016a. *Guide sur les scénarios climatiques. Utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation* [en ligne]. Préparé par I. Charron. Montréal, Ouranos. 110 p. [<https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/GuideScenarios2017-ER.pdf>] (28 octobre 2021).
- Ouranos. 2016b. *Études de cas d'adaptation dans le secteur de l'énergie. Surmonter les obstacles à l'adaptation* [en ligne]. Préparé par M. Braun et É. Fournier pour Ressources naturelles Canada. Montréal, Ouranos. 122 p. [https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportBraun_Fournier2017-FR.pdf] (18 novembre 2021).
- Ouranos. 2015. *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec* [en ligne]. Montréal, Ouranos. 417 p. [<https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/SyntheseRapportfinal.pdf>] (28 octobre 2021).
- Ouranos, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et ministère de la Sécurité publique. 2020a. *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région de la Mauricie* [en ligne]. Montréal, Ouranos. 10 p. [https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_syntheses_regionales/FIC_Ouranos_Mauricie.pdf] (18 novembre 2021).
- Ouranos, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et ministère de la Sécurité publique. 2020b. *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région de l'Abitibi-Témiscamingue* [en ligne]. Montréal, Ouranos. 10 p. [https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_syntheses_regionales/FIC_Ouranos_Abitibi.pdf] (19 novembre 2021).
- Ouranos, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et ministère de la Sécurité publique. 2020c. *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région du Bas-Saint-Laurent* [en ligne]. Montréal, Ouranos. 10 p. [https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_syntheses_regionales/FIC_Ouranos_BasStLaurent.pdf] (19 novembre 2021).
- Ouranos, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et ministère de la Sécurité publique. 2020d. *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région de la Montérégie* [en ligne]. Montréal, Ouranos. 10 p. [https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_syntheses_regionales/FIC_Ouranos_Montregie.pdf] (19 novembre 2021).
- Ouranos, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et ministère de la Sécurité publique. 2020e. *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour les régions de Montréal et Laval* [en ligne]. Montréal, Ouranos. 10 p. [https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_syntheses_regionales/FIC_Ouranos_MontrealLaval.pdf] (19 novembre 2021).
- Ouranos et Nergica. 2018. *Projet en cours. Impacts des changements climatiques sur le potentiel éolien « WEC 2100 »* [en ligne]. S. l. Ouranos. 1 p. [https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/FicheEolien2018_FR.pdf] (2 novembre 2021).

- Perreault, S. 2021. «Des pylônes qui grandissent à vue d'œil». *Hydro-Presse* [en ligne]. 10^e année. P. 01/08-08/08. [<https://hydropressekiosk.milibris.com/hydro-presse/hydro-presse/2021-06-22>] (19 novembre 2021).
- Prairie Climate Centre. 2017. *Building a Climate-Resilient City: Electricity and Information and Communication Technology Infrastructure* [en ligne]. Préparé par H. Venema et J. Temmer. S. l., Prairie Climate Centre. 8 p. [<https://prairieclimatecentre.ca/wp-content/uploads/2017/04/pcc-brief-climate-resilient-city-electricity-ict.pdf>] (19 novembre 2021).
- Ravanelli, N. M., et O. Jay. 2016. «Electric Fan Use in Heat Waves: Turn On or Turn Off?» *Temperature: Multidisciplinary Biomedical Journal*. Vol. 3, n° 3. P. 358-360. DOI : 10.1080/23328940.2016.1211073.
- Robert, M., et M.-H. Hachey. 2015. «Résultats de l'atlas (cartes)». *Atlas des oiseaux nicheurs du Québec* [en ligne]. Québec, Atlas des oiseaux nicheurs du Québec. S. p. [<https://www.atlas-oiseaux.qc.ca/donneesqc/cartes.jsp?lang=fr>] (19 novembre 2021).
- S. a. n. d. *Road & Access Considerations* [en ligne]. P. 16-17. [static1.squarespace.com/static/545a90ede4b026480c02c5c7/t/5e178992aa2922355b6794b8/1578600852675/Road+and+access+considerations.pdf] (10 août 2021).
- Saucier, C., et ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). 2017. *Changements climatiques. Vulnérabilité et adaptation des immeubles. Répertoire des guides de planification immobilière. Guides généraux* [en ligne]. Québec, gouvernement du Québec. 241 p. [<https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2017/17-610-03W.pdf>] (2 novembre 2021).
- Schweikert, A. E., et M. R. Deinert. 2021. «Vulnerability and Resilience of Power Systems Infrastructure to Natural Hazards and Climate Change». *WIREs Climate Change*. Vol. 12, n° 5. S. p. DOI : 10.1002/wcc.724.
- Ville de Montréal. 2015. *Plan d'adaptation aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal 2015-2020. Les mesures d'adaptation* [en ligne]. Montréal, Ville de Montréal. 262 p. [http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ENVIRO_FR/MEDIA/DOCUMENTS/SUIVIPLANADAPTATION2015-2020.PDF] (18 novembre 2021).
- Western Power Distribution. 2015. *Adaptation to Climate Change. Second Round Report* [en ligne]. Bristol, Western Power Distribution. 24 p. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/474340/climate-adrep-western-power.pdf] (19 novembre 2021).
- Western Power Distribution. 2014. *Innovation Funding Incentive. Regulatory Report 2013/14* [en ligne]. S. l. Western Power Distribution. 86 p. [<https://smarter.energynetworks.org/media/ybjf4lll/western-power-distribution-2013-2014-ifi-report.pdf>] (19 novembre 2021).
- Western Power Distribution. 2011. *Adaptation to Climate Change Report* [PDF]. S. l. Western Power Distribution. 23 p.
- WorkSafeBC. 2021. *Preventing Slips, Trips, and Falls in the Workplace* [en ligne]. Toronto, WorkSafeBC. 108 p. [<https://www.worksafebc.com/en/resources/health-safety/books-guides/preventing-slips-trips-falls?lang=en>] (19 novembre 2021).
- World Bank Group. 2021. *Resilience Rating System: A Methodology for Building and Tracking Resilience to Climate Change* [en ligne]. Washington, International Bank for Reconstruction and Development /The World Bank. 116 p. [<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35039>] (2 novembre 2021).
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) 2014. *Building a Resilient Power Sector* [en ligne]. Préparé par R. Coew et M. Mendiluce. Genève, WBCSD. 64 p. [<https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/1415/18297/1>] (18 novembre 2021).
- WSP. 2021. *Nouvelle centrale thermique du village nordique de Puvirnituq. Analyse de la résilience aux changements climatiques* [PDF]. Document confidentiel, préparé par Y. Chavaillaz, J.-P. Martin, V. Provençal et autres pour Hydro-Québec. Montréal, WSP. 70 p.

www.hydroquebec.com

ISBN PDF : 978-2-550-92103-5

© Hydro-Québec 2022

