

---

# **ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES – ÉTAT DE LA SITUATION À HYDRO-QUÉBEC**

**Conformité environnementale et développement durable**

Julia Hélie en collaboration avec Maryse Lambert, Frédéric Vigeant et le groupe de travail d'adaptation aux changements climatiques

Septembre 2017

## Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>Climat futur québécois .....</b>	<b>4</b>
<b>Prévision de la demande en électricité.....</b>	<b>7</b>
<b>Planification de la production d'électricité .....</b>	<b>9</b>
<b>Transport et distribution d'électricité .....</b>	<b>12</b>
<b>Maitrise de la végétation .....</b>	<b>13</b>
<b>Construction et réfection .....</b>	<b>15</b>
<b>Nouvelles opportunités d'affaires .....</b>	<b>17</b>
<b>Activités connexes non associées à la conception des installations, à la production, au transport ou à la distribution .....</b>	<b>19</b>
Santé et sécurité .....	19
Biodiversité.....	19
Plan d'urgence et communication.....	20
Batiments administratifs et infrastructures.....	20
<b>Atelier sur les changements climatiques .....</b>	<b>21</b>
<b>Exemples d'adaptation aux changements climatiques .....</b>	<b>22</b>
<b>Conclusion et recommandations.....</b>	<b>23</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>24</b>
Liste des membres du groupe de travail.....	24
Liste des participants à l'atelier du 18 mai.....	25
Ordre du jour de l'atelier.....	26
Référence des études réalisées.....	28
Questions du sondage.....	31
Analyse du sondage – quelques exemples d'enjeux par divisions .....	32
Réponses brutes au sondage .....	33
Liste de priorisation des actions à réaliser selon le sondage .....	37

*Photo de la page de couverture : réservoir Opinaca*

## INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, les changements climatiques sont observés partout sur la planète, et peuvent affecter les activités d'Hydro-Québec. Nos installations et nos pratiques doivent être adaptées à cette nouvelle réalité. Ouranos, consortium de spécialistes en changements climatiques, a publié en 2015 « [Vers l'adaptation](#) », un rapport s'appuyant sur une centaine d'experts pour mieux comprendre et se préparer aux changements climatiques. Ils constatent que le climat futur du Québec sera différent de ce que l'on connaît. La question à se poser en tant qu'entreprise est comment optimiser nos activités, qui sont pour Hydro-Québec directement reliées au climat, donc amenées à changer.

Il y a un réel besoin de passer **de la science à l'action** et d'être proactifs. Le Plan stratégique, qui vise à répondre aux besoins à long terme du Québec, n'intègre pas cet enjeu pour l'instant. Selon un sondage de nos parties prenantes réalisé pour le [Rapport de développement durable 2016](#), les impacts des changements climatiques sur Hydro-Québec sont jugés comme l'un des enjeux prioritaires. Afin de réaliser un portrait de la situation, un groupe de travail a été formé<sup>1</sup> et un atelier sur l'adaptation aux changements climatiques a été organisé le 18 mai 2017 avec des employés d'Hydro-Québec et d'Ouranos<sup>2</sup>. Toutes les divisions d'Hydro-Québec sont touchées par les changements climatiques. Certaines unités ont déjà mis en place des mesures d'adaptation, mais le grand défi est de les coordonner entre divisions et unités. Ce rapport fait état de ce qui se fait et de ce qu'il reste à faire en matière d'adaptation aux changements climatiques tout au long de la boucle des activités diversifiées que réalise Hydro-Québec.

---




<sup>1</sup> [Liste des membres](#) en annexe

<sup>2</sup> [Liste des participants](#) et [ordre du jour](#) en annexe

## CLIMAT FUTUR QUÉBÉCOIS

Selon Ouranos, la température moyenne annuelle québécoise augmentera de 2 à 4 °C d'ici 2050, puis de 4 à 7 °C d'ici la fin du siècle pour le sud du Québec et pouvant atteindre 5 à 10 °C dans le Nord québécois. Cela mènera, entre autres, à une diminution de la durée d'enneigement, à une augmentation de la durée des périodes de chaleur et à une augmentation des précipitations. Le tableau ci-dessous résume l'évolution de différentes variables météorologiques dans les prochaines décennies ainsi que les impacts anticipés pour Hydro-Québec :

**ÉVOLUTION DE DIFFÉRENTES VARIABLES MÉTÉOROLOGIQUES AU COURS DES PROCHAINES DÉCENNIES**  
**impacts anticipés pour Hydro-Québec, conséquences et options d'adaptation envisageables**

VARIABLE MÉTÉOROLOGIQUE	IMPACTS POUR HYDRO-QUÉBEC	CONSÉQUENCES ET OPTIONS
<b>Variable</b> 	Augmentation de l'hydraulicité	> Modification de la gestion des réservoirs > Suréquipement des centrales
	Augmentation des inondations (fréquence et intensité)	> Modification de la gestion des réservoirs
<b>Variable</b> 	Dépassement de la limite thermique des conducteurs	> Réduction du transit sur les lignes de transport et de distribution > Augmentation de la hauteur des supports – dégagement plus grand en raison de l'expansion thermique des conducteurs
	Diminution de la capacité de refroidissement des groupes turbines-alternateurs	> Ajout de climatisation dans les centrales
	Augmentation de la croissance de la végétation	> Modification des pratiques de maîtrise de la végétation
	Diminution durant l'hiver de la demande d'électricité (chauffage)	> Réduction de la pointe hivernale > Électricité disponible pour augmenter les ventes sur les marchés hors Québec
	Augmentation durant l'été de la demande d'électricité au Québec et hors Québec (climatisation)	> Augmentation durant l'été des ventes d'électricité au Québec et hors Québec
<b>Variable</b> 	Augmentation de la vulnérabilité des équipements en raison des charges supplémentaires	> Révision des normes de conception


■ Impact positif important ■ Impact négatif important ■ Impact non important

Les modélisations du climat futur indiquent que les événements climatiques extrêmes apparaîtront avec de plus grandes intensités et fréquences. Ces catastrophes naturelles peuvent prendre différentes formes et se traduisent en diverses conséquences qui touchent tous les secteurs d'Hydro-Québec, le tableau suivant en illustre certaines :

CATASTROPHES NATURELLES	CONSÉQUENCES POSSIBLES POUR HYDRO-QUÉBEC
Pluies fortes	Inondation de postes, glissement de terrain et de pylônes, gestion plus complexe des réservoirs et des centrales
Vents violents et orages	Chutes d'arbres pouvant causer une interruption de service d'une ligne ou pouvant endommager une digue
Tempête de verglas	Lignes endommagées créant des pannes
Sécheresses	Étiages plus sévères en été, feux de forêt
Feux de forêt	Domage aux équipements
Canicules	Perte d'efficacité des équipements Problème de santé des travailleurs (ex. chaleur dans les centrales ainsi qu'à l'extérieur)

Il suffit de regarder l'actualité pour voir que nous ne sommes pas à l'abri de ces catastrophes et qu'un manque de préparation et d'adaptation à ces événements peut coûter cher.

Hydro-Québec a payé entre 1,5 et deux millions de dollars pour couvrir les coûts de déplacement d'un pylône victime d'un glissement de terrain à Sainte-Anne-de-la-Pérade, au début du mois de mai 2017. Et si c'était une section complète d'une ligne qui devait être remplacée, quels seraient les coûts ? Si on sait dès aujourd'hui que ce genre d'événements va arriver plus souvent, il serait plus que pertinent de prendre en compte la vulnérabilité des terrains dans le tracé des lignes.



**1 pylône  
déplacé en mai  
2017 = 1,7  
millions \$**

En août 2016, les fortes pluies ont entraîné la panne d'une ligne de transport qui touche l'île de Montréal, privant d'électricité plus de 100 000 clients d'Hydro-Québec. Est-ce que des mesures d'adaptation aux changements climatiques auraient permis de diminuer l'impact sur nos clients ?

La crue printanière de 2017 a démontré comment la collaboration entre les unités est essentielle lors d'un événement extrême. De nombreuses équipes ont été impliquées : prévision des apports en eau, plan d'urgence, gestion des barrages, communications, etc... Nous avons pu relever ce défi mais sommes-nous prêts pour tous les défis que les changements climatiques nous apporteront?

Les catastrophes naturelles concernent toutes les divisions d'Hydro-Québec. Le Producteur à travers ses centrales et réservoirs, le Transporteur à travers ses lignes et postes, le Distributeur à travers ses lignes et le service à la clientèle (réaction aux pannes) et le groupe Équipement à travers la modification et la construction d'installations. Il est donc nécessaire de s'adapter à ces éventualités et de s'inscrire dans un processus proactif. Une meilleure adaptation permettrait d'éviter d'importantes pertes monétaires et de profiter d'opportunités provoquées par un climat changeant. Planifier l'adaptation permettrait à l'entreprise de planifier à l'avance une stratégie d'adaptation plutôt que d'en subir les contrecoups.

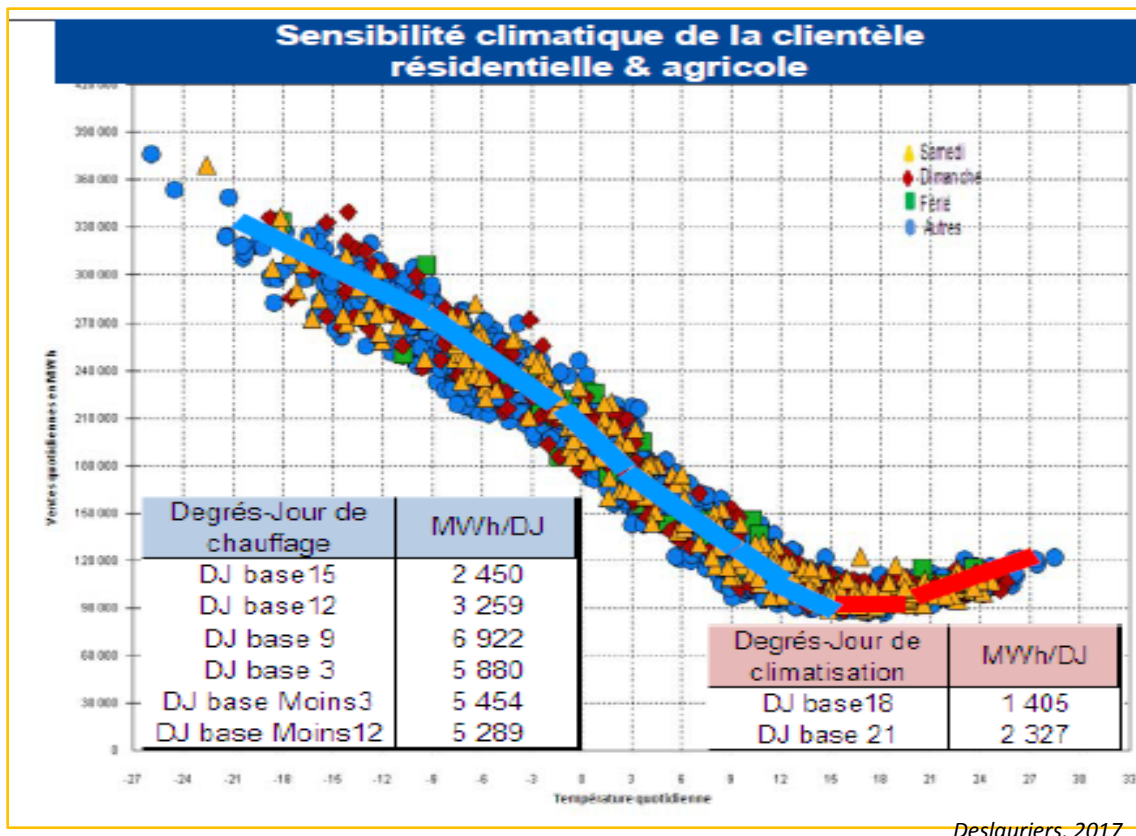
Les projections d'Ouranos amènent à penser qu'Hydro-Québec est directement touchée par un climat en évolution. Ce rapport tente d'évaluer la vulnérabilité de chacune des activités d'Hydro-Québec et de faire état de ce qui se fait déjà en termes d'adaptation aux changements climatiques et ce qu'il reste à faire. En [annexe](#), on retrouve les références des études déjà réalisées à Hydro-Québec sur l'adaptation aux changements climatiques.

## PRÉVISION DE LA DEMANDE EN ÉLECTRICITÉ

La prévision est primordiale pour une entreprise, considérer son avenir est indispensable. Les changements climatiques en cours modifient la demande en électricité des clients d'Hydro-Québec.

### CE QUI EST ADMIS

Chez le distributeur, l'unité Prévision de la demande établit la prévision de la demande en énergie et en puissance à la pointe sur un horizon court terme (année en cours) et long terme (horizon de plus de 30 ans) pour le réseau principal et les réseaux non reliés. Étant donné une présence importante de chauffage des locaux à l'électricité au Québec, les conditions climatiques telles que la température ont un impact important sur la demande d'électricité. Dans une moindre mesure, la température a également un impact sur la demande en climatisation. Dans ce contexte, les changements climatiques influencent les conditions climatiques normales à considérer pour les fins de la prévision de la demande. Depuis 2001, la prévision de la demande tient compte de l'impact des changements climatiques à même le scénario de référence. Le graphique ci-dessous démontre que la température est la variable qui explique la plus grande variabilité des ventes d'électricité. Au fil des années, plusieurs études ont été réalisées entre autres avec Ouranos afin d'améliorer la prévision de la demande en considérant les nouvelles tendances climatiques. Ouranos a également créé une carte du climat futur et des scénarios climatiques qui représentent d'intéressants outils pour l'étude de la demande.



## CE QUI EST EN COURS

Les changements climatiques énoncés précédemment impliquent une réduction de la demande d'électricité en hiver pour le chauffage qui ne sera compensée qu'en partie en été par une demande plus accrue en climatisation. De surcroît, le réchauffement des températures au Québec est plus prononcé lors des grands froids de l'hiver, soit au moment où le réseau est le plus sollicité. La demande globale en électricité serait réduite d'ici 2050 de 2,7 % selon le scénario médian d'Ouranos. Parallèlement, la demande énergétique des États-Unis, qui connaissent leur pic de demande en été, devrait donc être plus importante en raison des changements climatiques. Même si une partie des besoins américains seront comblés par de l'énergie solaire locale, les exportations en été pourraient donc augmenter et les importations en hiver baisser. Globalement, la demande pourrait avoir une légère tendance à la baisse.

Selon Ouranos,  
la demande  
diminuera de  
2,7 % d'ici 2050

## CE QU'IL RESTE À FAIRE

La planification des besoins énergétiques est primordiale et est en grande partie le travail d'Hydro-Québec Distribution. En effet son rôle est d'assurer l'approvisionnement des clients du Québec au meilleur coût possible. Cependant, il est nécessaire d'avoir un dialogue entre les équipes de prévision de la demande et de planification de la production, ainsi qu'avec le Transporteur afin d'assurer la meilleure planification pour le bénéfice d'Hydro-Québec dans son ensemble.

### QUELQUES ÉLÉMENTS À EXPLORER

- Évaluer la nécessité d'uniformiser les périodes de référence, les scénarios, les modèles et les bases de données avec HQP.
- Actualiser l'impact potentiel des changements climatiques sur la variabilité naturelle du climat.

La prévision de la demande est un intrant majeur pour plusieurs exercices de planification : établissement du revenu requis dans le cadre des dossiers tarifaires, gestion et planification des approvisionnements, prévision de la charge locale du Transporteur, planification des postes de distribution et des réseaux autonomes.

Les changements climatiques pourraient contribuer à une réduction de la demande en électricité, ce qui impacte toutes les divisions d'Hydro-Québec, aussi bien la planification, la production, le transport, la distribution que les activités connexes.



## PLANIFICATION DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

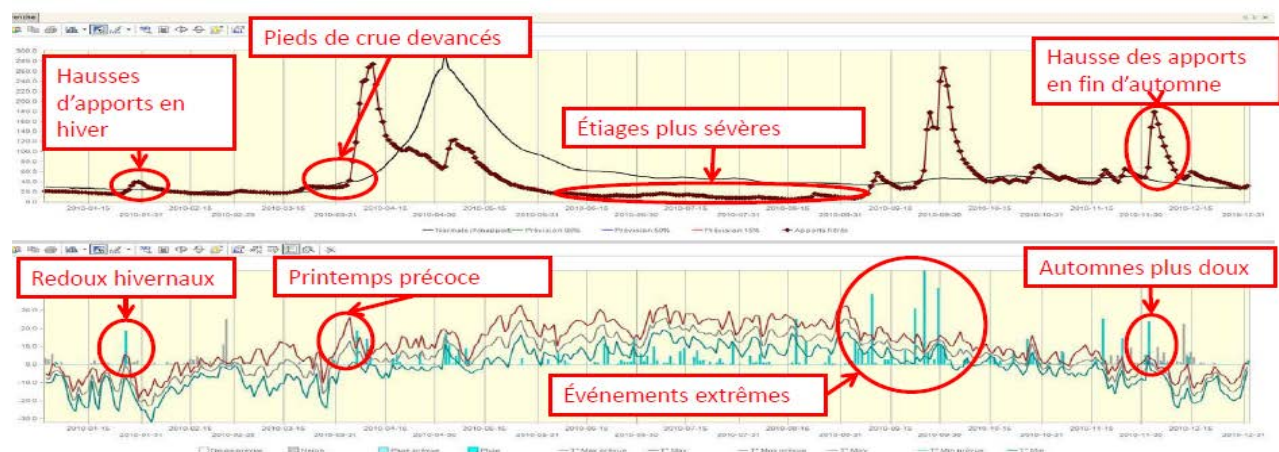
L'électricité produite par Hydro-Québec est principalement hydroélectrique. Les changements dans le climat affecteront la ressource hydrique ce qui influencera nécessairement le mode d'exploitation du parc de production. La production est dépendante de plusieurs facteurs dont la demande, la disponibilité des ressources hydriques et matérielles (maintenance, contraintes en centrale, etc), les contraintes de transport, etc. Le Producteur assure la production pour le réseau principal alors que le Distributeur assure la production pour les réseaux non reliés. Chez le Producteur, c'est la direction Planification de la production (DPP) qui est responsable, de la prévision hydrologique, de la préparation des stratégies de production et de la gestion des retraits pour la maintenance afin d'assurer une gestion optimale de la ressource hydrique ainsi que la sécurité des installations et du public.

### CE QUI EST ADMIS

Les prévisions d'apports, les prévisions de la demande ainsi que la planification des retraits des équipements servent d'intrants majeurs pour établir les stratégies de production des centrales hydro-électriques. Tous ces intrants peuvent être affectés par les changements climatiques et plusieurs modélisations hydro-climatiques démontrent que les changements climatiques affecteront le débit des rivières et le régime des précipitations. Le graphique ci-dessous résume les principales problématiques que soulèvent les changements climatiques sur la ressource hydrique et qui ont un impact direct sur la planification de la production sur tous les horizons de temps, de 24 h aux 10 prochaines années.

Les apports  
futurs ne  
ressembleront  
pas à ce qu'on  
connaît

### Problématiques des changements climatiques à la DPP



Simard, 2017

La prise en compte des changements climatiques dans les différents processus de planification est donc une préoccupation actuelle et essentielle pour la DPP. Le plan directeur de la direction ainsi que le plan directeur HQP adressent d'ailleurs cet enjeu dans plusieurs orientations et un plan d'action sur les changements climatiques a été mis en place en 2015 pour la DPP avec le soutien d'Ouranos. Le processus d'établissement des stratégies de production repose en partie sur l'utilisation de l'historique (météo, apports, etc). Avec les changements climatiques, le climat devient non-stationnaire et le passé n'est plus garant du futur.

## **CE QUI EST EN COURS**

Lors de la discussion de l'atelier de mai 2017, il est apparu que certaines unités n'utilisent pas les mêmes bases de données ni les mêmes outils de modélisation. Dans plusieurs cas, cela a peu d'impact car les paramètres modélisés sont différents. Par contre, lorsque les paramètres sont identiques ou similaires, il serait nécessaire d'uniformiser les bases de données, les outils et les méthodologies. La pertinence d'uniformiser les périodes de référence ou les scénarios utilisés pour les études devraient être analysée.

Le projet Harmonisation est en cours actuellement pour améliorer la qualité des historiques météorologiques et des historiques d'apports naturels de HQP. Le plan d'action sur les changements climatiques couvre trois volets : la connaissance du passé (météo et apports), la caractérisation des changements climatiques observés et futurs ainsi que les analyses d'impacts, de sensibilité pour enfin, établir des stratégies d'adaptation de la production.

Parallèlement, HQD étudie l'impact des changements climatiques sur les régimes de vents au Québec. Ces éléments sont utiles par exemple pour les dossiers tarifaires, la planification des approvisionnements éoliens, la conduite du réseau de HQT et les renouvellements de la filière éolienne.

HQD considère déjà les changements climatiques dans la prévision de la demande des réseaux autonomes. Les ajouts de puissance nécessaires pour répondre à la demande sont planifiés en conséquence. Historiquement, ces ajouts de puissance étaient de source thermique (moteurs diesel). Cependant, des appels d'offre sont en cours ou planifiés pour assurer une transition d'une partie de la production de source thermique vers de la production de source renouvelable.

## CE QU'IL RESTE À FAIRE

Planifier, c'est organiser à l'avance ses activités. La planification de la production devra composer avec des apports différents et avec une demande en baisse en hiver et une légère augmentation en été au Québec. Conclusion : avoir plus d'eau ne signifie pas automatiquement plus de production.

Parallèlement, l'été est souvent préconisé pour la maintenance des équipements de production. Or, avec les nouvelles occasions d'affaires estivales au sud de la frontière, le calendrier de maintenance pourrait être influencé.

La production d'électricité est limitée par la capacité des réseaux de transport et de distribution. Les importations et exportations dépendent de l'écart entre la demande patrimoniale et la production. HQP a un rôle clé car elle produit l'électricité qu'Hydro-Québec vend. Par conséquent, un surplus d'électricité, si la capacité de transport le permet, peut être une occasion d'affaire pour l'entreprise.

### QUELQUES QUESTIONS À SE POSER

-Est-ce que le réseau de transport peut absorber une augmentation de la production ?

-Comment faire face à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes ?

-Est-ce que les changements climatiques vont impacter la définition des limites et contraintes qui encadrent les possibilités de production ?

-Est-ce que les limites auxquelles font face HQP permettent d'utiliser les surplus afin de conquérir de nouveaux marchés ?

## TRANSPORT ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ

L'électricité, une fois produite, doit être transportée et distribuée vers les lieux de consommation. Avec le plus vaste réseau d'Amérique du Nord, Hydro-Québec TransÉnergie commercialise les capacités de transit et gère les mouvements d'énergie sur le territoire québécois. Hydro-Québec Distribution est responsable de distribuer l'électricité au client.

### CE QUI EST ADMIS

Les lignes de transport et de distribution sont directement impactées par les changements climatiques ex. vents violents et tempêtes. De plus, le réchauffement climatique augmente la dilatation des lignes et donc la hauteur minimale sécuritaire pourrait ne plus être respectée. Ouranos a d'ailleurs réalisé une étude de cas décrivant les mesures mises en œuvre par plusieurs sociétés d'électricité en réponse à ce problème. L'adoption de normes améliorées pour la conception de nouveaux équipements constitue une solution rentable.

Le réchauffement climatique a également des effets sur l'écosystème autour des lignes, ce qui peut les atteindre. Plusieurs exemples sont détaillés dans la prochaine section [Maîtrise de la végétation](#).

### CE QUI EST EN COURS

Ouranos a fait une étude qui vise à optimiser les systèmes existants et actualiser les critères de conception d'équipements dans les postes. Par exemple, l'étude démontre le besoin d'adapter les dimensions des séparateurs eau-huile dans les postes à l'intensité, la fréquence et la durée des fortes pluies anticipées.

### CE QU'IL RESTE À FAIRE

Puisque le transport et la production d'électricité sont intimement liés, il est primordial que HQP et HQT communiquent efficacement. On cherche à produire le plus d'électricité alors que le réseau est parfois saturé résultant en l'incapacité de transporter l'électricité supplémentaire du Nord vers le Sud.

Les modélisations du climat futur prévoient une hausse des précipitations et inondations, certaines infrastructures peuvent être à risque dont les réseaux de transport et de distribution. Il est nécessaire d'évaluer les risques et d'élaborer des plans d'action.

#### QUELQUES QUESTIONS À SE POSER

-Est-ce qu'il faut augmenter la hauteur des pylônes afin de respecter les normes de sécurité ?

-Est-ce qu'il y a un inventaire des infrastructures ou équipements à risque dans notre réseau ?  
Comment les protéger des aléas du climat ?

-Est-ce que la capacité de transport permettrait de profiter de la hausse des apports dans le Nord ?


Il est primordial pour Hydro-Québec d'avoir un bon réseau de transport car la distribution, les importations et les exportations en dépendent directement.

## MAITRISE DE LA VÉGÉTATION

La végétation, qui entoure toutes les installations d'Hydro-Québec, est directement impactée par les changements climatiques, ce qui explique pourquoi il est donc nécessaire pour toutes les divisions de la considérer.

### CE QUI EST ADMIS

Les changements climatiques ont un impact sur les écosystèmes et augmentent la présence d'espèces envahissantes. Parmi les plus connues, on retrouve l'agrile du frêne et la tordeuse de bourgeons de l'épinette. Ce dernier est le plus destructeur des peuplements de conifères en Amérique du Nord. Une épidémie tue environ 75 % des sapins en forêt mature. Or le réchauffement climatique augmente la fréquence et la durée des épidémies, la défoliation des autres espèces hôtes et rehausse la limite nordique des épidémies. Une étude a été réalisée afin d'évaluer l'impact des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette sur la fiabilité des lignes de transport ainsi qu'une analyse sommaire des risques de feux de forêt et de chutes d'arbres.



Il peut suffire  
d'un insecte pour  
perturber le  
transport  
d'électricité

Les conséquences sur les lignes de transport sont des chutes d'arbres beaucoup plus fréquentes ainsi que d'importants feux de forêts pouvant même atteindre les postes et les centrales.

### CE QUI EST EN COURS

Une étude de biosécurité est en cours, son objectif principal est d'évaluer les effets potentiels et impacts économiques de nos activités sur la propagation de neuf espèces nuisibles. Parmi celles-ci, l'agrile du bouleau, l'agrile du frêne, le puceron lanigère du sapin et la rouille couronnée sont les plus susceptibles d'engendrer des répercussions économiques pour nous ou pour des tiers. Ces quatre espèces génèrent 75 % des impacts les plus importants.

Les activités les plus sujettes à accroître les risques de propagation sont le traitement des résidus de coupe et leur transport à l'intérieur ou à l'extérieur des sites. Hydro-Québec désire pousser plus loin l'analyse des agents pathogènes les plus à risque et dans certains milieux. Nous voulons ainsi raffiner notre connaissance des risques et des coûts associés et développer des outils simples, mais adaptés au contexte particulier de nos activités.

De plus, un banc d'essai en foresterie est en cours. Il consiste à une collaboration avec les municipalités qui ont un rôle clé dans le choix et la préparation des arbres sous les réseaux, il est essentiel de les informer des mesures à prendre pour préparer les arbres à l'éventuelle présence des espèces nuisibles comme l'agrile du frêne.

Un plan d'action pour les espèces exotiques envahissantes est également en cours, il servira à HQD comme aide à la décision afin d'orienter ses pratiques en faveur d'une atténuation de ses impacts sur l'introduction et la dispersion de ces espèces dans ses emprises de distribution.

## CE QU'IL RESTE À FAIRE

Tout d'abord le réchauffement du climat augmente la croissance d'espèces végétales, il est donc important de le prendre en considération et d'adapter les fréquences des activités de maîtrise de la végétation afin d'assurer la stabilité du réseau.

Les coûts associés à la maîtrise de la végétation pour les lignes de transport et de distribution seront appelés à augmenter.

Il semble également nécessaire de continuer à sensibiliser les organismes tels que les municipalités afin d'avoir une maîtrise préventive et proactive de la végétation.

### QUELQUES QUESTIONS À SE POSER

-Est-ce que nous faisons tout ce que l'on peut à travers nos pratiques afin de diminuer les risques ?

-Est-ce que les mesures d'urgence sont adaptées au risque grandissant des feux de forêts ?

-Est-ce que les autorités locales dans les zones à forte probabilité de feu de forêt (par exemple à Radisson) sont avisées et prêtes à intervenir ?

La végétation entoure les réseaux de transport et de distribution, les centrales, les digues et toutes autres installations d'Hydro-Québec et peut représenter un risque. Il est impératif de prendre en compte les changements climatiques dans sa maîtrise.

## CONSTRUCTION ET RÉFECTION

Nos installations ainsi que nos équipements sont directement impactés par leur environnement, il est donc pertinent de les adapter, et ce pour toutes les unités.

### CE QUI EST ADMIS

Les changements climatiques affecteront le régime hydrologique de l'ensemble des rivières du Québec, mais de façon différente selon les régions considérées. Dans le but répondre aux besoins de puissance et d'énergie sur le marché québécois et sur les marchés externes, de nouveaux aménagements de production seront probablement envisagés.

L'implantation de certaines installations en zone côtière ou en zone de pergélisol, implique une recrudescence des risques face à des phénomènes d'érosion ou de submersion et de déstabilisation des sols. Une étude a été finalisée en 2012 sur l'érosion des berges afin d'évaluer la vulnérabilité des infrastructures d'électricité des Îles-de-la-Madeleine.

Dans le but d'évaluer les risques associés aux événements climatiques, pour la construction de nouvelles lignes de transport, Ouranos a procédé à l'analyse des données météorologiques historiques aux abords de certaines lignes. Cette étude permet la caractérisation des conditions climatiques et permet l'appréciation quantitative de la fréquence d'occurrence d'événements ayant une incidence sur la performance des lignes de transmission d'électricité.

De plus, la réduction du couvert de glace, la hausse du niveau des mers et les vagues de tempêtes augmentent les érosions de berges, ce qui peut affecter nos lignes localisées près des côtes. Sans adaptation, ces érosions mettraient en péril des milliers de bâtiments et des centaines de kilomètres de routes, les pertes s'élèveraient à 1,5 milliards de dollars durant les 50 prochaines années. Des solutions existent comme recharger des plages de galets. L'adaptation aux changements climatiques semble être un investissement payant pour tous.

### CE QUI EST EN COURS

Le climat est en évolution, il paraît donc logique que le design des équipements le soit aussi, pourtant ce n'est pas toujours le cas. Actuellement, les équipements problématiques ou en fin de vie sont remplacés par des équipements qui ne sont pas nécessairement adaptés aux futures conditions climatiques. Il serait souhaitable d'incorporer l'adaptation aux changements climatiques dans le processus d'homologation entre autres des équipements stratégiques. De plus, un outil d'aide à la décision a été développé pour intégrer les variantes d'un climat évolutif dans la robustesse du choix des caractéristiques des centrales. Cependant, les choix finaux de conception n'incorporent pas encore ces variantes de façon systématique, par exemple dans des projets longs à réaliser et déjà amorcés il y a quelques années. Or, un équipement

adapté est un équipement plus rentable, avec une durée de vie plus longue et prêt à faire face aux changements climatiques.

En effet, prenons l'exemple de la fonte du pergélisol, problème majeur du réchauffement climatique, qui crée des glissements de terrains importants. Afin de lutter contre ce phénomène, la stratégie consiste à ne pas construire sur du pergélisol trop riche en glace. Il existe des zones très pauvres ou même dépourvues de glace, comme les substrats rocheux. Si ces derniers dégèlent, l'impact sera nul ou négligeable. Mais, dans les sols composés de sédiments à grains fins comme l'argile ou le limon, une forte présence de glace peut entraîner des affaissements de terrain. Il est donc nécessaire de prendre en considération ce risque lors de la construction des installations dans le nord. Un suivi des études sur le pergélisol est réalisé, entre autres sur les travaux de cartographies des risques et des normes de construction du comité interministériel sur l'aménagement durable des villages nordiques.

### CE QU'IL RESTE À FAIRE

La conception des nouveaux aménagements de production doit tenir compte de l'impact des changements climatiques sur le régime hydrologique en considérant, entre autres, les précipitations et crues maximales probables. Ainsi, les nouvelles installations pourront être exploitées de façon sécuritaire et seront adaptées pour répondre aux besoins énergétiques futurs de façon optimale.

Les changements climatiques rendent le réseau plus vulnérable. Il serait donc judicieux de repérer les installations critiques et de les préparer aux risques potentiels. Il est important de s'assurer que les nouveaux designs et les nouveaux équipements homologués adaptés aux changements climatiques, soient utilisés lors des constructions et réfection.

Les équipements d'Hydro-Québec sont donc face à des risques climatiques, la fréquence et les méthodes utilisées pour la maintenance devront être réévaluées afin de réduire au minimum les pannes.

#### QUELQUES EXEMPLES DES MESURES À PRENDRE :

- Prendre en compte les changements climatiques dans le dimensionnement des équipements de production.
- Prendre en considération les futurs paramètres climatiques dans l'homologation de nos nouveaux équipements.
- Modifier les caractéristiques des composantes électriques (générateurs, transformateurs, lignes de transport, etc.).
- Identifier les équipements à risque.



## NOUVELLES OPPORTUNITÉS D'AFFAIRES

Les changements climatiques peuvent être source de nouvelles opportunités d'affaires. Les changements climatiques peuvent être perçus positivement car les précipitations plus abondantes vont générer de plus grandes accumulations d'eau derrière les barrages. Cet avis est partagé par les chercheurs d'Ouranos cités dans l'encadré ci-dessous.

« Finalement, c'est le secteur de l'énergie et de la production hydro-électrique qui pourrait bénéficier le plus des opportunités créées par les changements climatiques au Québec, puisque la baisse anticipée de la demande en énergie pour le chauffage ne sera, que partiellement, compensée par la demande énergétique pour les besoins en climatisation durant l'été. »<sup>3</sup>

S'adapter implique aussi tirer profit des opportunités liées aux effets positifs des changements climatiques. La demande en électricité des réseaux voisins sera elle aussi affectée par les changements climatiques. Si Hydro-Québec est capable de produire plus, alors elle pourrait exporter plus d'énergie et pourrait avoir moins besoin d'importations à la pointe. Cependant, il est pour cela nécessaire que le réseau de transport puisse assumer cette augmentation d'électricité à transporter. L'acceptabilité sociale pour l'ajout de nouvelles lignes de transport peut être mince, c'est donc un défi à relever.

De plus, les demandes nationale et extérieure déterminent les exportations. Les ventes à l'étranger sont donc dépendantes du contexte politico-économique de nos voisins. Effectivement, l'évolution de la demande extérieure et particulièrement aux États-Unis est décisive pour le taux d'exportation et représente une incertitude à prendre en compte. Donald Trump a annoncé le 1<sup>er</sup> juin 2017 son intention de retirer les États-Unis de l'Accord de Paris sur le climat. Cela pourrait avoir une incidence sur les objectifs fixés et sur la consommation d'énergies renouvelables aux États-Unis. Malgré le retrait de l'Accord de Paris, de nombreux États, villes et entreprises ne s'éloignent pas de leurs objectifs environnementaux. La demande des États-Unis en électricité produite à partir d'énergies renouvelables devrait donc rester élevée. Et la demande dans ces mêmes marchés risque d'augmenter en été à cause des besoins accrus en climatisation causés par la hausse des températures.

La vente de services d'équilibrage pourrait aussi être intéressante pour Hydro-Québec, dans un contexte où les États voisins accroissent leur capacité de production en se basant sur des énergies renouvelables intermittentes (ex. : solaire et éolien).

---

<sup>3</sup> Ouranos. 2015. [Sommaire de la synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec](#). p. 13.


En plus des exportations, Hydro-Québec peut créer des opportunités d'affaires en attirant de nouvelles entreprises sur le sol québécois. Il est donc important de chercher de nouveaux clients, comme les centres de données, gros consommateurs d'électricité. Finalement, il sera important pour Hydro-Québec International de prendre en compte les changements climatiques lors de ses futures acquisitions.

## ACTIVITÉS CONNEXES NON ASSOCIÉES À LA CONCEPTION DES INSTALLATIONS, À LA PRODUCTION, AU TRANSPORT OU À LA DISTRIBUTION

Les changements climatiques impactent toutes les activités d'Hydro-Québec. Prenons quelques exemples d'activités non associées à la conception des installations, à la production, au transport et à la distribution d'électricité.

### SANTÉ ET SÉCURITÉ

La direction – Santé et sécurité exerce une vigie active quant aux impacts anticipés sur la santé et sécurité des travailleurs ainsi qu'en santé du public. Cela peut se manifester sous différentes formes : contraintes thermiques (chaleur), maladies vectorielles transmises par les tiques (maladie de Lyme, encéphalite de Powassan, etc.) et par les moustiques (virus du Nil occidental, virus Jamestown canyon, virus Snowshoe hare), zoonoses (rage, syndrome pulmonaire à hantavirus), plantes causant des phytodermatites et phytophotodermatites et sinistres naturels entraînant des conséquences psychologiques. Le changement des écosystèmes et l'augmentation des températures pourraient changer les taux d'incubation, la durée des saisons de transmission, les répartitions géographiques des tiques et insectes vecteurs (expansion des habitats) ainsi que la migration vers le Québec de moustiques et tiques qui sont actuellement absents sur notre territoire.



Les maladies à transmission vectorielle et les zoonoses vont donc augmenter

Également, une étude est en cours depuis 2016 afin de connaître la dynamique du mercure dans les réservoirs et sa teneur dans les poissons lors d'une température plus élevée de l'eau, afin d'anticiper les effets des changements climatiques sur les modèles de prévision du mercure dans la chair des poissons.

Les changements climatiques pouvant avoir des impacts sur la santé et sécurité des employés, la direction – Santé et sécurité procède à une vigie sérieuse et complète afin d'évaluer et prévenir les risques associés à ces changements climatiques pour les employés de l'entreprise.

### BIODIVERSITÉ

Hydro-Québec bien qu'elle ne soit pas directement impactée dans ses activités par la biodiversité, s'engage à son maintien. Les changements climatiques, entre autres, entraînent la prolifération d'espèces animales et végétales envahissantes ainsi que d'agents pathogènes. Une fois établies, ces espèces peuvent affecter la biodiversité et nuire aux secteurs agricole et forestier. Nos activités de construction, d'exploitation et de maîtrise de la végétation peuvent avoir pour effet de disperser ces espèces nuisibles.

Hydro-Québec participe aux travaux du comité de programme Écosystème et biodiversité d'Ouranos. Par exemple, une des études porte sur la cartographie de l'effet des changements climatiques sur l'habitat des

salmonidés. Beaucoup d'études ont été réalisées, mais n'ont pas encore mené à de réelles actions d'adaptation aux changements climatiques.

## PLAN D'URGENCE ET COMMUNICATION

L'augmentation de la probabilité et de l'intensité des catastrophes naturelles nécessite d'avoir des plans d'urgence adaptés et qui tiennent compte des risques, besoins et capacités de chaque équipe, particulièrement les opérationnelles. Il est également nécessaire que les équipes d'urgence de chaque division communiquent entre elles afin de gérer au mieux la situation.

De plus, nos procédures doivent s'intégrer avec celles des ministères et autres organismes comme les municipalités. L'approvisionnement fiable en électricité jouant un rôle primordial dans la sécurité du public, des municipalités commencent à considérer l'adaptation aux changements climatiques. Hydro-Québec devrait collaborer avec celles qui définissent des plans d'adaptation en plus de leurs plans d'urgence.

Enfin, les inondations du printemps 2017 ont démontré toute l'importance de maintenir des communications efficaces avec nos clients et instances gouvernementales en situation d'urgence.

### QUELQUES QUESTIONS À SE POSER

- Est-ce que les déclenchements des mesures d'urgences sont adaptés aux nouveaux risques ?
- Est-ce que nos mesures d'urgence sont capables de répondre à des risques amplifiés par les changements climatiques ?
- Est-ce que l'on connaît l'impact des pannes sur nos parties prenantes comme les municipalités ?

## BÂTIMENTS ADMINISTRATIFS ET INFRASTRUCTURES

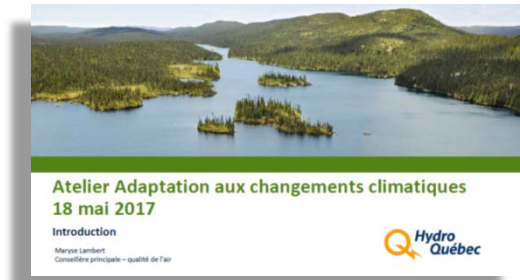
Hydro-Québec possède plusieurs bâtiments administratifs, ces derniers doivent respecter les nouvelles exigences de construction des municipalités, par exemple contre les îlots de chaleur. Des coûts additionnels seront à prévoir lors des réfections. De plus, les besoins en chauffage et climatisation vont varier, menant possiblement à une modification des coûts d'exploitation et de remplacement des équipements mécaniques.

Également, les infrastructures autour de nos installations doivent être adaptées. Il y a des installations très adaptées aux événements extrêmes mais les routes pour y accéder ne le sont peut-être pas. Hydro-Québec devra assurer l'accès en tout temps à ses installations pour ses employés.

Enfin, en parallèle à cela, les couvertures d'assurances des installations d'Hydro-Québec pourraient devoir être réévaluées en regard des risques engendrés par des événements climatiques extrêmes plus fréquents et de plus fortes amplitudes.

## ATELIER SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'atelier sur l'adaptation aux changements climatiques organisé par l'unité Conformité environnementale et développement durable a regroupé, sur place ou en ligne, 68 employés d'Hydro-Québec, toutes divisions confondues, et d'Ouranos. Plusieurs présentations se sont déroulées suivies d'un temps de discussion. Cette dernière a démontré le besoin d'adaptation dans toutes les divisions, certaines étant plus avancées que d'autres. La communication et le dialogue au sein et entre les divisions sont primordiaux et perfectibles. La création d'outils tels qu'un site intranet ou un forum serait utile. L'utilisation de bases de données, d'outils de modélisation ou de scénarios de référence communs devrait être favorisée lorsque pertinent. L'aspect économique a également été souligné, il faudrait appuyer sur ce point afin d'obtenir plus de légitimité auprès de la direction.



Enfin, un sondage a été transmis aux participants après la tenue de l'atelier, dont les questions se trouvent en [annexe](#). Le taux de réponse a été significatif, car 35 personnes ont répondu.

Dans un premier temps, le but du sondage était de faire un état des lieux, dans chaque division ou unité représentée, de l'adaptation aux changements climatiques. La quasi-totalité des répondants ont indiqué que l'adaptation était insuffisante ou même inexistante. Les besoins, ainsi que quelques exemples d'enjeux des différentes divisions, se trouvent en [annexe](#). On retrouve également un [tableau](#) rassemblant l'ensemble des réponses en termes de risques, faiblesses, forces, solutions envisageables.

Dans un deuxième temps, le but du sondage était d'identifier les équipes à intégrer dans l'adaptation aux changements climatiques. Les répondants ont énuméré les équipes suivantes : risques et assurances, sécurité des barrages, développement des affaires, exploitation du réseau, design des machines tournantes (groupe turbine-alternateur), regroupement des intervenants en mesures d'urgence de chaque division, chercheurs en technologie de l'information, concepteurs des tarifs, ressources clientèles, végétation distribution (des gens opérationnels), unité maintenance et soutien technique, exploitants des ouvrages de production. L'important est d'inclure l'ensemble des divisions de l'entreprise et de faire circuler l'information à ceux qui ont des besoins d'adaptation, qui semblent faire partie de la majorité.

Dans un troisième temps, les répondants ont classé par priorité plusieurs actions à entreprendre pour améliorer la gestion de l'adaptation aux changements climatiques. Les trois premières sont :

1. Impliquer la haute direction,
2. Préparer un plan d'action d'entreprise sur le sujet,
3. Centraliser les informations et données sur le sujet (exemple : site intranet).

Les autres actions à prioriser se trouvent en [annexe](#).

## EXEMPLES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Des mesures d'adaptation sont possibles et certaines ont été mises en place dans plusieurs entreprises d'électricité. L'Association canadienne de l'électricité a publié en 2016 un [rapport](#) sur l'adaptation aux changements climatiques, à l'échelle nationale, pour le secteur de l'électricité. La principale conclusion du rapport est qu'il faut améliorer l'intégration des scénarios de changements climatiques dans la gouvernance des sociétés, la planification des projets et les pratiques de gestion des risques. Les recommandations pour les producteurs, transporteurs et distributeurs d'électricité sont : élaborer des plans de gestion en matière d'adaptation aux changements climatiques; favoriser l'échange des meilleures pratiques en matière d'adaptation aux changements climatiques, notamment des modèles et des méthodes; revoir les normes du réseau électrique et apporter des modifications, au besoin; favoriser la réaction à la demande et améliorer la flexibilité du système; optimiser l'utilisation des ressources en eau et des bassins hydrologiques.

Parmi les entreprises qui ont mis en place des mesures d'adaptation, prenons quelques exemples. BC Hydro adapte ses équipements avec des matériaux plus résistants au climat futur. Toronto Hydro a cartographié les zones à risques d'inondations et commence à surélever les postes concernés. Enfin, l'entreprise britannique Western Power Distribution à travers son approche à « faible regret » a décidé de rehausser d'un demi-mètre la hauteur des nouveaux poteaux de distribution, afin de prévenir les risques dus à la dilatation des lignes. Ces trois exemples présentent des méthodes d'adaptation rentables et réalisables déjà appliquées. Un [projet d'Ouranos](#) en cours en documente actuellement plusieurs autres dans le monde.

L'Association canadienne de l'électricité a produit le processus d'adaptation aux changements climatiques ci-contre. Actuellement, Hydro-Québec a déjà réalisé quelques-unes de ces actions, mais plusieurs autres restent à entamer dont l'obtention de l'engagement de la Haute direction.

Nous devons nous préparer aux changements climatiques et planifier des mesures d'adaptation maintenant, car les coûts de l'adaptation seront largement dépassés par ceux de l'inaction.



## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les activités d'Hydro-Québec sont, pour la plupart, impactées par les changements climatiques. La vulnérabilité de nos installations doit être évaluée pour permettre à l'entreprise de continuer d'offrir un approvisionnement fiable et de qualité à ses clients actuels et futurs. Il faudrait également évaluer la pertinence d'inclure la notion d'adaptation aux changements climatiques dans un futur Plan stratégique. Les études récentes consultées démontrent l'importance de planifier l'adaptation aux changements climatiques. André Gide disait « **L'intelligence c'est la capacité d'adaptation** ».

L'atelier sur l'adaptation aux changements climatiques a souligné le manque de communication entre les différentes unités et divisions. Ce genre d'événements permet de faire un partage de connaissances et est un bon canal de communication. Il a été jugé par 97 % des répondants qu'il serait pertinent de refaire un atelier de la sorte. À la majorité, les répondants du sondage ont indiqué qu'impliquer la haute direction était leur priorité.

À travers ce rapport, nous constatons que certaines unités d'Hydro-Québec ont commencé à évaluer l'impact des changements climatiques, mais l'information ne circule pas dans l'ensemble de l'entreprise. De plus, il n'y a aucune vue d'ensemble sur l'adaptation aux changements climatiques ce qui est une lacune constatée dans une majorité de compagnies d'électricité canadiennes. Hydro-Québec possède des outils particulièrement intéressants, comme l'IREQ et sa collaboration avec Ouranos, qui pourraient la classer comme leader des entreprises proactives en matière d'adaptation aux changements climatiques. **Il est temps de passer de la science à l'action !**

Recommandations :

- Mandater une unité qui chapeauterait l'ensemble des activités d'Hydro-Québec pour l'adaptation aux changements climatiques.
- Préparer un plan d'action d'entreprise sur l'adaptation aux changements climatiques (énumérant les actions à réaliser pour les 5 prochaines années).
- Centraliser et uniformiser les bases de données et les outils de modélisation, lorsque applicable.

# ANNEXES

## Liste des membres du groupe de travail

Isabelle Chartier, **HQIESP**

Nathalie Noël, **VPCAG**

Nathalie De La Chevrotière, **VPFTCR**

Franck Perez, **HQD**

Alexandre Deslauriers, **HQD**

Orlando Pérugin, **VPFTCR**

Frédéric Diaz, **VPRH**

Jolyane Poulin, **VPCAG**

Martin Dumont, **VPRH**

René Roy **Ouranos**

Debbie Gray, **VPDA**

Marie-Claude Simard, **HQP**

Catherine Guay, **HQIESP**

Pierre Tellier, **HQIESP**

Sylvia Herreck, **VPFTCR**

Nathalie Thiémonge, **HQIESP**

Maryse Lambert, responsable, **VPACSG**

Marie-France Turcotte, **VPTSS**

Maryse Lavoie, **HQT**

Frédéric Vigeant, **VPACSG**

Dominic Marchand, **VPDA**



## Liste des participants à l'atelier du 18 mai

### **VP - Aff. corpo. et Secrétariat général**

André Besner  
Frédéric Vigeant  
Guy Lefebvre  
Julia Hélie  
Maryse Lambert  
Matthieu Ouellet

### **HQ TransÉnergie**

Camelia Nedisan  
Christophe Jenkins  
Claude Rajotte  
France Lavoie  
Gilles Cazade  
Hilaire Proulx  
Marc Desbiens  
Michel Bouchard  
Nathalie Thibeault  
Normand Lesieur  
Patrick Saint-Martin  
Pierre-Jean Rioux  
Raymond Cossette  
Roxanne Richard

### **HQ Distribution**

Alain Query  
Alexandre Deslauriers  
Celestin Ratsimbazafy  
Éric Desrosiers  
Franck Perez  
Guillem Candille  
Hugo Gingras

Isabelle Sainte-Marie  
Jose Omar Cardenas  
Luza  
Joséphine Mendoh-Ottou  
Pascal Vignon

### **HQ Production**

Alhabra Samer  
Élaine Robichaud  
Julien Choissard  
Marie-Claude Simard  
Maryam Kamalinezhad  
Patrice Fillion  
Rafael Guay  
Sabrina Cardin Ouellette  
Stéphanie Thériault  
Stephen Lévesque

### **IREQ**

Catherine Guay  
Danielle De Sève  
Frédéric Guay  
Isabelle Chartier  
James Merleau  
Luc Perreault  
Marie Minville  
Marie-Claude Lessard  
René Roy

### **VP Développement des affaires**

Debbie Gray

### **VPTIC**

Francine Duranceau  
Jean-Guy Vaillancourt  
Martin Hébert  
Nathalie Lamy  
Nathalie Renaut  
Serge Langlois

### **HQÉ**

Caroline Pion  
Fanny Houdré  
Luc Roy  
Nathalie Thiémonge

### **VP Transformation Santé Sécurité**

Geneviève Ostiguy  
Michel Plante  
Stéphane Babo

### **VP-Communications et aff. gouvernement.**

Anne-Marie Prud'homme

### **CSP**

Pierre Tellier

### **Ouranos**

Marco Braun  
David Huard  
Yves Langhame  
Élise Fournier

**Ordre du jour de l'atelier****ATELIER ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES****18 mai 2017, amphithéâtre Jean-Jacques Archambault, siège social**

HEURE	PRÉSENTATEUR	SUJET
9h00	André Besner	Mot de bienvenue et déroulement de l'atelier
9h10	Maryse Lambert	Introduction, but de l'atelier
9h20	René Roy, IREQ et Ouranos	Historique de la collaboration Hydro-Québec-Ouranos
9h30	David Huard, Marco Braun, Ouranos	Notions de base sur les outils de modélisation
9h50	Catherine Guay, Marie Minville, IREQ Marco Braun, Ouranos	Implications des choix méthodologiques sur les impacts hydrologiques des changements climatiques (cQ)2
10h15		Pause
10h35	James Merleau, Marie Minville, IREQ	Impacts et adaptation aux changements climatiques de la gestion du complexe La Grande
10h55	Marie-Claude Simard, HQP Élyse Fournier, Ouranos James Merleau, Marie Minville, IREQ	Adaptation des prévisions hydrologiques : intégration potentielle de scénarios climatiques (P66)
11h20	Nathalie Thiémonge, HQÉ David Huard, Ouranos	Outil de prise de décision pour la conception d'un aménagement hydroélectrique
11h40	Alexandre Deslauriers, Isabelle Ste-Marie, HQD	Changements climatiques et prévision de la demande en électricité
12h00		Dîner

13h00	Christian Lévesque, Geneviève Ostiguy, Claude Parent, DSS	Impacts sanitaires des changements climatiques : coups de chaleur, maladies vectorielles et plantes causant des phytodermatites
13h20	Normand Lesieur, HQT	Évaluation de l'impact de l'épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette sur la fiabilité des lignes de transport - Analyse sommaire des risques de feux de forêt et de chutes d'arbres
13h40	Élyse Fournier, Ouranos	Adaptation aux changements climatiques dans le secteur du transport et de la distribution
14h00		Pause
14h20	David Huard, Ouranos	Projets en développements chez Ouranos
14h40	Tous	Discussion sur l'avenir de l'adaptation aux changements climatiques à Hydro-Québec
15h40	Maryse Lambert	Conclusion et étapes subséquentes
16h00		Fin de l'atelier

## Référence des études réalisées

Braun, M., Fournier, E. (2016) : [\*Études de cas d'adaptation dans le secteur de l'énergie – Surmonter les obstacles à l'adaptation\*](#). (En ligne). 2016. Document consulté le 9 août 2017.

Chebana, F. et al. 2010. *Analyse de variables hydrologiques nordiques dans un contexte de changements climatiques*. Chaire industrielle Hydro-Québec / CRSNG en Hydrologie statistique. Rapport de recherche R-1203.

Direction Santé et sécurité. Vigie en continu sur les sujets suivants : [chaleur](#), [maladies de Lyme et tiques](#), [phyto-dermatites](#), [rage](#), [syndrome pulmonaire à hantavirus](#), [virus du Nil occidental](#). (En ligne). Pages consultées le 9 août 2017.

Fournier, É., Braun, M., Merleau, J., Simard, M.-C. 2015. *Concordance entre les sorties directes et post-traitées de l'ensemble CMIP5 et les données NRCAN selon certaines caractéristiques statistiques calculées à l'échelle des bassins versants du complexe Manicouagan*.

Fournier, É., Merleau, J. et Simard, M.-C. 2017. Concordance entre les données nrcan, mdelcc et ClimEx selon les caractéristiques statistiques calculées à l'échelle des bassins versants du complexe Manicouagan.

Guay, C., Minville, M. 2013. *Rapport d'expertise sur la production de scénarios hydrologiques en contexte de changements climatiques pour la région de l'Outaouais*. Institut de recherche d'Hydro-Québec. IREQ-2013-0151.

Guay, C., Minville, M., Braun, M. 2015. [A global portrait of hydrological changes at the 2050 horizon for the province of Québec](#). *Canadian Water Resources Journal*, vol. 40(3), p. 285–302. Document consulté le 9 août 2017.

HQD. *Dossier tarifaire 2015-2016*, [HQD-4, document 2.1](#), p. 17-19. (En ligne). 2014. Document consulté le 9 août 2017.

HQD. *Plan d'approvisionnement 2008-2017*, [HQD-1, Document 2](#), Annexe 2E, Section 2.1, p. 143-149. (En ligne). 2007. Document consulté le 9 août 2017.

HQD. *Plan d'approvisionnement 2014-2023*, [HQD-6, Document 1](#), p. 5-6. (En ligne). 2013. Document consulté le 9 août 2017.

Huard, D., Thiémonge, N. 2016. *Aménagement d'une centrale hydroélectrique en climat nordique en contexte de changements climatiques*.

Hydro-Québec Distribution. Environnement, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières. *Vulnérabilité des infrastructures d'électricité des Îles-de-la-Madeleine à l'érosion et à la submersion*. HQ-2012-052-AC # 65465 - Restriction de diffusion : Confidentiel

Minville, M. 2012. *Recommandation d'un ensemble de données météorologiques pour l'exercice Capacité de produire en contexte de changements climatiques - Rapport technique*. Institut de recherche d'Hydro-Québec. IREQ-2012-0036.

- Minville, M., Guay, C. 2014. *Calibration du modèle hydrologique HSAMI à l'échelle du Québec selon les approches traditionnel et parallèle-ÉTR pour une application en changements climatiques – Note technique*. Institut de recherche d'Hydro-Québec. IREQ-2014-0098.
- Minville, M., Guay, C. 2014. *Implications des stratégies de calage et des méthodes de post-traitement sur les bilans hydrologiques anticipés en contexte de changements climatiques*. Institut de recherche d'Hydro-Québec. IREQ-2014-0101.
- Minville, M., Guay, C., Leclaire, L-A. 2012. *Nouvelles approches de calage du modèle hydrologique HSAMI pour une paramétrisation orientée vers la physique et applications en contextes actuel et futur*. Institut de recherche d'Hydro-Québec. IREQ-2012-0142.
- Minville, M., Merleau, J. 2014. *Effets des changements climatiques observés et projetés sur les variables hydrométéorologiques pour le territoire québécois - Revue bibliographique*. Institut de recherche d'Hydro-Québec.
- Minville, M., Thiémonge, N. 2011. *Calage du modèle hydrologique HSAMI pour une application en changements climatiques au complexe La Grande*. Institut de recherche d'Hydro-Québec. IREQ-2012-0093.
- Minville, M., Thiémonge, N. 2011. *Étude des impacts des changements climatiques sur le complexe La Grande – Rapport technique*. Institut de recherche d'Hydro-Québec. IREQ-2013-0034. Diffusion restreinte.
- Ouranos. [Crues maximales probables et sécurité des barrages dans le climat du 21e siècle](#). (En ligne). 2015. Document consulté le 9 août 2017.
- Ouranos. [New Climate Normals for Electricity Demand Forecasting](#). (En ligne). 2016. Document consulté le 9 août 2017.
- Ouranos. [Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec](#). (En ligne). 2015. Document consulté le 9 août 2017.
- Roy, R. et al. 2007. *Impacts des changements climatiques sur le régime hydrologique des bassins versants gérés par Hydro-Québec*. IREQ-2009-0076. Diffusion interne.
- Roy, R., Pacher, G., Adamson, P., Roy, L., Silver, R. 2008. *Adaptive Resources Management for Water Resources Planning and Operations*, rapport scientifique et technique commandé par la Banque mondiale. 2008.
- St-Pierre-Fortin, J., St-Hilaire, A. 2016. *Modélisation de la température de l'eau du fleuve St-Laurent en contexte de changements climatiques*. INRS-ÉTÉ.
- Thiémonge, N., Clavet-Gaumont, J. 2014. *Impact des changements climatiques sur les volumes de crues fréquents – Bassins versants de la Côte-Nord du Québec*. RA-2012-0039-01. Hydro-Québec Équipement et services partagés. Unité Conception des aménagements de production hydraulique et géotechnique.

Thiémonge, N., Clavet-Gaumont, J. 2014. [Impact des changements climatiques sur les volumes de crues printanières de la Côte-Nord du Québec](#). *Revue canadienne des ressources hydriques*, vol. 41 (1-2). Document consulté le 9 août 2017.

Thiémonge, N. 2012. *Simulation des étiages d'été en condition de changements climatiques – Bassins versant des rivières Ouelle, Chaudière, Little Southwest Miramichi et Catamaran*. RA-2012-0012-01. Hydro-Québec Équipement et services partagés. Unité Conception des aménagements de production hydraulique et géotechnique.

Thiémonge, N. 2016. *Hydrologie du Grand-Nord – Reconstitution des apports naturels avec CROQ*. RA-2016-0022-01. Hydro-Québec Équipement et services partagés. Unité Conception des aménagements de production hydraulique et géotechnique.

## Questions du sondage

1. Veuillez indiquer votre division ou unité corporative.
2. Spécifiez de quelle façon vous avez participé à la rencontre.
3. Indiquez votre niveau de satisfaction sur une échelle de 1 à 5 (où 5 représente l'opinion la plus positive) pour chacun des éléments suivants : Organisation générale de l'événement / Pertinence des présentations.
4. Selon vous, est-ce pertinent de refaire ce type d'événement ?
5. Est-ce que votre unité intègre l'adaptation aux changements climatiques dans ses pratiques ? (sur une échelle de 1 à 5, où 5 représente l'opinion la plus positive)
6. Dans votre unité, quels sont les risques associés au manque de prise en compte des changements climatiques ?
7. Dans votre unité, quelles sont vos forces en termes d'adaptation aux changements climatiques ?
8. Dans votre unité, quelles sont vos faiblesses en termes d'adaptation aux changements climatiques ? Quelle serait la solution pour les atténuer ?
9. Le choix d'équipements ou l'homologation d'équipements incorpore-t-il, à votre connaissance, des critères d'adaptation ? (veuillez répondre seulement si vous êtes concernés)
10. Selon vous, y a-t-il des personnes, équipes ou unités pertinentes à ajouter à la discussion et qui aurait été omises (de différents horizons : technique, prévision, maintenance, maîtrise de la végétation, mesures d'urgences et autres) ?
11. Selon vous, dans quel ordre faudrait-il réaliser les activités suivantes (numérotez-les de 1 à 10, 1 étant l'activité à réaliser en premier) ?
  - Centraliser les informations et données sur le sujet (exemple : site intranet)
  - Collaborer avec d'autres partenaires externes (municipalités, ministères)
  - Poursuivre les rencontres du comité de travail multi unités
  - Créer un forum de discussion pour favoriser les échanges entre unités en temps réel
  - Former un comité opérationnel dans chaque division
  - Impliquer la Haute direction (exemple : intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans les responsabilités d'un vice-président)
  - Préparer un plan d'action d'entreprise sur le sujet (énumérant les actions à réaliser pour les 5 prochaines années)
  - Réaliser plus d'études et de recherches propres aux activités d'Hydro-Québec sur l'adaptation aux changements climatiques
  - Utiliser des bases de données ou des modèles similaires entre les divisions pour faire les prévisions
  - Utiliser une méthodologie similaire entre les divisions pour considérer l'adaptation aux changements climatiques
12. Au sein de votre division ou équipe, que vous manque-t-il pour être efficace en adaptation aux changements climatiques ?

**Analyse du sondage – Quelques exemples d'enjeux par divisions**

À partir des réponses brutes des participants, quelques exemples par division sont développés ci-dessous.

Chez Hydro-Québec Production les risques majeurs liés aux changements climatiques sont les erreurs de planification des besoins et des apports ainsi que la sécurité des ouvrages. La force de la division, toujours citée, est la collaboration avec les chercheurs de l'IREQ et d'Ouranos. Les faiblesses qui ressortent du sondage sont le manque important de la prise en compte des changements climatiques et la stagnation dans la théorie. Le besoin premier est, selon les répondants de cette division, un mandat clair venant de la direction pour inclure les changements climatiques dans leur travail, comme l'intégrer clairement dans le plan stratégique de l'entreprise.

Autre exemple, l'homologation d'équipements n'incorpore pas les changements climatiques et ceci est un enjeu selon les répondants. L'IREQ a ses projets de recherches qui visent à aider à développer de nouvelles règles réalistes et à aider à leur acceptation et leur mise en pratique mais il semblerait que peu de projets prennent en compte les résultats des études dans la conception et le dimensionnement des ouvrages. Les risques sont pourtant présents et importants; entre autres des risques de rupture des ouvrages de retenue, des inondations, des dommages aux talus, routes et remblais.

Enfin, chez Hydro-Québec Distribution, les risques semblent être la pérennité des installations du réseau, la végétation plus invasive, la foudre plus présente, les coups de chaleur des travailleurs et enfin une prévision surestimée. La principale faiblesse associée semble être le manque d'intégration des études réalisées dans les projets et dans l'exploitation des installations. Cependant, HQD semble intégrer les changements climatiques dans ses prévisions.



## Réponses brutes au sondage

Unité	Risques associé au manque de prise en compte des changements climatiques	Forces en termes d'adaptation aux changements climatiques	Faiblesses en termes d'adaptation aux changements climatiques	Quelles seraient les solutions	Que vous manque-t-il pour être efficace en adaptation aux CC
HQP - Planification de la production	Sécurité des ouvrages d'HQ et des riverains, gestion non optimale des ressources en eau (\$)	Collaboration avec les chercheurs		Concertation avec les autres unités ayant des intérêts convergents	Des ressources
DPP production	mauvaise prise en charge du risque sur la ressource	personnel qualifié et motivé, Projet de recherche avec l'Ireq et Ouranos. Établissement d'un plan d'action CC.	Financement des projets.		vision et leadership de l'entreprise, financement adapté à ce type de projet
IREQ	Risques hydrologique, risque au niveau des équipements	Les liens avec Ouranos nous aident à intégrer cette approche dans le plus grand nombre possible de projets	Manque de communication, la méconnaissance des modèles climatiques est encore trop grande		Une meilleure connaissance des modèles, des méthodes de projections climatiques et de la façon dont on utilise ces données.
HQE - CAPHG	impacts directs sur le dimensionnement des aménagements hydroélectriques (ouvrages hydrauliques)	beaucoup d'études, forte implication avec Ouranos par rapport aux impacts des cc sur l'hydrologie pour les bassins versants d'HQ	aucune décision de projet de prend en compte les études (pas de décision quant à la façon de prendre en compte les résultats des études dans la conception des ouvrages hydrauliques par exemple)		des décisions !
Production	erreur de planification des besoins et des moyens	so	Pas inclus		so
Distribution	Pérennité des installations de réseaux de distribution, demande énergétique des réseaux non reliés	Prise en compte et étude en cours...	Manque d'intégration dans les projets et l'exploitation des installations		Avoir une cartographie conviviale et utilisable pour orienter les projets et l'opérationnel
DPP	fausse prévision des apports	nous sommes appliqués dans des projets de recherche avec Ouranos /ireq	nous sommes encore dans la théorie		engagement ferme ex dans les plans stratégique, affaire et avoir le temps et les ressources
HQIESP	Risque de rupture des ouvrages de retenue, inondations, dommages aux talus, routes et remblais, etc	Prévision des débits et niveaux d'eau	La justesse des prévisions		Une adaptation des critères de conception sur l'hydrologie

Unité	Risques associé au manque de prise en compte des changements climatiques	Forces en termes d'adaptation aux changements climatiques	Faiblesses en termes d'adaptation aux changements climatiques	Quelles seraient les solutions	Que vous manque-t-il pour être efficace en adaptation aux CC
Environnement-TransÉnergie	La modification des appareils isolés au SF6 ne relèvent pas de notre unité.	Arguments pertinents, formation /sensibilisation		Avoir du budget de recherche	Budget
Distribution	Augmentation de la pointe d'été. Végétation plus invasive. Foudre plus présente. réseau en zone inondable. coup de chaleur travailleur	Climatisation résidentielle encore faible. Réseau en bonne état. Parafoudre et MALT (vol de MALT problématique)	Végétation vue comme une charge.	Avoir plus de bâtiment Leed. Nacelle électrique dégageant moins de chaleur à l'arrêt.	Les employés de la division ne connaissent pas les impacts ou piste de solution des changements climatiques, ne peuvent donc pas donner des idées
HQD Distribution	les actions ou les opérations de contingence requises pour répondre aux événements majeurs	les opérations (gestion de la végétation) sur le terrain pour assurer la continuité de service électrique	Comment aider nos clients à s'adapter aux changements climatiques? Des actions à élaborer		L'intégration des Changements climatiques aux stratégies du Plan stratégique 2016 - 2020
HQP	Gestion hydriques des crues	Mise à jour du modèle hydrologique	Gestion plus court et moyen terme.		rien
Direction de la planification de la production	Prévisions hydrologiques et énergétiques biaisées	Projets en collaboration avec l'IREQ et Ouranos bien intégrés dans nos activités.		Adaptation de nos moyennes en climat changeant doivent être appliquées à l'ensemble de nos produits.	Des études d'opérationnalisation concrètes, des outils de gestion du changement.
Unité environnement, TransÉnergie	La protection de l'environnement.	Je ne sais pas. Je suis nouvelle.			Des connaissances.
IREQ	Transmettre des résultats de recherche ou produire des innovations qui manquent de robustesse si les CC ne sont pas pris en compte dans nos études.	Nous effectuons la recherche qui permet aux autres unités de mieux s'adapter.		L'intégration systématique des impacts des changements climatiques sur nos innovations devrait être implantée.	Il manquait ce comité pour permettre les échanges!
VP - Technologies de l'information et des communications	Les conditions météorologiques changeantes peuvent impacter le calendrier des travaux planifiés. Impact sur les services à la clientèle	Redondance des services en cas de défaillance de nos infrastructures (perte d'équipement > feux de forêt, glissement de terrain, ...)	En mode «réactif» dans la prise de décision.	Avoir une vision unifiée d'entreprise encadrant nos principes directeurs.	Disponibilité d'informations pertinentes sur les divers impacts liés aux changements climatiques. Encadrements et orientations HQ.
Direction Planification de la production, HQP	Mauvaise interprétation des apports futurs, enjeux de gestion des aménagements	hummm... ?	Nos processus de travail ne prennent pas en compte les CC.		Du temps et un mandat clair de la direction pour inclure les CC dans notre travail.

Unité	Risques associé au manque de prise en compte des changements climatiques	Forces en termes d'adaptation aux changements climatiques	Faiblesses en termes d'adaptation aux changements climatiques	Quelles seraient les solutions	Que vous manque-t-il pour être efficace en adaptation aux CC
Environnement et gestion documentaire	Surcroît d'activités - plus de causes de déversements accidentels en liens avec des événements climatiques	Possibilité de mobiliser des ressources compétentes comme acteurs de changement	Véhiculer nos connaissances à nos clients, changer les cultures et sensibiliser à l'environnement et aux changements climatiques demeurent une pratique constante		le dépistage complet des enjeux de nos clients
HQT	Variation importante des besoins énergétiques québécois.	Participation à des séminaires sur les changements climatiques.	Recherches et études insuffisantes sur les changements climatiques.		Recherches et études insuffisantes sur les changements climatiques.
HQT CMÉ	manque de vision moyen et long terme qui pourrait compromettre l'avenir de l'entreprise.	nous disposons d'une équipe de météorologues compétents qui peuvent, s'ils sont écoutés, sensibiliser la direction.	aucune vision cohérente sur ce sujet de la part de la haute direction qui n'a qu'une vision comptable de l'entreprise. Les aspects techniques liés aux Changements climatiques sont occultés ou bien ignorés.		Une conscience de la direction sur l'importance de ce dossier.
ireq unité expertise Sciences des matériaux	conceptions, prototypes mal adaptés	R&D proximité équipe Ouranos bonne conscientisation	difficulté de prendre des virages versus gestion du risque		plus de discussions /rencontres inter unité
Unité Soutien, ligne et environnement - TransÉnergie	Grands et nombreux, mais à définir (mais je suis nouvelle, peut-être le sont-ils déjà)	Je ne peux le dire pour le moment, car je suis nouvelle dans l'équipe.	Je ne peux le dire pour le moment, car je suis nouvelle dans l'équipe.		Une personne responsable du volet "changements climatiques" détenant une expertise dans ce domaine
Immobilier	Inondation, Chaleur	Connaissances techniques	Ampleur de l'impact sur l'immobilier.		Notre domaine de travail rends difficile ces adaptations.
Équipement	Un design des équipements qui n'est pas adapté.	Notre présence chez Ouranos.	Nous utilisons les extrêmes pour le design et ce sont les événements les plus incertains. Les modèles de climats ont de la difficulté à les reproduire.		Rien à signaler.
Distributeur	Entraîne une mauvaise planification. Prévision de la demande surestimée.	Intégration de l'impact des changements climatiques à même nos produits de prévisions.	Aucune		Avoir accès à l'information et ce qui se fait dans les différents groupes.
Hydro-Québec Distribution - Optimisation des approvisionnements en électricité	Impact sur les modèles de prévisions météorologiques	Contact fréquent avec les instituts de prévisions météorologiques et regards sur les nouveaux modèles.	Exige des efforts en temps et en développement pour introduire de nouveaux modèles.		Une vision concertée dans la hiérarchie
IREQ	Rater des opportunités de recherche	Plutôt en amont du processus au moment des analyses d'impacts	Pas de contrôle sur les décisions d'adaptation		s. o. - Maryse fait un travail remarquable et Frédéric V. poursuivra sur cette lancée.

Unité	Risques associé au manque de prise en compte des changements climatiques	Forces en termes d'adaptation aux changements climatiques	Faiblesses en termes d'adaptation aux changements climatiques	Quelles seraient les solutions	Que vous manque-t-il pour être efficace en adaptation aux CC
CEDD	Minimes. Toutefois nous avons un rôle de coordination que Maryse a amorcé et qu'il serait pertinent de maintenir.	Connaissances générales. Rôle de coordination.	s. o.		Outils de prévision des apports adaptés
Direction Planification de la production	Gestion plus difficile des systèmes hydriques	Gestion plus difficile des systèmes hydriques	Faiblesse d'historique (manque de balise)		des vélos
IREQ- EMMH	l'équivalent en eau de la neige	la télégestion	la micro-météo		Il y a un décalage entre les travaux de recherche et ce qui est fait à l'opérationnel
IREQ	Au niveau de l'innovation, nous devons tenir compte des changements climatiques	Adaptation au niveau des variables météorologiques, hydrologiques et de la gestion des barrages	Nous avons de la difficulté à trouver des partenaires à l'opérationnel pour soutenir nos travaux de recherche		Des études sur la prévision de la demande en Ontario, New York et Nouvelle Angleterre
VP Développement des affaires	sous ou sur estimer la demande au Québec et chez nos voisins	Aucune	n/a		sondage remplis pour accéder aux liens
Conception des infrastructures des télécommunications	Les changements climatiques apportent des changements sur les modèles de statiques de calcul de propagation. Il faut avoir des modèle qui représente le plus possible la réalité	On essaie d'utiliser les informations ou base de données les plus récentes	On ne peut pas faire grand-chose selon moi		Sans doute de l'information car je n'étais pas présent à cette formation. Par la suite un peu de budget sans doute.

### Liste de priorisation des actions à réaliser selon le sondage

Du plus prioritaire au moins urgent.

Les participants devaient classer de 1 à 10 les priorités, ici 10 représente la plus prioritaire.

Action	Score
<b>Impliquer la Haute direction</b> (exemple : intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans les responsabilités d'un vice-président)	7,89
Préparer <b>un plan d'action d'entreprise</b> sur le sujet (énumérant les actions à réaliser pour les 5 prochaines années)	7,14
<b>Centraliser</b> les informations et données sur le sujet (exemple : site intranet)	6,69
Poursuivre les rencontres du comité de travail multi unités	5,66
Former un comité opérationnel dans chaque division	5,54
Créer un forum de discussion pour favoriser les échanges entre unités en temps réel	5,03
Réaliser plus d'études et de recherches propres aux activités d'Hydro-Québec sur l'adaptation aux changements climatiques	5,03
Collaborer avec d'autres partenaires externes (municipalités, ministères)	4,17
Utiliser des bases de données ou des modèles similaires entre les divisions pour faire les prévisions	3,97
Utiliser une méthodologie similaire entre les divisions pour considérer l'adaptation aux changements climatiques	3,89