

# Atelier central de l'Initiative de modélisation énergétique

## Rapport de synthèse

Préparé par :

l'Environmental Energy Institute

Présenté à :

l'Institut de l'énergie Trottier et Ressources naturelles Canada

Octobre 2019

## **Auteurs**

Rupp Carriveau  
Lindsay Miller

## **Remerciements**

Le présent rapport a été financé dans le cadre de l'Initiative de modélisation énergétique, une initiative lancée par Polytechnique Montréal et parrainée par Ressources naturelles Canada. Les animateurs de l'atelier souhaitent remercier toutes les personnes qui y ont pris part pour leurs précieuses contributions. Nous aimerions également remercier nos présentateurs qui ont offert différents points de vue sur la modélisation énergétique dans le contexte canadien. Nous remercions enfin nos preneurs de notes et modérateurs d'avoir consigné les discussions animées qui ont eu lieu tout au long de l'atelier.

## **À propos de l'Environmental Energy Institute**

L'Environmental Energy Institute (EEI) de l'Université de Windsor est un institut transversal qui vise à créer des liens entre les gens et les idées dans le but d'améliorer la vie sur notre planète grâce à des solutions énergétiques. L'EEI a pour mission de former une nouvelle génération de professionnels de l'énergie dotés de compétences globales en offrant, en collaboration avec le Turbulence and Energy Lab, une formation à large spectre, inclusive et diversifiée. Les thèmes des recherches effectuées à l'EEI comprennent notamment le stockage d'énergie, l'optimisation de l'énergie utilisée pour l'agriculture, l'aide à la décision d'investissement concernant les énergies renouvelables et la modélisation de la demande en énergie. L'EEI dispose d'un réseau bien établi, le Climate Led Energy Evolution Network 2040 (CLEEN2040), composé de chercheurs œuvrant dans le domaine de l'énergie. Parmi ceux-ci, on compte des experts de la modélisation de systèmes énergétiques, de la dynamique du comportement des consommateurs, de la technologie de stockage d'énergie, de la dynamique du marché de l'énergie, des systèmes de transport électrifiés et d'autres domaines pertinents. En plus de cette équipe de chercheurs forte et dynamique, le CLEEN2040 compte plus de 30 partenaires provenant des services publics et de l'industrie qui travaillent de concert avec lui pour mieux préparer le secteur de l'énergie à faire face aux changements perturbateurs susceptibles de l'affecter d'ici 2040.

Environmental Energy Institute  
University of Windsor  
401 Sunset Ave., Windsor, Ontario  
N9B 3P4

<https://www.environmentalenergyinstitute.com/>

[rupp@uwindsor.ca](mailto:rupp@uwindsor.ca)

[ljmiller@uwindsor.ca](mailto:ljmiller@uwindsor.ca)

## Contexte

L'Initiative de modélisation énergétique (EMI), lancée par Polytechnique Montréal et parrainée par Ressources naturelles Canada (RNCan), vise à instaurer un dialogue avec le milieu canadien de la modélisation de l'électricité et de l'énergie dans le but de créer un réseau national de modélisation des systèmes énergétiques. À cette fin, des objectifs spécifiques ont été définis, dont l'un consiste à encourager la collaboration par l'entremise de la tenue d'ateliers régionaux. L'atelier central de l'EMI était le premier d'une série de trois ateliers régionaux organisés d'un bout à l'autre du Canada, entre septembre et novembre 2019.

Les principaux objectifs de l'atelier central de l'EMI étaient les suivants :

- Réunir le milieu de la modélisation de la région du centre du pays, y compris les modélisateurs, les utilisateurs et les décideurs.
- Explorer les moyens de renforcer le milieu grâce à des collaborations et une plus grande pertinence politique.
- Créer un aperçu des modèles et de la gamme d'utilisations possibles.
- Repérer les lacunes des approches de modélisation.
- Définir les besoins particuliers de la région.

Le présent rapport fournit un résumé des présentations, des débats d'experts, des analyses collaboratives de l'étude de cas et des thèmes généraux issus de l'atelier central.

## **Table des matières**

### **Résumé des activités de l'atelier**

Présentations et débat d'experts 1 - Utilisations et points de vue des utilisateurs de modèles

Présentations et débat d'experts 2 - Les activités de modélisation actuelles présentées par les modélisateurs

### **Étude de cas**

### **Synthèse de l'atelier**

### **Mot de la fin et recommandations**

### **Annexe A**

## Résumé des activités de l'atelier

L'atelier était divisé en trois sessions : présentations et débat d'experts 1 – les utilisateurs de modèles; présentations et débat d'experts 2 – les modélisateurs; étude de cas et analyse collaborative. Des résumés de ces sessions sont présentés ci-dessous.

### Présentations et débat d'experts 1 – Utilisations et points de vue des utilisateurs de modèles

Les présentateurs ont été sélectionnés de manière à couvrir l'éventail des utilisateurs, allant des producteurs au gouvernement en passant par les services publics et les exploitants du système. Les messages clés de ces présentations peuvent être regroupés sous trois thèmes :

#### *Granularité*

Des questions ont été posées quant à la manière dont la granularité serait prise en compte dans une plateforme nationale de modélisation énergétique (par ex. le niveau de transmission, le niveau de distribution, etc.) et la façon dont une plateforme pourrait transcender les interconnexions entre l'exploitant du système, la société de distribution locale (SDL) et le consommateur.

#### *Consultation et coordination*

Les utilisateurs ont exprimé des préoccupations en ce qui concerne leur niveau d'implication dans le développement d'une plateforme de modélisation. Par exemple, différentes énergies renouvelables fournissent divers services auxiliaires, tels que la régulation et la réponse de fréquence, qui n'ont pas encore été convenablement évalués dans les modèles existants. Le point de vue des services publics a mis en évidence la nécessité de consulter les SDL afin de tracer un avenir pour la production d'énergie décentralisée (PED). En outre, des discussions ont eu lieu sur la coordination de la modélisation entre les SDL et les transmetteurs.

#### *Différences régionales*

Plusieurs intervenants ont mentionné qu'il existe d'importantes différences régionales entre les provinces et même entre les SDL. Prendre en compte les divers intérêts et assurer la cohérence aux niveaux local et régional représente un défi qui a été mis en évidence.

#### *Débat d'experts*

Après les présentations des utilisateurs de modèles, un débat d'experts a eu lieu et les questions clés suivantes ont été soulevées et discutées :

*Existe-t-il des interfaces entre un modèle national et des modèles plus détaillés (par ex. au niveau des services publics)?*

- Les modélisateurs et les utilisateurs ne semblaient connaître que les modèles qu'ils utilisaient/développaient et n'étaient pas au courant de l'existence d'interfaces entre des modèles.

*Les services publics/exploitants du système peuvent-ils rendre leurs données disponibles?*

- Ils sont intéressés à rendre leurs données disponibles. Il y a cependant des problèmes de sécurité et de confidentialité à régler. En outre, le volume de données à recueillir est énorme et leur collecte coûte très cher. Les données existent sous différentes formes de fragments et d'ensembles, et il est difficile de les rassembler.

*S'il était possible d'avoir accès à des données illimitées, pourrions-nous les utiliser/les traiter?*

- Les modélisateurs et les utilisateurs ont convenu qu'un trop gros volume de données pourrait également constituer un problème. Le recours à des supercalculateurs serait alors nécessaire pour les traiter. En outre, les données pourraient en elles-mêmes ne pas être très utiles. Les modélisateurs auraient besoin d'aide pour l'interprétation, etc.

*Quelles sont les politiques de confidentialité concernant le partage de données en Ontario?*

- Les modélisateurs ont commenté les diverses expériences qu'ils ont eues en matière d'utilisation/partage de données en Ontario, mais aucune réponse claire n'a été fournie quant aux politiques spécifiques en vigueur.

*Pourquoi existe-t-il de telles différences en ce qui concerne la disponibilité des données (par ex. la SIERE en Ontario par rapport au Québec et au Manitoba)?*

- La SIERE est mandatée pour fournir des données. Si d'autres entités administratives ne reçoivent pas le mandat de le faire, elles n'auront aucune raison de recueillir et publier des informations (ce qui entraîne des frais importants).

Il est important de noter que les experts qui ont pris part au débat consacré aux utilisateurs de modèles se sont excusés de ne pas connaître/utiliser le vocabulaire de modélisation approprié. Cela suggère que les modélisateurs devraient s'efforcer de fournir aux utilisateurs des explications et des interprétations claires des résultats de leurs travaux de modélisation afin d'en améliorer la compréhension.

## **Présentations et débat d'experts 2 – Les activités de modélisation actuelles présentées par les modélisateurs**

Les principaux points à retenir de la session de présentation des modélisateurs peuvent être regroupés sous trois thèmes :

### **Disponibilité et confidentialité des données**

Le groupe des modélisateurs s'est montré intéressé à obtenir des données crédibles pour construire et valider ses modèles. Des discussions ont eu lieu sur la manière dont les données

pourraient être mises à disposition, par l'entremise d'une plateforme, tout en protégeant la propriété intellectuelle des chercheurs individuels. La valeur de l'analyse par données massives, effectuée à des fins d'amélioration des prévisions, a été un autre sujet de discussion. Les différences régionales en matière de disponibilité des données représentent un défi qui a été souligné. Par exemple, en Ontario, la SIERE fournit des ensembles de données complets sur son site Web accessible au public alors que, au Québec, les informations similaires ne sont pas rendues publiques.

### **Impact du comportement des consommateurs**

La plupart des modélisateurs ont mentionné éprouver des difficultés à intégrer le comportement des consommateurs dans leurs modèles. La discussion a porté sur la manière dont la modélisation pourrait être utilisée pour explorer les liens et les écarts existant entre l'adoption d'innovations dans les services énergétiques et le passage à la durabilité. « Comment prendre en compte le comportement des consommateurs dans les modèles de systèmes électriques? » est une question qui a été évoquée tout au long des présentations et plusieurs participants ont souligné qu'il est difficile de modéliser une chose pour laquelle il n'existe pas d'historique (par ex. l'adoption des véhicules électriques par les consommateurs, etc.). La question suivante a été posée : « Comment pouvons-nous saisir les divers défis et opportunités auxquels les consommateurs seront confrontés lorsque nous tentons de modéliser les systèmes énergétiques de l'avenir? »

### **Prise en compte de l'aspect économique**

Le groupe des modélisateurs s'est également penché sur les impacts économiques des choix énergétiques et sur la manière dont ceux-ci peuvent/ne peuvent pas être pris en compte dans les modèles actuels. Les incertitudes relatives au prix des produits de base et des technologies, ainsi que celles liées aux mesures incitatives et à la tarification du carbone, ont toutes été mentionnées comme constituant des défis lors de l'intégration de l'aspect économique dans la modélisation de l'aide à la décision en matière d'énergie. Des discussions ont également eu lieu sur le fait que les modèles actuels de coût du service des réseaux électriques pourraient ne pas fournir les structures appropriées pour les services publics de l'avenir. L'intégration dans les modèles de la modification des prix du marché a également été évoquée.

### **Débat d'experts**

Après les présentations des modélisateurs, un deuxième débat d'experts a eu lieu et les questions clés suivantes ont été soulevées et discutées :

*Dans la modélisation énergétique, des hypothèses et des approximations sont établies, puis l'on procède à une agrégation. Comment évaluez-vous l'exactitude de cette démarche?*

- Les modélisateurs ont répondu que, dans la mesure du possible, ils vérifiaient les paramètres utilisés en étudiant un cas réel (par ex. le modèle d'une industrie spécifique, en s'adressant à cette industrie pour vérifier les détails). Ils utilisent également plusieurs

scénarios pour évaluer diverses hypothèses et tentent de dégager une gamme de résultats possibles.

*Comment prenez-vous en compte l'évolution du comportement des consommateurs dans la modélisation?*

- Il a été convenu que cela est très difficile à modéliser. Les avantages, les coûts et les risques pour les utilisateurs seront tous des facteurs. L'autre problème découle du fait que les données dont nous disposons sont basées sur des actions volontaires et que celles-ci ne peuvent pas être extrapolées à une population. Il y a beaucoup d'incertitude concernant les prix, les réponses et l'évolution future de la demande des consommateurs. La responsabilité du modélisateur consiste à répertorier les facteurs impliqués ainsi que les incertitudes, puis à créer des scénarios possibles. Pour assurer une meilleure compréhension, nous avons besoin de scénarios hypothétiques.

*Que pensez-vous de l'idée de créer une plateforme commune?*

- Les modélisateurs ont soutenu le développement d'une plateforme commune mais ont exprimé des préoccupations en ce qui concerne la manière de stocker et de partager les données. Le concept consistant à établir une collaboration entre les modèles plutôt que de travailler avec un (ou plusieurs) modèle(s) commun(s) a également été discuté. Il a d'autre part été mentionné que le fait de s'entendre sur une plateforme commune était potentiellement susceptible de limiter l'innovation future.

*Si les données étaient partagées sur une plateforme commune, sauriez-vous de quelle manière celles-ci ont été recueillies?*

- La discussion s'est concentrée sur la technologie mise au point qui permet de poser une question relative à des données sans voir réellement les données. Vous pouvez chiffrer les données, manipuler les données, obtenir la réponse souhaitée et ne jamais savoir en quoi consistent les données. Cette technologie pourrait éventuellement être utilisée pour répondre aux préoccupations de certaines personnes concernant le partage des données.

*Comment les modèles peuvent-ils s'adapter aux changements technologiques?*

- Les modélisateurs ont mentionné qu'ils commençaient par créer un « scénario de base » qui présuppose un avenir intégrant les changements réguliers connus (par ex. les chaudières vieillissent et doivent être remplacées) et qu'ils échafaudaient ensuite sur cette base des scénarios hypothétiques pour les changements technologiques moins certains.

## Étude de cas



L'étude de cas a été choisie en raison de sa pertinence au niveau régional et du fait qu'elle concerne un large éventail de parties prenantes. Elle avait pour objectif d'examiner la façon dont la modélisation peut être utilisée pour élaborer des solutions stratégiques permettant l'expansion prévue du secteur de l'agriculture en serre de Leamington-Kingsville.

### **Introduction et contexte (informations fournies aux participants) :**

- La région de Leamington-Kingsville abrite la plus grande concentration de serres en Amérique du Nord.
- Plus de 2 800 acres d'agriculture en serre génèrent une activité économique d'un milliard de dollars dans la province.
- Le secteur connaît une transformation et une expansion rapides; par conséquent, il recherche des solutions innovantes et flexibles en matière de système énergétique afin de faire face à la croissance future de la charge de la manière la plus économique et opportune possible.
- Les producteurs ontariens utilisent de plus en plus de lampes DEL pour prolonger les périodes de croissance quotidiennes et saisonnières.
- Les différentes opérations sont aussi automatisées, des processus d'emballage aux routines de récolte.
- De nombreux producteurs cherchent à augmenter la densité de leur production et à accroître leurs activités.
- Ces augmentations de charge se multiplient dans ce secteur en expansion.
- Les expansions prévues entraîneront une croissance future de la charge qui devrait être multipliée par 5 au cours des cinq prochaines années. Cela pose quelques défis :
- **CAPACITÉ**
  - Pour répondre à la nouvelle demande avec l'électricité fournie par le réseau, il faudra construire de nouvelles infrastructures de transport.
- **EMPREINTES ENVIRONNEMENTALES**
  - Les producteurs souhaitent accroître leurs activités tout en minimisant leur empreinte carbone et leur consommation d'eau.
- **COÛTS**
  - Les coûts énergétiques ont un impact important sur les marges bénéficiaires dans ce secteur.

- Il n'est pas réaliste de s'attendre à l'achèvement d'un projet de transport de cette ampleur dans les délais requis.
- Des solutions innovantes et stratégiques de report de transmission sont une option pour permettre une expansion sans délai.

### **Pertinence par rapport au Plan énergétique à long terme (PELT) de l'Ontario :**

Les points suivants, tirés du PELT de l'Ontario, ont été présentés afin de montrer que les défis associés à l'étude de cas sélectionnée sont susceptibles de devoir être relevés par d'autres régions et que ceux-ci revêtent une importance capitale pour la planification du système énergétique :

- *L'approche de l'Ontario en matière de modernisation du réseau consiste à créer le bon environnement afin que les SDL prennent les meilleures décisions pour leurs systèmes et leurs clients.*
- *Pour y parvenir, le gouvernement et ses partenaires doivent s'attaquer aux obstacles à l'innovation.*
- *Pour relever les défis de l'avenir, les SDL devront peut-être adopter des méthodes de prestation de services plus souples et novatrices que celles autorisées par le passé.*
- *Afin d'encourager le changement dans le secteur de l'énergie, le gouvernement collaborera avec les services publics et d'autres partenaires pour créer une culture de l'innovation. Il se tournera également vers la Commission de l'énergie de l'Ontario (CEO) afin d'explorer les mesures suivantes, à condition que leur coût soit acceptable :*
- *Le déploiement de la production décentralisée renouvelable et d'autres ressources énergétiques décentralisées offrant des avantages aux consommateurs;*
- *L'utilisation de solutions innovantes, non filaires, qui pourraient notamment permettre aux services publics de mieux gérer leurs systèmes et d'encourager les consommateurs à faire des choix en tenant compte notamment des principes d'efficacité et de rentabilité;*
- *Le traitement réglementaire des dépenses d'investissement et de fonctionnement des SDL qui peuvent empêcher l'adoption de ces solutions non filaires;*
- *Des possibilités pour les services publics de s'associer à leurs clients afin d'utiliser des applications en aval ou en amont du compteur pour répondre aux besoins du système.*

### **Débat d'experts des parties prenantes**

Après la présentation de l'étude de cas, un débat d'experts réunissant les parties prenantes, comprenant un producteur représentatif, une SDL, l'exploitant du système et un consultant en énergie, a eu lieu. Les questions suivantes ont été soulevées et discutées :

*Si la région fait face à des problèmes de capacité, pourquoi les nouvelles exploitations ne vont-elles pas s'installer ailleurs en Ontario?*

- Les parties prenantes ont cité les compétences en matière de marketing et les infrastructures existantes (eau, électricité et gaz naturel) ainsi que le fort rayonnement solaire comme étant les raisons qui incitent les exploitations à vouloir rester dans cette région.

*Quelle est l'utilisation finale du gaz naturel et de l'électricité dans les serres?*

- Le gaz naturel est utilisé pour le chauffage des chaudières et la production de CO<sub>2</sub> pour les plantes. La majeure partie de l'électricité sert à l'alimentation des pompes et à l'éclairage.

*Quelle capacité supplémentaire devrait être nécessaire?*

- L'exploitant du système a informé les participants qu'ils disposaient actuellement de 300 MW dans la région et avaient 1 800 MW de demandes de connexion.

*Prévoyez-vous des problèmes sociaux en lien avec l'acceptation d'un développement accru?*

- Le plan visant à augmenter le transport prévoit de jumeler les lignes et ne devrait donc pas susciter de problèmes sociaux. La région a également déjà accepté l'expansion de l'énergie éolienne. Par conséquent, il ne devrait y avoir aucune surprise.

À la suite du débat d'experts, les participants ont été divisés en groupes (déterminés à l'avance afin d'obtenir une représentation équilibrée) et l'objectif suivant a été énoncé :

**OBJECTIF :** Développer des stratégies pour permettre cette expansion planifiée, sans s'appuyer sur une nouvelle infrastructure de transport, tout en tenant compte des besoins de toutes les parties prenantes.

Les questions à débattre ont été fournies sur des grandes feuilles et un modérateur a synthétisé les réponses. Celles-ci sont présentées en résumé à l'annexe A.

### **Synthèse des discussions de groupe**

Au cours des exposés, il était évident que tous les groupes étaient d'avis que les modèles énergétiques seraient très utiles lors de l'élaboration des stratégies destinées à traiter ce cas particulier ainsi que les situations similaires auxquelles le secteur est et sera confronté à l'avenir. Bien que les mêmes questions aient été posées à tous les groupes, ceux-ci en ont eu des interprétations légèrement différentes. Une grande partie de ce qui a été discuté pendant les débats d'experts a été repris lors des discussions de groupe. Voici les points clés à retenir :

- La modélisation énergétique est confrontée à des défis liés à l'intégration du comportement des consommateurs et à l'acceptation sociale.

- La modélisation doit adopter une véritable approche interdisciplinaire et intégrer les conséquences des politiques et règlements, les impacts environnementaux ainsi que les aspects économiques.
- Pour construire de meilleurs modèles, il faut adopter une approche de modélisation de système intégrée. Bien que les modèles soient nécessaires au niveau du système, ils devront être alimentés par des données plus granulaires (temps et espace). Les détails plus fins devront être liés au prochain niveau plus grossier.

Les groupes ont également recensé plusieurs modèles/éléments existants pouvant être utilisés pour atteindre l'objectif énoncé, notamment : les prévisions de la demande énergétique, l'analyse de la charge de pointe, la modélisation de scénarios futurs, l'évaluation du cycle de vie, les modèles de stockage, les modèles économiques, le prix des produits de base, les modèles de marché du carbone ainsi que les possibilités d'organiser les modèles de manière séquentielle.

## Synthèse de l'atelier

L'atelier central de l'EMI a réuni avec succès le milieu régional de la modélisation et rassemblé des représentants des producteurs d'énergie, des services publics, des exploitants de système, des gros consommateurs, des consultants, des gouvernements ainsi que des universités. Les participants étaient impatients de contribuer à l'élaboration d'une plateforme nationale de modélisation. Sur la base des présentations, des débats d'experts et de l'étude de cas, les opportunités et défis principaux suivants sont apparus comme étant des éléments prioritaires :

### Opportunité 1 - Stockage et partage des données

Une plateforme nationale pourrait constituer un moyen de stocker et de partager des données entre modélisateurs et utilisateurs de modèles. Cela pourrait accélérer le développement de modèles et fournir une validation pour les modèles existants.

### Opportunité 2 - Collaboration et coordination

Une plateforme nationale créerait un lien entre les différents acteurs du milieu de la modélisation, ce qui permettrait d'accroître la collaboration entre eux ainsi que la coordination de leurs activités. Les modélisateurs ont exprimé leur intérêt à participer à une telle plateforme et discuté des moyens susceptibles de permettre à leurs propres modèles d'interagir et de se connecter avec d'autres modèles. L'idée de lier des modèles pour obtenir une analyse et des résultats plus complets offrait aux yeux des participants à l'atelier des occasions de collaboration.

### Opportunité 3 - Accès à l'expertise

Une plateforme nationale donnerait accès à des compétences et à des réponses utiles pour les utilisateurs de modèles et les décideurs. L'étude de cas a montré que les différentes parties prenantes du système énergétique se posaient de nombreuses questions sur la manière de

prendre les meilleures décisions et qu'un groupe centralisé d'experts pourrait leur être d'une grande aide en fournissant les outils technologiques et le support intellectuel nécessaires à l'analyse des scénarios.

### **Défi 1 - Partage des données**

Bien que les modélisateurs et les utilisateurs de modèles se soient montrés enthousiastes à l'idée de pouvoir partager des données, de nombreuses préoccupations ont été exprimées en ce qui concerne la propriété intellectuelle et la protection de la vie privée. Plus précisément, les politiques existantes en matière de protection de la vie privée dans la région manquaient de clarté et il y avait des inquiétudes quant à la propriété des données partagées. Les modélisateurs ont également exprimé le souhait de savoir comment les données partagées avaient été recueillies. Cela semble constituer le principal obstacle à la création d'une plateforme partagée.

### **Défi 2 - Usages/besoins uniques**

La « modélisation énergétique » est un concept qui n'a pas la même signification pour les diverses parties prenantes. Les participants ont exprimé leurs préoccupations quant à la manière dont une plateforme unique pourrait prendre en compte leurs besoins individuels en raison des grandes différences qui existent entre et au sein des régions et des secteurs. Les granularités spatiale et temporelle ont également été abordées en tant que facteurs uniques. Pour certaines utilisations des services publics, la modélisation peut se faire sur une échelle temporelle de quelques secondes, alors que les prévisions de demande d'énergie peuvent être établies sur une échelle temporelle de plusieurs années. Il a été souligné que l'incorporation des données économiques et du comportement des consommateurs est importante pour certaines utilisations de la modélisation, mais pas pour toutes.

### **Défi 3 - Taux de changement du secteur**

Une plateforme nationale et une boîte à outils de modélisation devraient répondre de manière dynamique à un secteur qui n'arrive pas tout à fait suivre le rythme des changements. Les véhicules électriques, le chauffage électrique, les panneaux solaires et la participation aux mesures de réponse à la demande sont quelques exemples de changements affectant le secteur qui posent des problèmes de modélisation. Tout au long de la journée, il a été souligné qu'il est difficile de modéliser des scénarios sans posséder un historique de l'utilisation et de l'adoption des technologies.

## **Mot de la fin et recommandations**

Cet atelier a marqué le début productif et fructueux d'une réflexion qui ouvre le débat sur la mobilisation de l'expertise canadienne en modélisation. Les participants, qui provenaient de divers horizons, ont appuyé l'objectif général consistant à réunir le milieu des modélisateurs et à développer une plateforme nationale de modélisation permettant la collaboration et l'accès à

des données et des outils communs. Cet atelier a principalement permis de comprendre que le milieu de la modélisation est vaste et que les parties prenantes impliquées ont des préoccupations et des besoins divers. Pour faire avancer cette initiative de la manière la plus productive possible, une représentation inclusive de l'industrie, des gouvernements, des consultants et du monde universitaire est nécessaire dans toutes les régions. À l'avenir, il conviendra de s'attacher à relever les défis identifiés ci-dessus afin que les données et les modèles puissent être partagés au sein du milieu de la modélisation et que les besoins particuliers soient pris en compte dans le développement de la plateforme. Il est également recommandé que le développement de cette dernière soit soutenu non seulement par les modélisateurs du secteur de l'énergie et les utilisateurs de modèles, mais également par des chercheurs œuvrant dans divers domaines, tels que l'économie énergétique, le comportement des consommateurs et le développement technologique, ainsi que d'autres spécialistes ayant une expertise des variables dont dépendent les modèles.

## Annexe A – Fiches d'analyse collaborative

### Groupe 1

**Comment la modélisation peut-elle être utilisée pour indiquer une voie permettant d'atteindre les objectifs énoncés?**

Cas de référence → maintien du statu quo

Prévision de la demande en énergie, croissance par type d'installation de production

**Quels éléments de modélisation existants peuvent être utilisés?**

Scénarios, diagrammes de charge, analyse de la charge maximale, ACV + chaîne d'approvisionnement, consommation d'énergie/unité de surface, changement de combustible + déchets transformés en combustible, analyse de risque

**Quels autres facteurs ont une influence sur les voies potentielles et doivent être pris en compte dans la modélisation?**

Hypothèses? Intensité des émissions de GES, conséquences des politiques/règlements, données économiques → comment l'argent est-il gagné/dépensé, entrées-sorties, avenir prévisionnel de l'industrie

**Quels objectifs spécifiques devraient être poursuivis pour soutenir l'objectif général?**

Augmenter l'efficacité des serres, permettre la production d'énergie (renouvelable) sur le site → électricité, chaleur, déchets transformés en combustible, diversification de la production

**Comment peut-on intégrer ceux-ci à un objectif systémique plus élevé?**

Croissance de l'industrie de l'agriculture en serre → croissance économique, création d'emplois, économie circulaire

### **De quelle manière les objectifs sont-ils interreliés?**

Offre = demande, relations entre consommation d'énergie et impact sur l'environnement, relations entre croissance de l'infrastructure et création d'emplois.

### **Dans la poursuite des objectifs, quels impacts faut-il prendre en compte lors de l'élaboration d'une politique (utilisez +/- pour indiquer des résultats positifs ou négatifs)?**

Électricité, gaz, consommation d'eau, services électriques

Optimisation de l'industrie? → Infrastructure, emplacements, processus, chauffage, éclairage, gestion des déchets, empreinte environnementale

### **Y a-t-il d'autres effets et conséquences à prendre en compte?**

Aspect social, emploi, urbanisation, sécurité alimentaire, utilisation des sols/zonage/classification/sécurité

### **Quelles sont les perspectives des nouvelles approches de modélisation pour la prise de décision politique?**

Facteurs de croissance de l'industrie, utilisation finale de l'énergie, tragédie des biens communs

### **Y a-t-il des secteurs qui n'ont pas été pris en compte et qui nécessitent qu'on leur porte attention?**

Champignons → pas besoin d'éclairage

De quelle façon les autres utilisateurs d'électricité ont-ils une incidence sur cette industrie?

Coûts de renonciation, robotique + IA, coupler l'industrie avec des utilisateurs d'énergie complémentaires

### **Y a-t-il des aspects politiques non abordés/ignorés par la modélisation?**

Histoire de l'industrie, comportement, pollution lumineuse, considérations sociales, mondialisation et commerce, intérêt du consommateur/marketing, justice distributive, emploi → diversité de la main-d'œuvre

### **Y a-t-il de nouvelles approches/méthodologies qui pourraient être utiles?**

Interdisciplinaire → technique + social + économique

## **Groupe 2**

### **Comment la modélisation peut-elle être utilisée pour indiquer une voie permettant d'atteindre les objectifs énoncés?**

Évaluer la flexibilité de la charge, la faisabilité technique, l'évaluation du prix, les scénarios pour les besoins en énergie et en capacité

### **Quels éléments de modélisation existants peuvent être utilisés?**

Coordination des charges, envisager un bac à sable réglementaire

**Quels autres facteurs ont une influence sur les voies potentielles et doivent être pris en compte dans la modélisation?**

Acceptation sociale, stabilité du réseau, émissions mondiales, marchés mondiaux

**Quels objectifs spécifiques devraient être poursuivis pour soutenir l'objectif général?**

Soutenir le changement de combustible, prendre en compte la flexibilité de la charge, se concentrer sur les utilisations finales et les facteurs environnants

**Comment peut-on intégrer ceux-ci à un objectif systémique plus élevé?**

Acceptation sociale, taux/équité, gestion des impacts sociaux

**De quelle manière les objectifs sont-ils interreliés?**

Profils chronologiques de la lumière + la chaleur, temps, espace, objectifs basés sur le système (non techniques, perceptions/préférences de l'utilisateur)

**Dans la poursuite des objectifs, quels impacts faut-il prendre en compte lors de l'élaboration d'une politique (utilisez +/- pour indiquer des résultats positifs ou négatifs)?**

Taux moyens inférieurs, impacts/contraintes du réseau, prix → impacts sur les décisions relatives à la localisation et au temps d'utilisation, impacts environnementaux

**Y a-t-il d'autres effets et conséquences à prendre en compte?**

Utilisation des sols, émissions de GES, pollution sonore/lumineuse, évaluation du cycle de vie des projets, gestion des déchets → biodéchets + énergie

**Quelles sont les perspectives des nouvelles approches de modélisation pour la prise de décision politique?**

Montrer le besoin de nouvelles réglementations/institutions, ça doit être rapide (on avait besoin des réponses hier)

**Y a-t-il des secteurs qui n'ont pas été pris en compte et qui nécessitent qu'on leur porte attention?**

Passage dans le secteur manufacturier à des installations de production extraterritoriales → capacité libérée, opportunité pour une écologie industrielle

**Y a-t-il des aspects politiques non abordés/ignorés par la modélisation?**

Qui paie pour les solutions non filaires? Identité communautaire (par ex. Leamington et le ketchup French's)

**Y a-t-il de nouvelles approches/méthodologies qui pourraient être utiles?**

Modèles basés sur les agents, risque financier + incertitude, comparaison de solutions alternatives

### **Groupe 3**

**Comment la modélisation peut-elle être utilisée pour indiquer une voie permettant d'atteindre les objectifs énoncés?**



En prenant en compte toutes les complexités

**Quels éléments de modélisation existants peuvent être utilisés?**

Stockage, analyse du cycle de vie, production de méthanol

**Quels autres facteurs ont une influence sur les voies potentielles et doivent être pris en compte dans la modélisation?**

Exigences d'interconnexion, extrêmes climatiques, captage du carbone, différents types de stockage

**Quels objectifs spécifiques devraient être poursuivis pour soutenir l'objectif général?**

Développement de politiques

**Comment peut-on intégrer ceux-ci à un objectif systémique plus élevé?**

**De quelle manière les objectifs sont-ils interreliés?**

**Dans la poursuite des objectifs, quels impacts faut-il prendre en compte lors de l'élaboration d'une politique (utilisez +/- pour indiquer des résultats positifs ou négatifs)?**

Inclusion économique de tous les groupes d'intérêt locaux, stockage (saisonnier), implication des consommateurs, équilibre entre les intérêts de nombreuses parties prenantes

**Y a-t-il d'autres effets et conséquences à prendre en compte?**

Période de l'année, politique fédérale par rapport aux intérêts provinciaux, électrification → tous les œufs dans le même panier? Rester diversifié

**Quelles sont les perspectives des nouvelles approches de modélisation pour la prise de décision politique?**

**Y a-t-il des secteurs qui n'ont pas été pris en compte et qui nécessitent qu'on leur porte attention?**

Infrastructure informatique – pouvons-nous traiter toutes ces données?

**Y a-t-il des aspects politiques non abordés/ignorés par la modélisation?**

Opinion publique – aspect social (par ex. culture de la marijuana)

**Y a-t-il de nouvelles approches/méthodologies qui pourraient être utiles?**

#### Groupe 4

**Comment la modélisation peut-elle être utilisée pour indiquer une voie permettant d'atteindre les objectifs énoncés?**

Utiliser des modèles techniques calibrés afin d'effectuer des optimisations pour différents scénarios de fonctionnement (cas éclairés/non éclairés) → se concentrer sur l'efficacité

**Quels éléments de modélisation existants peuvent être utilisés?**

Utiliser une approche de modélisation paramétrique, mettre à l'échelle les modèles existants basés sur 1 acre → modèles plus grands → valider, utiliser les éléments des approches de modélisation économique existantes

**Quels autres facteurs ont une influence sur les voies potentielles et doivent être pris en compte dans la modélisation?**

Facteurs environnementaux/climatiques, analyse des charges transitoires, conditions de croissance optimales (contraintes du modèle/exigences de l'installation de production)

**Quels objectifs spécifiques devraient être poursuivis pour soutenir l'objectif général?**

Bio-digesteur et approches favorisant une économie circulaire, stockage de l'énergie pour tirer profit des heures creuses, flexibilité du combustible (NG, H2, électricité)

**Comment peut-on intégrer ceux-ci à un objectif systémique plus élevé?**

Modéliser au niveau du système plutôt que d'utiliser des modèles individuels (modèles intégrés avec gaz et électricité, par exemple), équilibrer des objectifs multiples (environnement, communauté, économie) → optimisation de la conception multidisciplinaire

**De quelle manière les objectifs sont-ils interreliés?**

**Dans la poursuite des objectifs, quels impacts faut-il prendre en compte lors de l'élaboration d'une politique (utilisez +/- pour indiquer des résultats positifs ou négatifs)?**

Mesures incitatives du gouvernement visant la réduction de la consommation d'énergie/émissions (+), tarification de l'eau, taxation du carbone (+/-), mesures incitatives économiques/à l'emploi (+), contraintes réglementaires (+/-)

**Y a-t-il d'autres effets et conséquences à prendre en compte?**

Oui

**Quelles sont les perspectives des nouvelles approches de modélisation pour la prise de décision politique?**

Approche intégrée de modélisation par système, modélisation de l'impact socio-économique

**Y a-t-il des secteurs qui n'ont pas été pris en compte et qui nécessitent qu'on leur porte attention?**

Main-d'œuvre (recrutement local/à l'étranger), réacheminement des déchets, réglementation future (environnementale)

**Y a-t-il des aspects politiques non abordés/ignorés par la modélisation?**

Résistance sociale/communautaire, opinion publique, agenda/motivations politiques

**Y a-t-il de nouvelles approches/méthodologies qui pourraient être utiles?**

Modélisation/optimisation du fonctionnement net zéro

**Groupe 5**

**Comment la modélisation peut-elle être utilisée pour indiquer une voie permettant d'atteindre les objectifs énoncés?**

Examiner les variables, les données et les hypothèses pour prédire/estimer

**Quels éléments de modélisation existants peuvent être utilisés?**

Modèles macroéconomiques, types de modèles séquentiels

**Quels autres facteurs ont une influence sur les voies potentielles et doivent être pris en compte dans la modélisation?**

Politiques, récessions, acceptation sociale, politique internationale/accords commerciaux

**Quels objectifs spécifiques devraient être poursuivis pour soutenir l'objectif général?**

Faible coût, équité, fiabilité, durabilité, sécurité (personnelle et environnementale)

**Comment peut-on intégrer ceux-ci à un objectif systémique plus élevé?**

**De quelle manière les objectifs sont-ils interreliés?**

Durabilité + équité + sécurité (bien public)

**Dans la poursuite des objectifs, quels impacts faut-il prendre en compte lors de l'élaboration d'une politique (utilisez +/- pour indiquer des résultats positifs ou négatifs)?**

Impacts environnementaux (-, qualité de l'air), toujours faire des compromis (dans la modélisation), différents facteurs sont faciles à modéliser, certains plus faciles que les autres (sécurité par rapport aux coûts)

**Y a-t-il d'autres effets et conséquences à prendre en compte?**

Prix de l'électricité, prix du marché des légumes, qui assume les coûts

**Quelles sont les perspectives des nouvelles approches de modélisation pour la prise de décision politique?**

Meilleur modèle = meilleures décisions, problèmes de transparence, les modèles sont compliqués + difficiles à utiliser pour les politiciens

**Y a-t-il des secteurs qui n'ont pas été pris en compte et qui nécessitent qu'on leur porte attention?**

Oléoducs, gaz naturel, eau

**Y a-t-il des aspects politiques non abordés/ignorés par la modélisation?**

La politique, la cohérence entre les gouvernements (par ex. la taxe sur le carbone), les modélisateurs ont besoin de temps, les politiciens ont besoin de réponses tout de suite

**Y a-t-il de nouvelles approches/méthodologies qui pourraient être utiles?**

Modèle international/mondial, combiner différents types de modèles (mais on ne peut pas avoir qu'un seul modèle), difficultés concernant l'accès/partage de données

## Groupe 6

### **Comment la modélisation peut-elle être utilisée pour indiquer une voie permettant d'atteindre les objectifs énoncés?**

Flexibilité du modèle en ce qui concerne le gaz/l'électricité – une homologation complète du Conseil national de fiabilité des services d'électricité est-elle nécessaire? Besoin d'un modèle approximatif du fonctionnement de l'agriculture en serre qui cadre avec d'autres modèles.

### **Quels éléments de modélisation existants peuvent être utilisés?**

Prévision de la demande, optimisation, aspect comportemental, échelles temporelles/détails appropriés

### **Quels autres facteurs ont une influence sur les voies potentielles et doivent être pris en compte dans la modélisation?**

Stockage, flexibilité, miniréseau

### **Quels objectifs spécifiques devraient être poursuivis pour soutenir l'objectif général?**

Besoin de mesures incitatives adéquates

### **Comment peut-on intégrer ceux-ci à un objectif systémique plus élevé?**

Conception flexible pour la transition

### **De quelle manière les objectifs sont-ils interreliés?**

Ils façonnent tous le comportement + accroître l'efficacité + attributs du futur système (augmenter la résilience)

### **Dans la poursuite des objectifs, quels impacts faut-il prendre en compte lors de l'élaboration d'une politique (utilisez +/- pour indiquer des résultats positifs ou négatifs)?**

Flexibilité + demande concurrentielle liée à la recharge des véhicules, comprendre la proposition de valeur, les impacts sociaux/environnementaux, la réglementation relative à la cogénération

### **Y a-t-il d'autres effets et conséquences à prendre en compte?**

Traitement de l'eau, risque lié à la demande, population/autres formes de croissance, nouvelles infrastructures

### **Quelles sont les perspectives des nouvelles approches de modélisation pour la prise de décision politique?**

Besoin d'une lentille économique ainsi que d'une lentille sociale/environnementale, renforcer la résilience au changement dans les pratiques politiques

### **Y a-t-il des secteurs qui n'ont pas été pris en compte et qui nécessitent qu'on leur porte attention?**

Impact (prix, etc.) sur les autres utilisateurs, changement dans l'utilisation des sols

### **Y a-t-il des aspects politiques non abordés/ignorés par la modélisation?**

Lier les menus détails au niveau plus grossier suivant

### **Y a-t-il de nouvelles approches/méthodologies qui pourraient être utiles?**

Nous devons communiquer nos résultats aux décideurs, théorie des jeux

### **Groupe 7**

#### **Comment la modélisation peut-elle être utilisée pour indiquer une voie permettant d'atteindre les objectifs énoncés?**

Modéliser la demande de toutes les sources d'énergie, modèle d'optimisation

#### **Quels éléments de modélisation existants peuvent être utilisés?**

Éléments technologiques (utilisations de l'énergie, prix du marché/des produits de base, diagramme de charge (eau/électricité/gaz), contraintes liées au gaz, données saisonnières en plus des données quotidiennes, marchés du carbone)

#### **Quels autres facteurs ont une influence sur les voies potentielles et doivent être pris en compte dans la modélisation?**

Valeur de la charge, main-d'œuvre, acteurs locaux, source d'énergie alternative « localisée » (bois, cogénération)

#### **Quels objectifs spécifiques devraient être poursuivis pour soutenir l'objectif général?**

Maximiser le rendement du capital investi, générer des bénéfices, minimiser les émissions pour avoir un bilan de GES négatif? Avoir un système fiable

#### **Comment peut-on intégrer ceux-ci à un objectif systémique plus élevé?**

Économie communautaire, provinciale et nationale, émissions environnementales mondiales

#### **De quelle manière les objectifs sont-ils interreliés?**

Sauvegardes et résilience des systèmes de support électrique, énergie (limitation de l'offre/demande), pollution atmosphérique locale, offre/pénurie de produits alimentaires locaux, risques biologiques liés au transport des aliments

#### **Dans la poursuite des objectifs, quels impacts faut-il prendre en compte lors de l'élaboration d'une politique (utilisez +/- pour indiquer des résultats positifs ou négatifs)?**

Tendances relatives à la consommation d'énergie (par ex. calcul d'ajustement mondial), emplois, investissements privés, programmes de réponse à la demande, électeur considéré comme un payeur de taxes, incertitude politique

#### **Y a-t-il d'autres effets et conséquences à prendre en compte?**

#### **Quelles sont les perspectives des nouvelles approches de modélisation pour la prise de décision politique?**

Modèle intégré offre-demande, accès facilité, davantage de données et d'outils d'analyse, dépenser de l'argent pour accélérer la rétroaction

**Y a-t-il des secteurs qui n'ont pas été pris en compte et qui nécessitent qu'on leur porte attention?**

Main-d'œuvre, engrais, transport, consommation d'eau douce

**Y a-t-il des aspects politiques non abordés/ignorés par la modélisation?**

ALENA/conflits commerciaux, les opinions politiques peuvent ne pas concorder, comportements individuels (valeurs/besoins différents)

**Y a-t-il de nouvelles approches/méthodologies qui pourraient être utiles?**

Modélisation de l'adaptation aux changements climatiques sur le long terme