

VOLTE FACE



COMMENT
ALIMENTER
UN CANADA
CARBONEUTRE

Mai 2022

Caroline Lee
Associée de recherche
principale

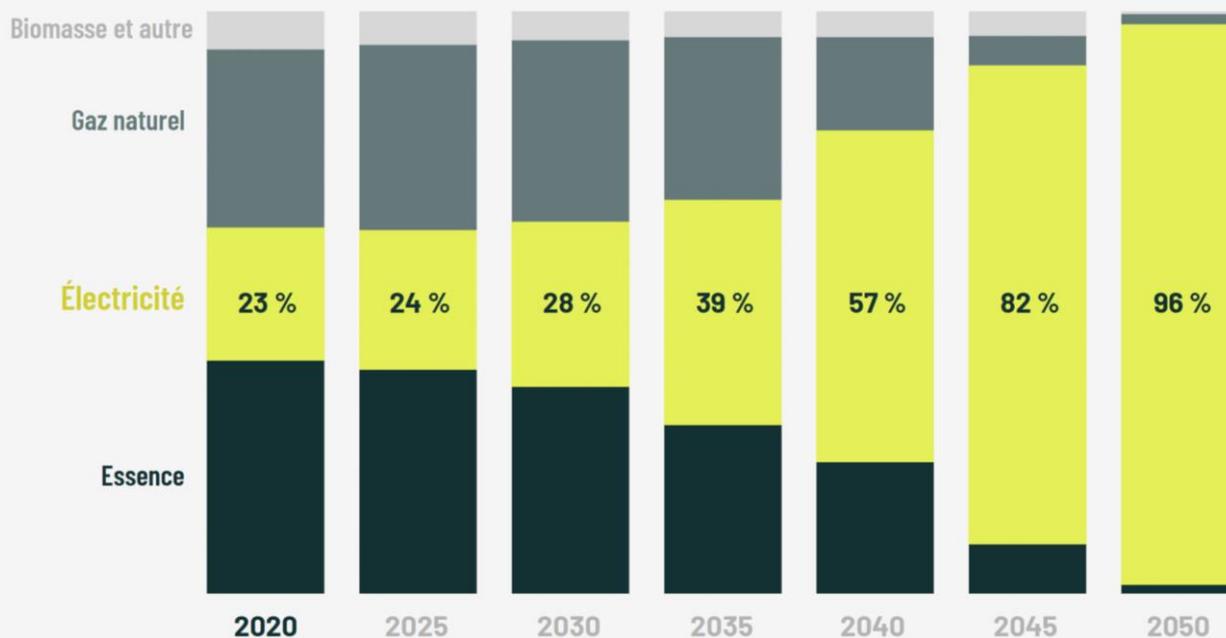
Christiana Guertin
Associée de recherche



Faire volte-face

Pour favoriser la carboneutralité, la consommation énergétique domestique transitionnera du **gaz naturel** et de **l'essence** vers **l'électricité**

Pourcentage moyen d'énergie consommée par un ménage, par type d'énergie



Toutes les trajectoires vers la carboneutralité passent par l'électricité



Les études sont sans équivoque : **l'électricité est à la base d'une réduction des émissions à l'échelle de l'économie.**



Le passage à l'électricité propre est une **source importante de réduction de GES.**



L'absence de réseaux électriques appuyant une transition vers la carboneutralité à grande échelle **nuît à l'atteinte de cet objectif.**

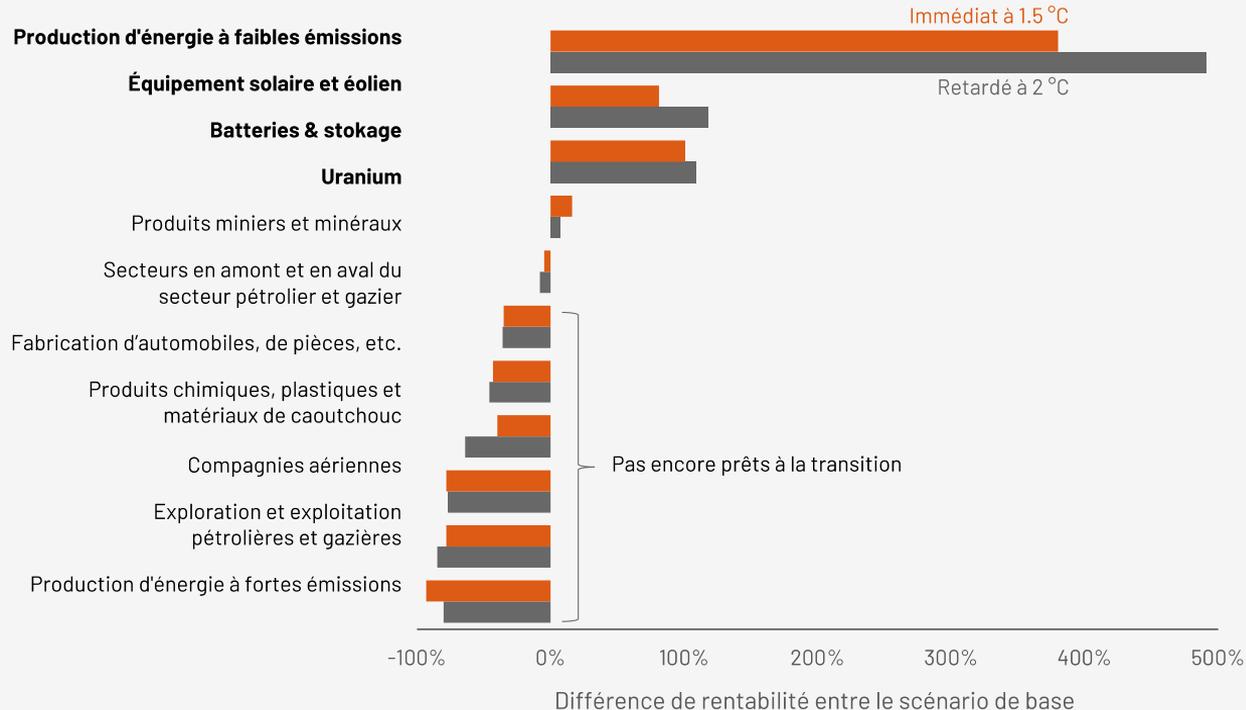


La transition des combustibles fossiles à l'électricité (ex. par l'adoption des véhicules électriques) est **l'une des « valeurs sûres » pouvant avoir les plus grandes retombées à l'heure actuelle.**

L'alignement des systèmes électriques sur l'objectif de carboneutralité peut contribuer à l'atténuation des changements climatiques, à la création d'emplois et la multiplication de débouchés économiques au Canada.

La transformation des réseaux électriques favorisera les occasions de croissance propre

Les entreprises du secteur de l'électricité non émettrice sont bien placées pour prospérer dans la transition mondiale vers la sobriété en carbone



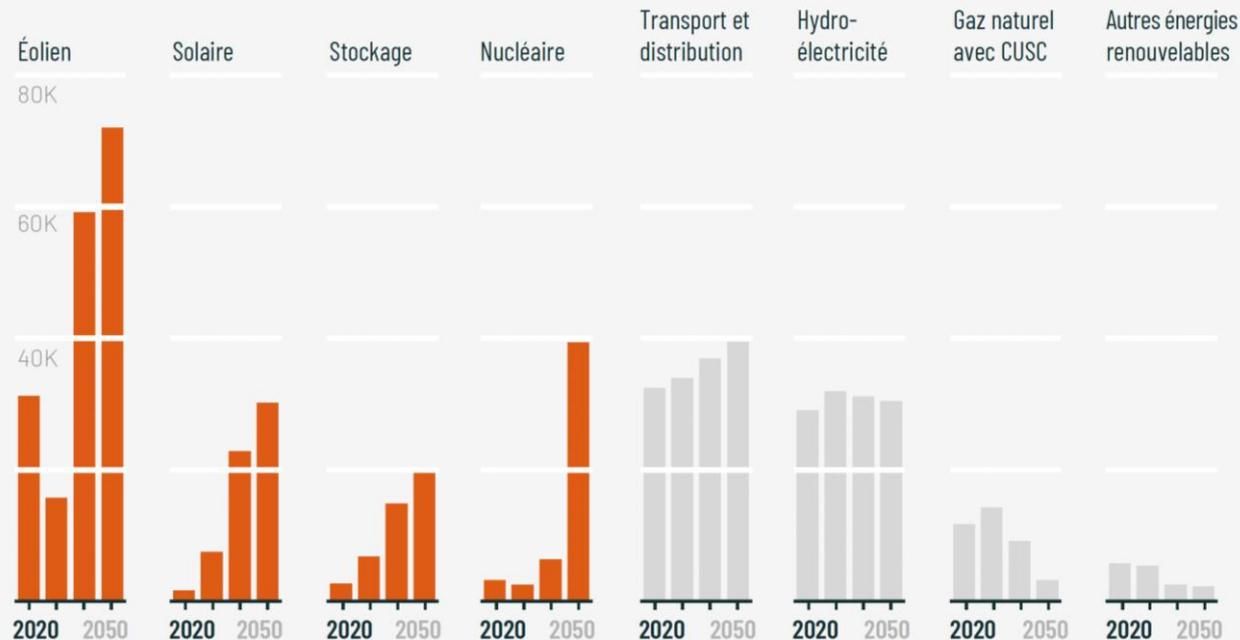
Source: Samson et coll. (2021).



La transformation des réseaux électriques favorisera les occasions de croissance propre

Sur la voie vers la carboneutralité, les emplois du secteur des **énergies renouvelables, du stockage, du transport et de la distribution, et nucléaire*** connaîtront la plus grande croissance

Travailleurs nécessaires (nombre d'emplois équivalents temps plein en moyenne dans l'ensemble des études)



L'offre du Canada dans le contexte de sa volte-face

La demande

Augmentation de l'utilisation de technologies comme les véhicules électriques et les thermopompes

L'offre

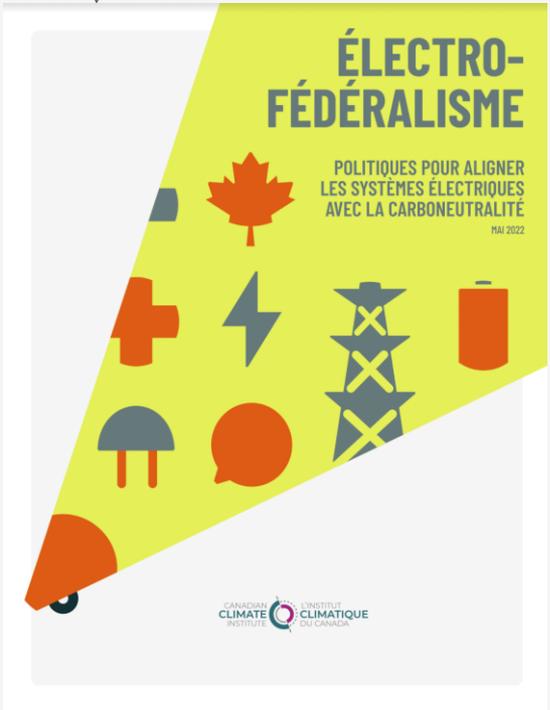
Augmentation de la production d'électricité propre pour :

- 1) remplacer les **centrales au charbon** et au **gaz naturel** sans dispositif d'atténuation
- 2) répondre au besoin croissant en **électricité propre**

Notre rayon d'action : les **systemes (réseaux)**



Notre approche : Le **quoi** et le **comment** de la transformation des systèmes électriques





01

LES AVENUES TECHNOLOGIQUES
POUR ALIGNER LES SYSTÈMES
ÉLECTRIQUES CANADIENS AVEC
LA CARBONEUTRALITÉ



Introduction

OBJECTIFS

- ⚡ **Décrire les principales transformations** à apporter aux systèmes électriques canadiens, d'un point de vue technologique, pour appuyer l'atteinte d'une économie carboneutre d'ici 2050

MÉTHODES

- ⚡ **Résumer les connaissances actuelles** en faisant la synthèse de récentes études importantes, en collaboration avec des experts et des maîtres à penser





POUR ALIGNER LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES CANADIENS AVEC
LA CARBONEUTRALITÉ, IL FAUDRA LES RENDRE :

**PLUS GRANDS,
PLUS PROPRES,
PLUS INTELLIGENTS**



PLUS GRANDS

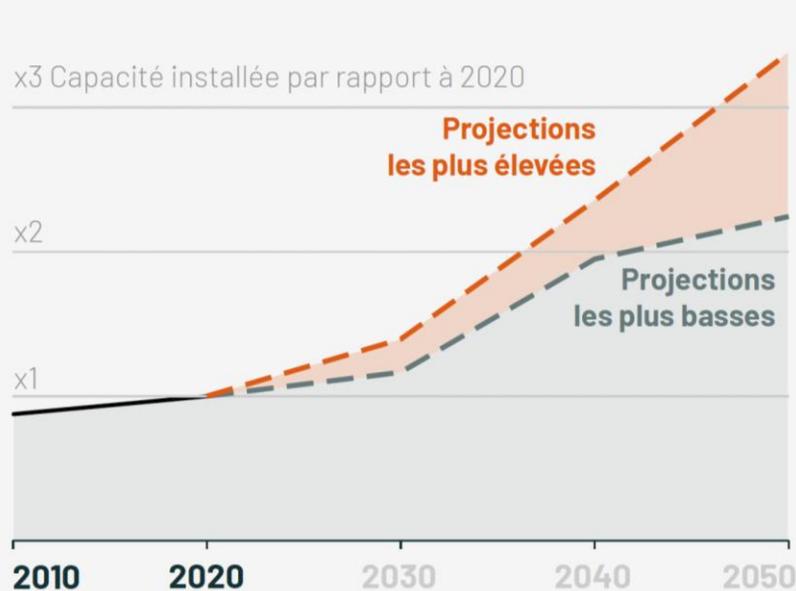
RÉPONDRE À LA DEMANDE GÉNÉRÉE
PAR L'ÉLECTRIFICATION À GRANDE
ÉCHELLE

PLUS GRANDS

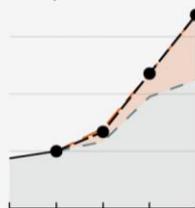
Accroître la *capacité* pour répondre à la demande croissante

Sur la voie vers la carboneutralité, la **capacité installée** devra considérablement augmenter

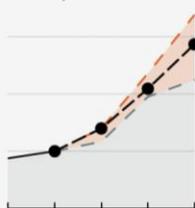
Des études indiquent que la capacité sera de 2,2 à 3,4 fois plus élevée d'ici 2050



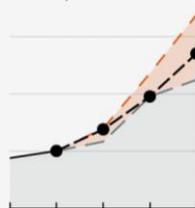
IET, 2021



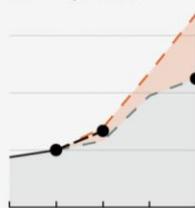
FDS, 2022



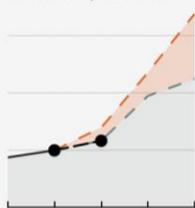
REC, 2021



EPRI, 2021



Jaccard et Griffin, 2021





PLUS PROPRES

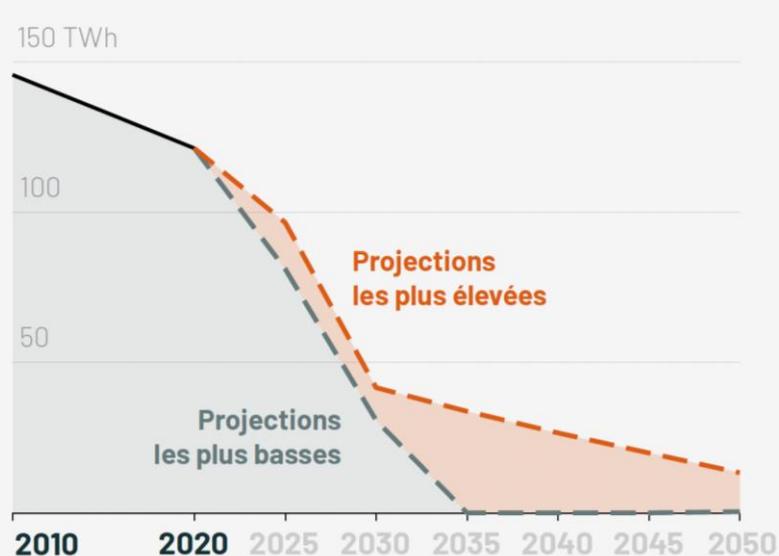
ÉLIMINER PROGRESSIVEMENT LES SOURCES POLLUANTES,
MULTIPLIER LES SOURCES D'ÉLECTRICITÉ PROPRE,
MAINTENIR LES SOURCES NON-ÉMETTRICES EXISTANTES

PLUS PROPRES

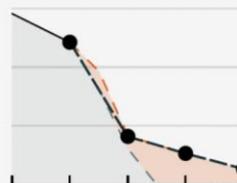
Élimination progressive de la production de combustibles fossiles sans dispositif d'atténuation

Sur la voie vers la carboneutralité, il faudra éliminer progressivement la production à partir de combustibles fossiles sans mesures de réduction des émissions

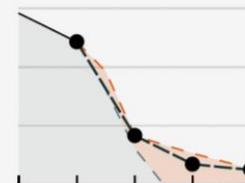
Des études indiquent que la production d'électricité à partir de combustibles fossiles sans mesures de réduction des émissions représentera au plus 1 % de la production totale en 2050



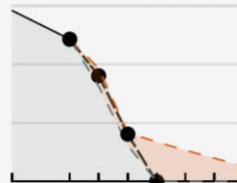
IET, 2021



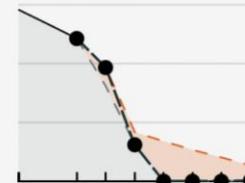
REC, 2021



Jaccard et Griffin, 2021



FDS, 2022

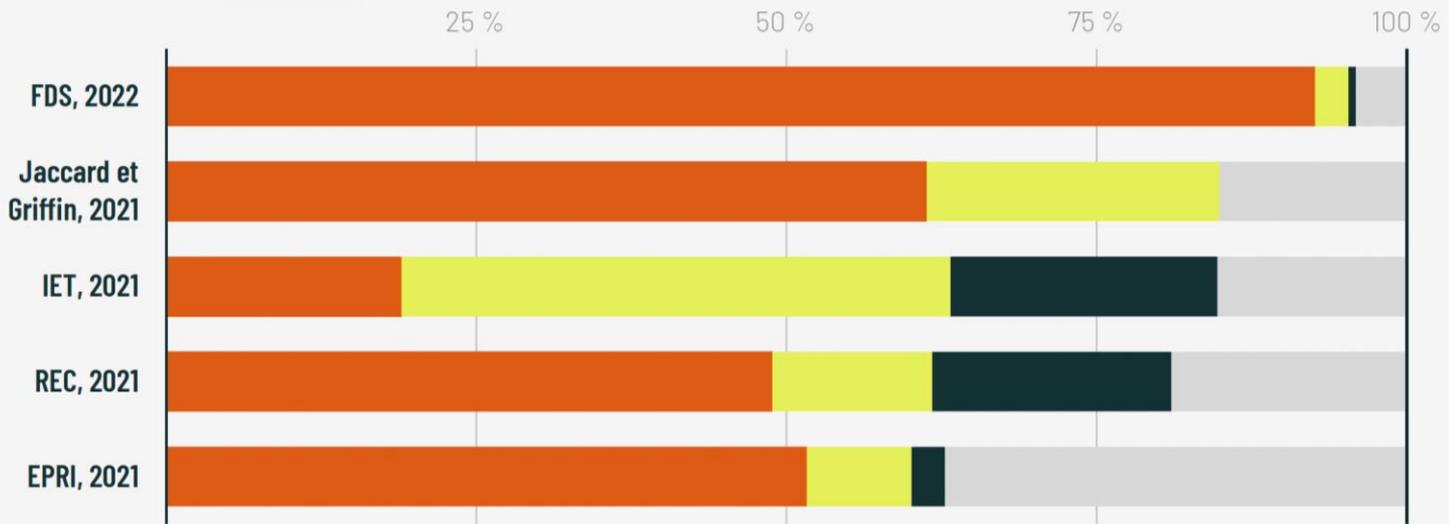


PLUS PROPRES

Accroître l'approvisionnement en énergies renouvelables variables

Sur la voie vers la carboneutralité, la majorité de la nouvelle capacité d'ici 2030 devra être **éolienne** et **solaire**

Des études montrent que 63 à 96 % de la capacité ajoutée d'ici 2030 proviendra des énergies solaires et éoliennes et du **stockage**



PLUS PROPRES

La place de l'hydroélectricité et du nucléaire doit être stable, sans quoi il faudra exploiter d'autres sources d'énergie propre plus rapidement

Sur la voie vers la carboneutralité, de multiples sources d'électricité propre remplaceront les combustibles fossiles

Des études de modélisation illustrent un éventail de bouquets énergétiques possibles

Hydroélectricité | Éolien | Solaire | Nucléaire | Gaz naturel et charbon | Gaz naturel avec CUSC | Biomasse





PLUS INTELLIGENTS

AMÉLIORER LA FLEXIBILITÉ DES SYSTÈMES
POUR FACILITER L'APPROVISIONNEMENT EN
ÉNERGIES VARIABLES ET FAVORISER LA
RÉSILIENCE

PLUS INTELLIGENTS

Importance de la flexibilité des systèmes

Des systèmes électriques plus intelligents peuvent accueillir plus d'énergie renouvelable variable et améliorer la résilience climatique



Un système électrique flexible permet une gestion fiable et économique de la variabilité de l'offre et la demande



CONCLUSIONS : Les implications de l'adaptation des systèmes électriques à la carboneutralité pour le Canada

1

Pour atteindre les objectifs de carboneutralité, les réseaux électriques devront devenir **plus grands, plus propres et plus intelligents** (c.-à-d. plus flexibles).

2

La transformation des systèmes électriques pour l'atteinte de la carboneutralité est **complexe, mais possible.**

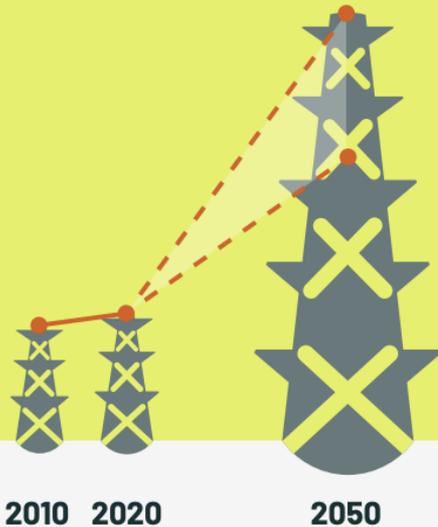
3

Les gouvernements, en partenariat avec les peuples autochtones, jouent un rôle moteur dans cette transformation.



PLUS GRANDS

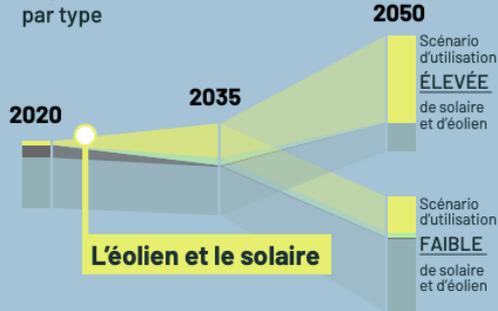
La capacité de production d'électricité devra être de **2,2 à 3,4 fois plus grande** qu'aujourd'hui.



PLUS PROPRES

D'ici 2050, l'éolien et le solaire représenteront de **31 à 75 %** de la production, alors qu'ils n'en représentent aujourd'hui que 6 %.

Projections de la part de production d'électricité par type



PLUS INTELLIGENTS

Le Canada doit déployer un éventail de solutions pour bâtir des systèmes plus intelligents et plus flexibles.





02

PRINCIPAUX DÉFIS ET SOLUTIONS STRATÉGIQUES



Les enjeux de la transformation des systèmes électriques du Canada



L'adoption de politiques **intelligentes en amont** réduirait considérablement les coûts globaux et faciliterait l'atteinte de la carboneutralité.



Des transformations des réseaux électriques animées par la justice et l'équité **favoriseraient l'égalité sociale.**



Une action stratégique **aujourd'hui** serait porteuse de possibilités de croissance propre.



La stimulation de **la participation et du leadership autochtones** serait au service de l'autodétermination et de la réconciliation.

Encourager le leadership autochtone dans la transformation des systèmes électriques du Canada

PREMIÈRE VAGUE
2000 à 2004

Projets innovants

DEUXIÈME VAGUE
2005 à 2015

Essor national
des projets

TROISIÈME VAGUE
2015 à 2020

Consolidation et
ampleur
des projets

QUATRIÈME VAGUE
2020 à 2030+

Densification de
l'énergie
propre

- ✓ Premiers projets autochtones
- ✓ Programme de la Colombie-Britannique pour les communautés éloignées

- ✓ Loi de 2009 sur l'énergie verte et l'économie verte de l'Ontario
- ✓ Programme de la Colombie-Britannique pour les projets de production indépendante
- ✓ Projets pancanadiens
- ✓ Contribution de l'ensemble des provinces et territoires

- ✓ Grands projets d'énergie éolienne et hydraulique
- ✓ Croissance du transport
- ✓ Réduction accrue du diesel
- ✓ Projets d'énergie propre plus diversifiés
- ✓ Montée de la bioénergie

- ✓ Infrastructures et projets autochtones variés
- ✓ Clients et contrats diversifiés
- ✓ Forte réduction de diesel dans les communautés éloignées
- ✓ Chauffage, climatisation et transport à l'électricité renouvelable
- ✓ Réduction de la demande (efficacité énergétique et logements)
- ✓ Intégration de la production et du stockage
- ✓ Entrepreneurat autochtone

**INDIGENOUS
CLEAN ENERGY**

Les vagues du changement : leadership autochtone dans l'électrification propre du Canada (ICE 2022)





QUATRE GRANDS DÉFIS

DU POSITIONNEMENT DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES CANADIENS
POUR UN AVENIR CARBONEUTRE

1 Les politiques climatiques fédérales actuelles dans le secteur de l'électricité sont incompatibles avec les objectifs de carboneutralité

-  La tarification du carbone pour l'électricité au fédéral – y compris l'approche actuelle de tarification fondée sur le rendement – **n'est pas compatible** avec les cibles de carboneutralité de l'électricité (2035) ou de l'économie (2050).
-  Une norme sur l'électricité propre est en cours d'élaboration, mais n'est pas encore appliquée.

2

La création de systèmes électriques résilients en ligne avec la carboneutralité pourrait exercer une pression à la hausse sur les tarifs



La transformation des réseaux électriques exigera des **investissements majeurs**.



Même si la hausse des tarifs d'électricité est compensée par une baisse des dépenses en énergie ailleurs, **les tarifs pourraient augmenter**.

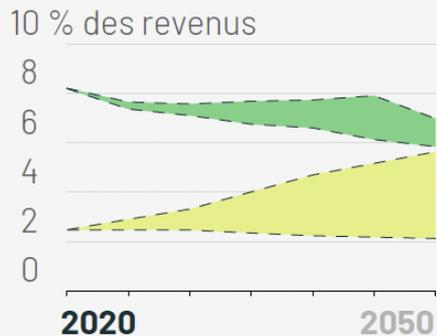
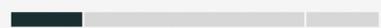


Des tarifs plus élevés pourraient exacerber **la pauvreté énergétique, nuire aux efforts d'électrification et éteindre l'adhésion à l'action climatique**.

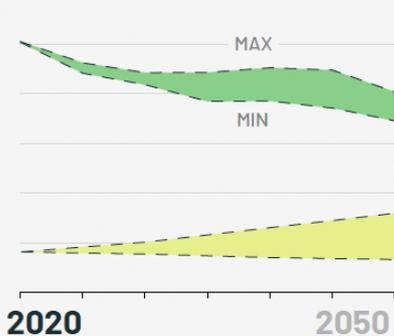
2 La création de systèmes électriques résilients en ligne avec la carboneutralité pourrait exercer une pression à la hausse sur les tarifs

Globalement, l'énergie coûtera moins cher à la population canadienne...

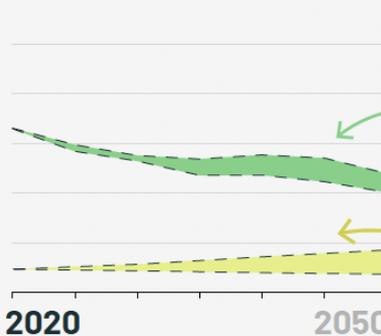
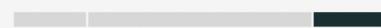
20 % inférieur
de répartition des revenus



60 % central
de répartition des revenus



20 % supérieur
de répartition des revenus



Les projections indiquent que les ménages de toutes les classes de revenu au Canada verront baisser les coûts d'énergie globaux, mesurés en part du revenu, malgré une hausse de leur consommation d'électricité.

Part des dépenses énergétiques totales (gaz naturel, essence, électricité, appareils de chauffage, véhicules, etc.)

Part des dépenses en électricité seulement

Faire Volte-face peut rendre l'énergie plus abordable pour les Canadiens

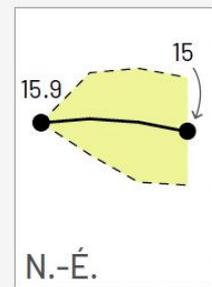
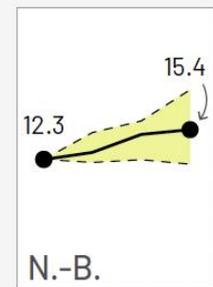
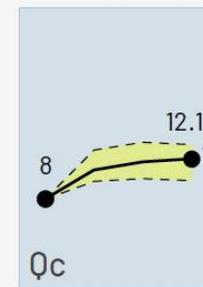
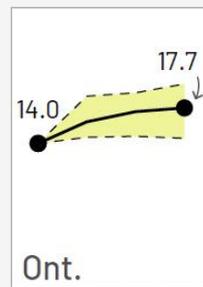
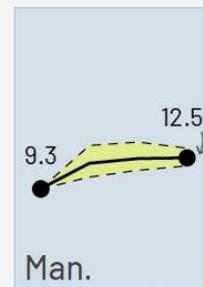
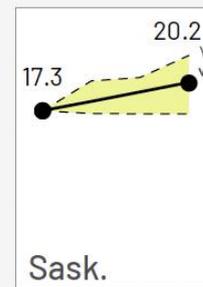
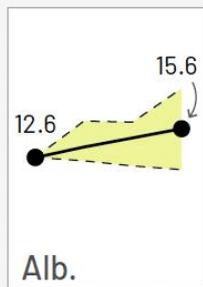
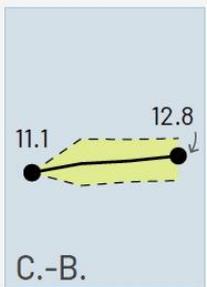
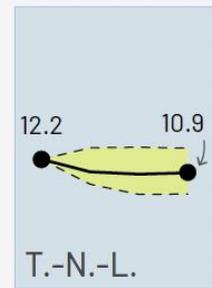
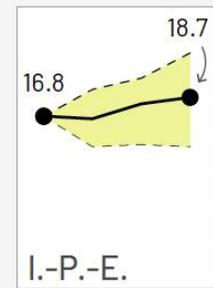
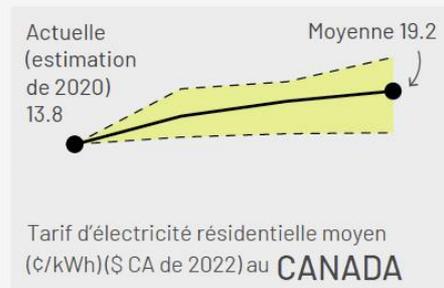


2 La création de systèmes électriques résilients en ligne avec la carboneutralité pourrait exercer une pression à la hausse sur les tarifs

... mais les tarifs d'électricité pourraient varier d'une province à l'autre.

Ils dépendent aujourd'hui de :

- la production d'hydroélectricité
- la production d'électricité thermique (charbon, gaz naturel, nucléaire)



3

Les politiques et les institutions provinciales ne sont pas suffisamment coordonnées pour l'atteinte de la carboneutralité



Des écarts entre les politiques existantes et les objectifs à long terme sont susceptibles de perdurer.



Les mandats institutionnels, en lien avec les changements climatiques, sont souvent non divulgués ou ambigus.



Les autorités de réglementation ne sont pas en mesure de faire des prévisions ou de prendre des décisions en lien avec les futures politiques climatiques gouvernementales.

4

Les incitatifs à l'amélioration de la coordination et de l'intégration régionales sont insuffisants



Malgré les avantages clairs de l'intégration, **les réseaux électriques provinciaux et territoriaux demeurent largement indépendants.**

Plusieurs **facteurs font obstacle à une plus grande intégration interrégionale** (cultures et mandats institutionnels, opposition politique et publique, inertie).

Les avantages de la coordination et de l'intégration sont clairs, surtout dans le contexte de la décarbonisation.



VOLTE-FACE : PASSAGE À L'ACTION

RECOMMANDATIONS STRATÉGIQUES
EN MATIÈRE D'ÉLECTRO-FÉDÉRALISME

Le gouvernement fédéral devrait **renforcer ses politiques climatiques** dans le secteur de l'électricité

- Consolider la tarification du carbone en **éliminant le système de tarification fondé sur le rendement dans le secteur de l'électricité** et en retournant toutes les recettes aux abonnés.
- Appliquer la **norme d'électricité propre proposée en plus d'une tarification carbone** afin de garantir l'atteinte de la cible de 2035





Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux devraient **mobiliser les fonds publics** pour assumer les coûts associés aux investissements dans les systèmes électriques

- Lorsque les **avantages sont étendus**, les coûts devraient l'être également.
- Les réseaux électriques s'appuient sur **une infrastructure énergétique du 21^e siècle**.
- Les systèmes fiscaux ont tendance à être **plus progressifs** que le recouvrement des coûts pour les abonnés.

Les gouvernements provinciaux et territoriaux devraient **faire valoir leur compétence** pour favoriser la transformation de leurs réseaux électriques

- Établir leurs propres **politiques climatiques par des accords d'équivalence**.
- **Clarifier les mandats de grandes institutions publiques** pour atteindre les cibles climatiques.
- Guider le travail de ces institutions grâce à des **plans énergétiques complets** et des **évaluations de trajectoires**.

Tous les ordres de gouvernement devraient tabler sur leurs propres outils stratégiques pour **augmenter la coordination et l'intégration**

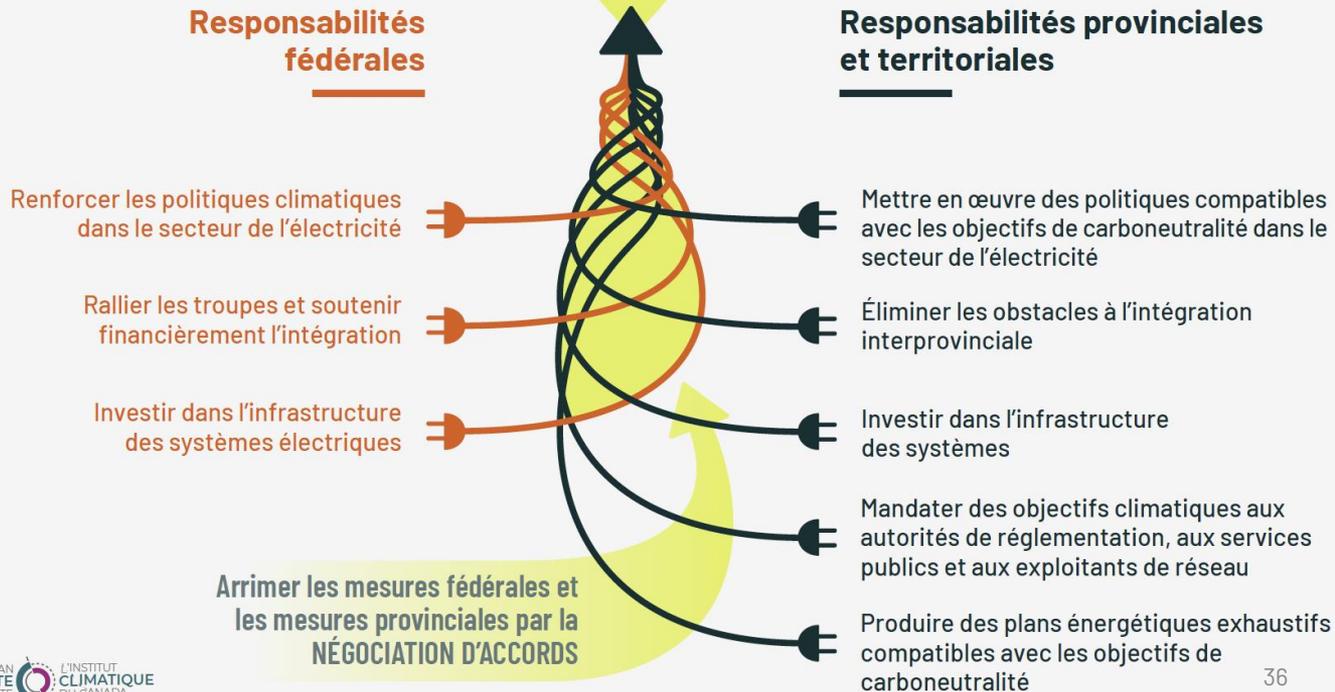
- Les provinces et les territoires devraient collaborer **de façon bilatérale et multilatérale pour intégrer les secteurs de l'électricité.**
- Le gouvernement fédéral peut encourager l'intégration en réalisant **des investissements et en utilisant son pouvoir de mobilisation.**



Lier les actions provinciales, territoriales et fédérales

Utiliser l'électro-fédéralisme pour permettre au Canada de faire

VOLTE-FACE



La négociation d'accords, un catalyseur



Le gouvernement fédéral devrait envisager **un financement soutenu et prévisible pour aider les provinces et les territoires** à accélérer la transformation des réseaux électriques.



Le soutien fédéral pourrait être **conditionnel à différentes actions stratégiques générales**, par exemple :

- **les changements aux mandats** de grandes institutions (p. ex., autorités de réglementation)
- l'élaboration de **plans énergétiques et d'évaluations de trajectoires**
- la participation à des **groupes de travail intergouvernementaux**

La négociation d'accords est une avenue concrète pour aller de l'avant dans la fédération canadienne.

VOLTE FACE



COMMENT
ALIMENTER
UN CANADA
CARBONEUTRE

Mai 2022

www.climateinstitute.ca/faire-volte-face
@InstitutClimat



Documents de cadrage et études de cas



**ÉTUDES DE CAS: COOPÉRATION
NORDIQUE ET PROVINCIALISME
CANADIEN**

SHAWN MCCARTHY



**DOCUMENTS DE CADRAGE: LES
VAGUES DE CHANGEMENT,
LEADERSHIP AUTOCHTONE DANS
L'ÉLECTRIFICATION PROPRE DU
CANADA**

INDIGENOUS CLEAN ENERGY



**DOCUMENTS DE CADRAGE:
RENFORCER LA RÉSILIENCE DES
RÉSEAUX ÉLECTRIQUES
CANADIENS POUR UN AVENIR
CARBONEUTRE**

ANNA KANDUTH & DYLAN CLARK



**POLICY OPTIONS: COMMENT LE
GOUVERNEMENT FÉDÉRAL PEUT
RESPECTER SON ENGAGEMENT DE
CARBONEUTRALITÉ DANS LA
PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ D'ICI
2035**

JASON DION & BLAKE SHAFFER



**ÉTUDES DE CAS : RÉSEAU
NOUVELLE GÉNÉRATION DE
L'ALLEMAGNE**

CHRIS TURNER



**DOCUMENTS DE CADRAGE :
TRAJECTOIRES TECHNIQUES
POUR ALIGNER LES SECTEURS DE
L'ÉLECTRICITÉ CANADIENS AVEC
LA CARBONEUTRALITÉ**

BLAKE SHAFFER



**DOCUMENTS DE CADRAGE :
AMÉLIORER L'INTÉGRATION ET LA
COORDINATION DES SECTEURS DE
L'ÉLECTRICITÉ GÉRÉS PAR LES
PROVINCES AU CANADA**

PIERRE-OLIVIER PINEAU



**DOCUMENTS DE CADRAGE : LES
OBSTACLES À L'INNOVATION
DANS LE SECTEUR DE
L'ÉLECTRICITÉ CANADIEN ET LES
LEVIERS DE POLITIQUES
DISPONIBLES**

SARA HASTINGS-SIMON



**DOCUMENTS DE CADRAGE :
FAVORISER LA DÉCARBONISATION
PAR L'INTÉGRATION DES
SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES**

MADELEINE MCPHERSON

Voir :
[climateinstitute.ca
/big-switch](https://climateinstitute.ca/big-switch)



« VALEURS SÛRES »

Elles jouent un rôle
considérable dans toutes les
trajectoires carboneutres
crédibles

Leur déploiement à grande
échelle n'est toutefois pas
assuré; des obstacles et
des défis demeurent

P. ex., efficacité énergétique,
déploiement d'énergie
renouvelable variable

« PARIS RISQUÉS »

Ils jouent un rôle considérable dans
seulement quelques trajectoires
carboneutres crédibles

Ont un potentiel considérable, mais les
résultats sont incertains

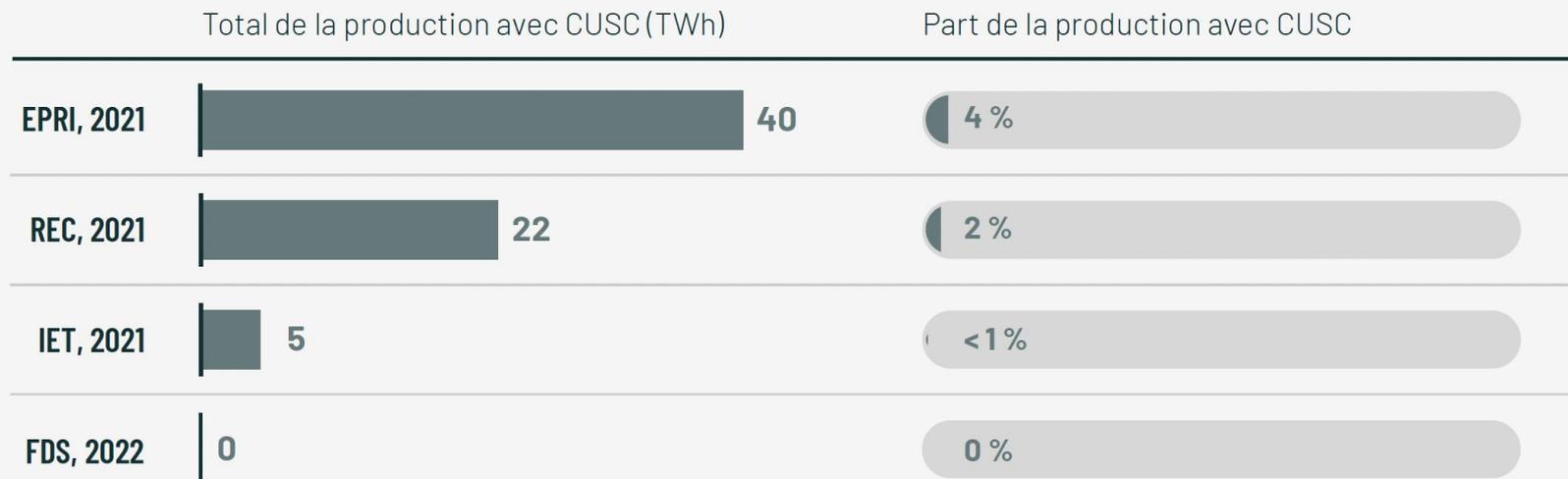
Les obstacles des paris risqués ne
sont pas exclusivement
technologiques; des solutions
peuvent être considérées comme
des paris risqués en raison
d'obstacles sociaux ou institutionnels

P. ex., CUSC avancés, intégration
interrégionale des réseaux

Combiner la production d'énergie fossile et d'énergie de la biomasse avec la CUSC

La CUSC semble jouer un rôle modeste, mais précieux dans la transition vers la carboneutralité

Des études indiquent que même si la production assortie de mécanismes de CUSC permet d'offrir une quantité importante d'électricité mobilisable, elle contribuera au plus 4 % de la production totale en 2050 lorsqu'elle sera déployée



PLUS INTELLIGENTS

Optimiser la flexibilité et la prévisibilité des énergies renouvelables variables

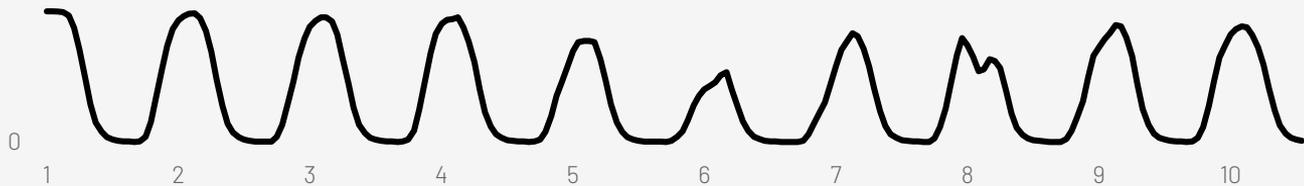
La production **éolienne** et la production **solaire** peuvent être complémentaires

La diversification du type et de l'emplacement des centrales solaires et des centrales éoliennes peut atténuer la variabilité globale

Production horaire (MWh)

1200

600



Source: AESO (2021,