

Perspectives énergétiques canadiennes

3^e édition

RAPPORT #3: La décarbonation du transport hors route

28 mai 2025

Auteurs: Simon Langlois-Bertrand et Normand Mousseau
Révision: Louis Beaumier

Dans cette présentation

- **Profil du secteur hors route**
- **Défis et opportunités pour la décarbonation des activités**



Présentation

Simon Langlois-Bertrand, Associé de recherche et auteur, Institut de l'énergie Trottier

Animation

Éloïse Edom, Associée de recherche, Institut de l'énergie Trottier



À propos de l'Institut de l'énergie Trottier



Créé en 2013 avec le financement de la Fondation familiale Trottier, soutien renouvelé en 2023

Mission

- La formation d'une nouvelle génération d'ingénieurs, de scientifiques et d'innovateurs ayant une compréhension systémique et transdisciplinaire des enjeux énergétiques;
- La recherche de solutions durables qui permettront d'assurer l'avenir énergétique, en appuyant la génération de connaissances et l'innovation dans le domaine énergétique afin d'aider à relever les défis auxquels la société fera face au cours des prochaines décennies;
- La diffusion des connaissances liées à l'énergie pour ainsi contribuer à hausser le niveau des débats sociaux sur les questions énergétiques.

Quelques-uns de nos projets

- Élaboration d'une grille d'évaluation pour un projet de biomasse dans le contexte d'un Canada carboneutre
- Réduire la demande de pointe d'électricité et améliorer la résilience dans un monde de plus en plus électrifié
- Codiriger, avec l'IESVic et l'Université de Calgary, le **Carrefour de modélisation énergétique**, une organisation frontalière pancanadienne qui assure l'élaboration, la maintenance et la mise à disposition de modèles énergétiques et qui rassemble les décideurs publics et les communautés de modélisation énergétique.

Le travail de l'IET sur la décarbonation

Trois éditions des Perspectives énergétiques Canadiennes

Perspectives énergétiques canadiennes
L'état de l'énergie et des émissions de GES au Canada
 3^e édition



Perspectives énergétiques canadiennes – 3^e édition
Les trajectoires vers un Canada carboneutre
 Horizon 2060



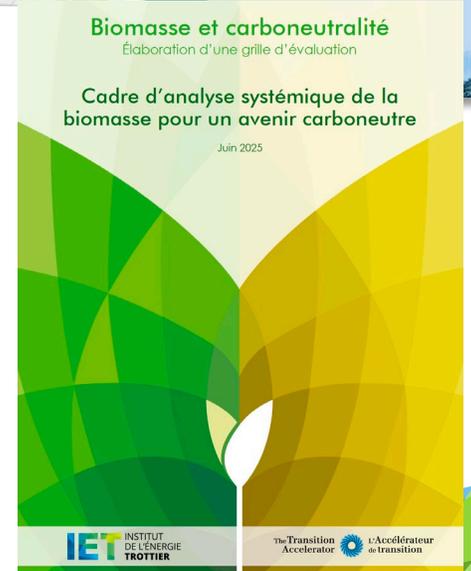
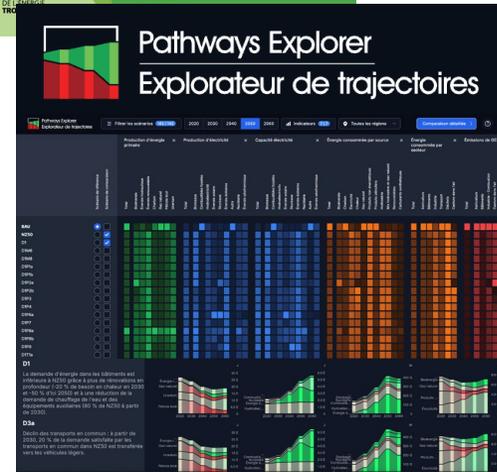
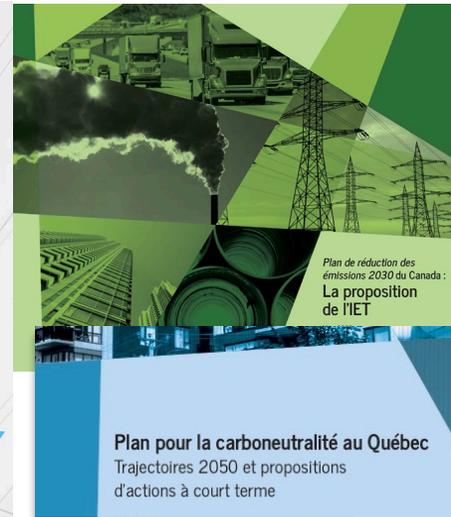
Perspectives énergétiques canadiennes
La décarbonation du transport hors route dans les trajectoires vers la carboneutralité
 3^e édition



Auteurs
 Simon Langlois-Bertrand
 Normand Mousseau



Autres rapports sur des enjeux stratégiques



Définition et objectifs du rapport

Nombreuses variations dans la définition du “ secteur ” hors route. Pour ce rapport:

- équipement mobile ou portatif, ce qui inclut non seulement la machinerie mais aussi les véhicules qui ne sont pas immatriculés pour être utilisés sur les routes publiques
- catégorie présente dans tous les secteurs de l'industrie, dans les services résidentiels et récréatifs, l'agriculture, la foresterie et les opérations commerciales et institutionnelles, y compris les aéroports et l'administration publique.

Objectifs:

- Revue non exhaustive de plusieurs défis et opportunités pour la décarbonation du hors route
- Développement d'une grille d'analyse pour les solutions à explorer
- Base de discussion pour un atelier avec différents intervenants et experts du milieu plus tard en 2025

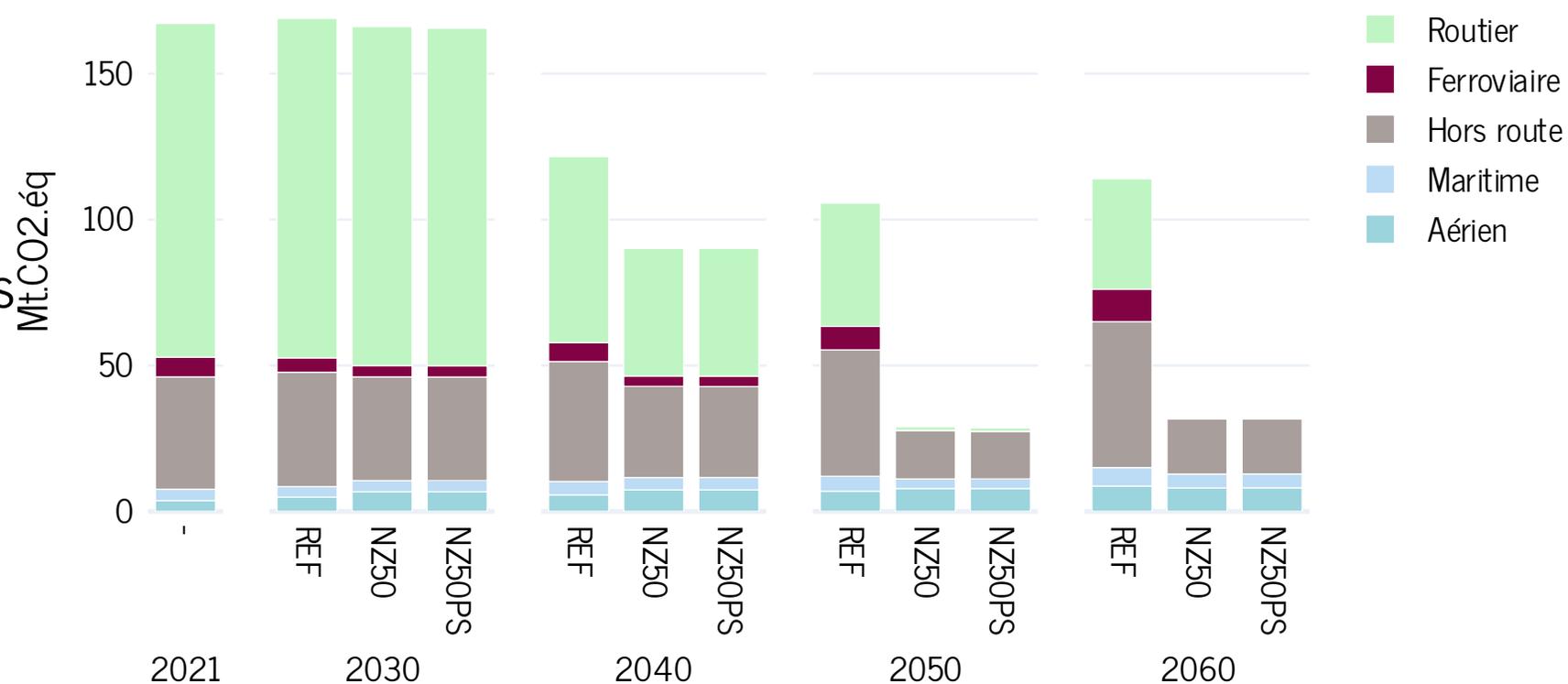
Remerciements à ECCC pour l'aide initiale avec les données.



Le transport hors route

- Le transport est la principale source d'émission restante en 2050 dans les scénarios carboneutres
- Le hors-route devient la principale source d'émissions pour le transport à travers le temps, que l'on devienne carboneutre ou non
- Source d'émissions négligé dans les analyses comme les politiques publiques

Émissions de GES - Transports



Immense variété d'équipements et de services fournis

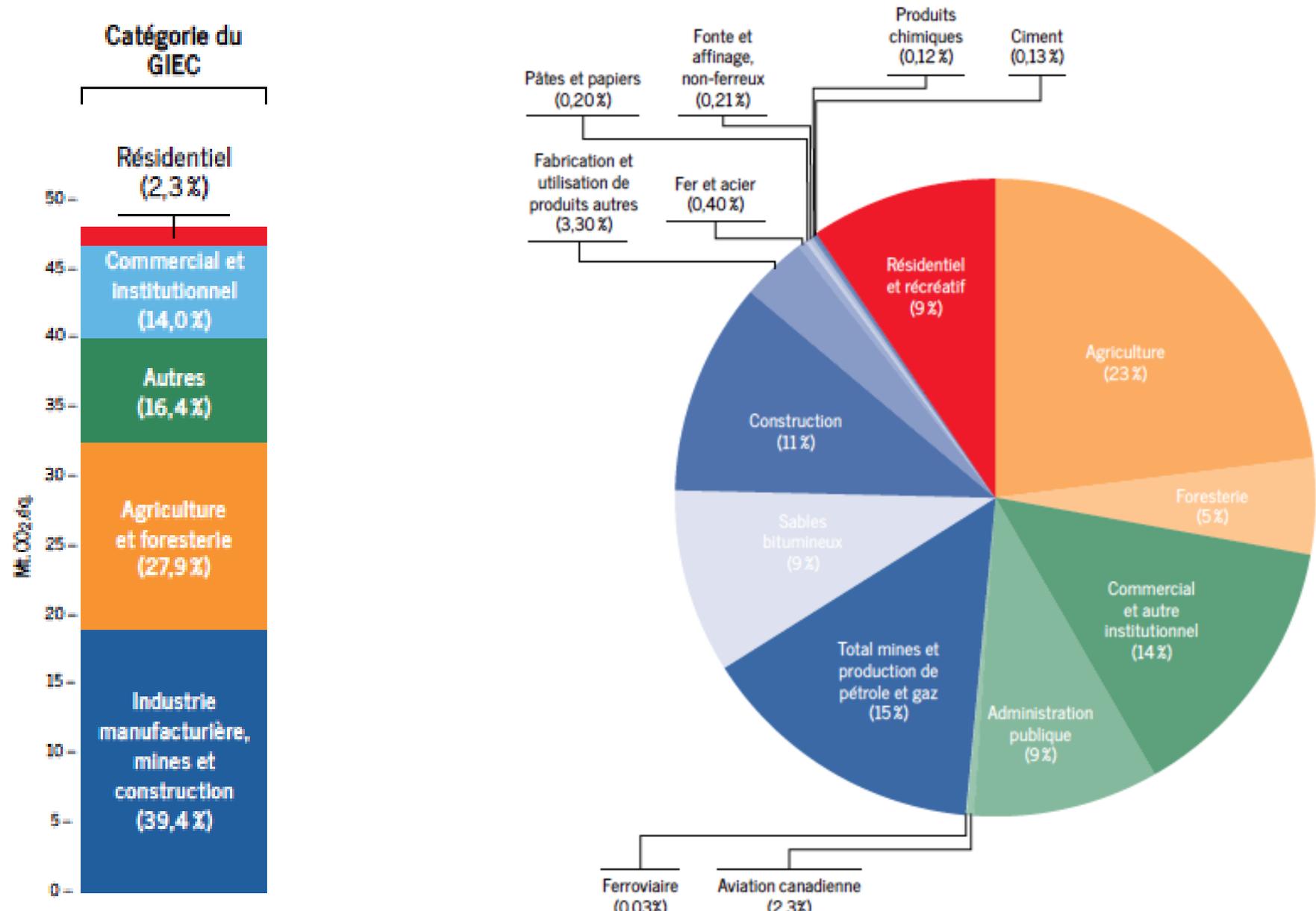
Équipements extrêmement variés selon le secteur:

- Agriculture (tracteurs, motoculteurs, presses à balle)
- Foresterie (déchiqueteuse, scies à chaîne)
- Commercial et institutionnel (groupes électrogènes légers, laveuses à pression)
- Administration publique (équipement de pelouse, compresseurs)
- Industrie minière et pétrolière (appareils de forage, chargeurs à pneus)
- Construction (scies à béton, asphalteuses)
- Ciment et acier (chariots élévateurs, balayeuses)
- Résidentiel et récréatif (véhicules tout-terrain, souffleurs à feuille)
- ...



Catégorisation des émissions hors route

- Très différente selon qu'on prenne l'approche par secteur économique et l'approche du GIEC



Survol des défis et opportunités

Revue des secteurs basées sur la littérature, sur des travaux passés et conversations avec divers intervenants.

Cinq questions pour structurer la revue:

- Quel est le potentiel des technologies basées sur l'électricité pour décarboner le transport hors route dans chaque secteur ?
 - Quelle est la disponibilité commerciale des équipements à faible teneur en carbone nécessaires ?
 - Dans quelle mesure faudrait-il modifier les pratiques pour adopter les technologies décarbonées ou les modes de fonctionnement alternatifs à faible émission de carbone ?
 - Dans quelle mesure le Canada est-il dépendant d'acteurs étrangers pour ces efforts de décarbonation ?
 - D'une manière générale, quels sont les principaux défis liés à la mise en œuvre de solutions visant à décarboner le transport hors route dans le secteur ?
- 

Extraction minière et extraction de pétrole et gaz

Quelques points à retenir:

- Exigences opérationnelles déterminantes
- Électrification apportant plusieurs avantages dans le cas de l'exploitation souterraine
- Aucune technologie dominante encore disponible pour les véhicules en surface (mines à ciel ouvert)
- Plus d'information nécessaire pour le secteur pétrole et gaz



Secteur commercial, institutionnel et adm. publ.

Quelques points à retenir:

- Complexité due à la très grande variété de véhicules et d'équipements et peu de catalogues disponibles
- Administration publique et municipalités: plusieurs projets-pilote et développements pour les véhicules électrifiés (travaux publics, entretien des parcs), mais les exigences beaucoup plus élevées pour la résilience compliquent l'électrification pour certaines opérations
- Municipalités: essentiel d'encourager la dynamique de partage d'information actuellement utilisée (C40, initiatives de zones sans émissions ailleurs dans le monde, etc.)
- Peu d'information disponible pour les initiatives de décarbonation dans le secteur commercial, bien que certains équipements soient une grande proportion du total (les chariots élévateurs, entre autres): avantages connexes nombreux également à l'intérieur des bâtiments



Construction

Quelques points à retenir:

- Défis pour l'électrification surtout liés aux conditions du site plutôt qu'au type de véhicule
- Disponibilité d'équipements à faible émission très limitée: urgence de développer des catalogues et lancer des projets pilotes
- Heures de fonctionnement souvent plus courtes, laissant entrevoir un plus grand rôle pour l'électrification



Foresterie

Quelques points à retenir:

- Nombreuses particularités régionales, incluant dans les acteurs impliqués (droits de propriété des véhicules, routes régionales situées près de nouveaux parc éoliens, etc.)
- Équipements sur le site demandant un apport énergétique mobile
- Rôle de l'électrification pour le transport pouvant être accrue dépendant de la topographie des environs (pour l'utilisation du freinage régénératif, entre autres)
- Pour les équipements de transport, les défis sont indissociables de ceux du transport du bois
- Équipements disponibles surtout européen, avec enjeux de standardisation et de réglementation



Agriculture

Quelques points à retenir:

- Similaire aux défis de la foresterie: options de décarbonation dépendant largement de l'emplacement des sites et des zones environnantes
- Particularités régionales et locales pour les options de décarbonation à privilégier: accessibilité du réseau électrique, proximité de production de biocarburants
- Longues heures d'utilisation des véhicules pendant certaines périodes de l'année ajoutant aux défis logistiques auxquels sont confrontés les options électrifiées (pour certains équipements)



Résidentiel et récréatif

Quelques points à retenir:

- Plus grande disponibilité d'équipements électriques et temps d'opération permettant une décarbonation rapide avec les incitatifs/réglementation appropriés
- Avantage connexes importants en milieu résidentiels (bruit, pollution atmosphérique)
- Décarbonation des équipements récréatifs faisant face à des défis en milieu isolé (longue portée nécessaire par temps froid), rendant difficile une approche uniforme



Conclusions

Malgré les nombreuses spécificités à travers les usages et secteurs, certaines questions transversales peuvent aider dans la conception des politiques de décarbonation:

- Existe-t-il une technologie de remplacement non émettrice et disponible sur le marché, offrant des conditions acceptables pour le service offert?
- Quelles sont les contraintes et exigences supplémentaires de la solution décarbonée considérée?
- Y a-t-il des infrastructures supplémentaires importantes nécessaires à l'alimentation en sources d'énergie alternatives?

Développement d'une grille permettant une évaluation comparative des solutions.



Grille d'évaluation des solutions pour le hors route

Secteur	Exemple d'application/ technologie	Disponibilité de la technologie/ modèle	Besoins en nouvelles infrastructures ou en modifications	Impact induit sur la sécurité / exigences en matière de résilience	Réduction du bruit	Autres avantages liés à la réduction des polluants
Agriculture	Tracteurs agricoles VEB ⁷ (de petite à moyenne taille)	Certains modèles sont disponibles mais le déploiement est limité	Important, en particulier pour les régions éloignées ou isolées du réseau électrique	De longues heures et des journées continues de fonctionnement pendant les périodes de pointe	Peu susceptible d'être déterminant	Important du fait du remplacement du diesel
Exploitation minière	Transporteurs souterrains VEB	Disponible mais déploiement limité	Importants en termes d'équipements de recharge, mais les besoins supplémentaires en énergie sont généralement faibles pour les sites déjà électrifiés.	Non négligeable, mais une certaine flexibilité est possible dans les sites typiques	Élevé	Réduction du besoin de ventilation souterraine
Construction	VEB pour les grands équipements sur site en milieu urbain	Certains modèles sont disponibles mais le déploiement est limité	Plusieurs options pour déployer la recharge, y compris la connexion directe au réseau	Les heures d'ouverture peuvent permettre de petites modifications logistiques en fonction des besoins de recharge.	Élevé, en particulier dans les quartiers résidentiels existants, bien que le bruit reste important pendant les opérations	Élevé
Administration publique	VEB pour la collecte des ordures ménagères	Certains modèles sont disponibles dans le cadre de partenariats	Important, nécessite une planification logistique minutieuse des sites de recharge	Important, mais prévisible	Très élevé	Élevé
Résidentiel	Matériel de jardinage électrifié	Élevé	Adapté aux installations existantes	Aucun	Non négligeable, mais le bruit reste important pendant les opérations	Élevé, y compris l'élimination de la nécessité de stocker des produits pétroliers

Grille d'évaluation: exemple

Secteur	Exemple d'application/ technologie	Disponibilité de la technologie/ modèle	Besoins en nouvelles infrastructures ou en modifications	Impact induit sur la sécurité / exigences en matière de résilience	Réduction du bruit	Autres avantages liés à la réduction des polluants
Résidentiel	Matériel de jardinage électrifié	Élevé	Adapté aux installations existantes	Aucun	Non négligeable, mais le bruit reste important pendant les opérations	Élevé, y compris l'élimination de la nécessité de stocker des produits pétroliers
Agriculture	Tracteurs agricoles VEB ⁷ (de petite à moyenne taille)	Certains modèles sont disponibles mais le déploiement est limité	Important, en particulier pour les régions éloignées ou isolées du réseau électrique	De longues heures et des journées continues de fonctionnement pendant les périodes de pointe	Peu susceptible d'être déterminant	Important du fait du remplacement du diesel

Développement d'une approche stratégique

Une grille plus complète pourra ensuite être utilisée pour développer une approche stratégique pour la décarbonation du hors route. Quatre principes à haut niveau devraient guider ce développement:

- Maximiser l'électrification dans la mesure du possible
- Pour tout changement d'équipement ou de source d'énergie, penser aux avantages connexes et à la disponibilité des infrastructures
- Anticiper la collecte d'information sur les technologies et partager ces informations avec les acteurs et les parties prenantes concernés
- Lancer des projets pilotes pour tester les options qui permettent de maximiser le potentiel d'apprentissage, y compris en s'étendant à d'autres secteurs lorsque les défis sont similaires



Q & R



Merci!



iet@polymtl.ca



<https://iet.polymtl.ca/fr/perspectives-energetiques>