ENERGY MODELLING INITIATIVE

MODÉLISATION, POLITIQUE ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Le Résumé

Un résumé de l'atelier Western tenu à l'UVic, 27 septembre 2019

University of Victoria | Institute for Integrated Energy Systems

1. Contents

1. Contexte 2
2. L'atelier 2
Objectifs 2
Ordre du jour 2
Format des panels de discussion 3
Format des tables rondes 3
Conclusions 4
3. Le paysage politique et de modélisation 4
Priorités 4
Infrastructure 4
Aide à la décision 5
Interaction 5
Possibilités 5
Capacité 6
Organisation 6
Processus 6
4. Résumé et recommandations 7
Processus 7
Plateformes de modélisation 7
Les données 8
Structure 8
Annexe I: Ordre du jour de l'atelier 9
Annexe II: Résumé du panel des décideurs 11
Annexe III: Résumé du panneau de modélisation 12
Annexe IV: Inventaire des modèles 14
Annexe 5: Études de cas et discussions en table ronde 17

1. Contexte

L'Atelier de l'Ouest de l'Initiative de modélisation énergétique (EMI) a été organisé par l'Institut des systèmes énergétiques intégrés (IESVic), à l'Université de Victoria, le 27 septembre 2019. Environ 40 participants représentant les universités, le gouvernement, les services publics et les acteurs de l'énergie étaient présents. Les buts de l'atelier étaient, d'une part, de faire un bilan de la façon dont sont actuellement modélisés les systèmes énergétiques, et d'autre part, d'identifier les moyens de renforcer ces activités et leur lien avec l'élaboration des politiques énergétiques. Pour ce faire, l'atelier consistait en panels de discussion et en tables rondes.

Ce rapport fournit un résumé de cet atelier, y compris l'ordre du jour, les sujets d'étude de cas, une synthèse de la discussion et, enfin, les éléments identifiés comme souhaitables pour le futur de la modélisation énergétique.

2. L'atelier

Objectifs

Conformément aux objectifs primordiaux de l'initiative EMI, les objectifs de l'Atelier de l'Ouest étaient les suivants :

1. Favoriser les discussions entre les acteurs régionaux ;
2. Produire une perspective régionale sur la modélisation de l'électricité et de l'énergie pour la prise de décision politique;
3. Souligner la valeur, le potentiel et les limites de la modélisation dans le contexte régional ;
4. Articuler les perspectives régionales qui pourraient contribuer à un rapport de synthèse final ;
5. Faciliter l'élaboration d'un plan de travail pour améliorer la modélisation des politiques énergétiques, notamment :
    a. Attentes mutuelles facilitant les interactions de les communautés politique et de modélisation
    b. Ingrédients essentiels d'une communauté nationale unifiée

Les participants à l'atelier qui se sont identifiés comme faisant partie de la communauté de modélisation ont été invités à fournir des détails sur les approches et les outils de modélisation qu'ils utilisent. Ces informations ont été recueillies dans le cadre de la création d'un inventaire des chercheurs et des modèles. Un inventaire préliminaire se trouve à l'annexe IV.

Ordre du jour

La journée a été divisée en une session articulée autour de deux panels de discussions le matin, et une étude de cas sous forme de tables rondes l'après-midi. Les panels ont été utilisés pour identifier les principaux outils et considérations auxquels sont confrontés les décideurs et les modélisateurs dans leurs rôles respectifs. L'étude de cas de l'après-midi a provoqué une discussion sur la façon dont la modélisation de l'électricité et de l'énergie peut être mieux intégrée aux processus d'élaboration des politiques.

L'ordre du jour complet de l'atelier de travail se trouve à l'annexe I. Les résumés des panels de discussion sur les politiques et sur la modélisation sont fournis aux annexes II et III respectivement.

Format des panels de discussion

L'atelier a commencé par deux panels de discussion. Le premier panel était composé de participants travaillant sur des questions politiques et réglementaires, et a permis d'avoir un aperçu des questions liées à l'électrification, la décarbonisation et l'élaboration des politiques. Le deuxième panel était composé de développeurs et d'utilisateurs de modèles. Les types d'outils utilisés pour la planification et l'exploitation des systèmes énergétiques et électriques ont été décrits. Leurs forces et leurs faiblesses ont également été globalement présentées. La suite des discussions a mis en lumière les obstacles limitant les liens entre les communautés politiques et de modélisation, tels que perçus par chacune des communautés.

Format des tables rondes

Le format des tables rondes a été choisi pour identifier les lacunes dans la modélisation et la politique, ainsi que pour proposer des solutions potentielles. Pour aider à encadrer la réflexion des participants, un énoncé de positionnement a tout d'abord été créé dans le contexte de l'énergie, de la politique du carbone et de l'économie de l'Ouest canadien. Trois thèmes de tables rondes ont ensuite été définis pour provoquer et guider la discussion. Les énoncés de positionnement de chaque table ronde étaient les suivants :

> Table ronde 1 - L'électrification couvre un large éventail niveaux de décision juridictionnelle (municipales, provinciales, fédérales, internationales) et de types de systèmes (gaz, électricité, eau). Les utilisateurs finaux, les planificateurs provinciaux élaborant des prévisions de charge et des agrandissements d'infrastructure, et les négociateurs fédéraux prenant des engagements en matière de climat ont tous des besoins et des exigences d'information différents. La représentation de ces exigences dans la modélisation des systèmes énergétiques nécessite une gamme de modèles avec différents cadres, échelles spatio-temporelles, objectifs, etc. Comment utiliser la modélisation pour explorer les voies qui permettront d'atteindre nos objectifs de décarbonisation ?
>
> Table ronde 2 - Il y a une adéquation naturelle entre les modélisateurs et les décideurs: les modélisateurs développent souvent des connaissances qui pourraient être utiles aux décideurs; les décideurs politiques recherchent souvent des preuves à l'appui des décisions et des politiques. Cependant, nous sommes ici aujourd'hui en partie parce que nous ne sommes pas toujours témoins ou ne participons pas à des projets où cet ajustement naturel se manifeste. Comment pouvons-nous accroître les synergies entre la modélisation et l'élaboration des politiques ?
>
> Table ronde 3 - En fin de compte, la communauté des politiques et des modélisateurs doit passer d'un paradigme où les recommandations de politiques apparaissent dans les remarques finales de nos articles ou rapports universitaires à un processus plus efficace. Quelles ressources, cadres, outils, institutions, soutien, etc. seraient utiles pour créer une plateforme de modélisation nationale efficace au service de l'élaboration des politiques ?

Chaque table ronde avait un modérateur et un secrétaire. La description complète de l'étude de cas et les questions proposées aux tables rondes sont fournies à l'annexe V.

Conclusions

Les sujets et le contenu décrits dans le reste de ce rapport sont basés sur les points de vue et opinions exprimés au cours des panels de discussion et des tables rondes. Le lien entre *énergie*, *politiques* et *modélisation* touche à de nombreuses considérations et a donné lieu à une discussion de grande envergure. Les conversations sont synthétisées et décrites dans les deux sections suivantes. La première section (*paysage*) se concentre sur des idées qui reflètent la situation actuelle en matière de politique et de modélisation. La deuxième section (recommandations) résume les concepts généraux sur la façon d'améliorer, de structurer et de maintenir une communauté de modélisateurs d'énergie et de décideurs.

3. Le paysage politique et de modélisation

Les sous-sections suivantes résument les vues concernant la valeur et le besoin de modélisation. Les priorités régionales spécifiques où la modélisation peut jouer un rôle sont mises en évidence. Les attentes quant aux moyens d'améliorer les interactions entre les communautés de modélisation et politique sont décrites.

Priorités

Le paysage politique au Canada est diversifié, les objectifs municipaux et provinciaux variant parfois considérablement entre eux ainsi qu'avec les objectifs fédéraux. En Colombie-Britannique, le budget du gouvernement pour 2019 présentait un éventail complet de mesures dans son plan « CleanBC » pour accélérer les réductions des émissions de carbone à l'échelle provinciale. Les domaines prioritaires comprennent les systèmes de gaz naturel, le GNL, l'hydrogène, les véhicules électriques et l'amélioration de l'efficacité dans l'environnement bâti. Les objectifs d'électrification et de production de carburants renouvelables en Colombie-Britannique sont particulièrement ambitieux, l'électrification devant jouer un rôle crucial dans la réalisation des objectifs d'émissions. Environ la moitié du budget de CleanBC est un fonds de prévoyance à allouer aux initiatives encore en développement.

Les régions de l'Ouest canadien voient des projets d'énergie renouvelables comme une opportunité d'offrir de l'électricité à faible coût. La nécessité de mécanismes ou de réglementations du marché pour garantir la capacité et la fiabilité des entreprises est une question qui prend de plus en plus d'importance pour les services publics et les autorités d'équilibrage. Les mécanismes de soutien à l'hydrogène, aux gaz renouvelables et aux carburants à faible teneur en carbone sont des domaines où la modélisation énergétique peut jouer un rôle. En général, l'incertitude concernant la réglementation et la politique à court et à long terme entrave la prise de décision. Les aspects intégrés de la production, de la transmission et de la fourniture de services énergétiques font de la modélisation et de l'analyse quantitative un outil clé pour l'élaboration de politiques.

Infrastructure

Les systèmes électriques propres et l'électrification sont deux thèmes importants identifiés par les communautés politiques et de modélisation. Développer la capacité d'utiliser les ressources canadiennes pour produire de l'électricité propre et remplacer les combustibles fossiles est un objectif à court terme. Les interconnexions entre les provinces canadiennes et les États-Unis permettent d'accéder aux marchés et de partager les capacités installées, réduisant ainsi les coûts et garantissant la fiabilité. La valeur des liens interprovinciaux renforcés pour le transfert d'électricité, d'énergie et de matériaux est un problème techno-économique aux répercussions politiques aiguës. La nécessité de mettre en

valeur et d'inciter les investissements est considérée comme une question pratique à cheval entre la modélisation et la politique. Ici, des outils de modélisation objectifs et robustes ont un rôle à jouer pour informer les parties prenantes à tous les niveaux.

Aide à la décision

Pour répondre à leur besoin de quantifier l'intérêt et l'impact des mesures politiques et des projets d'infrastructure, les gouvernements fédéral et provinciaux ont font régulièrement appel à des organismes externes qui emploient pour ce faire des outils de modélisation. Les deux niveaux de gouvernement soulignent la nécessité d'une analyse solide et fondée sur des données objectives pour appuyer la conception et la mise en œuvre de mesures politiques. Les questions liées à la construction de nouvelles infrastructures sont d'actualité - quel type d'infrastructure doit être construit dans les décennies à venir, et quand ? Les modélisateurs doivent tenir compte des différences provinciales et régionales et parvenir à un équilibre approprié entre généricité et spécificité.

La tension entre les objectifs à court terme et à long terme est la tension que les décideurs politiques ont le plus de difficulté à gérer. Les activités de modélisation peuvent aider à tester et à guider des actions séquentielles visant à donner des signaux à court terme qui répondent aux objectifs à long terme. Un défi typique auquel sont confrontés les modélisateurs et les décideurs est l'incertitude entourant l'évolution future des coûts, des performances technologiques et de la demande. Des méthodes robustes pour considérer et comparer les impacts de l'incertitude sont essentielles pour fournir des décisions défendables.

Interaction

Une communication efficace entre les modélisateurs et les décideurs est un défi complexe qui cause de la frustration des deux côtés. Les décideurs ont besoin de modélisateurs capables d'anticiper leurs besoins, de produire des résultats clairs et transparents et d'intégrer les politiques et les conditions du marché du moment. Inversement, les modélisateurs ont du mal à décrire des simulations complexes dans un langage approprié pour les décideurs. Souvent, les modélisateurs sont capables de se concentrer sur des représentations techniques sophistiquées, mais manquent d'éléments importants pour la mise en œuvre de la politique, tels que les comportements, les spécificités régionales ou l'économie. Des nuances importantes concernant le comportement du système peuvent être perdues lorsque les résultats du modèle sont séparés du contexte et des détails. Le manque d'interactions cohérentes et soutenues est un thème commun. Les deux parties voient la nécessité d'une plate-forme ou d'un forum qui permette un dialogue régulier et un échange d'idées.

Possibilités

Malgré la large gamme de modèles de systèmes énergétiques existants, des améliorations en termes de convivialité, de complexité des problèmes étudiés et de résolution des modèles sont nécessaires. Des exemples de considérations absentes ou trop peu développées dans les plates-formes de modélisation existantes incluent la valeur des technologies du point de vue du marché, la prise en compte du comportement humain et les besoins spécifiques des communautés éloignées. Nous avons besoin de modèles capables d'adapter les solutions aux circonstances uniques des diverses communautés du Canada.

Il existe déjà une gamme importante d'outils et de méthodes de modélisation. La planification et l'exploitation des systèmes électriques s'étendent sur des échelles de temps allant de quelques secondes à plusieurs décennies. De même, la résolution spatiale, la topologie du réseau et le comportement physique de la transmission et de la distribution vont de l'échelle communautaire au continent. L'économie, le comportement des utilisateurs, les bilans matières, les marchés, la réglementation et les forces politiques sont des considérations importantes pour les services publics.

Il y a un manque de d'outils adaptés à la perspective des investisseurs dans les plateformes de modélisation existantes. Les modélisateurs pourraient mieux tenir compte des considérations des investisseurs en prenant en compte les problématiques de gestion d'entreprise ainsi que des évaluations à long terme du cycle de vie des décisions d'investissement. Pour s'assurer que les résultats sont pertinents pour les décideurs, les modèles doivent tenir compte des implications des décisions pour de multiples secteurs : social, technologique, environnemental et économique.

Capacité

Les modélisateurs ont identifié le manque de financement pérenne comme un obstacle à une solide communauté de modélisation. Avec un financement et des capacités soutenus, un forum national pourrait être mis en place. Il permettrait l'échange d'idées, de données et de retour d'expérience sur les activités de recherche et bénéficierait à la fois aux communautés politiques et de modélisation. Un tel forum aiderait également à réévaluer régulièrement les besoins, à définir les types de problèmes envisagées et à faire en sorte que la communauté des modélisateurs soit au courant de l'évolution des agendas politiques.

Organisation

La nécessité d'un certain degré de normalisation dans l'espace modélisation-politique est un thème récurrent de discussion. Une approche standardisée de la mise à disposition, du partage et de la mise en forme des données peut permettre de simplifier la communication avec les décideurs et d'augmenter la collaboration entre les modélisateurs. La création d'un référentiel de données normalisé pourrait compléter cette initiative.

Les décideurs tout autant que les modélisateurs bénéficieraient d'une documentation des méthodologies. Cette documentation permettrait de promouvoir et de développer une base de connaissances commune. Même si les universitaires soulignent l'importance de la diversité des modèles, un ensemble défini de modèles de base du système énergétique canadien pourrait servir d'outil précieux aux modélisateurs, à l'industrie et aux décideurs pour comparer les résultats de différentes politiques.

Processus

Les processus en place pour initier, guider, corriger et rendre compte des activités de modélisation ne sont souvent ni définis ni pris en compte. Des interactions régulières peuvent aider à limiter la possibilité que de bons modèles produisent de mauvais résultats. Par exemple, un élément important pour s'assurer de résultats de modélisation pertinents est que les données, les hypothèses et le type de modèle reflètent correctement le problème étudié. Les politiques régionales existantes ainsi que celles qui sont sur le point d'être appliquées devraient être intégrées dans les scénarios de modélisation. Les rapports sur les résultats devraient être adaptés aux questions et aux publics visés. Pour aider à garantir

que les résultats de modélisation auront un intérêt, l'engagement entre les parties prenantes et les chercheurs doit avoir lieu tôt dans la définition des questions de recherche et l'élaboration de scénarios. Pendant le travail, des interactions fréquentes et régulières doivent être maintenues.

Outre les réunions formelles, il existe plusieurs façons d'interagir. Les réunions en ligne, les flux d'actualités et les forums électroniques où les mises à jour pertinentes peuvent être partagées par les parties prenantes peuvent être utiles. Bien que les réunions en face-à-face soient utiles, certains pensent qu'une structure formelle peut en fait entraver leur utilité. Des discussions plus petites, fréquentes et « à faibles enjeux » peuvent être fructueuses au début et à mi-parcours de la modélisation afin d'encourager l'apprentissage mutuel, l'échange d'idées et le questionnement. Il est possible de renforcer les liens entre modélisation énergétique et décision politique par le biais de nouvelles méthodologies de travail.

4. Résumé et recommandations

La section précédente s'est concentrée sur les besoins, les faiblesses et les lacunes de la communauté de modélisation et de politique existante. Cette section résume les suggestions d'amélioration et de renforcement des activités. Enfin, les considérations de haut niveau concernant les éléments clés d'une communauté plus organisée sont fournies en gras.

Processus

L'amélioration de la communication entre les modélisateurs et les décideurs est essentielle pour des relations plus productives. Les modélisateurs ont besoin de plus d'opportunités d'interagir avec les utilisateurs et d'échanger des informations aux premiers stades du processus de décision, afin de produire des résultats qui répondent clairement aux principales questions liées à la règlementation.

La familiarité avec le concept d'énergie est un problème dans toutes les collectivités. Les praticiens techniques manquent de connaissances sur la réglementation, les marchés et les finances, tandis que les décideurs politiques sont moins à l'aise sur les questions ayant trait aux systèmes techniques. Les interactions favorisant les communications bidirectionnelles, le dialogue et les opportunités de poser des questions sont précieuses. À l'avenir, **il est recommandé que la communauté de modélisation des politiques énergétiques développe une série de forums nationaux réguliers pour diffuser les activités, partager les meilleures pratiques et identifier les besoins**.

Il est généralement admis que le meilleur couplage entre la modélisation des systèmes énergétiques et l'élaboration des politiques passe par des partenariats basés sur la confiance, et non par des modèles de type boîte noire. Une standardisation de la documentation au sein de la communauté de la modélisation peut ainsi être nécessaire pour atteindre une plus grande transparence et faciliter la communication avec les décideurs. **Il est recommandé que ceux qui participent à un réseau de modélisation formalisé fournissent une documentation de base pour les modèles sur mesure.**

Plateformes de modélisation

Les résolutions spatiale, temporelle et sectorielle sont des caractéristiques clés qui définissent un modèle de système énergétique. Ces attributs sont d'une importance pratique pour les développeurs de modèles car ils sont souvent connectés à des ressources de calcul. En termes de convivialité, ces caractéristiques déterminent également le type et la granularité des données. Il n'existe pas un unique

environnement de calcul, modèle ou modeleur pour travailler sur l'ensemble du spectre du système à prendre en considération. Pour ces raisons, **une communauté diversifiée de modèles et de chercheurs est nécessaire**.

Alors que la diversité des méthodes devrait être renforcée, il est également nécessaire d'avoir des outils ouverts qui peuvent être facilement partagés et intégrés. Pour augmenter l'apport et le potentiel de collaboration, **il est recommandé que le code d'un modèle de base soit explicitement connecté à la documentation décrivant l'outil de modélisation**. Un modèle simplifié à tester conjointement avec la documentation est un moyen courant de partager des outils et d'éduquer la communauté.

L'ancien paradigme consistant en un accès payant au code de modélisation est remis en question. Les modèles continuent d'évoluer, mais il y a souvent des besoins communs pour le traitement des données, le développement de scénarios, la construction d'un modèle particulier, la résolution et la visualisation des résultats. Le paradigme actuel pour l'accès au code de modélisation se veut ouvert, partagé et portable. Les référentiels de code basés sur des langages de programmation polyvalents de haut niveau interprétés tels que Python, R, Julia et d'autres et accessibles en ligne sont bien développés. Les outils ouverts pour intégrer du code développé dans différentes langues sont de plus en plus courants, ce qui facilite l'intégration. De vastes quantités de documentation, d'exemples et de didacticiels sont disponibles. Lorsqu'on considère le besoin de transparence, de portabilité, de coût et de formation, **une plateforme nationale de modélisation des politiques énergétiques devrait intégrer l'utilisation d'outils open source**.

Les données

Les données doivent être en accès libre et conservées dans un référentiel commun avec un format standard. Bien que cela dépasse peut-être le cadre d'une future activité EMI, il devrait y avoir une coordination étroite entre les groupes. Dans l'idéal, les jeux de données devraient être accessibles et référencés, utiliser un format commun et pouvoir être facilement cités. Ces critères seront plus sûrement fournis par un hôte unique et permanent avec un mandat clair. **Une autorité de données centralisée devrait travailler avec les centres régionaux pour aider à collecter, formater et anonymiser les données locales sensibles**.

Structure

Un écart entre la modélisation et la politique semble inévitable compte tenu de la complexité des deux domaines. Idéalement, des outils transparents et utilisables peuvent atténuer le fossé, mais ce défi sera probablement mieux résolu en éduquant les praticiens et en offrant la possibilité d'une communication continue. Il existe un certain nombre de structures possibles qui peuvent faciliter l'interaction entre modélisation et politique, telles que la création d'un institut de recherche indépendant, d'un groupe de travail permanent au sein du gouvernement ou d'un modèle de réseau plus distribué. Toutes les possibilités indiquent la **nécessité d'une structure institutionnelle à long terme pour faciliter un dialogue soutenu malgré un paysage politique en évolution rapide**.

Annexe I: Ordre du jour de l'atelier

Energy Modeling Initiative Western Workshop:
Modeling, Policy and the Energy Transition
Friday, September 27, 2019
University of Victoria
Engineering and Computer Science (ECS) Bldg., Rm 660

8:45	**WELCOME –** coffee and snacks

9:00-9:45 **Opening Remarks**

- The Energy Modeling Initiative, **Normand Mousseau**, University of Montreal
- Workshop Overview, **Andrew Rowe**, Director, Institute for Integrated Energy Systems (IESVic)
- Introductions**:** Participants

9:45-10:45 **PANEL *Meeting Climate Action Goals: The View from Policy Makers***

- **Brad Little**, Renewable and Electrical Energy Division, Natural Resources Canada
- **Amy Sopinka**, Director, Transmission and Interjurisdictional Branch, BC Ministry of Energy, Mines, Petroleum Resources (BC MEMPR)
- **Derek Olmstead**, Director, Markets, Alberta Market Surveillance Administrator
- **Guy Gensey**, Director, Energy and Industry Decarbonization, BC MEMPR

10:45-11:00 **Coffee Break**

11:00-12:00 **PANEL *An Overview of Energy Models***

- **Sean Broadbent,** BC Ministry of Environment
- **Hadi Dowlatabadi,** Professor, UBC
- **Cameron Wade,** PhD Student, IESVic
- **Madeleine McPherson,** Assistant Professor, IESVic
- **Curran Crawford,** Professor, IESVic
- **Ralph Evins,** Assistant Professor, IESVic

12:00	**LUNCH –** *Megawatts and Marbles* demonstration

1:00-1:10 ***Case Study: Identifying the Needs***
Introduction, **Normand Mousseau**, Director, Trottier Energy Institute, UMontréal.

1:10-1:40 Roundtable 1

- How can modelling be applied to reach our decarbonization objectives?

1:40-2:10 Roundtable 2

- How do we increase synergies between modeling for policy making?

2:10-2:30 **Coffee Break**

2:30-2:50 Report Back and Discussion

Next Steps

2:50-3:20 Roundtable 3

- What resources, frameworks, tools, institutions, support, etc. would be helpful for creating an effective national modeling platform to serve policy-making?

3:20-4:00 Building the Community

- What are the next steps to further develop national modeling capacity?

4:30 **RECEPTION** (cash bar) – Fireside Lounge, **University Club**

6:00 **DINNER** – Wild Rose Room, **University Club**

Annexe II: Résumé du panel des décideurs

Panel: *View from Policy Makers*

Moderator: Andrew Rowe, IESVic

Panel Members:

- **Amy Sopinka**, Director, Transmission and Interjurisdictional Branch, BC Ministry of Energy, Mines, Petroleum Resources (BC MEMPR)
- **Brad Little**, Renewable and Electrical Energy Division, Natural Resources Canada
- **Derek Olmstead**, Director, Markets, Alberta Market Surveillance Administrator
- **Guy Gensey, Director**, Energy and Industry Decarbonization, BC MEMPR

Context:
While there is considerable uncertainty regarding the future structure of regional energy systems, electrification and electrical system transformation are key strategies to support climate change mitigation. Besides direct use, clean electricity can play a role in sectors and services that are difficult to decarbonize, through indirect means such as hydrogen production. Unlike conventional secondary energy vectors, electricity requires an instantaneous coupling of supply and demand in addition to physical infrastructure providing connectivity. Electricity systems tend to be managed by provinces, but are physically coupled to other regions within Canada and the United States. These factors complicate planning and risk management in the use of clean electricity for energy system transformation.

Our panel members have expertise related to energy technology, economics, markets and policy. We will explore some of the challenges facing policy makers, important questions they face, and how models are used to develop policy.

Discussion: A broad range of issues are driving change in our energy systems:

1. What are your areas of responsibility? What are some of the challenges and uncertainties you see near-term and long-term?
2. What are some of the ways in which models have been useful in the policy making or regulatory process?
3. What should the modelling community be doing to help in policy making for climate action?
4. What are some of the problems you have seen with modellers who proposed policies?
5. What recommendations would you give to modellers when they are using models to inform policy?
6. How do we make "sticky"-policy i.e. resilient to changes in government?

Annexe III: Résumé du panneau de modélisation

Panel: *An Overview of Energy Models*

Panel Members:

- **Sean Broadbent,** BC Ministry of Environment
- **Hadi Dowlatabadi,** Professor, UBC
- **Cameron Wade,** PhD Student, IESVic
- **Madeleine McPherson,** Assistant Professor, IESVic
- **Curran Crawford,** Professor, IESVic
- **Ralph Evins,** Assistant Professor, IESVic

Context:

Following the *View from Policy Makers*, this panel will provide a complementary view from modelers, who will review six types of energy models that span scope, scale, and sector. The panelists will provide an introductory and high-level overview of each model category, explain the model capabilities, and discuss the model strengths and weaknesses particularly for informing electrification policy. While there are numerous energy models, this discussion will focus on energy-economy equilibrium, integrated assessment, capacity expansion, production cost, transport system, and building system models, due to the complementary insights that each of these types of models can provide policy-makers. Depending on the particulars of the policy application at hand, such as the indented energy sector, the jurisdiction in question, and whether it is marginal or structural/systemic in scope, one model type, or perhaps several in tandem, might be more applicable.

This overview will prepare participants for the subsequent case-study session, in which participants will discuss the applications of models to a specific policy question, as well as the closing session, which will focus on strengthening the role of models for policy needs and design.

Discussion: A broad range of models are available which can be used to develop insights in our energy systems. For each model category, our panellists will discuss:

1. The model's primary purpose (including key inputs and outputs) and scope
2. The model's spatial, temporal and sectoral focus
3. Some of the model's strengths and weaknesses
4. Some of the ways in which model has been useful in the policy-making or regulatory process
5. Some of the challenges we have seen with model applications attempting to inform policy
6. Recommendations for improving the modeller-policy maker collaboration

Annexe IV: Inventaire des modèles

Model name	Model type	Model Type and purpose	Formulation	Spatial scale	Temporal scale	Sector	Key Inputs	Key Outputs	Code-base	Open-source or commercial	Developer	Publications/ studies using model	Ongoing/ current projects using model	Example uses / policy applications
SILVER	Production cost model: unit commitment, economic dispatch, optimal power flow	Optimization: Least-cost optimization of electricity system operation	Mixed integer linear programming (MILP)	User-defined Typically: provincial/ balancing area/ interconnected area	User-defined Typically 5 min - hourly	Electricity	Generator and transmission infrastructure configuration and parameters Demand profile Renewable resource characteristic	Least-cost dispatch of electricity system resources	Python	Not yet open-source (not commercial)	SESIT group, UVic	*Energy* 151: 332-346 *Energy* 145: 856-870 *Renewable Energy* 113: 1019-1032 *Energy* 138: 185-196	Clean Power Pathways project: 3-year project (2019-2022) exploring Canda's decarbonization pathways	Grid (renewables, EV, storage) integration studies
EV & thermostatic load transactive Control	Discrete time marching electricity market	5-min market simulation; V2G EV studies	Agent-based, retail double auction	Distribution grid	Typically 5 min	Electricity, transport, building heat	Generator & load price sensitivities/bidding strategies Generation & load profiles and/or responsive models	Demand-supply clearing price; asset dispatch behaviour	Matlab	In-lab	IESVic, SSDL/PICS Transport	HICSS-49, Applied Energy 210, Engineering 1(4)	N/A	Flexible responsive demand studies, EV/thermostatic/renewable generation integration
Cumulant-based intrusive probabilistic load flow	Load flow; intrusive probabilistic	Uncertainty quantification, rohbust design & control	Cumulant tensors, DC/AC load flow	Distribution to transmission scale	Min to seasonal depending on statistics	Electricity transport, building heat	Statistical description of generation & load over intra and inter time steps	PDF of line flows, bus power, etc.	Matlab	In-lab	IESVic, SSDL	IEEE Power Systems 28, 33	BC Hydro MITACS	Grid integration of variable renewables, EVs
Energy Hub / PyEHub	Energy hub: multi-stream energy balancing: sizing of converters and storages	Optimization: minimizing investment + operational costs and carbon emissions	Mixed integer linear programming (MILP)	User-defined. Typically single building to small district.	User defined. Typically hourly.	Electricity, Heat. Demands (Buildings, EVs...).	Demand profiles. Renewable profiles. Possible converter and storage options.	Optimal operation. Optimal capacities and network.	Python	Open-source	Energy in Cities group, UVic	*Energy* 73: 387-398. *Applied Energy* 171: 296-313.	BESOS platform (Building and Energy Simulation, Optimization and Surrogate-modelling)	Comparing microgrids with district heating options. Concept-stage analysis for

Model name	Model type	Model Type and purpose	Formulation	Spatial scale	Temporal scale	Sector	Key Inputs	Key Outputs	Code-base	Open-source or commercial	Developer	Publications/ studies using model	Ongoing/ current projects using model	Example uses / policy applications
ICAM 3	Demographics, economics, energy, GHG emissions, aerosols, carbon cycle, ecosystems, health, sea level rise, extreme events, ... & policies for mitigation, adaptation & geoengineering	A simulation model with interacting adaptive agents representing different nations and specific interests	Dynamic programming	13 global regions	Century scale with 5 year timesteps	All forms of energy supply and demand	As endogenous as possible. With different structures for demographic transition, innovation, etc.	Future economy, energy, GHG, climate change, impacts, policy and its stability over time	Analytica	The software platform is commercial. My model is open source	me	*Many papers in the 1990s A book in 2020*	None	Climate and energy policy Support
OSeMOSYS	Capacity expansion model: generation and/or transmission planning	Optimization: User-defined, e.g. minimize discounted system cost (capital + o&m + CO2).	MILP	User-defined. Typical range: regional to continental.	User-defined. Typically multi-year, e.g. 2015 – 2040.	User-defined. Typically electricity, but can include other carriers, e.g. heat.	Costs (capital, o&m, etc...), discount rates, resource availabilities, load profiles, generator and network characteristics	Least-cost set of system investment & retirement decisions.	GNU MathProg (Python interface available).	Open-soruce	KTH	*Energy Policy* 39: 5850–5870. *Energy Strategy Reviews* 10: 40-52. *Energy* 172: 740-751	2060 Project, UNECE water-land-energy-food nexus project.	Impact of policy levers on system evolution and emissions. e.g. federal carbon tax, AB CLP.

Model name	Model type	Model Type and purpose	Formulation	Spatial scale	Temporal scale	Sector	Key Inputs	Key Outputs	Code-base	Open-source or commercial	Developer	Publications/ studies using model	Ongoing/ current projects using model	Example uses / policy applications
gTech	Energy-Economy Model	Computable general equilibrium model with technological explicitness, behavioural realism, and macroeconomic feedbacks	Mixed Complementarity Problem (gtech) and linear optimization programming (IESD)	Provincial, 10 other Canadian regions, and the United States	Model solves in 5-year increments	Macroeconomic (80 economic sectors), including, electricity, and oil, gas, and biofuels	Economic data, energy prices, key sector assumptions, technological information, among other inputs	GHGs, technological adoption, GDP, industry costs, electricity GHGs, electricity capacity (IESD), oil, gas production, and biofuels production and prices	GAMS	Commercial	Navius Research	N/A	CleanBC, Government of Alberta, CAPP, government of Manitoba, Government of Ontario, Government of Nova Scotia, Government of New Brunswick, NRCan, ICCT, others	Simulation of climate and energy policies

Annexe 5: Études de cas et discussions en table ronde

Energy Modeling Initiative Western Workshop

Modeling, Policy and the Energy Transition

Case Study: *Identifying the Needs*

The economies of Western Canada are responsible for 60% of national GHG emissions and are strongly tied to the movement of goods, materials, and energy. Meeting decarbonization objectives while stimulating clean growth requires rapid transformation, innovation, and coordination.

Roundtable 1

Electrification spans a breadth of decision-making jurisdictions (municipal, provincial, federal, international) and systems (gas, electricity, water). Individuals operating devices behind the meter, provincial planners developing load forecasts and infrastructure expansions, and federal negotiators making climate commitments all have different needs and information requirements. Representing these requirements in energy system modelling calls for a range of models with different frameworks, spatial-temporal scales, objectives, and so on.

- How can modelling be applied to explore pathways that reach our decarbonization objectives?
    - The morning's modelling overview panel reviewed several model categories and their appropriateness in addressing different issues. Which of the models discussed in the panel session are appropriate and useful in the context of the case study topic?
    - Hypothetically, if a project applied the models discussed by the panel to address the case study topic, where would there still be gaps in the analysis?
    - Outside of the quality of the analysis, what other considerations are important? For example, is model transparency (i.e. open-source data and code) important for increasing public trust in good governance and appropriate policy?
    - What additional capabilities would have to be developed/applied to address the gaps?

Roundtable 2

There is a natural fit between modellers and policy-makers: modellers often develop insights that could be useful to policy-makers; policy-makers often seek evidence to support decisions and policy. However, despite this natural fit, we are here today in part because we don't always witness or partake in projects where this natural fit manifests.

0. How can we increase synergies between modelling and policy making?
    - Where can and should modellers be engaging in the policy-making process?
    - What do modellers need to know about a policy maker's job? What do policy makers need to know about a modeller's job?
    - Where have modellers, or projects that leverage modelling gone wrong such that modelling work hasn't been useful in the policy-making process?
    - What examples come to mind where this synergy has been particularly successful? Or unsuccessful? What made these examples successful or unsuccessful?
    - How can we ensure that the mandate and scope of work between different groups (academic modellers, government contractors, policy makers) align?

Roundtable 3

Ultimately, we – the policy and modelling community – need to move from a paradigm where policy recommendations appear in the concluding remarks of our academic papers or reports to a more effective process.

0. What resources, frameworks, tools, institutions, support, etc. would be helpful for creating an effective national modeling platform to serve policy-making?
    - In pursuit of these objectives, what realities, such as confidence and timeliness, need to be considered in a modeling-for-policy process? Do modellers need more training in qualitative methods used in the social sciences?
    - Are there other jurisdictions that successfully facilitate these relationships and synergies, for example through an institutional framework (such as the national lab systems)? Is there anything that we can learn from other jurisdictions that successfully navigate this?