

# Les arguments en faveur **du modèle en libre accès de l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments**

11e décembre 2023 - Version 1.0



## Auteurs :

### **Natasha Reid**

Directrice de l'analyse et des perspectives

[Alliance pour la décarbonation des bâtiments](#)

### **Bryan Flannigan**

Directeur général

[Alliance pour la décarbonation des bâtiments](#)

## Pour citer ce document :

Reid, N., Flannigan, B. (2023). Les arguments en faveur du modèle en libre accès de l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments. Alliance pour la décarbonation des bâtiments. Version 1.0.

## À propos de l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments :

En tant qu'initiative de l'Accélérateur de transition, l'**Alliance pour la décarbonation des bâtiments (ADB)** est une coalition non partisane et intersectorielle qui œuvre pour inspirer et informer les dirigeants de l'industrie et du gouvernement, pour accélérer la transformation du marché et pour mettre le secteur du bâtiment sur la bonne voie pour atteindre les objectifs de réduction des émissions du Canada. L'ADB organise des conversations, mène des recherches inédites et identifie les obstacles structurels qui ralentissent la décarbonation des bâtiments, puis travaille avec ses partenaires pour les surmonter. Notre objectif est de créer un avenir où les bâtiments électrifiés font partie d'un système énergétique abordable et résilient qui **contribute à un Canada prospère, durable et décarboné**. L'une des principales stratégies de transformation du marché de l'ADB consiste à renforcer la capacité d'analyse du secteur du bâtiment.

## À propos de l'Accélérateur de transition

L'**Accélérateur de transition** est une organisation pancanadienne qui a pour mission de soutenir la transition du Canada vers la carboneutralité tout en répondant à des enjeux sociétaux. Par le biais de sa méthodologie en quatre étapes, l'Accélérateur collabore avec des groupes innovants pour proposer de nouvelles visions d'un avenir carboneutre, qui soit socialement et économiquement souhaitable. Nous nous efforçons ensuite d'élaborer des trajectoires de transition crédibles et convaincantes pouvant faire de ces visions une réalité. Le rôle de l'Accélérateur est celui d'un facilitateur et d'un multiplicateur de force, formant des coalitions pour prendre des mesures vis-à-vis de ces trajectoires et ainsi faire avancer le changement sur le terrain.

# Impliquez-vous !

L'ADB considère que la capacité analytique accrue fournie par ce modèle aidera l'industrie à progresser vers une vision « d'un avenir où les bâtiments électrifiés font partie d'un système énergétique abordable et résilient qui contribue à un Canada prospère, durable et décarboné » et vers notre mission « de servir de coalition intersectorielle travaillant à accélérer l'électrification des bâtiments au Canada ».

## Un appel aux modélisateurs, aux chercheurs, aux universitaires, aux consultants et aux gestionnaires de données :

L'ADB lance maintenant le produit minimum viable (PMV) du modèle et procède à l'analyse de scénarios stratégiques préliminaires. Si vous avez de l'expérience en lien avec l'industrie canadienne du bâtiment, nous vous invitons à collaborer avec nous afin de réviser nos hypothèses, nos jeux de données et nos résultats de modélisation. Début 2024, nous mettrons en place un comité consultatif chargé de superviser le développement du modèle, ainsi que des groupes de travail afin d'itérer et faire progresser la conception du modèle. Notre objectif n'est pas de supplanter ou de reproduire des recherches effectuées ailleurs au Canada, mais plutôt de regrouper et de mettre à profit l'expertise existante pour accélérer la transition de l'industrie canadienne du bâtiment au Canada.

## Un appel à l'industrie canadienne du bâtiment :

L'ADB dirigera une série d'ateliers d'engagement des parties prenantes à travers le Canada, et nous souhaitons connaître l'opinion de l'industrie sur les résultats de nos modélisations. Les retours issus de ces séances permettront de prioriser les prochaines fonctionnalités qui seront examinées par le comité consultatif et qui alimenteront nos groupes de travail. Les parties prenantes qui, selon nous, devraient s'intéresser à la question incluent, sans s'y limiter :

- les entreprises de services publics;
- les décideurs politiques;
- les gouvernements;
- les entreprises de construction et les promoteurs;
- les fabricants et les distributeurs;
- les entrepreneurs et les cabinets de service-conseil.

Si vous souhaitez participer à notre série d'ateliers d'engagement des parties prenantes, au comité consultatif pilote ou à un des groupes de travail, veuillez contacter [info@buildingdecarbonization.ca](mailto:info@buildingdecarbonization.ca).

## Joignez-vous à nous !

Si vous soutenez la mission de l'ADB et souhaitez être informés de nos recherches futures, nos bulletins d'information et nos événements, pour savoir comment devenir partenaire, ou pour savoir comment vous pouvez aider à accélérer l'électrification des bâtiments, veuillez visiter [buildingdecarbonization.ca](http://buildingdecarbonization.ca), ou contactez-nous à [info@buildingdecarbonization.ca](mailto:info@buildingdecarbonization.ca).

# Sommaire



Proxima Studio / Shutterstock.com

Il existe actuellement une lacune dans la capacité analytique disponible publiquement pour évaluer les impacts des mesures de décarbonation des bâtiments au Canada. Les modèles accessibles au public et en libre accès ont tendance à être des modèles dits «descendants» qui ont une portée économétrique très large. Par nécessité pratique, ces modèles n'ont pas le niveau de granularité requis pour intégrer pleinement dans leurs résultats la diversité du parc immobilier canadien, la gamme des mesures technologiques disponibles et les différences provinciales ou régionales.



*Le Groupe consultatif pour la carboneutralité du Canada a constaté que la communauté canadienne de la modélisation est divisée et opaque, et qu'il manque de coordination entre le gouvernement et celle-ci.*

À l'inverse, de nombreux modèles «ascendants» existent à des niveaux de granularité utiles, mais il s'agit généralement de modèles propriétaires de source fermée qui ne peuvent donc pas être révisés – ou utilisés – directement par les parties prenantes. Ces modèles ont également tendance à être conçus pour des régions spécifiques et sont rarement capables de compiler les résultats à l'échelle nationale.

Le commissaire à l'environnement du Bureau du vérificateur général (BVG) a examiné les modèles économiques descendants d'émissions du gouvernement du Canada et les a jugés insatisfaisants en ce qui concerne la gestion des hypothèses et des effets interactifs, ainsi que vis-à-vis de la transparence des données d'entrée et des résultats<sup>1</sup>. Le commissaire a appelé à une collaboration accrue et à la création d'un forum qui intégrerait le Carrefour de modélisation énergétique (CME) dans son cadre.

Le Groupe consultatif pour la carboneutralité du Canada a constaté que la communauté canadienne de la modélisation est divisée et opaque, et qu'il manque de coordination entre le gouvernement et celle-ci. Le Groupe a appelé à la création d'un centre d'excellence en modélisation et en données afin d'améliorer les méthodes de modélisation, les données et la transparence<sup>2</sup>.

Pour aborder certaines de ces questions, l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments (ADB), une coalition non partisane de l'industrie du bâtiment, a conçu et mis sur pied un modèle qui permet aux décideurs politiques d'évaluer l'impact de diverses mesures de décarbonation des bâtiments dans différentes régions du Canada en fonction d'une série d'hypothèses de départ. Il se concentre sur la décarbonation des bâtiments canadiens résidentiels et commerciaux, nouveaux et existants. Les

<sup>1</sup> Rapports du commissaire à l'environnement et au développement durable au Parlement du Canada, Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité – Plan de réduction des émissions pour 2030, Rapport 6.

<sup>2</sup> «Concurrences et réussite dans le contexte d'un avenir carboneutre – Premier rapport annuel au ministre de l'Environnement et du Changement climatique», janvier 2023.



*Le MLA est conçu pour être adaptable, transparent, performant, collaboratif, modulable et accessible.*

résultats seront initialement présentés à la fois au niveau national et provincial. Le modèle en libre accès de l’Alliance pour la décarbonation des bâtiments est une initiative conjointe présentée en partenariat avec le Carrefour de modélisation énergétique et l’Université de Victoria.

Le MLA intègre plusieurs archétypes de bâtiments résidentiels et commerciaux spécifiques à chaque zone climatique. Initialement axé sur le chauffage et le rafraîchissement des locaux, ainsi que sur le chauffage de l’eau, l’utilisateur du modèle peut personnaliser les scénarios politiques et comparer les impacts sur la quantité d’équipements, sur la consommation d’énergie, sur la pointe, sur les réductions d’émissions et sur les coûts. Ces résultats peuvent être calculés selon les utilisations finales de l’énergie agrégées pour chaque archétype de bâtiment et chaque région du Canada.

Le modèle en libre accès (MLA) est conçu pour être adaptable, transparent, performant, collaboratif, modulable et accessible. Le modèle est conçu pour être en libre accès — toutes les données, les hypothèses et les calculs seront rendus publics. Le processus de développement itératif invitera les parties prenantes à remettre en question les données et les hypothèses et à contribuer à l’évolution du modèle, dans le but de créer et de gérer un modèle qui reconnaît et réduit les biais de modélisation, et qui reflète autant que possible la réalité.

L’ADB a complété le processus consistant à développer la première itération du modèle et l’analyse préliminaire des scénarios. Ce « produit minimum viable » (PMV) est un modèle autonome utilisant des



fichiers d’entrée et de sortie au format CSV. Le modèle sera hébergé dans la base de données GitLab du Carrefour de modélisation énergétique au début de l’année 2024. L’ADB travaillera par la suite au développement d’outils de visualisation des données et mènera une série d’ateliers d’engagement des parties prenantes afin de poursuivre le développement du modèle dans le cadre d’un processus itératif et ouvert.

Cette initiative est conçue pour produire un modèle évolutif, qui sera à la fois modulaire et itératif, et qui se transformera sur la base des commentaires et de l’implication des utilisateurs. À long terme, ce modèle fera partie d’un ensemble d’outils nationaux plus large qui permettra de combler certaines des lacunes identifiées en matière de capacité d’analyse et de transparence dans la modélisation actuelle des émissions. L’ADB encourage les parties prenantes à prendre part à l’initiative en vue d’améliorer les jeux de données, les modules, les calculs et les hypothèses.

# Introduction



*L'ADB soutient que la capacité analytique disponible publiquement dans le pays est actuellement insuffisante pour répondre aux questions de recherche auxquelles nous sommes confrontés dans nos efforts pour décarboner les bâtiments.*

Le secteur du bâtiment étant responsable de plus de 18 % des émissions nationales totales de gaz à effet de serre du Canada (Gouvernement du Canada, 2023), nous devons emprunter les trajectoires les plus crédibles, les plus convaincantes et les plus efficaces pour décarboner le secteur. « Le plaidoyer pour l'électrification des bâtiments au Canada » de l'ADB explique pourquoi nous pensons que l'électrification est la voie toute désignée, dite « sans regret », vers la décarbonation des bâtiments au Canada<sup>3</sup>.

Nous reconnaissions cependant que l'électrification du chauffage des bâtiments ne peut être réalisée à travers une réponse politique standard et universelle. Il s'agit plutôt d'une trajectoire pour laquelle de nombreux aspects nécessitent des considérations et des nuances appropriées avant d'être mise en œuvre. Les technologies des thermopompes qui permettront l'électrification varient considérablement, le secteur du bâtiment est lui-même très diversifié, et les caractéristiques des réseaux électriques à partir desquels les bâtiments tirent leur énergie entraînent des complexités qui sont hors de la portée d'une simple analyse et qui ne sauraient se résumer en quelques mots.

Les modèles mathématiques nous permettent d'élaborer des scénarios pouvant surmonter ces défis et orienter les politiques. Ces modèles peuvent toutefois comporter des biais et leurs résultats sont utiles seulement si les hypothèses et les algorithmes qui les sous-tendent sont robustes. Il est donc essentiel de disposer d'outils judicieusement choisis pour éclairer les politiques de construction dans chaque région du Canada.

L'ADB soutient que la capacité analytique disponible publiquement dans le pays est actuellement insuffisante pour répondre aux questions de recherche auxquelles nous sommes confrontés dans nos efforts pour décarboner les bâtiments. Nous pensons que le projet de développement, de lancement et d'amélioration systématique d'un modèle de décarbonation des bâtiments libre accès est opportun et nécessaire pour permettre aux décideurs politiques de mieux comprendre ce qu'impliquent les mesures de décarbonation des bâtiments dans toutes les régions du pays. Nous soutenons en outre qu'un processus libre accès est essentiel pour garantir que toutes les parties prenantes à la décarbonation des bâtiments puissent s'engager sur la base de données probantes et transparentes. Ce document présente le fondement et la vision d'un tel modèle.

## Les facteurs à considérer lors de l'analyse des stratégies et des mesures de décarbonation des bâtiments

De nombreux facteurs complexifient l'analyse de la meilleure façon de décarboner les bâtiments au Canada à grande échelle. Il est important de noter que les thermopompes, notre principal levier de décarbonation, sont loin d'être une technologie monolithique : elles existent sous toutes les formes et dans toutes les tailles, et elles utilisent différentes solutions techniques pour toute une série d'applications. L'impact de mise en œuvre des systèmes résidentiels à air centraux ou multizones est très différent de celui des systèmes commerciaux eau-air, qui diffère également de celui des thermopompes géothermiques eau-eau desservant des communautés entières. Pourtant, bien trop souvent, l'analyse détaillée de certaines technologies fait défaut et les résultats de l'analyse d'un seul type de thermopompe sont utilisés pour

<sup>3</sup>Poirier et Cameron (2023).

toutes les caractériser, donnant lieu à des affirmations comme «les thermopompes ne fonctionneront pas dans telle ou telle application».

Un autre facteur à considérer est que l'électrification des bâtiments résidentiels et commerciaux comporte des exigences et se heurte à des obstacles fondamentalement différents. En plus d'être régis par des codes différents et d'être généralement desservis par différents secteurs de l'industrie de la construction, les bâtiments résidentiels et commerciaux utilisent pour la plupart des équipements complètement différents, et l'utilisation des équipements et leurs profils de charge varient considérablement d'un bâtiment à l'autre et d'un type de bâtiment commercial à l'autre. La consommation d'électricité d'un logement diffère énormément de celle d'un bureau commercial, qui elle-même diffère de celle d'un hôtel, d'un lave-auto ou d'un hôpital. Malheureusement, l'analyse des applications des thermopompes dans tous les types de bâtiments est insuffisante et il en résulte un discours commun sur l'électrification qui manque de distinction et de nuance dans l'analyse d'un secteur à l'autre.



De plus, les avantages et les défis liés à l'électrification de la nouvelle construction d'un bâtiment sont très différents de ceux liés aux bâtiments existants, pour plusieurs raisons évidentes. Une planification, une conception et une mise en œuvre appropriées des nouvelles technologies et techniques de construction peuvent tirer parti d'éléments de conception intégrés qui ne peuvent tout simplement pas être adaptés à des bâtiments existants. Non seulement les effets sur le système, associés à tous les nouveaux bâtiments et quartiers électriques, sont susceptibles d'être nettement inférieurs à ceux des bâtiments existants modernisés, mais aussi les cycles de planification du système électrique pour les nouvelles connexions dans ces circonstances sont généralement plus faciles à gérer par les planificateurs du réseau de distribution d'électricité. Tout cela est intuitif, et pourtant il y a un manque d'analyse sur les répercussions d'une nouvelle construction entièrement électrique dans les différentes régions du pays.

En ajout à cela, une planification efficace des besoins thermiques d'un quartier ou d'une communauté peut conduire à des besoins en électricité très différents de ceux d'un ensemble de maisons individuelles dans cette même communauté. À ce jour, une grande partie de l'analyse issue de nos industries ne tient pas compte de ces gains d'efficacité.

Il est important de noter que les réseaux électriques ne sont pas homogènes à travers le pays et que les contraintes les plus importantes se situent souvent au niveau des lignes d'alimentation et des sous-stations du réseau de distribution plutôt qu'au niveau du système. Les analyses ne portant que sur les

besoins totaux bruts de pointe ne tiennent pas compte des facteurs de coïncidence qui sont spécifiques à chaque réseau, malgré la grande influence de ces facteurs sur l'économie de l'électrification du chauffage des bâtiments dans un territoire de service public donné.

Enfin, notons que les modèles cherchent à représenter le monde réel, mais qu'ils créent nécessairement une version simplifiée de notre réalité. Dans son livre *Escape from Model Land*, Erica Thompson partage son point de vue selon lequel les modèles reflètent intrinsèquement les préjugés de leurs créateurs<sup>4</sup>. Ces biais servent au mieux à confirmer les hypothèses analytiques de leurs concepteurs; au pire, ils peuvent conduire à une importante sous-estimation de certaines conséquences majeures, par exemple en matière d'impacts sur les communautés marginalisées. Pour limiter ces biais, il est essentiel de mettre en place un processus de développement collaboratif, libre accès et continu qui invite les parties prenantes à remettre en question les méthodes, les données et les hypothèses utilisées.

Bien que nous sachions que nous devons électrifier à grande échelle pour décarboner le secteur du bâtiment, compte tenu des considérations ci-dessus, de nombreuses questions subsistent quant aux bénéfices et aux coûts qu'entraînerait une telle opération menée dans toutes les régions du Canada, tout en évitant les écueils possibles en cours de route :

- Quelles politiques spécifiques aux nouvelles constructions et aux bâtiments existants dans les secteurs commercial et résidentiel peuvent être mises en œuvre aujourd'hui pour ouvrir la voie vers l'objectif de carboneutralité?
- Quelle est notre meilleure estimation de l'impact de la pointe due à l'électrification du chauffage des bâtiments sur les différents réseaux électriques du Canada? Dans quelle mesure cela coïncide-t-il avec les pointes respectives de chaque système?
- Dans quelles autres technologies devrions-nous investir en priorité pour accélérer la transition tout en minimisant les effets sur le réseau?
- En quoi les stratégies d'électrification devraient-elles différer d'une province à l'autre?
- Dans un contexte où la main-d'œuvre est restreinte, où devrions-nous concentrer les investissements en matière de ressources humaines : dans l'extension du réseau, la modernisation des bâtiments ou les nouvelles constructions?
- Quel pourrait être l'incidence de nouveaux modèles d'affaires qui permettraient de réaliser des rénovations énergétiques à grande échelle?
- Comment la décarbonation peut-elle réduire la pauvreté énergétique et améliorer l'accessibilité financière?

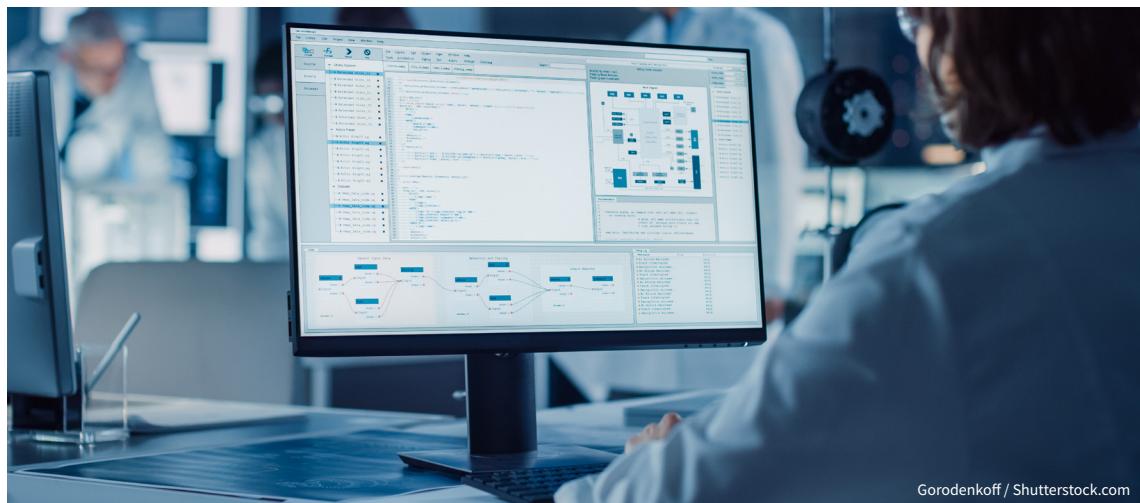
Ce ne sont là que quelques-unes des questions essentielles pour lesquelles les données d'entrée et la modélisation exigent une granularité quant aux types de bâtiments, aux technologies spécifiques qui y sont appliquées et aux suppositions sur les réseaux électriques où ils se trouvent. Il est très important que ces caractéristiques soient intégrées dans les activités de modélisation afin de brosser un portrait réaliste des trajectoires vers la décarbonation. Ces nuances sont nécessaires pour comprendre les conditions de base et deviennent encore plus importantes lors de l'élaboration de scénarios sur la manière dont les politiques régionales évolueront d'ici 2050.

---

<sup>4</sup>Thompson, E. (2019)

# Les modèles existants au Canada

N'existent-il pas déjà de nombreux modèles énergétiques et de décarbonation au Canada ? Dans sa base de données, le Carrefour de modélisation énergétique accueille à lui seul 59 modèles liés aux bâtiments et à l'efficacité énergétique dans le contexte canadien<sup>5</sup>. Avons-nous vraiment besoin d'un autre modèle ? L'ADB estime que oui.



Gorodenkoff / Shutterstock.com

Même s'il existe d'autres modèles canadiens, les modèles en libre accès ont tendance à être des modèles dits «descendants», qui ont une portée économétrique très large. Par nécessité pratique, ces modèles n'ont pas la granularité requise pour examiner les questions spécifiques liées à la diversité du parc immobilier, à l'éventail des mesures technologiques disponibles et aux besoins variés des différentes régions. À l'inverse, de nombreux modèles «ascendants» existent à des niveaux de granularité utiles, mais il s'agit généralement de modèles propriétaires de source fermée qui ne permettent donc pas une révision – ou une utilisation directe – par les parties prenantes. Ces modèles ont également tendance à être conçus pour des régions spécifiques et sont rarement capables de compiler les résultats à l'échelle nationale.

Le commissaire à l'environnement du Bureau du vérificateur général (BVG) a examiné les modèles économiques descendants d'émissions du gouvernement du Canada et les a jugés insuffisants en ce qui concerne la gestion des hypothèses et des effets interactifs, ainsi que vis-à-vis de la transparence des données d'entrée et des résultats<sup>6</sup>. Le commissaire a appelé à une collaboration accrue et à la création d'un forum qui intégrerait le Carrefour de modélisation énergétique (CME) dans ce cadre.

Le Groupe consultatif pour la carboneutralité a constaté que la communauté canadienne de la modélisation est divisée et opaque, et qu'il manque de coordination entre le gouvernement et celle-ci. Le Groupe a appelé à la création d'un centre d'excellence en modélisation et en données afin d'améliorer les méthodes de modélisation, les données et la transparence<sup>7</sup>.

<sup>5</sup><https://emi-ime.ca/fr/inventaire-accueil/consulter/>

<sup>6</sup>Rapports du commissaire à l'environnement et au développement durable au Parlement du Canada, Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité – Plan de réduction des émissions pour 2030, Rapport 6.

<sup>7</sup>«Concurrences et réussite dans le contexte d'un avenir carboneutre – Premier rapport annuel au ministre de l'Environnement et du Changement climatique», janvier 2023.



*La décarbonation du secteur de l'énergie est un casse-tête complexe qui nécessite de décarboner la production d'énergie tout en continuant à répondre au large éventail d'utilisations finales de l'énergie.*

## Les modèles énergétiques nationaux descendants existants

Des modèles tels que le Simulateur de politiques énergétiques de l’Institut Pembina, l’Explorateur de trajectoires de l’Institut de l’énergie Trottier et le tableau de bord de l’énergie au Canada de Navius fournissent une vue d’ensemble de l’utilisation de l’énergie dans divers secteurs, incluant les bâtiments, les transports, l’industrie, l’agriculture, et la production d’électricité et d’hydrogène. Ils sont très utiles pour avoir une vue d’ensemble des émissions de GES estimées au Canada selon différents scénarios. Cela dit, pour analyser tous les secteurs et toutes les utilisations de l’énergie, tout en conservant une facilité d’utilisation, il est compréhensible que de nombreuses hypothèses simplificatrices doivent être utilisées. Par exemple, alors que les laboratoires CANMET de Ressources naturelles Canada ont identifié plus de 6 000 archétypes de bâtiments résidentiels dans tout le Canada grâce à la modélisation HOT2000, la plupart des modèles économiques intègrent uniquement quelques archétypes de bâtiments pour effectuer leurs calculs et peinent donc à évaluer les impacts précis des mesures de décarbonation des bâtiments pour l’inventaire et la combinaison de bâtiments complexes existant à l’échelle régionale ou provinciale.

La décarbonation du secteur de l’énergie est un casse-tête complexe qui nécessite de décarboner la production d’énergie tout en continuant à répondre au large éventail d’utilisations finales de l’énergie. Les modèles SILVER<sup>8</sup> et COPPER<sup>9</sup> du Carrefour de modélisation énergétique explorent les impacts sur le réseau d’un mix d’énergies renouvelables et de production variant dans le temps. Toutefois, ces modèles ne sont pas axés sur des sous-secteurs ou des utilisations finales de l’énergie spécifiques.

## Les modèles ascendants existants

Plusieurs universités et municipalités ont développé des modèles ascendants pour évaluer les impacts de la décarbonation pour certaines municipalités. Ces modèles comprennent la plateforme de simulation urbaine de Concordia, actuellement concentrée sur Montréal, et le Projet canadien de cartographie de l’utilisation finale de l’énergie (CEE Map), qui porte sur Kelowna<sup>10</sup>. Ces modèles peuvent fournir des informations très intéressantes sur un territoire spécifique, mais ils ne s’appliquent pas aux niveaux provincial ou national et sont donc moins utiles pour évaluer les options politiques à ces échelles. Ces modèles seraient également difficiles à reproduire à l’échelle nationale en raison des coûts et des répercussions d’un modèle national avec une granularité aussi élevée.

Il existe des modèles privés plus détaillés utilisés pour évaluer l’efficacité énergétique et la décarbonation des bâtiments, tels que le Posterity Group Navigator<sup>11</sup> et le modèle HEAT<sup>12</sup>du cabinet-conseil Dunskey , qui jouent un rôle très important dans l’écosystème des bâtiments et des services publics. Cependant, ces modèles sont à source fermée, et ne sont pas rendus publics étant donné leur développement privé et leurs investissements dans la propriété intellectuelle. Par conséquent, il n’est souvent pas possible d’explorer pleinement les résultats modélisés, les données sous-jacentes et, surtout, l’ensemble des hypothèses d’inclusion et d’exclusion des données d’entrée et l’ensemble des algorithmes de calcul.

Les organisations qui engagent des entreprises privées de modélisation et des consultants pour

<sup>8</sup> <https://cme-emh.ca/inventory-model/silver/>

<sup>9</sup> <https://cme-emh.ca/inventory-model/copper/>

<sup>10</sup> <https://www.concordia.ca/research/chairs/smart-cities/projects/canadian-energy-end-use-mapping-project.html>

<sup>11</sup> <https://www.poweredbyposterity.com/>

<sup>12</sup> <https://www.dunskey.com/model/heat/>

entreprendre cette modélisation (comme les entreprises de services publics qui entreprennent des études de potentiel pour estimer l'impact des mesures et des programmes d'efficacité énergétique) acquièrent bien sûr une meilleure compréhension de ces caractéristiques, mais ce niveau de compréhension n'est généralement pas partagé publiquement. Certains algorithmes, données, hypothèses et résultats peuvent être rendus publics lorsque cela est nécessaire, par exemple dans le cadre de procédures réglementaires. Cependant, ces résultats sont souvent présentés uniquement sous forme de scénarios statiques qui peuvent être visualisés différemment à l'aide d'outils de découpage des données. Le public (y compris les intervenants des services publics et du bâtiment) n'est généralement pas en mesure d'exécuter à nouveau les modèles avec des hypothèses différentes ou d'explorer d'autres scénarios.

Enfin, il existe un large éventail de modèles au niveau du bâtiment, axés sur l'analyse énergétique détaillée de bâtiments individuels et de plans de bâtiments. Volta SNAP est une plateforme conçue pour réaliser l'évaluation énergétique des logements résidentiels neufs et rénovés<sup>13</sup>. L'Université de Victoria a créé la plateforme de modélisation Building and Energy Simulation, Optimization and Surrogate<sup>14</sup>. Ces modèles sont très utiles pour déterminer les effets de diverses améliorations énergétiques à l'échelle d'un bâtiment et peuvent contribuer à l'élaboration d'archétypes de bâtiments pour une modélisation moins granulaire.

## La vision d'un modèle de décarbonation des usages énergétiques national et en libre accès

La voie du Canada vers la carboneutralité s'apparente à un casse-tête complexe. Cette complexité exige une modélisation et une capacité d'analyse appropriées pour permettre aux décideurs politiques de se concentrer sur les éléments de la politique qui s'intégreront correctement dans la vision plus large de la décarbonation. En se basant sur le paysage actuel des plateformes de modélisation, y compris celles qui sont actuellement répertoriées dans la base de données du Carrefour de modélisation énergétique, l'ADB a identifié une lacune importante dans les capacités d'analyse des modèles de décarbonation des bâtiments (Figure 1). Par conséquent, de nombreuses questions restent difficiles à adresser entièrement, telles que :

- les impacts sur la pointe dus à l'installation de différents types de thermopompes pour des archétypes de bâtiments différents (selon l'année de construction, la superficie, etc.) situés dans diverses zones climatiques, qui accueilleront simultanément d'autres mesures diverses telles que l'efficacité énergétique, la recharge des véhicules électriques et les technologies assurant la flexibilité de la demande électrique;
- les émissions associées à l'installation de différents types de thermopompes sur une série de réseaux électriques ayant des facteurs d'émissions variables tout au long de la journée, avec des contraintes de système uniques, et tenant compte du taux prévu de décarbonation des réseaux provinciaux;
- les impacts potentiels (sur les GES et la demande d'énergie) des politiques nationales telles que les réglementations sur les équipements, les sources d'énergie et la performance énergétique des bâtiments, aux échelles municipale, provinciale et nationale;
- le nombre requis de différents types de thermopompes et la nature de la main-d'œuvre requise pour décarboner les usages du chauffage et du rafraîchissement des espaces, aux niveaux national, provincial et régional

<sup>13</sup> Volta Research. (12 mai 2023).

<sup>14</sup> Université de Victoria. (21 octobre 2023).

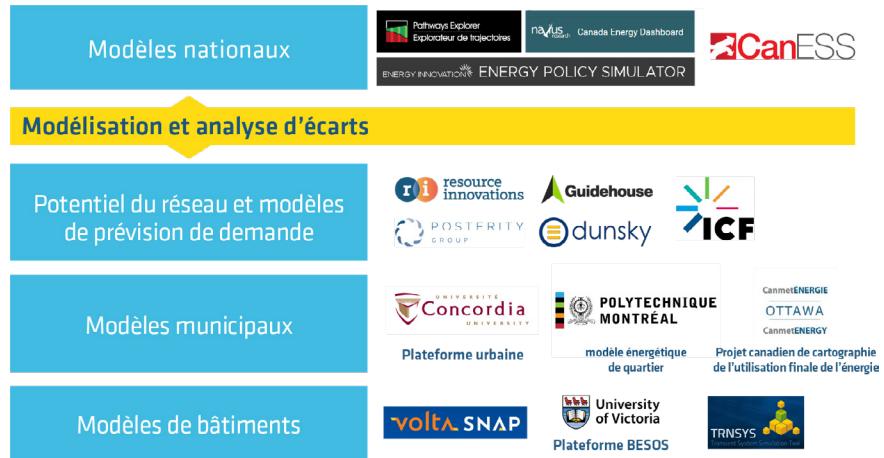


Figure 1: Illustration des lacunes dans les modélisations canadiennes

L'ADB cherche à déterminer les trajectoires menant aux solutions les plus économiques, les plus efficaces et les plus justes socialement pour réduire les émissions des bâtiments dans chaque région du Canada. Notre vision est que les acteurs du secteur de la construction puissent accéder librement à un outil performant et puissent l'utiliser pour entreprendre des analyses sur l'impact des politiques de construction nationales et régionales, pour leur permettre de créer et de supporter des politiques efficaces. Notre vision inclut la pérennité des modèles actuels, qu'ils soient publics ou privés, et vise à les compléter et à tirer parti de l'expertise de leurs utilisateurs pour combler les lacunes en matière de capacité d'analyse, comme le montre la figure 1. À long terme, nous pensons que l'accès à ce nouveau modèle national peut accroître la valeur et améliorer les services des organisations publiques et privées. Dans ce contexte, nous avons établi les principes de développement suivants pour le modèle :

**Flexibilité :** Les utilisateurs pourront personnaliser les scénarios de données d'entrée, avec un tableau de bord de saisie de données. Ils pourront également télécharger tous les fichiers, tous les jeux de données et toutes les hypothèses. Ils pourront modifier les données d'entrée et les traiter dans le modèle pour développer leurs propres analyses personnalisées.

**Transparence :** Les utilisateurs auront facilement accès aux données du modèle, au code source et à la documentation des hypothèses sous-jacentes. Plutôt qu'une solution « boîte noire », l'approche du code source libre devrait inviter à la discussion et à la collaboration à propos des données d'entrée, des calculs et des hypothèses afin de les améliorer de manière systématique et contrôlée au fil du temps.

**Efficacité et performance :** Le modèle est élaboré sur une plateforme Python efficace et sera hébergé sur des superordinateurs en partenariat avec le Carrefour de modélisation énergétique. Cela permettra aux utilisateurs d'explorer différents scénarios et d'effectuer plusieurs modélisations avec rapidité et efficacité.

**Collaboration :** L'ADB vise à réduire les biais de modélisation en permettant un processus de développement continu, collaboratif et ouvert, qui invite les parties prenantes à remettre en question les données et les hypothèses. L'objectif est de créer un modèle qui reconnaît et réduit les biais de modélisation et qui reflète autant que possible la réalité.

**Méthode agile :** Le modèle évoluera au fur et à mesure que de nouvelles données, de nouvelles informations et de nouvelles capacités d'analyse seront disponibles. À cette fin, le modèle permettra à d'autres modélisateurs, programmeurs et chercheurs de développer de nouveaux modules ou de nouvelles capacités d'analyse au sein de la structure de contrôle du modèle et au sein des groupes de travail.

**Gratuité et accessibilité :** La connaissance, c'est le pouvoir. Le modèle doit rester un outil gratuit permettant à quiconque d'étudier les implications d'une politique et de vérifier ou de contredire les résultats d'autres études, y compris les nôtres.

# Le modèle

Le modèle de l'ADB est conçu pour permettre aux décideurs politiques d'évaluer l'incidence de différentes mesures de décarbonation des bâtiments sur les différentes régions du Canada selon un éventail d'hypothèses. Sa portée englobe tous les immeubles résidentiels, multi-résidentiels et commerciaux du Canada. Les résultats seront d'abord calculés aux niveaux national et provincial, et le niveau de granularité sera amené à augmenter au fil du temps.

Le modèle intègre des centaines d'archétypes de bâtiments résidentiels et commerciaux, y compris des archétypes spécifiques à chaque zone climatique. Initialement axé sur le chauffage et la climatisation des locaux et sur le chauffage de l'eau, le modèle permet à l'utilisateur de personnaliser les scénarios politiques et de comparer les impacts sur le nombre total d'équipements, la consommation d'énergie, la pointe, les réductions d'émissions et les coûts. Ces résultats peuvent être calculés selon les utilisations finales de l'énergie agrégées, pour chaque archétype de bâtiment et chaque région du Canada.

## Module Stock

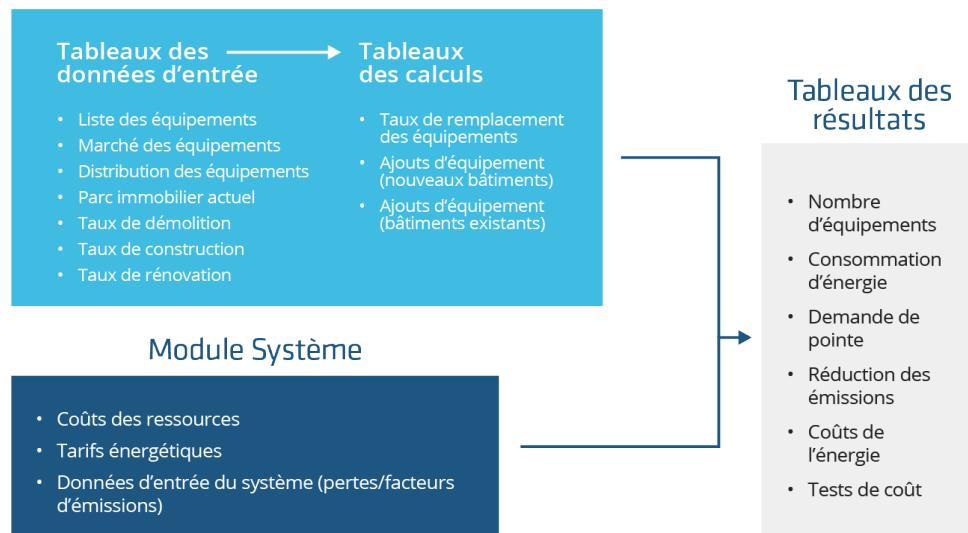


Figure 2: Organigramme du modèle

Le modèle repose sur deux modules de base : le module stock et le module système, organisés comme l'illustre la figure 2. Le module stock se compose des paramètres du parc immobilier et du parc d'équipements. Le parc immobilier comprend les bâtiments existants, les taux de démolition, les taux de construction et les taux de rénovation, qui sont calculés sur la base de facteurs tels que la croissance démographique dans chaque province entre maintenant et 2050. Le parc d'équipements caractérise les divers équipements pouvant être installés dans les bâtiments pour le chauffage et la climatisation des locaux et le chauffage de l'eau, y compris une variété de thermopompes, notamment des thermopompes à air centrales avec un système d'appoint électrique, avec des combustibles fossiles en appoint, des thermopompes pour climat froid et des thermopompes géothermiques. À partir de ces paramètres, le module calcule les taux de remplacement des équipements et les taux d'ajout pour les bâtiments neufs et existants.

Le module système tient compte des paramètres tels que les tarifs énergétiques, les facteurs d'émissions, les pertes de transmission et de distribution, tous calculés par région et par année. Le modèle génère ensuite des résultats incluant le coût total des ressources, le coût d'entretien, les émissions de gaz à

effet de serre et le nombre d'équipements, ainsi que des graphiques de la charge horaire des bâtiments (modélisation 8760), qui peuvent ensuite être utilisés pour la planification du système et l'analyse du réseau.

## Utilisateurs potentiels

L'objectif du modèle est d'évaluer l'impact et l'efficacité des différentes politiques. Les utilisateurs cibles sont donc les responsables du gouvernement, les décideurs politiques et les conseillers, à tous les niveaux de gouvernement, incluant les décideurs municipaux, provinciaux et nationaux. Cependant, de nombreuses autres parties prenantes du secteur du bâtiment et des services publics pourraient également bénéficier de cet outil, notamment les services publics, les établissements universitaires, les organismes de réglementation, les groupes de réflexion, les journalistes, les sociétés de conseil et les fournisseurs d'équipements et de services. Le modèle sera accessible à tous en ligne après la migration vers les serveurs du Carrefour de modélisation énergétique à l'Université de Victoria au début de l'année 2024.

## L'approche libre accès

Le modèle est un outil en libre accès et, en tant que tel, toutes les données, les hypothèses et les calculs seront publics, et les utilisateurs pourront personnaliser les scénarios d'entrée et examiner les résultats une fois que le modèle aura dépassé le stade de développement du PMV. En tant que projet en libre accès, le modèle est construit à partir d'ensembles de données provenant de sources accessibles au public, et les utilisateurs pourront télécharger les fichiers Excel et les jeux de données utilisés pour les calculs. Ces sources de données comprennent l'enquête sur l'utilisation commerciale et institutionnelle d'énergie (EUCIE) de Ressources naturelles Canada, les fichiers BTAP de CANMET, les fichiers HOT2000 d'ÉnerGuide et les fichiers ResStock et ComStock du National Renewable Energy Laboratory.

L'Université de Victoria hébergera le Modèle national de décarbonation des bâtiments au Carrefour de la modélisation énergétique, une initiative conjointe de l'Institut des systèmes énergétiques intégrés de l'Université de Victoria et de l'École de politiques publiques de l'Université de Calgary, qui contribue à guider la transformation des systèmes énergétiques du Canada. À mesure que le modèle évoluera, nous encouragerons les parties prenantes à nous aider à améliorer les jeux de données, les modules, les calculs et les hypothèses. L'ADB souhaite que ce modèle et ce processus agissent ensemble comme un agrégateur d'informations et d'expertise, et ce à travers le Canada.

## L'échéancier et la feuille de route du modèle

Le développement du modèle comprend plusieurs phases. Le plan actuel consiste à développer une preuve de concept sous la forme d'un produit minimum viable (PVM), qui sera le point de départ d'un dialogue permettant de recueillir les commentaires des parties prenantes. Le modèle évoluera ensuite en fonction des besoins de l'industrie dans un environnement de développement systématique, contrôlé et en libre accès. Les services de secrétariat seront assurés par l'ADB.



Figure 3: Calendrier de développement du modèle

**Phase 1 : Le produit minimum viable (PMV)** – La première phase du projet consiste à développer un PMV pour évaluer les impacts d'un ensemble limité de scénarios de décarbonation des bâtiments.

Lorsque nous examinons les charges des bâtiments au Canada, nous constatons que la grande majorité de l'énergie est consommée pour le chauffage et le rafraîchissement des locaux, ainsi que pour le chauffage de l'eau. Cela représente 83 % des émissions de GES des bâtiments résidentiels et 71 % des émissions de GES des bâtiments commerciaux (Ressources naturelles Canada, 2023).

Au Canada, seulement 25 % du chauffage des locaux et de l'eau est électrifié (Ressources naturelles Canada, 2021). Cela représente un potentiel important d'électrification pour décarboner les bâtiments. Par conséquent, le PMV se concentrera sur l'analyse des effets des politiques sur les utilisations finales du chauffage et du rafraîchissement des locaux, ainsi que du chauffage de l'eau, dans les bâtiments résidentiels et commerciaux.

Le niveau actuel d'électrification du chauffage et du rafraîchissement des locaux et du chauffage de l'eau varie considérablement d'une province à l'autre. La variété des systèmes de chauffage dans le secteur résidentiel au Canada est illustrée à la figure 2, et montre bien la nécessité d'effectuer les évaluations d'impact à l'échelle régionale.

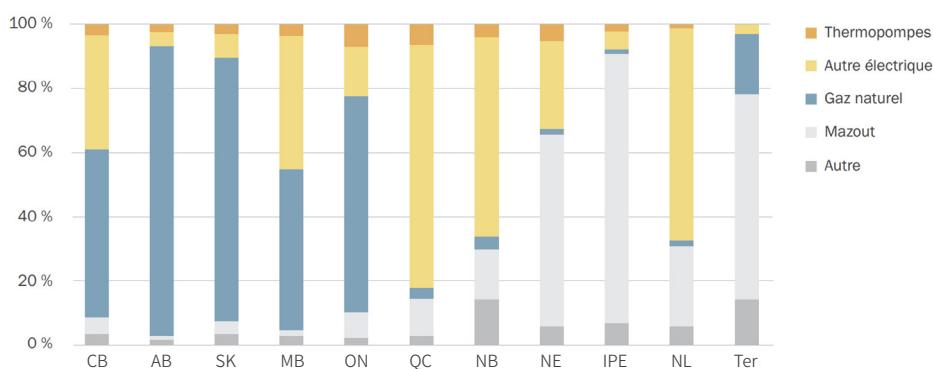


Figure 4: Les systèmes de chauffage résidentiels varient d'une province à l'autre<sup>15</sup>

Le PMV utilise jusqu'à 100 archétypes de bâtiments résidentiels parmi les plus importants au Canada, et inclut l'enveloppe et les mesures d'efficacité, les tarifs énergétiques, les conditions météorologiques locales et les courbes de charge des équipements. La conclusion de chacun des scénarios préliminaires comprend les impacts par rapport à un scénario de référence basé sur les politiques actuelles. Les résultats comprennent les impacts sur la quantité d'équipements, sur la consommation d'énergie, sur la demande de pointe, sur la réduction des émissions et sur les coûts.

Alors que le modèle complet permet aux utilisateurs de développer et d'exécuter leurs propres scénarios, le PMV est un modèle autonome qui utilise des fichiers d'entrée et de sortie au format CSV, et dont les résultats peuvent être téléchargés et évalués par tous.

**Phase 2 : La visualisation** – Au début de l'année 2024, en partenariat avec le Carrefour de modélisation énergétique et l'Université de Victoria, l'ADB migrera le modèle vers un site web hébergé. Ce site web fournira une interface utilisateur et des outils de visualisation et de comparaison des résultats.

<sup>15</sup>Ibid

**Phase 3 : L'engagement des parties prenantes** – L'ADB mènera des activités d'engagement des parties prenantes à travers le Canada en 2024 afin de recueillir des commentaires sur l'analyse et les résultats créés à l'aide du modèle PMV. L'objectif est de collecter l'information sur le terrain et de permettre une vérification des résultats des scénarios préliminaires pour chaque région. Nous souhaitons également savoir quelles fonctionnalités sont pertinentes et utiles, et quelles hypothèses doivent être modifiées pour le contexte local.

Ces commentaires serviront à prioriser les fonctionnalités de la prochaine itération du modèle, qui sera publiée à la fin de l'année 2024. Les itérations futures pourraient tenir compte des facteurs tels que la tarification selon la période d'utilisation, la quantité et le type de main-d'œuvre qualifiée requise selon les mesures, les options de chauffage urbain, ou les changements prévus des tendances météorologiques dans les zones climatiques en raison des changements climatiques.

## Nos perspectives d'avenir : gérer, itérer et améliorer le modèle

Cette initiative vise à produire un modèle évolutif et est conçue pour être modulaire et itérative. Le modèle évoluera au fil du temps en fonction de la rétroaction et de la participation des utilisateurs. Notre objectif est d'utiliser le modèle comme un centre de centre d'intérêt pour favoriser la collaboration et regrouper l'information et l'expertise partout au Canada, ce qui en fait un outil très pertinent, digne de confiance et défendable.

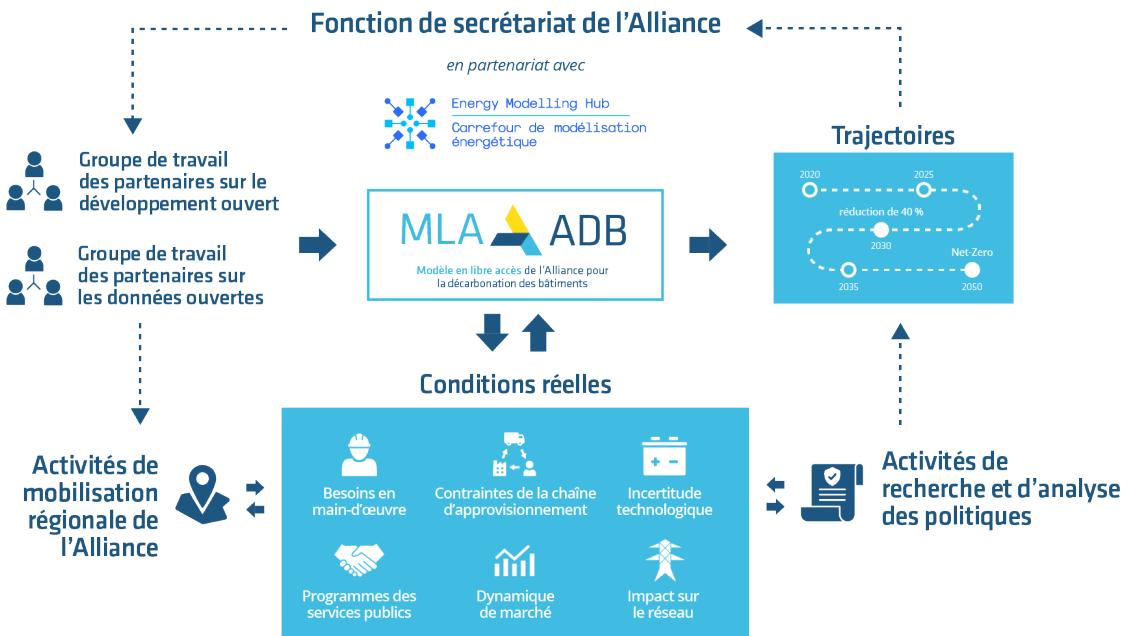


Figure 5: Modèle en libre accès itératif

Comme indiqué dans la figure 5, le processus de développement se concentrera sur le code en libre accès et sur les fichiers d'entrée et de sortie. En 2024, l'ADB a l'intention de lancer un processus par lequel :

- l'ADB remplit la fonction de secrétariat pour faciliter et gérer les activités ultérieures de développement et de mobilisation en matière de modélisation;
- le Carrefour de modélisation énergétique et son partenaire, l'Université de Victoria, hébergent le modèle sur leurs superordinateurs et leur base de données GitLab et fournissent l'interface utilisateur et l'infrastructure de visualisation;

- les partenaires de l'ADB et la communauté élargie des utilisateurs du modèle collaborent dans le cadre de groupes de travail sur les méthodes analytiques, le code et les données afin de faire progresser le modèle;
- l'ADB réunit les intervenants dans le cadre de sessions d'engagement régionales afin de valider ou de contester les résultats du modèle et de les ancrer dans le monde réel, de réfléchir aux améliorations à apporter et d'approfondir les voies et les défis de la décarbonation à l'échelle locale;
- les sessions d'engagement régionales permettent d'identifier d'autres lacunes dans les activités de recherche et de développement politiques que l'ADB peut faire progresser, et alimentent notre compréhension plus large des trajectoires vers la décarbonation.

## Conclusion

L'ADB estime que la capacité analytique accrue fournie par ce modèle aidera l'industrie à progresser vers «un avenir où les bâtiments électrifiés font partie d'un système énergétique abordable et résilient qui contribue à un Canada prospère, durable et décarboné» et à accomplir notre mission «de servir de coalition intersectorielle qui œuvre pour accélérer l'électrification des bâtiments au Canada».

Nous encourageons les parties prenantes à participer au cycle de développement itératif et à dialoguer et collaborer avec nous en vue d'améliorer les ensembles de données, les modules, les calculs et les hypothèses.



## Bibliographie

Carrefour de modélisation énergétique. (18 octobre 2023). Energy Modeling Initiative. Extrait de <https://emi-ime.ca/modelling-inventory/search>

Concordia. (20 octobre 2023). Projet de cartographie de la consommation finale de l'énergie au Canada. Extrait de Concordia : <https://www.concordia.ca/fr/recherche/villes-intelligentes/projets/projet-de-cartographie-de-la-consommation-finale-de-l-energie-au-canada.html>

Concordia. (20 octobre 2023). Plateforme urbaine. Extrait de Concordia : <https://www.concordia.ca/fr/recherche/villes-intelligentes/projets/plateforme-urbaine.html>

Gouvernement du Canada. (8 août 2023). Gouvernement du Canada. Extrait de « Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada : sommaire 2022 » : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/sources-puits-sommaire-2022.html>

Gouvernement du Canada. (4 août 2023). Ressources naturelles Canada. Extrait de « La stratégie canadienne pour les bâtiments verts » : <https://ressources-naturelles.canada.ca/consultations-et-les-seances-dengagement-publiques/consultation-la-strategie-canadienne-pour-les-batiments-verts/25010>

Poirier, M. et Cameron, C. (2023). « Le plaidoyer pour l'électrification des bâtiments au Canada ». Alliance pour la décarbonation des bâtiments et Accélérateur de transition.

Ressources naturelles Canada. (2021). Ressources naturelles Canada. Extrait du « Cahier d'information sur l'énergie 2021-2022 » : [https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/energy/energy\\_fact/2021-2022/PDF/energy-factbook-december10-2021-fr\\_accessible.pdf](https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/energy/energy_fact/2021-2022/PDF/energy-factbook-december10-2021-fr_accessible.pdf)

Ressources naturelles Canada. (2023). Ressources naturelles Canada. Extrait de la « Base de données complète sur la consommation d'énergie » : [https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bncc/apd/menus/evolution/tableaux\\_complets/liste.cfm](https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bncc/apd/menus/evolution/tableaux_complets/liste.cfm)

Ressources naturelles Canada. (11 août 2023). Ressources naturelles Canada. Extrait de « Équipement de chauffage à usage résidentiel » : <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-produits/equipement-de-chauffage-usage-residentiel/13746>

Thompson, E. (2019). Escape from Model Land. New York: Hachette Book Group.

Université de Victoria. (21 octobre 2023). Plateforme BESOS. Extrait de BESOS : <https://besos.uvic.ca/>

Volta Research. (12 mai 2023). Volta SNAP: How to Teach an Old HOT2000 New Tricks. Extrait de Volta : [https://uploads-ssl.webflow.com/61d71606618c945ff38a5c6e/6465132de99a434b92750e0b\\_Volta\\_SNAP-St.-Hilaire-and-Brookson.pdf](https://uploads-ssl.webflow.com/61d71606618c945ff38a5c6e/6465132de99a434b92750e0b_Volta_SNAP-St.-Hilaire-and-Brookson.pdf)