

# Virage énergétique

de l'électricité zéro émission  
partout au Canada d'ici 2035

Mai 2022

## **Virage énergétique : de l'électricité zéro émission partout au Canada d'ici 2035**

Rédigé par : Stephen Thomas, Analyste, politiques climatiques et  
Tom Green, Conseiller senior, politiques climatiques à la Fondation David Suzuki

© Fondation David Suzuki 2022

Édition : Ian Hanington, Fondation David Suzuki  
Support à la rédaction : Theresa Beer, Fondation David Suzuki  
Designer graphique : Steven Cretney, theforest.ca

## REMERCIEMENTS

Le bureau de Vancouver de la Fondation David Suzuki est situé sur les territoires non cédés des peuples Salish de la Côte des Nations xʷməθkʷəy̓əm (Musqueam), Səl̓ílwətaḥ (Tsleil-Waututh) et Skwxwú7mesh (Squamish).

Le présent rapport est le produit de plus de quatre ans de travail et représente les idées, les contributions et la collaboration de dizaines de personnes qui ont généreusement donné de leur temps, leur imagination et leurs connaissances.

La Fondation David Suzuki remercie les membres du comité d'experts-conseils de la feuille de route de la transition énergétique pour leur contribution, leurs commentaires et leur soutien tout au long du projet. Les membres actuels et précédents du comité comprennent Patricia Lightburn, Binnu Jeyakumar, Patrick Bateman, Travis Lusney, Dan Woynillowicz, Robert Hornung, Shakti Ramkumar, Meredith Alder, Jean-François Nolet et Natalie Irwin.

La Fondation David Suzuki remercie également les contributeurs, collaborateurs et réviseurs ci-après, sans qui cet ouvrage n'aurait pas été possible : Brett Dolter, Sherry Yano, Ann Dale, Bradford Griffin, Dave Sawyer, Jim Stanford, Mark Jaccard, Dean Jacobs, Bridget Doyle, Cory Jones, Jennifer Vandermeer, Skye Vandenberg, Mark Winfield, David Dodge, Louise Comeau, Caroline Lee, Christiana Guertin, ainsi qu'un nombre de réviseurs anonymes.

Le travail de modélisation du système électrique a été réalisé par une équipe indépendante de chercheurs universitaires du groupe Sustainable Energy Systems Integration & Transitions (SESTIT) de l'Institute for Integrated Energy Systems de l'Université de Victoria. Dirigés par Madeleine McPherson, les membres de l'équipe de modélisation SESTIT qui ont contribué à la création et à la modélisation de la base de données de la transition énergétique comprennent Reza Arjmand, Mohammad Miri, Mohammadali Saffari, Rick Hendriks, Madeleine Seattle, Robert Xu et Lauren Stanislaw. Cette collaboration sur la modélisation a été rendue possible en partie par un partenariat Mitacs (no de projet IT14846). La modélisation axée sur la demande a été réalisée par Dave Sawyer d'EnviroEconomics et de Navius Research. Bradford Griffin a entrepris le post-traitement des modèles produits afin de rendre compte des indicateurs financiers relatifs aux scénarios. La Fondation David Suzuki est seule responsable de la définition des solutions à modéliser, de l'intégration des connaissances des différentes équipes de recherche et de la formulation des conclusions.

Bien que les auteurs remercient les différents chercheurs, contributeurs, collaborateurs et réviseurs pour leurs idées et leurs conseils, le contenu du rapport, les recommandations et les éventuelles erreurs ou omissions n'engagent que leur responsabilité et celle de la Fondation.

Un grand merci à nos donateurs :





Photo : Green Energy Futures

## RÉSUMÉ

“ Ces dernières années ont été marquées par de nombreux changements positifs qui montrent que la transition énergétique mondiale est bien entreprise. Les ajouts de capacités d'énergie renouvelable et les investissements dans la transition énergétique ont atteint de nouveaux sommets, tandis que les coûts ont continué à baisser. Les investissements dans l'efficacité énergétique ont augmenté et l'intensité énergétique s'est améliorée. L'électrification des utilisations finales, notamment par la vente de véhicules électriques, s'est accélérée. Néanmoins, malgré cette évolution positive, le rythme du changement n'est pas encore suffisant.

– Agence internationale pour les énergies renouvelables<sup>1</sup>

On ne peut imaginer notre vie moderne sans électricité. Elle éclaire et chauffe nos maisons, alimente nos usines et nous permet de communiquer. Confrontés à une urgence climatique, les Canadiens et les Canadiennes sont majoritairement favorables à une transition rapide vers un système électrique efficace et sans émissions<sup>2</sup>. Cependant, nous ne sommes pas toujours d'accord sur l'endroit où cibler nos efforts ou sur les solutions les plus fiables, abordables et souhaitables vers un réseau propre. Pour faire progresser la décarbonisation de l'électricité, le gouvernement fédéral a annoncé l'élaboration d'une norme sur l'électricité propre afin de mettre en place un réseau électrique carboneutre d'ici 2035<sup>3</sup>.

Le temps est venu d'accélérer les solutions climatiques, d'amorcer un déclin maîtrisé de tous les combustibles fossiles et de veiller à ce que personne ne soit laissé pour compte dans cette transition. L'une des solutions climatiques clés sera la transition à une électricité propre. Comme l'indique l'un des récents rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du

climat : « tout nouveau retard dans l'action mondiale concertée et anticipée sur l'adaptation et l'atténuation nous fera rater une brève occasion, qui se refermera rapidement, de garantir un avenir vivable et durable pour tous »<sup>4</sup>.

C'est dans ce contexte d'urgence que le présent rapport explore le rôle que le déploiement des énergies renouvelables et l'utilisation d'une électricité propre peuvent jouer pour aider à réduire à zéro les émissions du Canada et à réaliser l'ambition de l'Accord de Paris de maintenir le réchauffement planétaire à moins de 1,5 oC. Le rapport démontre qu'il est possible de produire de l'électricité fiable, abordable et sans émissions d'ici 2035 au Canada, et de répondre à la demande d'électricité même si l'économie croît et s'électrifiera davantage d'ici 2050.

Il s'agit du premier rapport de ce type au pays. Grâce à la modélisation du système électrique, le rapport explore le potentiel de transition vers une électricité propre en mettant l'accent sur des investissements dans les énergies renouvelables branchées au réseau, le stockage ainsi que le transport de l'énergie. Aucune autre étude de modélisation canadienne n'a exploré des solutions permettant de produire une électricité à 100 % sans émission d'ici 2035 en donnant la priorité à l'énergie éolienne et solaire, au stockage de l'énergie et au transport interprovincial, tout en tenant compte de l'électrification massive des autres secteurs. Dans les deux scénarios présentés, on réussit à atteindre un niveau d'électricité entièrement carboneutre d'ici 2035. Le scénario « Zéro » est fondé sur l'augmentation de la demande de base établie dans les prévisions des services publics canadiens, tandis que le scénario « Zéro Plus » explore des niveaux plus élevés d'électrification des bâtiments, des transports et des secteurs industriels, tout en accordant une plus grande priorité aux options d'efficacité énergétique et de modernisation des bâtiments.

Photo : Green Energy Futures



Le rapport sur le système électrique canadien réunit de façon inédite les éléments suivants :

- Des solutions permettant d'atteindre zéro émission dans le secteur de l'électricité en 2035 et de maintenir zéro émission jusqu'en 2050, même si la demande d'électricité augmente en raison de la croissance économique et d'une électrification accrue.
- Des solutions qui permettent d'atteindre zéro émission d'ici 2035 sans compter sur les technologies de capture du carbone, les compensations de carbone ou les technologies d'émissions négatives pour atteindre la carboneutralité.
- Des solutions qui reposent principalement sur l'énergie éolienne et solaire pour la nouvelle production, tout en proposant l'augmentation du transport interprovincial et du stockage de l'énergie.
- Des solutions qui ne reposent pas sur de nouvelles grandes centrales hydroélectriques ou nucléaires (y compris de petits réacteurs nucléaires modulaires) et qui éliminent progressivement l'emploi des combustibles fossiles d'ici 2035, évitant ainsi le recours à des technologies coûteuses et immatures de captage et de stockage du carbone dans le secteur de l'électricité.
- Une solution d'électrification intensive et ambitieuse en vue de remplacer les combustibles fossiles dans les transports, les bâtiments et l'industrie, de réduire les émissions et d'améliorer l'efficacité énergétique. Une modernisation massive et d'autres mesures permettent d'obtenir une efficacité énergétique supplémentaire.
- Des solutions schématisées par une équipe indépendante de chercheurs universitaires, à l'aide de modèles spécialement conçus, proposent une haute résolution spatiale et temporelle et tiennent compte de la manière dont les ressources éoliennes et solaires varient à travers le pays ainsi qu'à chaque heure de l'année.

À un moment où la sécurité énergétique et le caractère abordable de l'énergie sont des préoccupations majeures pour une grande partie de la population, ce rapport montre qu'une solution fondée sur les énergies renouvelables offre une option abordable pour réduire de façon considérable les émissions tout en répondant à la demande croissante. Il démontre qu'un système électrique à zéro émission intégrant une forte production d'énergie renouvelable soutenue par les réservoirs hydroélectriques existants, le transport interrégional et le stockage d'énergie peut fonctionner de manière fiable partout au Canada d'ici 2035 et après. Les résultats remettent en question ceux qui prétendent que les énergies renouvelables ne peuvent pas jouer un rôle de

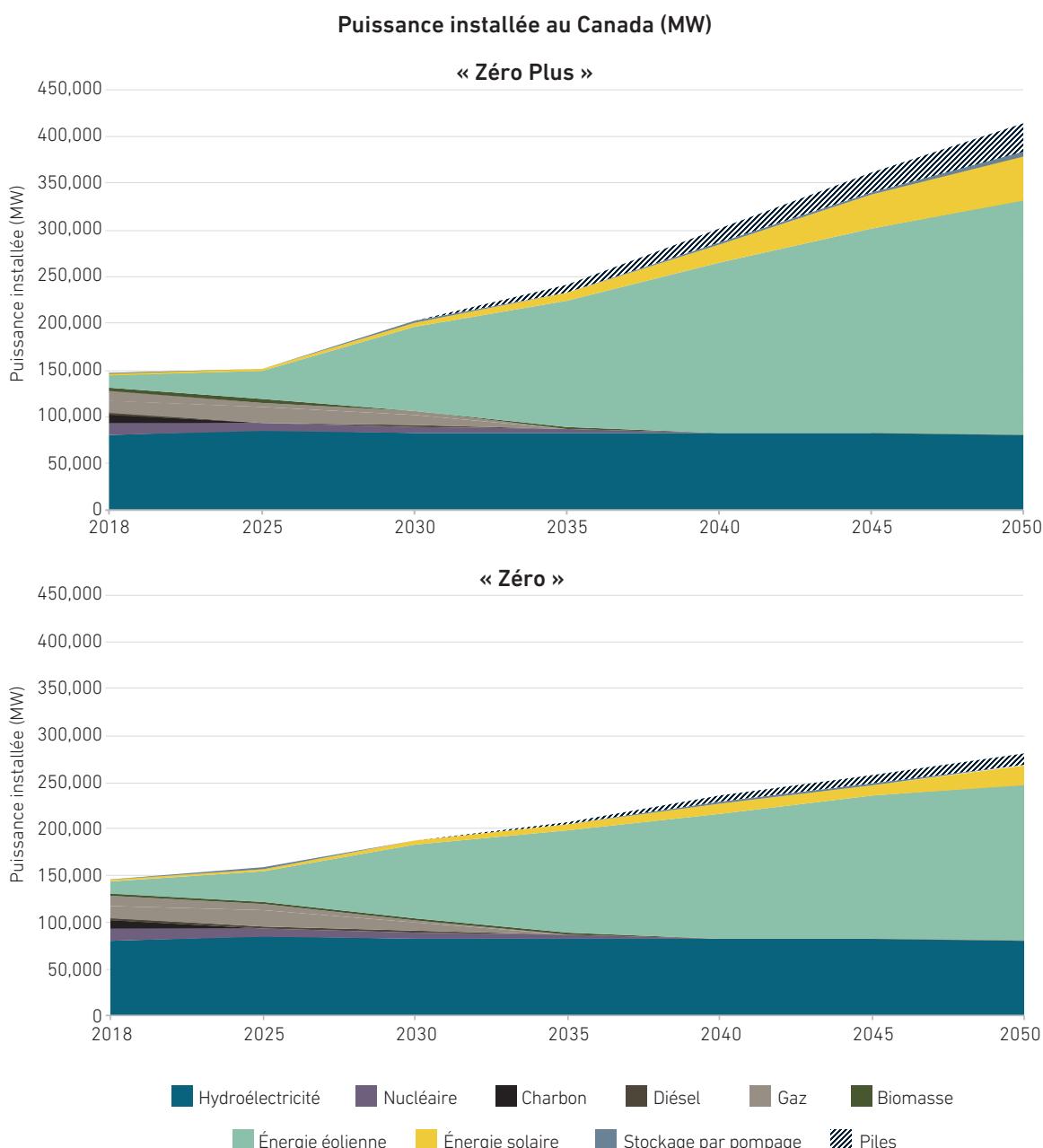
premier plan dans la transition énergétique. Or, même si le soleil ne brille pas tous les jours et que le vent ne souffle pas tous les jours, la réunion des solutions modélisées dans ce rapport montre comment un réseau largement alimenté par des énergies renouvelables peut fournir de l'électricité propre de manière fiable, partout et à tout moment.

Grâce aux avantages actuels, aux récentes améliorations technologiques et économiques et aux possibilités émergentes au Canada, les scénarios de transition du système électrique canadien présentés ici sont fiables, abordables et réalisables :

- Les énergies éolienne et solaire sont des technologies éprouvées. En 2020, l'Agence internationale de l'énergie a déclaré **que les énergies éolienne et solaire étaient les sources de nouvelle production d'électricité les moins chères de l'histoire**<sup>5</sup>. De plus, leur coût continue de baisser<sup>6</sup>.
- Une production élevée à partir de sources variables d'énergie renouvelable est possible au Canada, en partie grâce à la grande capacité de **production hydroélectrique existante**.
- Les investissements dans le **transport interprovincial** peuvent contribuer à accroître la fiabilité et la flexibilité au sein des réseaux et entre les réseaux branchés sur plusieurs sources d'électricité renouvelable.
- Des possibilités supplémentaires de déploiement de l'énergie éolienne et solaire peuvent être débloquées par des investissements dans les **technologies de stockage de l'énergie, qui connaissent une rapide amélioration**<sup>7</sup>.
- D'autres **investissements dans l'efficacité énergétique** réduisent les besoins globaux en énergie et le coût du futur système électrique canadien.
- Les consommateurs et les entreprises bénéficient également des gains d'efficacité qui découlent du **remplacement des combustibles fossiles par de l'électricité propre**, par exemple lorsqu'une chaudière au gaz naturel est remplacée par une thermopompe électrique à haut rendement.
- Le Canada dispose d'une bonne base sur laquelle s'appuyer, grâce à de bonnes ressources éoliennes et solaires<sup>8</sup>, à une industrie de l'électricité renouvelable mature et à un élan vers un système électrique carboneutre.

Si notre rapport vise à montrer qu'il est possible de se concentrer sur les énergies renouvelables, l'analyse sous-jacente devait nécessairement être prudente. Pour réaliser la modélisation, nous n'avons pas tenu compte d'un éventail de technologies et d'approches supplémentaires, comme la réponse à la demande, les énergies renouvelables distribuées et les nouvelles technologies de stockage, qui sont susceptibles d'accroître l'efficacité et de réduire davantage les coûts au moment de la transition vers un système électrique carboneutre.

Chacune des deux solutions présentées dans ce rapport nécessite un effort sans précédent pour transformer et améliorer le système électrique canadien et décarboniser d'autres parties de l'économie. Les solutions modélisées sont conformes à d'autres efforts de modélisation entrepris au Canada, y compris ceux qui n'atteignent pas les objectifs de zéro émission ou qui exploitent des quantités importantes de ressources non renouvelables. Dans presque tous les scénarios modélisés récemment visant à réduire l'intensité carbonique du système électrique canadien et à accroître l'offre, les énergies éolienne et solaire jouent un rôle sans précédent.<sup>9</sup> La planification, les consultations et les investissements sont essentiels à la production des énergies renouvelables à l'échelle et à la vitesse nécessaires pour répondre à l'urgence climatique en cours.



**Figure ES-1 : Expansion de la capacité de production d'électricité selon les scénarios de transition vers l'énergie propre.**

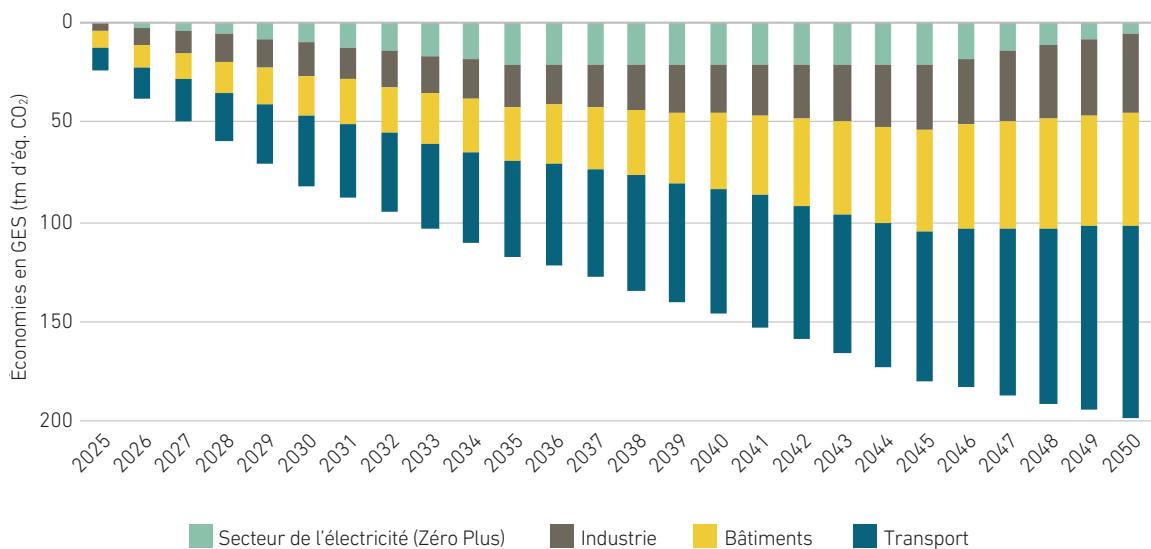
Selon l'Association canadienne des énergies renouvelables, la plus grande capacité d'énergie éolienne et solaire construite au Canada sur une période de cinq ans était de 9 200 MW entre 2011 et 2015<sup>10</sup>. La solution la plus ambitieuse présentée ici suppose la construction tous les cinq ans en moyenne de plus de 50 000 MW de nouvelle énergie éolienne et solaire – quintuplant le record précédent.

La quantité d'électricité éolienne et solaire au Canada devrait être multipliée par plus de 18 d'ici 2050 pour répondre à notre scénario d'électrification élevée et d'émissions zéro. Cette solution nécessiterait la création de projets de construction d'énergie éolienne et solaire à un rythme annuel moyen jamais vu au Canada : Il faudrait construire chaque année en moyenne plus de 2 200 nouvelles éoliennes de 4 MW et plus de 160 nouveaux parcs solaires de 10 MW. Le transport interprovincial devra également être développé à un rythme sans précédent.

Bien que l'ampleur de cette transformation soit décourageante et liée à de véritables défis, il est tout à fait possible de déployer ces technologies à ce rythme et à cette échelle. Le scénario le plus ambitieux de ce rapport requiert l'ajout d'environ 250 000 MW d'électricité éolienne d'ici 2050. Or, des exemples dans le monde entier montrent que c'est possible. Aux États-Unis, on prévoit l'ajout de 44 000 MW de production solaire et de 27 000 MW de production éolienne au réseau en 2022<sup>11</sup>. En décembre 2021, des projets pour plus de 930 000 MW de capacité éolienne et solaire et 427 000 MW de capacité de stockage étaient rendus à différentes étapes des processus de demande, d'examen et de développement en vue d'un branchement au réseau américain<sup>12</sup>.

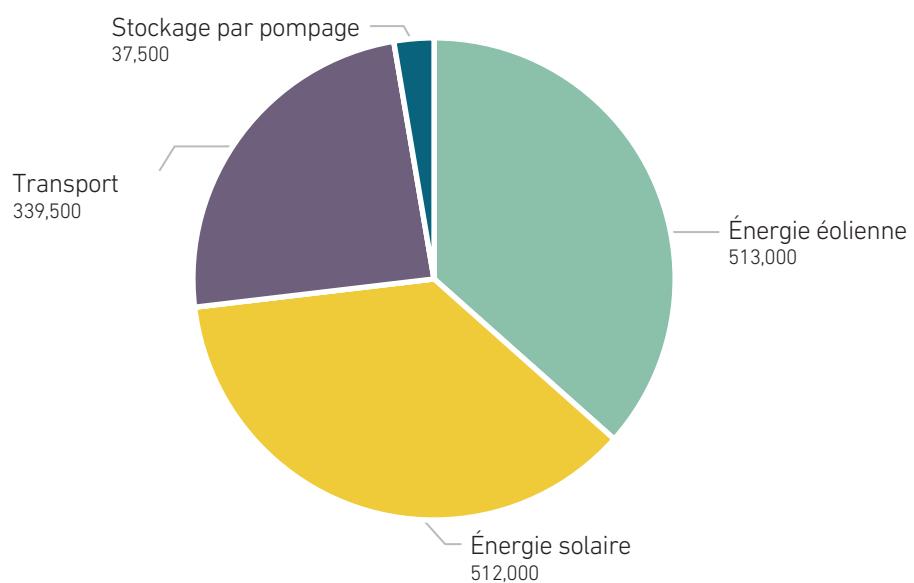
Avant l'invasion de l'Ukraine par la Russie, l'AIE prévoyait que l'UE ajouterait 300 000 MW d'électricité renouvelable entre 2021 et 2026. Depuis cette agression, l'UE a annoncé un plan encore plus ambitieux pour accélérer la transition vers les énergies renouvelables<sup>13</sup>. Le cas de l'Allemagne est très instructif. Au début de 2022, ne comptant que le quinzième seulement de la superficie des provinces canadiennes, l'Allemagne avait installé 28 000 éoliennes terrestres, atteignant une capacité éolienne totale d'environ 56 GW. D'ici 2025, le pays prévoit ajouter 10 GW d'énergie éolienne par année, soit un taux de déploiement équivalent à celui proposé dans les scénarios de ce rapport<sup>14</sup>.

La transition vers une électricité propre basée sur les énergies renouvelables procurerait des avantages considérables pour le climat et l'emploi. La solution la plus audacieuse du rapport permettrait d'économiser plus de trois milliards de tonnes d'émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, entraînant une réduction annuelle de plus de 200 millions de tonnes d'émission. Ces économies seraient attribuables à un système d'électricité propre dans lequel la réduction des émissions est causée par la transition de l'énergie fossile vers l'électricité dans les secteurs des transports, des bâtiments et industriels.



**Figure ES-2 : Économies totales de GES grâce à l'électricité propre et à l'électrification par secteur (tm d'éq. CO<sub>2</sub> par année)**

La construction, l'exploitation et l'entretien de nouvelles éoliennes, de nouveaux panneaux solaires et de lignes de transport d'électricité entraîneraient à eux seuls plus de 1,5 million d'années-personnes d'emplois directs entre 2025 et 2050, permettant de soutenir plus de 75 000 emplois à temps plein chaque année. Cette estimation des besoins en main-d'œuvre ne tient pas compte des autres emplois possibles créés, par exemple, si les éoliennes et les panneaux solaires étaient fabriqués au Canada, ni des emplois produits par le secteur élargi de l'électricité. Si le secteur des énergies renouvelables était convaincu que des installations d'énergie éolienne et solaire et de stockage d'énergie seraient construites à l'échelle proposée dans ces solutions, il est fort probable que bon nombre d'entreprises souhaiteraient planter une partie de leur production au Canada.



**Figure ES-3 : Total des emplois (années ETP) pour la construction, l'exploitation et l'entretien selon le scénario Zéro Plus 2025 2050**

Par ailleurs, quelle que soit la solution choisie, tous les projets énergétiques actuels et futurs au Canada sont situés sur des territoires autochtones non cédés ou sur des terres visées par un traité. Consciente de cette réalité, la Fondation David Suzuki a demandé à Neegan Burnside et à Dean Jacobs de recueillir les points de vue des Autochtones sur la transition vers l'énergie propre. Les perspectives et les idées importantes qu'ils ont recueillies sont décrites dans un rapport complémentaire intitulé « Decarbonizing Electricity and Decolonizing Power: Voices, Insights and Priorities from Indigenous Clean Energy Leaders »<sup>15</sup>. S'inspirant des entretiens et d'autres recherches, Neegan Burnside et Dean Jacobs ont établi six principes pour faire respecter les droits des Autochtones et assurer les avantages pour les communautés pendant la transition vers une électricité sans émissions. Nous intégrons ces principes dans les recommandations de ce rapport.

Pour atteindre l'objectif d'une électricité à zéro émission partout au Canada d'ici 2035, tous les niveaux de gouvernement doivent jouer leur rôle. Notre étude, comme d'autres, montre que des investissements accrus dans le transport interprovincial faciliteront l'ajout au réseau de niveaux élevés de production éolienne et solaire. Les gouvernements provinciaux et leurs services publics doivent coopérer et investir dans l'infrastructure pour permettre aux électrons propres de traverser les frontières provinciales. En plus de mettre en place une norme stricte en matière d'électricité propre, le gouvernement fédéral doit faciliter la collaboration provinciale et soutenir les investissements visant à renforcer les interconnexions est-ouest.

Notre rapport offre une perspective unique sur ce qui est possible dans l'avenir de l'électricité au Canada, ainsi que sur les démarches essentielles en vue d'atteindre des objectifs climatiques ambitieux qui excluent l'énergie nucléaire ou fossile avec CUSC. Nous espérons qu'il contribuera à alimenter le débat au Canada sur la meilleure façon d'atteindre les importants objectifs en matière d'électricité propre. Nos efforts collectifs doivent être à la hauteur de la situation – en présentant des idées, en discutant avec les collectivités et en développant et en révisant les voies de la transition énergétique.

## NOS PRINCIPALES CONCLUSIONS SONT RÉSUMÉES DANS LES SIX POINTS CI-DESSOUS :

- ① L'amplification de l'électricité éolienne et solaire devrait être le fondement de la réalisation d'une électricité à 100 % sans émission dans tout le Canada d'ici 2035 et de la réponse à la demande croissante d'électricité d'ici 2050.
- ② L'efficacité énergétique, le stockage de l'énergie, l'hydroélectricité existante et les connexions au réseau entre les provinces fonctionnent ensemble pour assurer la fiabilité et la flexibilité des solutions à fort taux de production éolienne et solaire.
- ③ Les solutions reposant principalement sur les énergies renouvelables comme l'éolien et le solaire constituent un moyen abordable d'atteindre les objectifs climatiques et de répondre à la demande croissante d'électricité. Ces solutions présentent des coûts moyens de l'électricité comparables, voire inférieurs, à ceux d'un scénario de maintien du statu quo.
- ④ La main-d'œuvre nécessaire à cette transition est importante. Nos scénarios prévoient un nombre élevé de nouvelles carrières dans le domaine de l'énergie propre partout au Canada. À eux seuls, les secteurs de la construction, de l'exploitation et de l'entretien créeront plus de 75 000 emplois par an, soit plus de 1,5 million d'années-emploi entre 2025 et 2050.
- ⑤ En assainissant le secteur de l'électricité et en remplaçant les combustibles fossiles par de l'électricité propre, ces solutions permettent de réduire les émissions annuelles de plus de 200 tm d'équivalent CO2 d'ici 2050, ce qui représente plus de 27 % des réductions totales nécessaires pour atteindre les objectifs de carboneutralité du Canada et une économie totale de 3 200 millions de tonnes d'équivalent CO2 entre 2025 et 2050.
- ⑥ Les leaders d'opinion autochtones en matière d'énergie propre qui ont communiqué avec nous soulignent que pour décarboniser l'électricité, il faut décoloniser le pouvoir et s'assurer que les collectivités bénéficieront des retombées. Étant donné que tous les projets et infrastructures d'énergie renouvelable se déroulent sur des territoires autochtones non cédés ou sur des terres visées par des traités, cette transition ne pourra réussir qu'avec le consentement et la participation totale des Autochtones et dans le respect de leurs droits et de leurs titres.



Photo : Patricia Lightburn

## DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

“

Face à une urgence climatique et énergétique, comme celle que nous vivons présentement, il faut investir judicieusement, et non sans discernement, pour adopter la solution la plus efficace. Il vaut mieux déployer des technologies rapides, peu coûteuses et sûres comme l'éolien ou le solaire, plutôt que des technologies lentes à mettre en place, spéculatives et très coûteuses. Toute autre solution ferait en sorte d'empirer le changement climatique.

— Amory Lovins<sup>16</sup>

La modélisation présentée dans ce rapport démontre que le système électrique canadien peut atteindre zéro émission d'ici 2035, principalement grâce à des investissements dans l'éolien, le solaire, le stockage de l'énergie et le transport interprovincial, complétés par des investissements dans l'efficacité énergétique. Pour réduire davantage les émissions, il faut donner la priorité à l'électrification dans l'ensemble de l'économie, qui permettra de réaliser des gains d'efficacité supplémentaires et d'améliorer la qualité de l'air à l'échelle locale.

Pour récapituler, notre rapport fait les constatations suivantes :

- L'amplification de l'électricité éolienne et solaire devrait être le fondement de la réalisation d'une électricité 100 pour cent carboneutre dans tout le Canada d'ici 2035 et de la réponse à la demande croissante d'électricité d'ici 2050.
- L'efficacité énergétique, le stockage de l'énergie, l'hydroélectricité existante et les connexions au réseau entre les provinces fonctionnent ensemble pour assurer la fiabilité et la flexibilité des solutions à fort taux de production éolienne et solaire.
- Un système électrique à zéro émission alimenté par des énergies renouvelables est un moyen rentable et abordable de répondre à la demande croissante d'électricité.
- L'assainissement et l'expansion du réseau en investissant dans les énergies renouvelables et le transport d'électricité donneront lieu à un grand nombre de nouvelles carrières dans le domaine de l'énergie propre partout au Canada.

- En assainissant le secteur de l'électricité et en remplaçant les combustibles fossiles par de l'électricité propre, les solutions proposées permettent d'obtenir des réductions d'émissions qui soutiennent les objectifs climatiques canadiens.
- Le rapport complémentaire de Neegan Burnside et de Dean Jacobs décrit comment les leaders d'opinion autochtones en matière d'énergie propre soulignent que la décarbonisation de l'électricité doit passer par la décolonisation du pouvoir et doit fournir l'assurance que les communautés autochtones bénéficieront des retombées.

Les investissements dans l'électricité propre devront croître rapidement pour atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés en matière de climat et d'électricité. Néanmoins, le Canada part d'une position enviable en ce qui concerne l'électricité sans émissions, grâce en grande partie à la capacité hydroélectrique existante, à des industries d'électricité renouvelable matures et à une abondance de ressources éoliennes et solaires.

Au cours des deux dernières décennies, les gouvernements ont pris des mesures pour assainir le réseau électrique national. De 2003 à 2014, la capacité de production de l'Ontario est passée d'une dépendance au charbon à 25 % à une production zéro charbon<sup>17</sup>. Le gouvernement fédéral a exigé l'élimination progressive de la production d'électricité au charbon à l'échelle nationale d'ici 2030. Le gouvernement fédéral élaborer actuellement des règlements pour une norme d'électricité propre qui tracera la voie vers une électricité entièrement nette zéro d'ici 2035<sup>18</sup>. Au cours des deux dernières années, malgré un gouvernement provincial qui n'a pas su donner la priorité à l'action climatique, l'Alberta a connu une forte augmentation des investissements du secteur privé dans les installations éoliennes et solaires à l'échelle du réseau. Cela comprend le projet Travers, qui sera le plus grand parc solaire du Canada, produisant 465 MW une fois terminé, éclipsant le record précédent de 100 MW en Ontario<sup>19</sup>. Ces développements ont contribué à accélérer le calendrier d'élimination progressive de la production au charbon en Alberta de 2030 à 2023<sup>20</sup>, bien que les défis climatiques demeurent, car une partie de la production au charbon est convertie au gaz et de nouvelles centrales au gaz sont encore mises en service. Concernant la Saskatchewan, malgré qu'elle accuse un retard par rapport à ses voisins de l'ouest, elle est en train de devenir un lieu privilégié pour les investissements dans les énergies renouvelables : à partir d'une base de 244 MW d'énergie éolienne à la fin de 2021, plus de 600 MW d'énergie éolienne et solaire seront ajoutés au réseau à court terme, les Premières Nations étant à la tête d'un certain nombre de projets<sup>21</sup>. À l'est, les efforts visant à relier les quatre provinces du Canada atlantique et le Québec par un réseau de transport à haute tension appelé « boucle de l'Atlantique » prennent de l'ampleur. Si cette initiative réussit, elle facilitera l'ajout d'énergie éolienne et solaire au réseau dans les provinces maritimes, à mesure que le charbon et le gaz seront éliminés.

La modélisation de l'expansion de la capacité a produit entre autres le résultat suivant : même s'il est possible de le faire, le modèle COPPER ne sélectionne pas les grands réacteurs nucléaires ou les nouveaux petits réacteurs nucléaires modulaires comme options rentables. Cela ne devrait pas surprendre, car les coûts des énergies renouvelables n'ont cessé de chuter avec l'installation de plus en plus de capacités de production éolienne et solaire dans le monde<sup>22</sup>, tandis que les coûts du nucléaire n'ont cessé d'augmenter avec la mise à jour des exigences de sécurité.

En effet, le nouveau nucléaire n'est généralement pas rentable sans subventions<sup>23</sup> et sans garanties ou législation fédérales qui permettent aux exploitants de se dégager de tout accident nucléaire coûteux<sup>24</sup>. En outre, contrairement aux technologies renouvelables prêtes à l'emploi, les petits réacteurs nucléaires modulaires restent au stade de la conception. Le plan stratégique pour le déploiement des petits réacteurs nucléaires modulaires, présenté en mars 2022 par les quatre provinces qui les soutiennent, ne prévoit la mise en service du premier réacteur qu'en 2035, ce qui suppose qu'ils seront peu pertinents au moment où la décarbonisation et l'expansion du réseau sont les plus urgentes<sup>25</sup>.

Malgré cela, tant au niveau fédéral que provincial, il y a de l'enthousiasme pour de nouveaux investissements dans le nucléaire, qui risquent d'être des approches inutilement coûteuses pour fournir davantage d'électricité sans émissions et de s'accompagner des problèmes connus relatifs à l'élimination des déchets nucléaires et le risque de prolifération. La modélisation présentée ici montre que cela n'est pas nécessaire. Les scénarios montrent également qu'il est possible de fournir une électricité fiable et abordable d'ici 2035 sans dépendre de la production d'énergie fossile, ou de la production de gaz fossiles avec captage, utilisation et stockage du carbone, réduisant le besoin de se tourner vers le captage direct dans l'air ou la bioénergie avec captage et stockage du carbone pour compenser les émissions restantes du secteur.

Enfin, compte tenu des répercussions que la construction de grands barrages hydroélectriques peut avoir sur les paysages et l'utilisation des terres autochtones, les scénarios évalués excluent les nouveaux projets hydroélectriques de grande envergure, tout en tirant pleinement parti de la capacité de stockage d'énergie offerte par les barrages existants.

## ORIENTATIONS RECOMMANDÉES

Les recommandations suivantes sont proposées pour soutenir l'assainissement du système électrique canadien et accroître sa capacité à décarboniser l'économie au sens large, à un rythme et à une échelle proportionnelle à l'urgence climatique, tout en fournissant une énergie abordable et fiable et des avantages pour la collectivité :

1. Donner la priorité aux technologies éprouvées, abordables, évolutives et sans émissions, comme **l'énergie éolienne et solaire, le stockage de l'énergie, l'efficacité énergétique et l'amélioration du transport.**
  - a. Les sources d'électricité renouvelables sont techniquement matures et constituent la forme la moins chère de nouvelle électricité disponible. Elles doivent, avec les technologies et les politiques qui les favorisent, être considérées comme la principale source de nouvelle production d'électricité.
  - b. Les gouvernements, les services publics, les entreprises et les ménages doivent donner la priorité à l'efficacité énergétique et aux économies d'énergie, car, dans de nombreux cas, la source d'énergie la moins chère est l'énergie économisée grâce à l'efficacité<sup>26</sup>.
  - c. Afin de réduire rapidement les émissions et d'éviter de mettre en place de nouveaux actifs de production d'énergie fossile, le gouvernement fédéral doit établir une norme stricte en matière d'électricité propre et veiller à ce que le secteur de l'électricité soit pleinement exposé à la tarification du carbone.
  - d. Mettre fin au financement public fédéral et provincial de l'énergie fossile avec captage, utilisation et stockage du carbone et des nouveaux petits réacteurs nucléaires modulaires, et réorienter les fonds publics vers l'électricité renouvelable et les technologies qui la facilitent.
2. **Maximiser la valeur qui peut être fournie par le réseau électrique en adoptant une approche globale**, en reconnaissant comment l'exploitation flexible du parc hydroélectrique canadien existant, la nouvelle capacité de stockage de l'énergie, la nouvelle capacité de transport interprovincial et interrégional, l'efficacité énergétique complémentaire et la diversité des ressources éoliennes et solaires peuvent toutes contribuer à assurer la flexibilité et la fiabilité du réseau.
3. **Il n'y a pas de temps à perdre.** La mise en œuvre de la production d'énergie renouvelable doit commencer sans tarder si nous voulons parvenir à une électricité à 100 % sans émissions d'ici 2035. Parallèlement, l'électrification de l'ensemble de l'économie doit être accélérée pour sevrer la société des combustibles fossiles et atteindre les objectifs climatiques.

- 4. La collaboration est essentielle et des réformes sont nécessaires dans la réglementation des services publics.**
  - a. Les services publics d'électricité et les exploitants de réseaux doivent se voir confier des mandats qui donnent une orientation claire pour la décarbonisation du secteur avant 2035, afin de promouvoir la collaboration et les connexions interprovinciales et d'exploiter le rôle du secteur dans la décarbonisation de l'économie en général avant 2050.
  - b. La gouvernance du système électrique (des commissions des services publics aux marchés de l'électricité) doit évoluer rapidement pour soutenir le déploiement des technologies renouvelables et facilitatrices.
  - c. Un niveau plus élevé de transport interprovincial est avantageux, et la collaboration entre les exploitants de réseaux et les gouvernements provinciaux sera nécessaire pour mettre à jour les politiques et les mandats favorisant la planification et l'exploitation interprovinciales de l'électricité en faveur de tous.
  - d. Le nouveau conseil pancanadien sur le réseau devrait soutenir le commerce interprovincial de l'électricité, la réforme de la réglementation et le partage des connaissances afin de faciliter l'atteinte d'un niveau élevé d'électricité renouvelable.
- 5. Préparer la main-d'œuvre.** Le Canada doit élaborer et financer adéquatement des programmes de formation et de recyclage pour répondre à l'important besoin de main-d'œuvre nécessaire à la production d'électricité renouvelable, à l'efficacité énergétique et à l'électrification propre..
- Il faut établir une **stratégie nationale de lutte contre la pauvreté énergétique** et obtenir l'aval du gouvernement fédéral afin de trouver des solutions réglementaires pour ce problème. Comme les utilisations finales passent de plus en plus à l'électricité, les facteurs relatifs à la pauvreté énergétique relèveront de plus en plus de ce secteur. Il faut mettre en priorité une programmation ciblée pour les ménages à revenus faibles ou modestes et les ménages en quête d'équité.
- Mobiliser des fonds et débloquer des possibilités.** Pour accroître les énergies renouvelables et le transport interprovincial, moderniser le réseau, intégrer de nouvelles technologies de stockage et électrifier l'économie, il faudra réorienter les flux d'investissement dans les secteurs à fortes émissions de carbone vers l'électricité propre et l'électrification, afin d'**augmenter sensiblement le niveau d'investissement** dans ces secteurs. Les gouvernements peuvent jouer un rôle en réduisant le risque lié aux investissements, en corrigeant les défaillances du marché et en favorisant la propriété autochtone et les énergies renouvelables appartenant à la collectivité.

Les recommandations ci-dessus doivent être lues conjointement avec l'étude complémentaire de Neegan Burnside et de Dean Jacobs, selon laquelle les droits et titres autochtones doivent être au premier plan dans la planification, le développement et le déploiement de la production, de la transmission et du stockage des énergies renouvelables, afin de soutenir un réseau électrique propre à 100 % :

- Les conceptions du monde et les connaissances autochtones doivent être intégrées et respectées dans des systèmes plus vastes de valeurs sociales et économiques.
- Une consultation sérieuse, fondée sur les droits et le consentement, doit devenir une pratique courante pour tous les projets d'énergie propre.
- Le leadership autochtone existant doit être respecté et valorisé en soutenant les capacités, les possibilités de propriété et les emplois.
- Les dirigeants autochtones doivent pouvoir prendre part aux décisions, car la décarbonisation de l'électricité signifie également la décolonisation des structures de pouvoir.
- Dans le cadre de la transition vers l'énergie propre, la priorité doit être donnée à la résolution des problèmes systémiques d'infrastructure pour les communautés autochtones à l'aide de mesures ciblées de transition équitable.
- La réconciliation économique doit être au cœur de la transition vers l'énergie propre, en éliminant les obstacles à l'accès au capital financier, à la propriété et aux autres avantages des projets.

Bien que ce rapport offre un aperçu des perspectives de nettoyage et d'expansion du réseau canadien basé sur les énergies renouvelables, nous présentons la modélisation comme un outil permettant de générer des idées, et non comme des prévisions ou un plan d'avenir. Nous reconnaissons que nous avons dû limiter la portée du projet et que d'autres scénarios auraient pu être modélisés, y compris d'autres technologies susceptibles de jouer un rôle dans la transition vers l'électricité propre, comme l'énergie éolienne en mer, la production géothermique, les ressources énergétiques distribuées, la réponse à la demande, l'hydrogène vert et les nouvelles technologies de stockage de l'énergie. Ces technologies évoluent également à un rythme effréné, ce qui oblige les modélisateurs et les analystes à mettre fréquemment à jour les caractéristiques et coûts connexes. Une analyse économique plus approfondie des coûts et des conséquences des différentes solutions aiderait à appuyer les débats sur l'avenir de l'électricité au Canada.

De plus, il pourrait être nécessaire d'exploiter l'aspect géographique du modèle d'expansion de la capacité pour évaluer comment la biodiversité, les habitats essentiels et d'autres contraintes liées à l'utilisation des terres influencerait le déploiement de la production et du transport d'énergie renouvelable dans les régions. Il serait également utile d'approfondir l'analyse de la densité optimale du déploiement de l'énergie éolienne et solaire sur de vastes zones dans différentes régions. Enfin, il serait pertinent d'explorer les conséquences de la variabilité météorologique d'une année sur l'autre, ainsi que du changement climatique sur la production renouvelable et la demande d'électricité au fil du temps.

Il est clair que les combustibles fossiles mettent en péril l'avenir de l'humanité et de la planète. Il est largement reconnu que les réseaux électriques propres jouent un rôle de premier plan dans l'élimination de l'utilisation des combustibles fossiles et des émissions dans l'ensemble de l'économie. La transition vers une électricité à zéro émission nécessite un apprentissage, une expérimentation, un pilotage, des tests, des critiques et une adaptation continue aux circonstances changeantes. Nous accueillons et encourageons les futurs efforts qui s'appuient sur la modélisation présentée dans ce rapport. Néanmoins, nous sommes confiants dans ses principales conclusions : l'absence d'émissions est possible dans le secteur de l'électricité au Canada d'ici 2035, et les énergies renouvelables peuvent et doivent jouer un rôle fondamental dans le futur réseau électrique du Canada. Si les choses sont bien faites, nous pourrons tous bénéficier d'un air plus pur, d'une meilleure santé, de bons emplois et d'un avenir plus sûr.

Photo : Green Energy Futures



# NOTES DE BAS DE PAGE

- 1 <https://irena.org/publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>
- 2 <https://www.policynote.ca/climate-poll-2019/>
- 3 Une norme sur l'électricité propre en faveur d'un secteur de l'électricité carboneutre : document de travail | Environnement et Changement climatique Canada | mars 2022 | <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/atteindre-zero-emission-nette-production-electricite-document-discussion.html>
- 4 Intergovernmental Panel on Climate Change | AR6 WGII | Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability | février 2022 | <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- 5 Solar is now 'cheapest electricity in history', confirms IEA | World Economic Forum | 2020 | <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/solar-energy-cheapest-in-history-iea-renewables-climate-change/>
- 6 World Energy Outlook 2020 | Agence internationale de l'énergie 2020 | <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>
- 7 Koohi-Fayegh, S., et Rosen, M. A. « A review of energy storage types, applications and recent developments », Journal of Energy Storage, 27, 101047 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.101047>
- 8 Barrington-Leigh, C. et Ouliaris, M. « The renewable energy landscape in Canada: A spatial analysis », Renewable and Sustainable Energy Reviews, 75, 809–819 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.061>
- 9 Par exemple : rapport Avenir énergétique du Canada en 2021 de la Régie de l'énergie du Canada : « L'éolien, le solaire et le stockage dans des batteries accaparent la part du lion des ajouts de capacité électrique dans les six scénarios de zéro émission nette carboneutralité du secteur de l'électricité » | <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/avenir-energetique-canada/2021/index.html>
- 10 Vision 2050 de CanREA | Association canadienne de l'énergie renouvelable | novembre 2021 | <https://renewablesassociation.ca/fr/vision-dici-2050/le-defi/>
- 11 <https://www.utilitydive.com/news/sp-projects-record-installation-of-71-gw-of-us-wind-and-solar-in-2022-amid/610016/>
- 12 « Queued Up: Characteristics of Power Plants Seeking Transmission Interconnection » | Laboratoire de Berkley | avril 2022| <https://emp.lbl.gov/queues>
- 13 [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip\\_22\\_1511](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_22_1511)
- 14 <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/german-onshore-wind-power-output-business-and-perspectives>
- 15 Rapport Neegan Burnside
- 16 [https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/26/amory-lovins-energy-efficency-interview-cheapest-safest-cleanest-crisis](https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/26/amory-lovins-energy-efficiency-interview-cheapest-safest-cleanest-crisis)
- 17 Malheureusement, le gouvernement actuel de l'Ontario a par la suite a faibli les politiques climatiques et l'engagement en faveur de l'électricité propre. Voir par exemple <https://thenarwhal.ca/doug-ford-ontario-environment-explainer/> et <https://ecojustice.ca/ontario-targets-challenge-client-bio/>
- 18 Consulter : <https://davidsuzuki.org/science-learning-centre-article/policy-options-for-a-clean-electricity-standard-in-canada/>
- 19 <https://www.cbc.ca/news/canada/calgary/travers-solar-project-vulcan-1.6233629>
- 20 <https://www.cbc.ca/news/canada/calgary/opinion-alberta-end-coal-power-natural-gas-solar-wind-nuclear-1.6300606>
- 21 <https://www.saskpower.com/about-us/Our-Company/Blog/2021/Renewable-Power-Update-Fall-2021>
- 22 Ram, M., Child, M., Aghahosseini, A., Bogdanov, D., Lohrmann, A., et Breyer, C. « A comparative analysis of electricity generation costs from renewable, fossil fuel and nuclear sources in G20 countries for the period 2015-2030 », Journal of Cleaner Production, 199, 687–704 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.159>
- 23 Wealer, B., Bauer, S., Hirschhausen, C. V., Kemfert, C., et Göke, L. « Investing into third generation nuclear power plants – Review of recent trends and analysis of future investments using Monte Carlo Simulation », Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143, 110836 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110836>
- 24 Blaise, K. Shawn-Patrick, S. « Small Modular Reactors in Canada: Eroding Public Oversight in Canada's Transition to Sustainable Development », Nuclear Non-Proliferation in International Law, Volume V (2020). [https://doi.org/10.1007/978-94-6265-347-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-6265-347-4_11)
- 25 <https://www.ontario.ca/fr/page/plan-strategique-pour-le-deploiement-des-petits-reacteurs-modulaires>
- 26 Perspectives énergétiques canadiennes 2021 – Horizon 2060 : « Un certain nombre d'obstacles structurels empêchent la réalisation d'investissements rentables qui accéléreraient la transformation du modèle de production et de consommation de l'énergie au Canada. Parmi ces obstacles figurent notamment des programmes mal conçus, des barrières réglementaires et des freins à l'innovation, l'aversion du risque, la lenteur dans l'adoption de technologies, la formation inadéquate de la main-d'œuvre, certaines incongruités financières et les caractéristiques particulières des tissus économiques régionaux. Ces barrières ne pourront pas être surmontées par la simple détermination d'un prix pour le carbone; elles devront être levées ou éliminées par l'adoption aux plus hauts niveaux de gouvernement d'une approche stratégique, cohérente et intégrée permettant d'apporter des résultats significatifs dans un délai d'un à quatre ans. »



 Clean Power  
PATHWAYS

 FONDATION  
DAVID SUZUKI  
Un monde. Une nature.