

# PROGRAMMATION

## 2014-2019

### Énergie

Vulnérabilités, impacts et adaptation

*«Appuyer les membres dans l'analyse des impacts des changements climatiques, l'analyse et l'implémentation d'options d'adaptation»*

Rédigé par David Huard et Jacinthe Clavet-Gaumont

Octobre 2014

*Programme approuvé par le Conseil scientifique d'Ouranos, tel que mandaté par le Conseil d'administration et autorisé à être déployé en décembre 2014.*



# PRÉAMBULE

*Ce document de programme a été préparé dans le contexte du renouvellement de la programmation d'Ouranos pour la période 2014-2019.*

*Le dernier cycle de programmation (2009-2014) a vu une centaine de projets se réaliser, permettant des progrès notables, particulièrement concernant l'analyse du système climatique et la production de scénarios de CC adaptés aux outils et besoins existants, ainsi qu'à l'étude des impacts et des vulnérabilités face aux changements climatiques. Bien que les efforts dans ces domaines doivent se poursuivre, il convient d'accorder une attention accrue à l'étude des solutions concrètes d'adaptation à court, moyen et long termes comme le réclament les usagers. Le transfert des connaissances devient également une priorité dans le déploiement des programmes.*

*Ouranos procède maintenant à l'élaboration de son plan stratégique 2014-2020 et de son plan d'affaires couvrant la même période pour orienter le renouvellement des programmes thématiques. Les lignes directrices énoncées dans ces documents suggèrent un développement des programmes davantage axé vers l'adaptation aux CC (quelles connaissances et méthodes peuvent appuyer la mise en œuvre de l'adaptation aux changements climatiques) et qui aborde les enjeux de manière beaucoup plus intégrée. Enfin, les règles de gouvernance de l'organisation prévoient les mécanismes et les processus qui permettent d'opérationnaliser la programmation dans une perspective de transversalité entre les thématiques et au niveau organisationnel.*

*S'inscrivant dans ce contexte, le présent document décrit les activités de recherche et développement planifiées au cours des prochaines années pour le programme Énergie.*

*Bonne lecture!*

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
i. Historique du programme	
ii. Identification des grands enjeux de changements climatiques pour le Québec	
<b>Objectifs du programme</b>	<b>2</b>
i. Objectif général	
ii. Objectifs spécifiques	
<b>Structure du programme</b>	<b>3</b>
i. Priorités du programme et axes de recherche	
ii. Identification des enjeux transversaux et arrimages (potentiels) avec d'autres programmes	
<b>Approches et stratégies de réalisation</b>	<b>6</b>
<b>Partenaires, collaborateurs et usagers du programme</b>	<b>7</b>
i. Comité de programme	
a) Équipe de coordination	
b) Membres consultatifs	
ii. Collaborations techniques et scientifiques	
iii. Acteurs déjà impliqués / à impliquer	

# INTRODUCTION

## i. Historique du programme

Né de la scission du programme Cycle de l'eau en deux programmes : Ressources hydriques pour les bassins du sud et Ressources énergétiques pour les bassins nordiques, le programme actuel et ses orientations sont fortement liés aux intérêts stratégiques d'Hydro-Québec concernant l'hydrologie en climat futur. La dernière phase a donc très clairement mis l'accent sur les impacts des CC sur l'exploitation de la ressource hydrique et sur les scénarios permettant d'évaluer ces impacts (voir le Tableau 1). Les changements de régime hydrologique, le développement d'outils de modélisation, la compréhension des processus affectant la production hydroélectrique ont été au centre des préoccupations. Plusieurs projets sur les crues ont également été réalisés dans l'objectif d'assurer à long terme la sécurité des barrages et des projets porteurs sur la prédiction de la demande électrique pour les besoins de chauffage ont permis à Hydro-Québec de modifier ses outils de planification.

## ii. Identification des grands enjeux de changements climatiques dans le secteur énergétique

Le principal impact du secteur énergétique sur les changements climatiques est sans conteste les GES émis par la combustion des hydrocarbures, principalement dans le secteur des transports mais également dans la production industrielle et le chauffage des bâtiments. Premier point de discussion des récentes consultations sur la politique énergétique québécoise, la réduction des émissions de GES revêt une importance économique et environnementale capitale. Malgré que le mandat actuel d'Ouranos porte sur l'impact des CC plutôt que sur leurs causes, il semble important de faire mention de cet enjeu.

Au plan de l'adaptation aux CC, trois enjeux fondamentaux se dégagent : la planification de la production hydroélectrique, la vulnérabilité du réseau de transport et de distribution aux aléas climatiques, et la planification de la demande énergétique. Bien qu'axées sur les préoccupations des producteurs d'énergie, les solutions d'adaptation à ces enjeux visent à améliorer la sécurité et le bien-être des citoyens par un approvisionnement fiable et constant en électricité. L'impact des CC sur la production et la demande électrique a été au cœur du programme précédent et la prochaine étape pour Ouranos consiste à faciliter la mise-en-œuvre de mesures d'adaptation concrètes. La vulnérabilité du réseau est un sujet moins bien connu qui nécessitera des efforts de développement considérables. La planification de la demande énergétique constitue un premier pas pour élargir les intérêts du programme au-delà de l'hydroélectricité et considérer toutes les formes d'énergie. Cette démarche s'applique aussi bien au Manitoba dont les enjeux sont similaires.

En effet, on note qu'il y a une réflexion à faire sur le mandat et la portée du programme Énergie. Dans le passé, le programme s'est uniquement concentré sur l'hydroélectricité en vertu des priorités des membres. Au cours des dernières années, le fort potentiel éolien du Québec a été mis de l'avant et ce secteur est en constante expansion. Malgré cela, la quantité d'électricité éolienne produite reste faible en comparaison avec l'ensemble de la production du Québec. Il semble néanmoins opportun de commencer à considérer le secteur énergétique dans son ensemble et développer une programmation incluant les hydrocarbures (essence, gaz naturel, charbon) et les formes d'énergie émergentes (éolienne, solaire, biomasse). Des efforts en ce sens seront investis progressivement et suivant l'intérêt manifesté par les membres.

# OBJECTIFS DU PROGRAMME

## i. Objectif général

Le programme Énergie cherche d'abord à répondre aux besoins de ses membres tout en s'arrimant aux grandes orientations énergétiques du Québec. L'objectif général de la programmation 2014-2019 consiste à

*Consolider la capacité d'adaptation des entreprises du secteur énergétique membres d'Ouranos aux changements climatiques et à la variabilité naturelle du climat.*

## ii. Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, la programmation vise à

1. Appuyer les entreprises membres dans l'identification, l'évaluation et le déploiement de mesures d'adaptation;
2. Étendre le champ d'intérêt à l'ensemble des activités du secteur énergétique;
3. Participer, appuyer et orienter la recherche scientifique afin de répondre aux besoins des membres.

Le programme de la phase précédente s'est surtout concentré sur l'analyse des impacts des changements climatiques sur la production hydroélectrique et la prévision de la demande. Ce travail d'analyse était essentiel afin de développer l'expérience et les outils de modélisation nécessaires à la compréhension des processus. S'appuyant sur le travail réalisé, cette nouvelle phase vise maintenant à appliquer cette expertise et ces outils à la mise-en-œuvre de mesures d'adaptation concrètes. Cette démarche implique une collaboration beaucoup plus étroite entre Ouranos et ses membres, le développement d'expertise en science de l'adaptation ainsi qu'une attention soutenue à la stratégie de communication. Pour développer notre expertise dans le domaine de l'adaptation, le programme Énergie s'inspirera de réelles mesures d'adaptation qui ont été prises dans le domaine de l'énergie à travers le monde. Le projet en cours « Études de cas : mesures d'adaptations dans le secteur énergétique » nous permettra de recenser un bon nombre d'exemple d'adaptation aux changements climatiques pour différentes entreprises et d'ainsi bâtir sur ce qui a déjà été fait (voir p.17 pour davantage d'information). L'atteinte de cet objectif pourra être mesurée par l'ampleur de l'intégration de l'information climatique dans les processus de planification et d'opérations des membres.

En parallèle, un travail d'analyse visera les questions peu ou pas explorées par Ouranos, soit le réseau de transport et de distribution d'électricité, la conception, l'entretien et la réfection des installations ainsi que les enjeux plus spécifiques aux membres affiliés (pergélisol, influence de l'irrigation sur les apports, évolution de la demande énergétique du marché américain). L'accent de ce travail d'analyse sera mis sur la description des processus et le développement d'outils avec comme objectif à plus long terme de proposer des options concrètes d'adaptation. L'atteinte de cet objectif pourra être mesurée par la variété des projets, la diversification du réseau de chercheurs affiliés et le nombre de publications scientifiques.

Au terme du programme, les résultats des projets devraient permettre de broser un tableau des vulnérabilités et opportunités associées aux CC qui soit représentatif du paysage énergétique québécois, en plus de compter sur un nombre croissant de mesures d'adaptation concrètes prises par les membres.

# STRUCTURE DU PROGRAMME

## i. Priorités du programme et axes de recherche

Le programme se divise en quatre thèmes communs aux différentes formes d'énergie en usage au Québec, que ce soit l'hydroélectricité, le gaz naturel ou le pétrole. Bien que jusqu'à maintenant seule l'hydroélectricité a fait l'objet d'études d'impacts, un des objectifs du programme est d'élargir la gamme d'intérêts à l'ensemble des secteurs, d'où la nécessité de définir des thématiques générales :

1. Exploitation : la production et la gestion des sources d'énergie;
2. Conception : la construction et la réfection des équipements;
3. Réseau : le transport et la distribution d'énergie vers les marchés;
4. Demande : l'analyse de la consommation énergétique.

Tel qu'illustré dans le Tableau 1, le programme 2009-2013 s'est surtout attardé à l'identification des impacts des CC sur l'exploitation, plus spécifiquement la production hydroélectrique. Aucun projet n'a spécifiquement abordé l'analyse des vulnérabilités socio-économiques ou la mise-en-œuvre de mesures d'adaptation.

**Tableau 1.** Nombre de projets complétés ou en cours en lien avec le programme. Le même projet peut concerner des thèmes différents, d'où les fractions de projet.

Axes de recherche	Thèmes				#	
	Exploitation	Conception	Réseau	Demande		
Simulations et analyses climatiques	4	0	3	0	Nombre de projets	
Scénarios et services climatiques	5.25	3.25	0.25	2.25		8
Impact biophysiques	10	5	0	0		4
Vulnérabilités socio-économiques	0	0	0	0		2
Adaptation	0	0	0	0		0

Les priorités du programme 2014-2019 sont dans la lancée de la phase précédente et consistent à :

1. appuyer et faciliter la mise-en-œuvre d'actions d'adaptation;
2. étendre l'expertise d'Ouranos et de son réseau à une plus vaste gamme d'enjeux;
3. mieux valoriser les retombées des projets complétés et à venir.

Ces priorités sont reflétées dans le tableau 2, illustrant l'intensité des efforts à allouer aux différentes facettes du programme au cours des prochaines années.

**Tableau 2.** Intensité des efforts à allouer aux différents thèmes et axes de recherche du programme 2014-2019.

Axes de recherche \ Thèmes	Thèmes			
	Exploitation	Conception	Réseau	Demande
Simulations et analyses climatiques	Light Gray	White	Dark Gray	White
Scénarios et services climatiques	Medium Gray	Medium Gray	Black	Medium Gray
Impact biophysiques	Dark Gray	Dark Gray	Dark Gray	Dark Gray
Vulnérabilités socio-économiques	Black	Medium Gray	Medium Gray	Black
Adaptation	Medium Gray	White	Medium Gray	Medium Gray

Afin d’atteindre les objectifs du programme en fonction de ses priorités, quatre axes de recherche ont été identifiés pour combler les lacunes existantes au sein du réseau d’Ouranos.

1. Science de l’adaptation

Il existe plusieurs approches à l’adaptation et il semble maintenant nécessaire de développer une expertise sur l’identification des approches les plus appropriées selon les contextes. Le support à la mise-en-œuvre de mesures d’adaptation requiert une expertise en analyse de risque et en études coûts-bénéfices, le développement d’outils de prise de décision et une familiarité avec les concepts de théorie du changement. Un des défis majeurs réside dans l’intégration rigoureuse des incertitudes dans la prise de décision, sans autant en faire un obstacle à l’adaptation. Des approches de prise de décision robuste incluant la gestion adaptative seront explorées afin d’en évaluer le potentiel.

2. Évolution des risques liés aux aléas

Un grand nombre de vulnérabilités climatiques ne sont pas associées aux changements de moyennes climatiques mais à des événements ponctuels qui perturbent les opérations, et dont la fréquence et l’intensité peuvent évoluer en climat futur. Le programme se penchera donc sur les aléas et leurs impacts sur les opérations du secteur énergétique, en particulier sur la fiabilité du réseau de transport et de distribution d’électricité.

3. Processus physiques

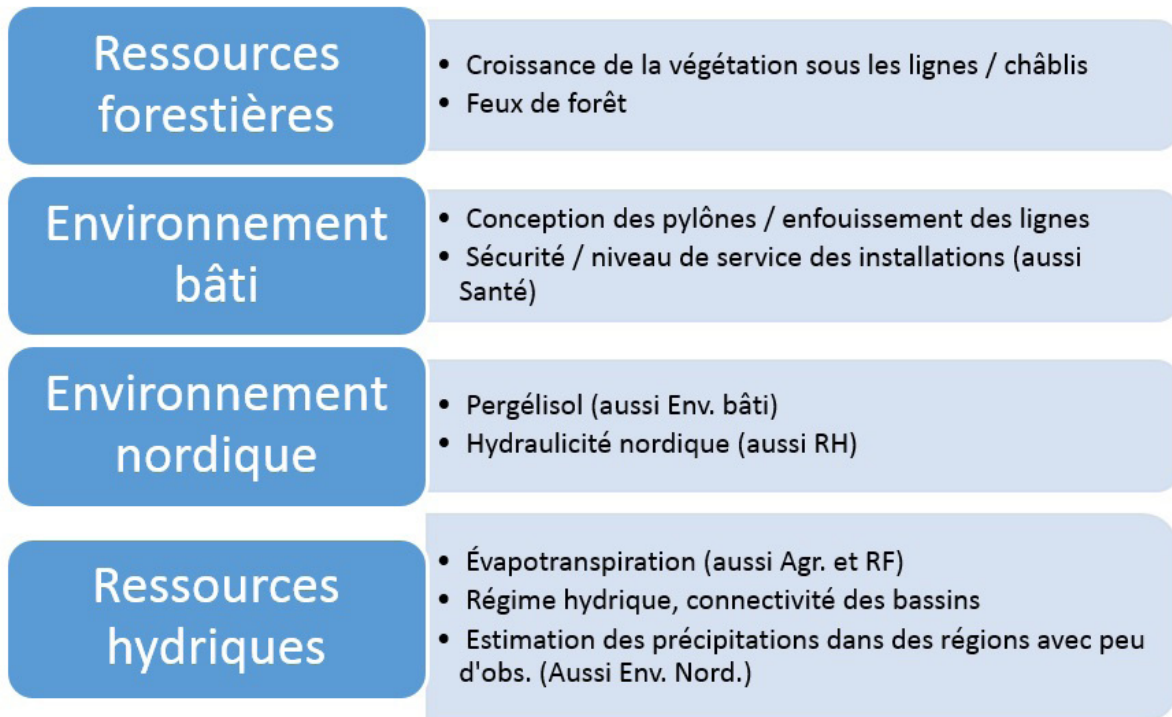
Des questions fondamentales sur les processus d’évaporation, les vents, le régime thermique des rivières et des réservoirs, le pergélisol et l’hydrologie nordique en général restent sans réponse satisfaisante. Des efforts de recherche fondamentales seront consentis afin d’améliorer les connaissances dans ces domaines.

4. Prévisions S2D (seasonal to decadal)

La planification des opérations de production repose largement sur les prévisions climatiques à court terme, que ce soit pour la prévision des apports ou de la demande. Des efforts seront consentis afin d’évaluer le potentiel des outils de prédiction via les prévisions saisonnières et décennales. Ces efforts viseront une meilleure compréhension de la variabilité naturelle, des connaissances utiles même dans le cas où les prévisions saisonnières n’offriraient pas de pouvoir prédictif significatif. Le but n’est pas de développer une expertise particulière au sein du groupe Énergie, mais plutôt de rester à l’affût des avancés dans ce domaine et à s’assurer d’en faire profiter les membres.

## ii. Identification des enjeux transversaux et arrimages (potentiels) avec d'autres programmes

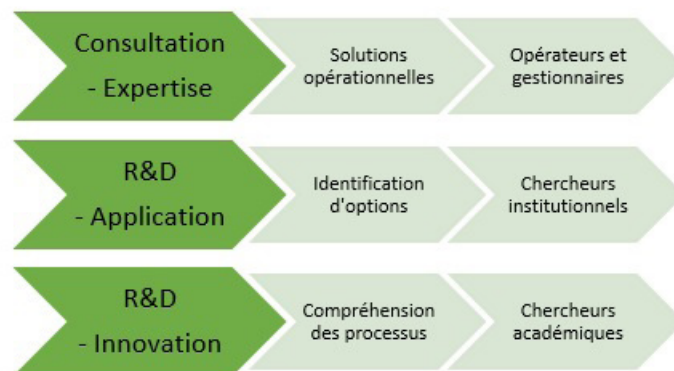
Un nombre important d'enjeux transversaux émergent de ces axes de recherche et sont illustrés dans le diagramme suivant :





# APPROCHES ET STRATÉGIES DE RÉALISATION

Trois approches distinctes sont privilégiées pour le programme couvrant un spectre allant des applications directes jusqu'à de la recherche plus soutenue. La première consiste à offrir aux membres un service de consultation climatique à l'intention des opérateurs et des gestionnaires. Cette approche vise à soutenir l'objectif du programme consistant à mettre en place des mesures concrètes d'adaptation, et concerne les enjeux pour lesquels on dispose déjà de données et d'analyses de qualité issues des projets réalisés et pour lesquels des solutions sont disponibles. Cette approche requiert une grande disponibilité et flexibilité de la part du personnel, le développement de liens de confiance avec les employés des organisations membres et une



stratégie de communication bien pensée pour tous les échelons administratifs des organisations. Elle permet de saisir des occasions et d'influencer la prise de décision. Ces efforts seront appuyés par l'axe de recherche Science de l'adaptation. Les livrables sont ici définis comme la mise-en-place de mesures d'adaptation au cœur des organisations membres.

La deuxième approche s'applique aux questions pour lesquelles on ne dispose pas de solution toute prête, mais où des efforts modérés de recherche appliquée en étroite collaboration avec les chercheurs et spécialistes des organisations peuvent donner des résultats en relativement peu de temps (moins de 18 mois). Ce type d'approche mène à des projets courts et aux livrables concis répondants directement aux besoins des membres. Les livrables sont typiquement des options technologiques, des documents de synthèse et des rapports techniques. Les résultats de ces projets peuvent faire l'objet de présentations dans des conférences spécialisées ou de publications dans des revues sectorielles.

La troisième approche familière et typique à Ouranos consiste à tisser un réseau d'experts permettant d'orienter et de soutenir la recherche scientifique afin de développer les outils et l'expertise nécessaires à l'adaptation des membres. Ces efforts de développement scientifique visent bien sûr des objectifs à plus long terme de compréhension des processus et mènent à des publications scientifiques et à la formation de personnel hautement qualifié. Des entrevues individuelles avec les chercheurs académiques sont en cours afin d'arrimer les besoins exprimés par les membres avec les capacités de développement des chercheurs. Des efforts particuliers seront investis afin d'élargir la gamme des enjeux considérés par le programme.

Les projets spécifiques du programme seront priorisés en vertu de trois principes :

1. Service aux membres, évalué en termes de retombées socio-économiques et de réduction des risques;
2. Développement d'expertise en lien avec les axes de recherche du programme;
3. Opportunités, notamment les possibilités de co-financement et la motivation des partenaires.

Les projets seront identifiés principalement en fonction de l'intérêt des membres utilisateurs plutôt que des intérêts de recherche des partenaires académiques. L'effet levier sera favorisé en privilégiant les projets qui permettent de répondre aux intérêts de plusieurs membres à la fois. De plus, il est souhaité d'accumuler un portefeuille d'idées de projets potentiels pour faciliter le démarrage des projets selon une séquence logique, tout en s'assurant d'avoir un bon roulement quant au démarrage de nouveaux projets et à la dissémination des résultats de d'autres projets en clôture.

Dans tous les projets, une attention particulière sera accordée à la stratégie de communication. En effet, on constate d'une part que les projets sont méconnus des membres, et d'autre part que des opportunités de valorisation des travaux d'Ouranos sont manquées en raison de livrables difficilement diffusables. On s'assura donc que les projets incluent des livrables réfléchis explicitement en fonction d'objectifs de communication et de valorisation des résultats en incluant leur traduction en anglais. De plus, les collaborateurs aux projets seront choisis afin de maximiser la diffusion des résultats des projets à travers leurs réseaux de contacts respectifs. On envisage également la possibilité d'exploiter les outils en ligne afin de vulgariser les résultats et permettre aux utilisateurs d'explorer les données. Enfin, une tournée annuelle des membres sera organisée afin de présenter les projets complétés ou en cours et d'offrir des formations sur la science du climat et ses outils.

# PARTENAIRES / COLLABORATEURS

## i. Comité de programme

Les membres du comité de programme sont identifiés dans le Tableau 3. Le programme fera appel à une équipe de collaborateurs aguerris en plus de nouveaux joueurs afin d'élargir la gamme des enjeux couverts.

### a) Équipe de coordination

Équipe de coordination : L'équipe de coordination est formée de J. Clavet-Gaumont, D. Huard et M. Minville.

### b) Membres consultatifs

<i>Membres du comité de programme</i>	
François Anctil	Université Laval (Hydrologie)
Marco Braun	Ouranos (Scénarios et services climatiques)
Jacinthe Clavet-Gaumont	Ouranos (Extrêmes hydroclimatiques)
Claude Desjarlais	Ouranos (Demande)
Anne Frigon	Ouranos (Simulations et analyses climatiques)
David Huard	Ouranos (Scénarios et services climatiques)
Kristina Koenig	Manitoba Hydro (Hydrologie)
Bruno Larouche	Rio Tinto Alcan (Hydrologie)
Marie Minville	Hydro-Québec / IREQ (Hydrologie)
Raouf Naggar	Hydro-Québec / IREQ (Planification et développement stratégique de la recherche scientifique)
Daniel Paré	Ministère des Ressources Naturelles (Demande)
Louise Rémillard	Hydro-Québec (Innovation technologique, HQP)
René Roy	Ouranos/Hydro-Québec (Hydrologie)
Nathalie Thiémonge	Hydro-Québec (Conception, HQÉ)
Richard Turcotte	MDDEFP (Gestion de la ressource hydrique)

## ii. Collaborations techniques et scientifiques

Afin d'orienter le programme 2014-2019, les membres concernés d'Ouranos ont été consultés afin de mieux comprendre l'influence des CC sur leurs activités et identifier les attentes envers Ouranos. À ce jour, ces consultations ont touché 12 employés d'Hydro-Québec, Bruno Larouche de Rio Tinto Alcan, 25 employés de Manitoba-Hydro, Richard Turcotte du CEHQ et Daniel Paré du MRN. Des entrevues avec les chercheurs sont en cours afin d'arrimer les besoins des membres avec les ressources disponibles. Le tableau 4 présente une liste préliminaire et non-exhaustive des collaborateurs envisagés du programme.

<i>Collaborateurs potentiels</i>	
Alain Mailhot	INRS-ETE (Événements extrêmes)
Alain N. Rousseau	INRS-ÉTÉ (Modélisation hydrologique)
François Brissette	ETS (Hydrologie)
Robert Leconte	U. Sherbrooke (Hydrologie)
Michael Vieira	Manitoba-Hydro (Hydroclimatique)
Efrem Teklemariam	Manitoba-Hydro (Ingénierie)
Steven Bohr	Manitoba-Hydro (Hydrologie)
Philip Slota	Manitoba-Hydro (Hydrologie)
Ketra Schmitt	Concordia (Prise de décision)
Tim McDaniels	UBC (Prise de décision)
Robert Lempert	RAND Corp. (Prise de décision)
David Groves	RAND Corp. (Decision making)
Dragan Komljenovic	IREQ (Fiabilité du réseau)
Chris Hayes	CEATI
Janos Toth	Enginomix (Transmission)
James Ford	McGill (Évaluation des mesures d'adaptation)

*À compléter avec un réseau plus étendu de collaborations.*