

Guide de décarbonation pour les entreprises

Étude FCCQ

ANNEXE TECHNIQUE



Fédération
des chambres
du commerce
du Québec



À propos de Dunsky

Experts de la transition énergétique, Dunsky œuvre dans les domaines des Bâtiments, de la Mobilité, de l'Industrie et de l'Énergie. Basés à Montréal, nous appuyons nos clients de deux façons : par l'**Analyse** rigoureuse des opportunités (technique, économique, marchés), et par le développement ou l'évaluation de **Stratégies** (plans, programmes, politiques) pour en assurer le déploiement.

Forte d'une équipe de près de 50 experts, Dunsky aide ses clients à accélérer la transition énergétique.

The top section of the slide features the Dunsky logo on the left, which includes a stylized 'E' icon and the text 'dunsky Énergie + Climat'. Below the logo is a white banner with the text 'ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE'. To the right of the logo are four circular icons representing different sectors: a bar chart for 'ANALYSE + STRATÉGIE', a building for 'BÂTIMENTS', a car and bicycle for 'MOBILITÉ', a factory for 'INDUSTRIE', and a solar panel for 'ÉNERGIE'.



GOUVERNEMENTS

ENTREPRISES D'ÉNERGIE

CORPORATIF + OBNL

Table des matières

PISTES DE DÉCARBONATION DÉTAILLÉES

Les parcs de bâtiments.....	1
Les flottes de véhicules	12
Les sites industriels et manufacturiers	20

TABLEAUX DÉTAILLÉS DES PROGRAMMES D'AIDE FINANCIÈRE

Programmes d'aide financière en bâtiments et en industrie	37
Programmes d'aide financière en transport.....	41

GUIDE DE DÉCARBONATION POUR ENTREPRISES

Cette Annexe technique vise en particulier les équipes des opérations en entreprise en offrant des une description plus détaillée des pistes de décarbonation, des ordres de grandeur de coûts, d'économies et de rentabilité par mesure, de même qu'un tableau détaillé des divers programmes d'aides financières disponibles aux entreprises

L'Annexe est liée au Guide de décarbonation pour entreprises, qui contient le détail des sept étapes proposées ainsi que trois études de cas en entreprise.



Pistes de décarbonation détaillées

Les parcs de
bâtiments



Les flottes de
véhicules



Les sites
industriels et
manufacturiers





Les parcs de bâtiments

Description des mesures

Votre objectif est de fournir un confort thermique et une qualité de l'air aux occupants du bâtiment de la manière la plus abordable et la plus propre possible.

On distingue deux grandes catégories de mesures de décarbonation applicables aux parcs de bâtiments commerciaux et industriels : celles reliées à la **réduction des demandes et l'efficacité énergétique**, et celles reliées à la **production efficace de chaleur et de froid**.

La réduction des demandes permet par exemple de réduire les besoins de production de chaleur, alors que les mesures liées à la 2^e catégorie permettent de produire cette chaleur avec une plus grande efficacité et avec une source d'énergie à faible teneur en carbone.

Réduire les demandes

Contrôles et optimisation

L'optimisation débute en tout premier lieu par un **entretien adéquat** des systèmes et équipements de chauffage, ventilation et climatisation (CVAC). Par exemple, les filtres des systèmes de ventilation s'obstruent à mesure qu'ils bloquent les particules et contaminants extérieurs, ce qui finit par faire « forcer » les ventilateurs plus que requis (en plus de réduire la quantité d'air alimenté aux espaces).

Pour les petits bâtiments qui n'ont pas de système d'automatisation, la première étape est donc de planifier un

entretien régulier: systèmes de ventilation, unités de toit, fournaies, chaudières, climatiseurs, etc. Ces inspections mèneront naturellement à un meilleur suivi de la performance et de la santé des équipements, ce qui permet de mieux planifier le maintien d'actifs et de minimiser les bris/défaillances et les remplacements imprévus.

Pour les plus grands bâtiments, des **systèmes d'automatisation** permettent de simplifier et d'améliorer l'opération des systèmes à distance. Installer ce type de système d'automatisation, communément appelé BMS (« building management system ») ou BAS (« building automation system ») est un premier pas essentiel afin de maximiser le rendement des systèmes et génère des économies importantes.

Ces systèmes d'automatisation permettent également les projets de remise en service : lorsqu'un bâtiment est en activité depuis quelques années, il est commun que ses systèmes mécaniques n'opèrent pas de façon optimale. **La remise au point ou le « recommissioning (RCx) »** est une mesure clé et peu coûteuse qui permet d'optimiser la performance globale d'un bâtiment. Un expert analyse et vérifie la manière dont le bâtiment est entretenu et opéré, afin de proposer des améliorations opérationnelles à peu de frais et qui peuvent être implantées dans de courts délais.

En plus de réaliser des économies d'énergie et de réduire les émissions de GES opérationnelles, la remise au point permet de mieux gérer la demande électrique de pointe, d'améliorer le confort des occupants et la qualité de l'air intérieur, de prolonger la durée de vie des équipements, de réduire les pannes et les coûts d'entretien, et d'améliorer la documentation du bâtiment.



Deux références utiles sur le RCx :

- [Guide de recommissioning des bâtiments existants](#) pour les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments, préparé par Ressources naturelles Canada
- [Aide financière, études de cas et publications](#) sur la remise au point des systèmes mécaniques des bâtiment, publié par le MERN

Le potentiel de réduction varie selon la complexité des systèmes électromécaniques et l'opération actuelle du bâtiment. Cette optimisation permet de mieux comprendre l'ensemble des systèmes et leurs interactions et permet ainsi de mieux planifier les pistes d'efficacité énergétique et de décarbonation à venir.

Finalement, n'oubliez pas d'encourager les bonnes habitudes comme éteindre les appareils lorsqu'ils ne sont pas utilisés - un comportement facile qui permet de réduire les demandes sans coûts.

Équipements efficaces

Cette catégorie de mesures se concentre sur les équipements électriques qui ne sont pas liés à la production de chaleur ou de froid (qui est quant à elle traitée à la page 4) : l'éclairage, les systèmes de ventilation, les pompes, les charges aux prises (ordinateurs, électroménagers), la cuisson et la consommation d'eau chaude. Améliorer l'efficacité de tous ces équipements permet de réduire les

besoins de chauffage et/ou de froid, en plus d'économiser de l'électricité.

Éclairage : Les appareils d'éclairage à DEL sont maintenant monnaie courante. Peu importe le type d'ampoule (à incandescence, halogène, tube fluorescent ou autre), des équivalents à DEL sont disponibles et sont maintenant généralement moins dispendieux que les anciennes technologies, en plus d'offrir une durée de vie inégalée et une bonne qualité de lumière.

Une fois que les appareils d'éclairage sont efficaces, il reste à réduire leurs heures d'opération lorsque ce n'est pas requis.

Systèmes de ventilation et pompes : Les ventilateurs et les pompes servent à déplacer de l'air et de l'eau (chaude ou glacée) vers les occupants.

Réduire les débits en les limitant à la demande permet de diminuer les besoins de chauffer ou refroidir cet air ou cette eau. Par exemple, il est fréquent de constater que trop d'air neuf est alimenté aux espaces alors que la demande est faible, et cet air neuf excédentaire doit quand même être chauffé l'hiver, et refroidi et déshumidifié l'été. Des détecteurs de CO₂ permettent de moduler le débit d'air neuf selon la demande - une mesure à faible coût et fort potentiel d'économies.

La consommation électrique des moteurs des ventilateurs et pompes est importante et peut être optimisée afin de suivre les besoins grâce à l'installation de moteurs à vitesse variable ou à l'aide d'entraînements à fréquence variable. Cependant, cette mesure requiert que les éléments terminaux soient à débit variable et non à débit constant afin de permettre la diminution de vitesse des ventilateurs et pompes.

En particulier, les cuisines commerciales sont munies de hottes qui évacuent chaleur et fumées de cuisson vers l'extérieur. Cet air évacué doit être compensé, soit par un système de ventilation dédié, ou en son absence, par des infiltrations par les portes et fenêtres. Dans les deux cas, l'air doit être chauffé entre autres par les appareils de chauffage dans la pièce. Cette charge de chauffage est importante et peut être réduite par des hottes intelligentes à débit variable une mesure qui présente une période de retour sur investissement généralement courte.

Ordinateurs et électroménagers : Tout ce qui est branché sur les prises électriques dans un bâtiment consomme de l'énergie, que ce soient les ordinateurs, les écrans et télévisions, les électroménagers, l'éclairage d'appoint, etc. Simplement sélectionner des appareils efficaces, par exemple certifiés ENERGY STAR, permet d'économiser à peu de frais.

Consommation d'eau chaude : Réduire les besoins d'eau chaude domestique permet de réduire l'énergie requise pour la chauffer.

Par exemple, les robinets de lavabos et éviers, les pommes de douche et les pulvérisateurs de prérinçage des cuisines commerciales peuvent tous être à débit réduit afin de réduire le gaspillage d'eau chaude. L'ajout d'aérateurs à faible débit ou le changement pour des modèles écoénergétiques est une mesure à peu de frais, qui permet de réduire votre facture énergétique et de réduire vos émissions (pour les chauffe-eaux à gaz naturel).

Une autre mesure efficace pour réduire les besoins de chauffage de l'eau est l'isolation de la tuyauterie. Si vous avez une boucle recirculée, les pertes de chaleur du réseau de

tuyauterie peuvent constituer la moitié de l'énergie consommée pour la production d'eau chaude domestique. En isolant la tuyauterie et en arrêtant les pompes de recirculation en dehors des heures d'opération, vous économiserez de l'énergie à faible coût.

Les appareils de production d'eau chaude sont traités à la page 4.

Récupération de chaleur (ventilation) : La grande majorité des bâtiments commerciaux et industriels sont équipés de systèmes de ventilation qui assurent la qualité de l'air et le confort des locaux occupés. Un mélange d'air neuf et d'air recirculé est alors acheminé aux espaces, et l'air vicié est évacué, en partie par les évacuateurs de salles de bain. L'air vicié évacué est un gisement d'énergie qui peut être exploité en utilisant un récupérateur de chaleur pour préchauffer l'air neuf.

Divers types de systèmes de récupération existent, dépendamment de la position des évacuateurs et des prises d'air neuf, ainsi que du type d'air vicié : par exemple, il est plus complexe de récupérer la chaleur de l'air évacué par les hottes de cuisine étant donné la présence de graisses.

Enveloppe thermique

Deux types de mesures se distinguent : celles reliées à l'étanchéisation de l'enveloppe, et celles reliées à l'isolation de l'enveloppe. Pour utiliser une analogie, il est utile d'isoler un bain afin de conserver l'eau chaude, mais si ce bain fuit, l'impact de l'isolation sera limité.

Réduction des infiltrations d'air : La réduction des infiltrations permet de limiter les fuites d'air, que ce soit vers

l'extérieur (pertes de chaleur l'hiver) ou vers l'intérieur (air froid qui crée un inconfort et doit être chauffé).

Il est possible d'identifier et localiser les fuites à l'aide d'un test d'infiltrométrie et/ou d'une inspection avec caméra thermique, puis d'y remédier en appliquant des mesures correctives d'étanchéisation comme le calfeutrage, l'ajout de coupe-brise ou coupe-froid, ou le remplissage de petites cavités. En particulier, les portes de garage des quais de chargement ainsi que les volets étanches sur les prises d'air extérieur des systèmes de ventilation sont des opportunités à ne pas manquer.

Contrairement aux mesures d'isolation, celles liées à l'infiltration sont beaucoup moins dispendieuses et peuvent montrer une rentabilité intéressante. Le potentiel d'économies d'énergie et de décarbonation est généralement plus élevé pour les bâtiments plus âgés, ceux avec plus d'ouvertures au niveau de l'enveloppe (quais de chargement) ainsi que ceux de 4 étages ou plus.

Isolation et fenêtres : Les mesures d'enveloppe sont généralement associées à des investissements initiaux élevés; il convient donc d'effectuer ces travaux lorsque les composantes (fenestration, toiture) arrivent en fin de vie et devront être renouvelées de toute façon. Le coût supplémentaire permettant de passer à un niveau d'isolation (et d'étanchéité) supérieur est alors limité et est généralement rentable à long terme.

Ces mesures incluent par exemple l'amélioration de l'isolation de la toiture et le remplacement des fenêtres par des modèles à haute performance énergétique.

Produire de la chaleur et du froid efficacement

Les mesures suivantes sont liées non pas à la demande de chaleur et de froid, mais à leur production par les appareils qui y sont dédiés. Il est question de leur efficacité ainsi que de la source d'énergie utilisée, dans une perspective de décarbonation.

Toutes les mesures ci-dessus permettent de réduire la capacité requise des équipements de chauffage et refroidissement. Au fil du temps, les charges de chauffage et de refroidissement diminuent, ce qui peut mener au surdimensionnement des équipements de production de chaleur et de froid. Un projet de recommissioning est idéal afin d'identifier quels équipements sont surdimensionnés, et permet d'éviter de payer pour une surcapacité inutile lors de leur remplacement.

Appareils à haute efficacité

En termes de production de chaleur, nous distinguons le chauffage de l'air et de l'eau, ainsi que les appareils de cuisson. Du côté des appareils de production de « froid », nous distinguons les appareils de climatisation (refroidissement d'air ou d'eau) et les appareils de réfrigération (réfrigérateurs et congélateurs).

Chauffage des locaux et de l'eau : Le chauffage des locaux est effectué par des chaudières, des fournaies, des unités de toit (« rooftop »), des aérothermes et des appareils radiants. Lorsque la chaleur est produite par la combustion de gaz naturel, ces équipements peuvent être à efficacité supérieure grâce aux technologies à condensation. Ces technologies ont avantage à ce que les réseaux soient à

basse température afin de maximiser les bénéfices de la condensation.

Les chauffe-eaux servent à chauffer l'eau distribuée aux robinets, éviers, douches et cuisines. Lorsqu'au gaz, ils peuvent également bénéficier des technologies à condensation, qui y sont particulièrement pertinentes grâce à la basse température de l'eau froide de la ville qui doit être chauffée.

Lorsqu'électriques, ces appareils de chauffage de l'air et de l'eau ont une efficacité de près de 100% : la quasi-totalité de l'électricité qui passe dans les éléments résistifs est transformée en chaleur utile. Cependant, les thermopompes sont également des appareils électriques, mais dont l'efficacité est généralement 3 à 5 fois plus élevée - en d'autres termes, ils fournissent 3 à 5 fois plus de chaleur que l'électricité qu'ils consomment. Les thermopompes sont présentées de manière plus détaillée dans la sous-section [Électrification](#).

Pour les espaces à proximité de portes qui ouvrent très souvent, comme les quais de chargement ou les entrées des commerces de gros, le chauffage radiant est pertinent parce qu'il permet de fournir une sensation de chaleur aux occupants sans avoir à chauffer continuellement l'air qui entre et sort de l'espace de toute façon.

Climatisation : Plusieurs appareils permettent de climatiser les locaux d'un bâtiment, des petits climatiseurs muraux aux refroidisseurs en passant par les unités de toit. Ces équipements fonctionnent comme des réfrigérateurs : plutôt que de produire du « froid », ils retirent en fait la chaleur d'un espace ou d'un débit et la rejettent ailleurs. À cet effet, les refroidisseurs des grands bâtiments offrent l'opportunité de

recupérer la chaleur qu'ils rejettent - se référer à la sous-section [Récupération de chaleur](#).

Chaque type d'équipement de refroidissement possède des modèles plus efficaces et le coût supplémentaire par rapport à un modèle standard offre habituellement une rentabilité intéressante.

Les petits climatiseurs peuvent d'ailleurs être remplacés par des thermopompes, qui sont techniquement le même équipement, mais qui permettent *en plus* de chauffer efficacement l'hiver - se référer à la sous-section [Électrification](#).

Cuisson et réfrigération : Les appareils de cuisson des cuisines commerciales produisent souvent leur chaleur par combustion de gaz naturel ou de propane. Des appareils certifiés ENERGY STAR permettent de consommer moins de combustible afin de produire la même chaleur utile, réduisant ainsi les émissions de GES associées.

De manière analogue, les équipements de cuisson ou réchauds électriques, de même que les réfrigérateurs et congélateurs, sont disponibles en modèles plus efficaces, souvent identifiés par la certification ENERGY STAR. Ces modèles sont disponibles à peu ou pas de surcoût et devraient être sélectionnés lors du remplacement d'appareils.

Finalement, certains appareils de cuisson au gaz peuvent être remplacés par des modèles électriques, par exemple les modèles à induction de plus en plus utilisés dans les cuisines commerciales. Cette mesure permet également de réduire les besoins d'évacuation d'air par les hottes étant donnée l'absence de combustion.

Valorisation des rejets thermiques

Contrairement aux petits bâtiments, les bâtiments de grande taille ont besoin de refroidissement à l'année pour les espaces qui ne sont pas en contact avec l'extérieur, comme ces derniers ne possèdent que des sources de chaleur (éclairage, ordinateurs, occupants, etc.). Ainsi, pour une bonne partie de la saison de chauffage, le bâtiment a besoin *en même temps* de chauffage et de refroidissement. Ceci offre l'opportunité de récupérer la chaleur évacuée par les refroidisseurs afin de préchauffer l'air ou l'eau selon les besoins du bâtiment. Ainsi, avant même de produire de la chaleur, il est utile de capitaliser sur celle qui est déjà présente dans les zones internes du bâtiment.

De manière analogue, les chaudières à combustion ne sont pas 100% efficaces puisqu'une partie de la chaleur générée par la combustion est évacuée par la cheminée. S'il n'est pas prévu de remplacer cette chaudière au cours des prochaines années, il reste la possibilité de récupérer cette chaleur perdue de manière rentable par différentes technologies.

Dans certains cas spécifiques, par exemple pour les bâtiments avec des buanderies ou des salles de douches, la chaleur des eaux grises peut aussi être valorisée par récupération de chaleur.

Énergie solaire

Bien que l'électricité propre et abordable réduise à court terme la rentabilité d'installations de panneaux solaires sur les bâtiments au Québec, ceux-ci peuvent être évalués dans une perspective long terme.

La production d'électricité par des panneaux photovoltaïques est plus connue, mais la production de

chaleur par des [technologies solaires thermiques actives](#) peut permettre de réduire les GES dans la mesure où elle réduit le besoin de combustion d'énergies fossiles pour le chauffage. Par exemple, les murs solaires peuvent être utilisés pour le préchauffage de l'air entrant dans les systèmes de ventilation mécanique et les chauffe-eaux solaires pour le chauffage de l'eau.



Pour en savoir plus sur les technologies de chauffage solaire, consultez les fiches détaillées du MERN :

- [Murs solaires](#)
- [Chauffe-eau solaire](#)

La rentabilité est plus convaincante pour les bâtiments dont les besoins de chauffage sont plus importants et plus constants. Des subventions pour l'achat et l'installation de capteurs solaires thermiques sont notamment offertes par Hydro-Québec et Énergir.

Électrification

Pour décarboner complètement un bâtiment, après avoir réduit les demandes et maximisé l'efficacité énergétique, il faut décarboner la production de chaleur. Deux principales approches peuvent être sélectionnées, et même combinées : l'électrification et les combustibles à faible teneur carbone.

Plusieurs grands bâtiments québécois sont déjà entièrement électriques, alors que d'autres sont multisources (c'est-à-dire partiellement électriques). Pour ces derniers, on peut réduire efficacement les GES en optimisant l'utilisation de la source de chauffage électrique par rapport à celle utilisant des

combustibles fossiles (par exemple : chaudière électrique hors pointe).

La plupart des mesures d'électrification passent par les **thermopompes** électriques grâce à leur performance énergétique inégalée: elles captent et concentrent efficacement la chaleur ambiante pour atteindre une efficacité de 300 à 500%. On distingue deux types de technologies : les thermopompes aérothermiques (qui puisent la chaleur de l'air) et celles géothermiques (qui puisent la chaleur du sol). La portion de chaleur provenant de l'air ambiant ou du sol est une énergie renouvelable puisée grâce aux thermopompes. Elles peuvent même récupérer la chaleur « gratuite » que les bâtiments laissent habituellement s'échapper vers l'extérieur.

Les approches d'électrification « intelligente » permettent une meilleure rentabilité en gérant efficacement la pointe électrique qu'elles génèrent. De telles approches incluent :

- **Combiner à des stratégies de réduction** de la demande (efficacité énergétique et gestion de la demande en période de pointe) afin de maximiser l'utilisation et les bénéfices des thermopompes;
- **Sélectionner des thermopompes efficaces** en période de pointe, en particulier les thermopompes géothermiques qui capitalisent sur la température plus douce du sol, ou les thermopompes aérothermiques à climat froid qui sont conçues pour mieux performer durant les hivers québécois;
- **Opter pour des systèmes de chauffage biénergie** ou multisources, en conservant temporairement les équipements au gaz naturel comme source de chaleur supplémentaire lors des grands froids;
- **Utiliser des technologies de stockage** thermique (ex : accumulateurs thermiques) ou par batterie pour réduire les pointes bâtiment et/ou du réseau.

La gestion de la pointe peut être effectuée à divers degrés.

Pour les bâtiments qui possèdent une facturation de la demande de pointe (kW), la pointe bâtiment peut être gérée et limitée afin de réduire la facture électrique et de maximiser l'utilisation des équipements électriques.

De plus, des programmes de gestion de pointe, des tarifs dynamiques ou des offres comme celle d'Hilo permettent d'être récompensé pour la réduction de consommation lors des pointes du réseau d'Hydro-Québec.

Ensuite, opter pour la biénergie peut permettre de réduire ses GES de manière importante par l'électrification partielle du chauffage, en conservant les appareils au gaz naturel comme appoint lors des grands froids.

Finalement, des technologies de stockage thermique ou par batterie permettent d'utiliser de l'énergie stockée afin de réduire les pointes bâtiment et/ou les pointes du réseau. Au cours des prochaines années, le prix des batteries et du stockage thermique deviendra de plus en plus compétitif.

Dans la plupart des cas, une électrification partielle offre la plus grande rentabilité à court terme en maximisant l'utilisation des thermopompes. Il est également à noter que certains types d'équipement n'ont (à ce jour) que peu d'options de modèles avec thermopompes disponibles sur le marché, comme les unités de toit, mais possèdent des options biénergie. À plus long terme, un exercice d'optimisation permettra de déterminer l'équilibre entre l'électrification (c.-à-d. le % des besoins de chauffage couvert par la thermopompe) et la conversion du combustible résiduel vers une source à faible teneur carbone.

Finalement, remplacer un appareil de cuisson au gaz par un appareil électrique à induction est également considéré comme de l'électrification et mène à des réductions de GES. De plus en plus de cuisines professionnelles optent pour ces appareils, non pas pour leurs bénéfices en termes de GES, mais par leur réactivité et leur contrôle de température inégalés.

Combustibles à faible teneur en carbone (GNR, biomasse)

Bien que la plupart des usages de chauffage puissent être électrifiés avantageusement, certains sont plus complexes ou trop dispendieux par rapport à la conversion à un combustible à faible teneur en carbone.

La biomasse peut être avantageuse si la ressource est disponible localement et à long terme. Un investissement et un entretien dédié sont à prévoir pour la chaudière à biomasse, mais peuvent montrer une rentabilité intéressante et une réduction de GES importante.








De son côté, le gaz naturel renouvelable (GNR) a une intensité GES non nulle, mais beaucoup plus faible que celle

Gaz naturel renouvelable (GNR)

Le GNR est généralement considéré comme une source d'émissions de GES basses, nulles, ou négatives. Les émissions réelles du GNR sont très spécifiques à la façon dont celui-ci est produit, et varient de projet à projet. En tant que tel, le choix de la source d'approvisionnement en GNR pourrait soutenir ou invalider l'ampleur des bénéfices environnementaux attendus.

du gaz naturel fossile. De plus, la conversion ne nécessite pas d'investissement, mais plutôt un simple approvisionnement de gaz plus dispendieux. Un équilibre est habituellement avantageux avec l'électrification dans le cadre de grands bâtiments, pour lesquels il peut être avantageux de conserver un système multisource pour lequel le gaz naturel restant est remplacé par du GNR. Le GNR offre la possibilité d'une décarbonation rapide et entière sans investissement, mais sans rentabilité non plus. Finalement, il est à noter que la demande de GNR dépasse actuellement l'offre et qu'il est généralement attendu que la ressource restera limitée à long terme.

Potentiel des principales mesures de décarbonation par type de bâtiment

Mesure de décarbonation		Type de bâtiment							
		 Bureau	 Commerce	 Entrepôt	 Hébergement	 Restaurant	 Agricole	 Industriel	
Réduire les demandes	Contrôles et optimisation	●	●	●	●	●	●	●	
	Éclairage	◐	●	◐	◐	◐	●	◐	
	Équipements efficaces	Ventilation (air neuf)	◐	◐	◐	◐	●	◐	◐
		Robinets	◑	◑	◑	◐	◐	◐	◐
	Récupération de chaleur (ventilation)	◐	◐	◐	◐	◑	◐	●	
	Enveloppe thermique	◐	◐	◐	◐	◑	◐	◑	
Produire la chaleur	Appareils à haute efficacité	◐	◐	◐	◐	●	◐	●	
	Valorisation des rejets thermiques	◐	◑	◑	◐	◑	◐	●	
	Énergie solaire	◑	◑	◑	◐	◑	◐	◐	
	Électrification (partielle ou complète)	●	●	●	●	●	●	●	
	Bioénergies	◐	◐	◐	◐	◐	◐	●	

● : Fort potentiel ◐ : Potentiel plutôt élevé ◑ : Potentiel moyen ◒ : Potentiel plus limité

Coûts et économies des mesures

	Mesure	Investissement requis* (avant subventions)	PRI moyenne	Potentiel de réduction des GES**	Subventions applicables	
Réduire les demandes d'énergie	Contrôles et optimisation	Entretien amélioré des équipements et systèmes	Dépense annuelle variable	0 à 2 ans	0-5%	s.o.
		Thermostat programmable / intelligent	200-800 \$/unité	2 à 5 ans	5-10%	H-Q, Énergir
		Système de gestion de l'énergie (SGÉ)	10-20 \$/m ²	2 à 5 ans	5-20%	Énergir, MERN, RNCan
		Gestion de l'énergie / commissioning en continu	1-5 \$/m ²	0 à 2 ans	5-20%	Énergir, MERN, RNCan
		Remise au point (recommissioning)	2-10 \$/m ²	0 à 2 ans	5-20%	H-Q, Énergir, MERN
		Contrôle de l'éclairage (détecteurs d'occupation)	150-300 \$/pièce	10 à 15 ans	0% (⚡seulement)	H-Q
	Équipements efficaces	Éclairage efficace à DEL	5-20 \$/m ²	2 à 8 ans	0% (⚡seulement)	H-Q
		Entraînements à fréquence variable (ventil., pompes)	200-750\$ par HP (moteur)	0 à 2 ans	5-10%	H-Q
		Ventilation à la demande (détecteurs de CO ₂)	5-15 \$/m ²	0 à 2 ans	10-20%	H-Q
		Hotte de cuisson intelligente / à débit variable	7 000-15 000\$/hotte	2 à 8 ans	10-30%	H-Q, Énergir
		Ordinateurs, écrans, électroménagers ENERGY STAR	Surcoût de ~0-5% par appareil	0 à 2 ans	0% (⚡seulement)	s.o.
		Robinets, douches et pulvérisateurs à faible débit	25-150 \$/unité	0 à 2 ans	0-5%	s.o.
	Récupération de chaleur (ventilation)	Échangeurs d'air à récupération de chaleur	10-40 \$/m ²	6 à 10 ans	5-15%	H-Q, Énergir
		Système de récupération de chaleur pour unités de ventilation (noyau, roue thermique, caloducs)	10-50 \$/m ²	6 à 10 ans	5-15%	H-Q, Énergir
	Enveloppe thermique	Réduction des infiltrations d'air / étanchéisation	2-10 \$/m ² de plancher	2 à 5 ans	5-10%	H-Q, Énergir
		Amélioration de l'isolation de la toiture	Surcoût de 20-30 \$/m ² de plancher	10 à 15 ans	5-10%	H-Q, Énergir
		Remplacement par des fenêtres à haute performance	Surcoût de 20-60 \$/m ² de fenêtres	> 20 ans	5-10%	H-Q, Énergir

* Le surcoût représente le coût marginal par rapport au remplacement par un équipement conventionnel, moins efficace.

** Réduction de GES pour un bâtiment où l'équipement de référence fonctionne au combustible fossile.

	Mesure	Investissement requis* (avant subventions)	PRI moyenne	Potentiel de réduction des GES**	Subventions applicables	
Produire de la chaleur et du froid efficacement	Appareils à haute efficacité	Chaudières / aérothermes à condensation (gaz naturel)	Surcoût de 50-75 \$/kW	6 à 10 ans	5-20%	Énergir
		Chauffe-eau à condensation (gaz naturel)	Surcoût de 2 000-3 000\$/unité	6 à 10 ans	2-10%	Énergir
		Climatiseurs ENERGY STAR	Surcoût de 10-25 \$/kW	2 à 5 ans	0% (⚡seulement)	H-Q
		Thermopompe bibloc (« mini-split ») à climat froid	Surcoût de 100-200 \$/kW	2 à 5 ans	5-10%	H-Q, MERN
		Plaques de cuisson à induction	Surcoût de 800-1 100 \$/unité	3 à 8 ans	2-20%	H-Q
		Réfrigérateurs / congélateurs commerciaux ENERGY STAR	Surcoût de ~0-10% (\$/appareil)	2 à 5 ans	0% (⚡seulement)	H-Q
	Valorisation des rejets thermiques	Récupération de la chaleur sur les évacuateurs	2 000 -6 000 \$/kW	5 à 15 ans	10-20%	H-Q, Énergir, MERN
		Récupération de la chaleur des refroidisseurs	500-3 000 \$/kW	5 à 15 ans	10-20%	H-Q, Énergir, MERN
		Récupération sur les cheminées de chaudières existantes	200-2 500 \$/kW	5 à 15 ans	10-20%	H-Q, Énergir, MERN
	Énergie solaire	Murs solaires pour le préchauffage de l'air neuf	7-10 \$/cfm	10 à 15 ans	5-10%	H-Q, Énergir
		Capteurs solaires thermiques pour le chauffage de l'eau	400-500 \$/kW	10 à 15 ans	5-10%	H-Q, Énergir
	Électrification	Chaudière électrique hors pointe	Coût de 140-180 \$/kW	5 à 10 ans	20-40%	MERN
		Unités de toit hybrides	Surcoût de 150-400 \$/kW	5 à 15 ans	10-50%	MERN
		Thermopompe aérothermique	Coût de 2 000-4 500 \$/tonne	7 à 15 ans	30-70%***	H-Q, MERN
		Thermopompes géothermiques	Coût de 5 000-6 000 \$/tonne	10 à 20 ans	30-70%***	H-Q, MERN
		Accumulateurs thermiques	400\$ par kW	10 à 20 ans	0% (⚡seul.****)	H-Q
	Combustibles à faible teneur en carbone	Approvisionnement en GNR	Surcoût de ~25% (\$/GJ)	(aucune)	Jusqu'à 90%	s.o.
		Chaudière à biomasse/granules	Surcoût de 400-900 \$/kW	10 à 25 ans	Jusqu'à 90%	MERN

* Le surcoût est par rapport au remplacement par un équipement conventionnel ou à gaz naturel.

** Réduction de GES pour un bâtiment où l'équipement de référence fonctionne au combustible fossile.

*** Possible de réduire de près de 100% avec une rentabilité réduite.

**** Ne génère pas de réductions de GES, mais permet de réduire la pointe électrique du bâtiment



Les flottes de véhicules

Description des mesures

Cette section est dédiée aux mesures permettant de décarboner les flottes de véhicules. Les exemples présentés sont pertinents non seulement pour les entreprises de camionnage et de transport des marchandises, mais également pour toutes les entreprises qui ont des véhicules corporatifs utilisés pour les livraisons ou les déplacements des employés, ou qui opèrent des véhicules sur site.

La décarbonation du secteur du transport passe notamment par une **réduction des trajets**, le **changement de mode** et **de source d'énergie** ainsi que les mesures d'**efficacité**.

Une priorisation des mesures de décarbonation est de mise : réduire la demande et le nombre total de kilomètres parcourus est le moyen le plus efficace de réduire les émissions des transports, suivi par le passage à des modes ou à des sources d'énergie à plus faibles émissions. Les mesures d'efficacité devraient être mises en œuvre lorsqu'aucune des options ci-dessus n'est viable, ou en complément aux mesures de réduction et de substitution.

Réduire le nombre de kilomètres parcourus

Passagers | Éviter de se déplacer

La première question à se poser avant d'aller visiter un client : est-ce qu'un appel téléphonique ou vidéoconférence (Zoom, Teams) ferait l'affaire? Éviter les déplacements non nécessaires vous permettra non seulement de sauver le

temps de déplacement, mais aussi de réduire votre consommation de carburant et vos émissions associées.

Marchandise | Utiliser des trains routiers

Les trains routiers réduisent le nombre de véhicules à moteur à combustion interne sur nos routes. Au lieu de deux tracteurs à semi-remorque individuels, vous avez un tracteur qui tire deux remorques. Il est important de se référer aux règles et règlements de votre juridiction pour savoir où, à quel temps et quel type de trains routiers peuvent opérer sur les routes.

Marchandise | Optimiser les trajets

Au lieu de trouver l'itinéraire le plus rapide, les systèmes d'éconavigation identifient l'itinéraire le plus économe en carburant en tenant compte d'une combinaison de facteurs tels que la vitesse et le nombre de démarrages/arrêts. Les systèmes d'éconavigation sont parfois inclus dans les systèmes GPS standard.

Changer de mode de transport

Passagers | Transport actif ou collectif

Certains déplacements professionnels et voyage d'affaires sont essentiels. Dans ce cas, considérez d'utiliser des modes de transport alternatif comme le train interurbain, le métro, ou même le vélo, plutôt que la voiture solo. Si l'utilisation de la voiture est nécessaire, priorisez alors le covoiturage.

Marchandise | Passer du camion au train ou au bateau

Les camions et les trains transportent les marchandises à une efficacité bien supérieure à celle des camions sur la base d'une tonne-km parcourue. Explorez cette option si vous

transportez des marchandises sur de longues distances chevauchant des corridors ferroviaires ou des voies maritimes grâce aux pôles intermodaux.

Marchandise | Passer du camion au vélo-cargo

Les [vélos-cargos électriques ou non électriques](#) sont des moyens à faible émission de carbone, efficaces et rentables pour transporter des marchandises sur de courtes distances dans une ville.

Changer de source d'énergie

Passagers et Marchandise | Véhicules électriques

Les véhicules électriques hybrides rechargeables et les véhicules électriques à batterie pure sont plus efficaces que les véhicules à moteur à combustion interne et peuvent profiter de la faible intensité de carbone de l'électricité au Québec. Les voitures automobiles électriques sont commercialisées depuis plusieurs années. La disponibilité des modèles dans toutes les autres catégories de véhicules augmente à un rythme très rapide, avec des camionnettes, des fourgonnettes et des tracteurs semi-remorques électriques déjà disponibles sur le marché. Certains fabricants n'offrent pas encore de modèles électriques, mais des entreprises spécialisées (ex : Motiv Power Systems) peuvent convertir ou modifier les véhicules existants pour les rendre électriques.

L'électrification peut aussi s'étendre à l'équipement de manutention en remplaçant vos chariots élévateurs et chariots tracteurs par des modèles électriques.

Marchandise | Véhicules à pile à combustible (hydrogène)

Les véhicules électriques à pile à combustible à hydrogène sont plus denses en énergie que les véhicules électriques à batterie et présentent donc un avantage lorsque les demandes d'énergie sont particulièrement élevées (ex : tracteurs lourds transportant des marchandises sur de longues distances). La disponibilité des modèles de véhicules électriques à pile à hydrogène et de l'hydrogène à faible teneur en carbone (vert) est assez limitée actuellement, mais pourrait augmenter dans un avenir proche. Il existe notamment sur le marché certains véhicules et équipements non routiers à pile à combustible à hydrogène, comme des chariots élévateurs à fourche ou des surfaceuses à glace.

Marchandise | Biocarburants

Les biocarburants à faible teneur en carbone peuvent être mélangés au diesel ou à l'essence pour réduire leur intensité globale en carbone. Les deux biocarburants les plus courants sont l'éthanol (un substitut de l'essence) et le biodiesel (un substitut du diesel). Des biocarburants plus avancés font leur apparition, comme le diesel renouvelable, qui est chimiquement identique au diesel pétrolier. Un faible pourcentage de biocarburants est déjà mélangé aux réserves de carburant conventionnel au Canada, mais il est possible d'accéder à des niveaux de mélange plus élevés, selon la disponibilité dans une région donnée. Certains biocarburants, comme le biodiesel, peuvent poser des problèmes d'exploitation dans certaines concentrations et conditions, alors assurez-vous d'effectuer des recherches sur ce qui vous convient avant de commencer.

Marchandise | Véhicules au gaz naturel renouvelable (GNR)

Les véhicules au gaz naturel offrent des réductions d'émissions limitées par rapport aux véhicules à essence ou diesel, mais le gaz naturel renouvelable (GNR) peut offrir des réductions d'émissions plus importantes, s'il est disponible dans votre région. Le gaz naturel ne peut pas être utilisé dans un véhicule à moteur à combustion interne standard. Des modifications devront être apportées, ou un véhicule spécialement conçu pour le gaz naturel devra être acheté pour permettre l'utilisation du GNR.

Améliorer l'efficacité

Marchandise | Adapter la taille des véhicules aux charges

Le dimensionnement de vos solutions de livraison peut contribuer à améliorer l'utilisation de la capacité de vos véhicules et donc à réduire le nombre total de véhicules requis pour une tâche particulière. Cela peut signifier l'utilisation d'un fourgon cargo plutôt que d'un fourgon à étages, ou l'ajout d'un envoi supplémentaire moins chargé à votre remorque qui n'était pas encore tout à fait pleine. Le dimensionnement des solutions de livraison est généralement plus facile pour les entreprises disposant d'un parc de véhicules plus important et plus diversifié, car elles ont généralement plus d'options.

Formation à l'écoconduite

Il existe plusieurs moyens simples d'améliorer l'efficacité énergétique de la conduite. L'accélération et la décélération plus lentes, et des vitesses de pointe plus basses en sont

deux exemples. Si le transport fait partie intégrante des activités de votre entreprise, vous pourriez aussi envisager la mise en place d'un programme de reconnaissance et de récompense qui favorise la conduite économe en carburant.



Exemples de formation pour les conducteurs :

- Véhicules moyens et lourds : [Conducteur averti](#) de Ressources naturelles Canada (série de cours en ligne et ressources gratuites)
- Véhicules légers : [Formation à l'écoconduite de CAA-Québec](#) subventionnée dans le cadre du programme Transportez vert du MERN (volets théorique et pratique sur simulateur)

Marchandise | Dispositifs aérodynamiques

Plusieurs dispositifs peuvent être installés afin d'améliorer l'aérodynamisme des véhicules. Cela inclut par exemple les jupes latérales pour semi-remorque, les systèmes aérodynamiques arrière pour semi-remorque, les toiles étanches pour benne, les déflecteurs pour essieux ou toit de remorque, etc. Ces équipements favorisent un meilleur écoulement de l'air sur et autour du véhicule afin de réduire les effets de traînée, ce qui permet de réduire la consommation de carburant, surtout à des vitesses élevées.

Marchandise | Pneus à faible résistance au roulement

Moins un pneu utilise d'énergie pour se déformer, plus le véhicule économise de carburant. Certains pneus sont spécifiquement conçus pour réduire au minimum la résistance au roulement que le véhicule doit surmonter, grâce à différents modes de conception ou de bandes de roulement. Il en existe deux types principaux: les pneus

doubles à faible résistance au roulement et les pneus simples à base large. Même si les pneus simples à base large sont moins lourds et permettent dans certains cas des économies de carburant, le risque de panne coûteuse en cas d'éclatement d'un pneu est plus élevé que lorsque vous utilisez des pneus doubles.

Marchandise | Systèmes de surveillance de la pression et gonflage automatique des pneus

En parallèle au point précédent, la résistance au roulement peut être réduite en assurant un gonflage approprié des pneus. Les systèmes de contrôle de la pression des pneus deviennent de plus en plus standard dans les véhicules d'aujourd'hui. Les systèmes de gonflage automatique des pneus sont cependant moins courants, mais peuvent contribuer à garantir que vos pneus restent gonflés à leur pression optimale. Des pneus correctement gonflés sont plus économes en carburant, car ils doivent surmonter des niveaux de résistance au roulement plus faibles.

Marchandise | Technologie anti-ralenti

La plupart des véhicules ont des profils d'utilisation qui impliquent des périodes prolongées de marche au ralenti, où le moteur tourne, mais le véhicule ne se déplace pas. Les technologies anti-ralenti permettent de réduire ces périodes inutiles. Elles incluent les groupes auxiliaires de puissance électriques ou alimentés en carburant, les systèmes CVC à batterie, les chauffages électriques ou alimentés en carburant et les systèmes automatiques de démarrage et d'arrêt du moteur qui contribuent à réduire la dépendance d'un véhicule vis-à-vis du moteur principal pour assurer les fonctions auxiliaires. Des panneaux solaires peuvent notamment être installés sur le toit des tracteurs routiers

pour fournir de l'électricité et alimenter les batteries de ces appareils.

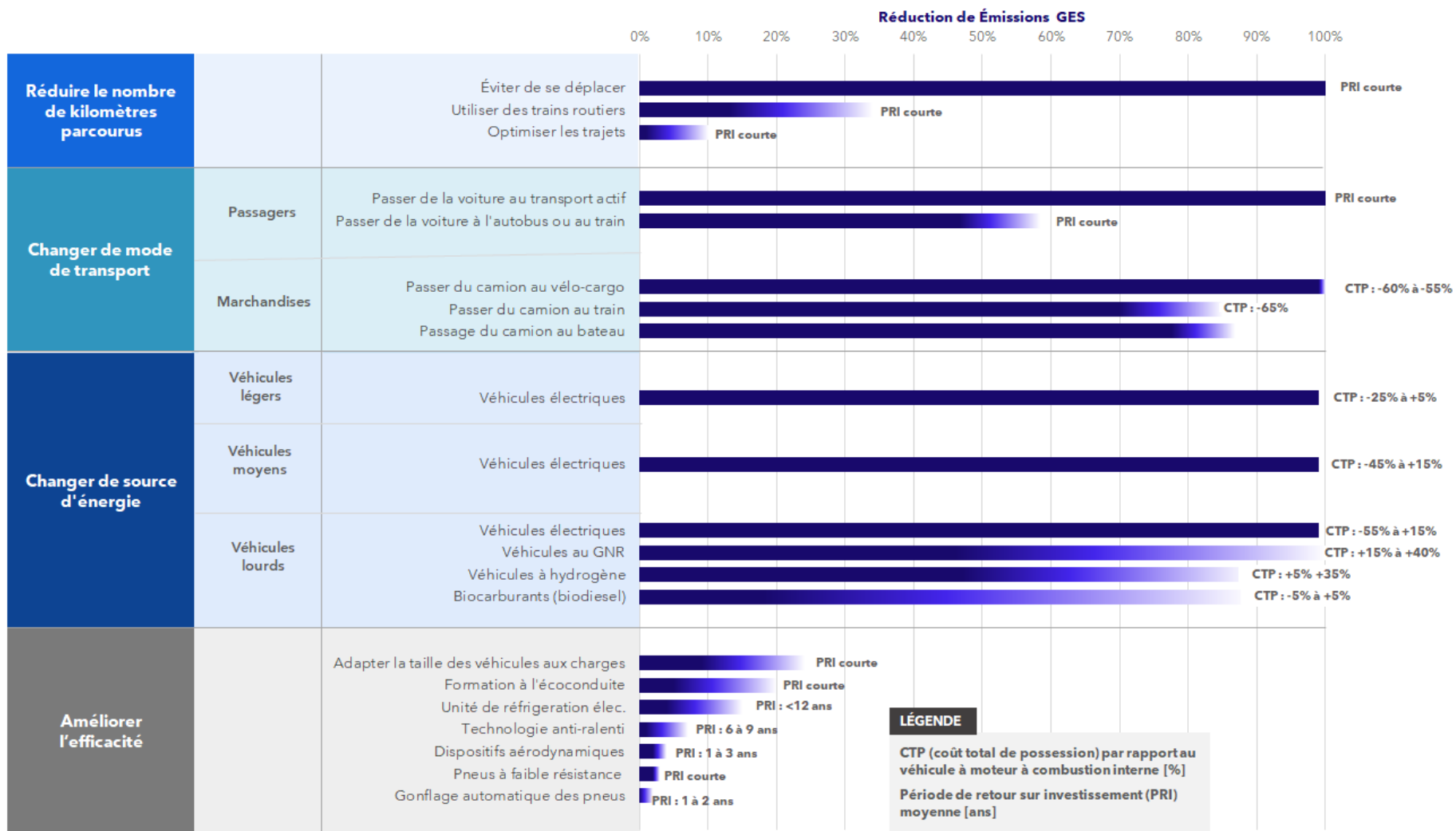
Marchandise | Unité de réfrigération hybride, électrique ou haute efficacité

Il est possible de réduire le carburant consommé pour la réfrigération dans les véhicules de la chaîne du froid. Les unités de réfrigération électriques offrent les réductions d'émissions les plus importantes, bien que les solutions hybrides et les solutions diesel à haut rendement puissent également contribuer à réduire les émissions.

Guide pratique des principales mesures de décarbonation

		Réduire le nombre de kilomètres parcourus	Changer de mode de transport	Changer de source d'énergie	Améliorer l'efficacité
Transport de passagers					
Véhicules d'entreprise		<ul style="list-style-type: none"> Éviter les déplacements si possible (ex : vidéoconférence) 	<ul style="list-style-type: none"> Train interurbain Transport collectif Transport actif 	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules électriques/hybride rechargeables 	<ul style="list-style-type: none"> Formation à l'écoconduite
Transport de marchandises					
Longue distance (> 600 km)	Le long des grands axes ferroviaires ou maritimes		<ul style="list-style-type: none"> Trains régionaux/nationaux et voie maritime 		
	Hors des grands axes ferroviaires ou maritimes	<ul style="list-style-type: none"> Trains routiers Optimiser les trajets 		<i>Selon dispo. des modèles et carburants:</i> <ul style="list-style-type: none"> Véhicules électriques Véhicules à hydrogène GNR Biocarburants 	<ul style="list-style-type: none"> Adapter la taille des véhicules aux charges Formation à l'écoconduite Unité de réfrigération électrique, hybride ou à haute efficacité
Courte distance et régional (5-600 km)	Retour au dépôt après le quart de travail	<ul style="list-style-type: none"> Optimiser les trajets 		<ul style="list-style-type: none"> Véhicules électriques 	<ul style="list-style-type: none"> Technologie anti-ralenti Dispositifs aérodynamiques
	Pas de retour quotidien au dépôt			<ul style="list-style-type: none"> Véhicules électriques (si bornes accessibles) GNR (si dispo.) Biocarburants (si dispo.) 	<ul style="list-style-type: none"> Pneus à faible résistance au roulement Gonflage automatique des pneus
Très courte distance (< 5 km)			<ul style="list-style-type: none"> Vélos-cargo 	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules électriques 	
Équipement de manutention (ex : chariot élévateur)				<ul style="list-style-type: none"> Modèles électriques Modèles à hydrogène 	<ul style="list-style-type: none"> Technologie anti-ralenti

Potentiel de décarbonation par type de mesure



Coût et économies des mesures

Mesure de décarbonation		Variation moyenne du coût*	Économies de carburant	Subventions applicables	
Réduire le nombre de kilomètres parcourus	Passagers	Éviter de se déplacer	Réduction des coûts grâce aux coûts évités	100%	
	Marchandises	Utiliser des trains routiers	Surcoût minime (achat de chariots de conversion et crochets d'attelage)	15-35%	
		Optimiser les trajets	Surcoût nul ou minime (achat de logiciels spécialisés)	1-10%	MTQ, MERN, RNCan
Changer de mode de transport	Passagers	Passer de la voiture au transport actif	Réduction des coûts grâce aux coûts évités	100%	
		Passer de la voiture à l'autobus ou train	Variable	45-60%	
	Marchandises	Passer du camion au vélo-cargo	CTP** : -60 à -55%	99-100%	MTQ
		Passer du camion au train	CTP : -65% par tonne-km	70-85%	-
Changer de source d'énergie	Véhicules légers	Véhicules électriques	CTP : -25 à +5%	Jusqu'à 99%	MTQ, MERN, Propulsion Québec, Transports Canada, RNCan
	Véhicules moyens	Véhicules électriques	CTP : -45 à +5%	Jusqu'à 99%	MTQ, MERN, Propulsion Québec, Transports Canada, RNCan
	Véhicules lourds	Véhicules électriques	CTP : -55% à +15%	Jusqu'à 99%	MTQ, Propulsion Québec, Transports Canada, RNCan
		Véhicules à pile à combustible à hydrogène	CTP : +5% à +35%	45-90%	MTQ, Transports Canada, RNCan
		Biocarburants (ex : taux élevés de biodiesel)	Coût du carburant : -4% (B20), +7% (B100)	18% (B20), 89% (B100)	MTQ, RNCan
		Véhicules au GNR	CTP : +15% à +40%	46-100+%	MTQ, RNCan

*Par rapport au véhicule de référence à moteur à combustion interne

**CTP : Coût total de possession

Mesure de décarbonation		Coût moyen	PRI moyenne	Économies carburant	Subventions applicables	
Améliorer l'efficacité (Marchandises)	Adapter la taille des véhicules aux charges	Faible	Courte	9-15%	MERN, RNCan	
	Formation à l'écoconduite	Très faible	Courte	5-15%	MERN, RNCan	
	Unité de réfrigération hybride, électrique ou à haute efficacité	45 000-70 000\$ par unité électrique	12 ans	4 à >15%	MTQ, RNCan	
	Dispositifs aérodynamique	Jupes latérales pour semi-remorque	600-2 000 \$/appareil	1 à 2 ans	4%	MTQ, RNCan
		Système aérodynamique arrière pour semi-remorque	1 000-2 300 \$/appareil	1 à 3 ans	4%	
		Déфлекteur ou carénage de toit de cabine	600-650 \$	1 à 3 ans	2%	
		Carénage du dessous de caisse semi-remorque	650-1 650 \$	1 à 2 ans	3%	
	Pneus à faible résistance au roulement	Doubles	500-900 \$/pneu	< 1 an	2%	RNCan
		Simple à bande large	650-900 \$/pneu	< 1 an	3%	
	Gonflage et surveillance des pneus	Système de surveillance de la pression	200-300 \$/pneu	1 à 2 ans	~1%	RNCan
		Gonflage automatique	800-1 400 \$/véhicule	1 à 2 ans	1-2%	
Technologie anti-ralenti	Groupe électrogène d'appoint (APUs)	11 000-17 000 \$/appareil	6 à 9 ans	Jusqu'à 7%	MTQ, RNCan	



Les sites industriels et manufacturiers

Description des mesures

Cette section se veut surtout à l'intention des petites entreprises industrielles (ex : manufacturier, alimentaire, chimique, etc.) et ne reflètent donc probablement pas adéquatement le contexte des grands émetteurs industriels comme le raffinage pétrolier et les cimenteries. La décarbonation industrielle est particulièrement complexe et chaque sous-secteur - et chaque installation - demandera le développement de pistes de décarbonation distinctes.

Vu le nombre de technologies applicables et la complexité des pistes de solutions possibles, la liste de mesures présentée ci-dessous se veut non-exhaustive. Ces mesures visent les équipements et les procédés industriels, alors que les mesures touchant les bâtiments industriels (ex: systèmes de CVAC, enveloppe, éclairage) sont plutôt incluses dans la section [Bâtiments](#).

Les mesures sont divisées en 3 catégories principales:

- **Réduire les émissions énergétiques** en 4 piliers :
 - *Maintenance proactive & optimisation* pour minimiser les besoins des postes de consommation d'énergie,
 - *Équipements à haute efficacité* pour s'assurer que toute l'énergie fournie est bien utilisée,
 - *Récupération de chaleur et intégration des procédés* pour identifier des synergies entre les postes,
 - *Substitution énergétique* pour réduire ou éliminer l'empreinte de l'énergie fournie aux postes,
- **Réduire les émissions de procédés** en explorant les modifications possibles aux procédés pour minimiser les émissions de réactions produites,
- **Écologie industrielle** pour mieux comprendre le contexte plus large des ressources consommées et produites.

Comme les principaux obstacles aux projets de décarbonation sont souvent les ressources financières limitées et les conséquences des travaux sur la production, il est généralement avantageux de combiner plusieurs mesures en projets structurants. Vous bénéficierez ainsi aussi d'une meilleure rentabilité grâce aux synergies entre les mesures.

Maintenance proactive et optimisation

Maintenance proactive

Que ce soit dans une microbrasserie, une usine de fabrication ou une cimenterie, la maintenance proactive des équipements et des systèmes peut générer d'importantes économies d'énergie à peu ou pas de coûts. On envisage par exemple :

- Le suivi régulier de la consommation d'énergie pour identifier les anomalies ou les défaillances;
- L'arrêt ou la mise hors tension des équipements inutilisés (*évident, oui, mais souvent oublié !*);
- Le nettoyage fréquent des surfaces de transfert de chaleur (serpentins, tubes radiants) pour éviter l'encrassement et maintenir une efficacité élevée des systèmes de chauffage (CVAC et procédés), de refroidissement et de réfrigération;
- La calibration et la maintenance régulières des sondes et des contrôleurs (p. ex: de pression, de température, de débit);
- L'entretien régulier et le remplacement périodique des filtres (systèmes de ventilation, système d'air comprimé) pour réduire les pertes de pression;
- L'entretien fréquent et approprié de l'isolation des réseaux thermiques (vapeur, eau chaude, eau de refroidissement) et des équipements (échangeurs, pasteurisateurs, chaudières) pour réduire les pertes, prévenir la condensation et maintenir la température de procédé plus constante;

- La détection et l'élimination des fuites dans tous les réseaux de distribution (p. ex: air comprimé, eau chaude);
- L'inspection et la réparation des purgeurs de condensat sur le réseau de vapeur.

Plutôt que d'effectuer ces actions de manière réactive lors d'un bris ou d'une défaillance, vous avez tout avantage à les poser de façon préventive. Cette approche permet aussi un meilleur suivi de la condition de vos équipements et augmente leur fiabilité. Vous évitez donc des temps d'arrêt potentiellement coûteux et vous pouvez mieux prévoir et anticiper le remplacement d'équipements en fin de vie (*par des modèles plus efficaces !*). Un audit énergétique pourrait notamment vous aider à identifier les mesures de maintenance pertinentes à vos installations.

Optimisation

L'optimisation est aussi une mesure de décarbonation généralement abordable et peu complexe à préconiser pour avancer la décarbonation industrielle. Pour assurer un fonctionnement optimal des différents équipements et procédés qui consomment ou qui produisent de l'énergie, on évite qu'ils soient opérés en continu ou manuellement. Ces équipements devraient plutôt être équipés de systèmes de contrôle automatiques et des horaires d'opération devraient être établis.

Les **mesures de contrôle et d'automatisation** à instaurer vont varier en fonction des équipements spécifiques, mais en voici quelques exemples concrets :

- Opération automatique de portes dans les chambres froides/entrepôts frigorifiques pour réduire la charge de réfrigération;

- Purges de bassins basés sur lectures de qualité d'eau et non à intervalle fixe pour optimiser l'utilisation de la chaleur de procédé;
- Utilisation de soupape commandée pour la vidange des chaudières;
- Détection de mouvement pour le déclenchement des évacuateurs dans une cabine de sablage pour réduire la charge du système CVAC et des moteurs;
- Automatisation du procédé de nettoyage en place (CIP) dans l'industrie agroalimentaire ou pharmaceutique pour réduire les besoins en énergie, en eau et en produits chimiques.

Pour les systèmes déjà automatisés, comme les chaudières ou les bassins thermiques, on peut **optimiser la calibration** des contrôles. Les boucles de contrôle existant doivent être ponctuellement recalibrées pour compenser la dérive naturelle dans la précision des capteurs. L'optimisation peut aussi impliquer une révision des points de consignes, tels qu'une réduction en température, débit ou pression pour satisfaire les besoins des procédés à moindre coût. Par exemple, un meilleur réglage du débit d'air et de la flamme des brûleurs permet de maximiser l'énergie de combustion des chaudières. Autre exemple, l'abaissement de la pression de fonctionnement du système d'air comprimé au minimum requis réduit la consommation électrique du compresseur et diminue votre facture.

L'optimisation des contrôles peut aussi mener à une **amélioration de la qualité**, ce qui se traduit par un meilleur rendement énergétique (GJ/unité de production) lorsque moins de produits finis sont rejetés dû à des non-conformités.

Une autre mesure d'optimisation qui peut permettre des économies rapides et faciles et s'applique à de nombreux systèmes est l'implantation d'horaire d'opérations. Par exemple, il convient d'arrêter la production de chaleur de procédé par combustion entre les lots de production ou en dehors des heures d'opération lorsque la chaleur n'est pas nécessaire. De plus, si le procédé le permet, la production par lots peut être programmée pour que la demande électrique corresponde à une période hors pointe, permettant des économies de puissance ainsi qu'une optimisation tarifaire. Les horaires d'opérations devraient aussi être mis à jour périodiquement. Étant donné que de nombreuses personnes ont souvent accès aux contrôles, les paramètres et les horaires peuvent être modifiés pour répondre à des besoins particuliers et ne jamais être retournés à leur réglage optimal.

Gestion de l'énergie

L'énergie est indispensable à vos opérations, mais aussi coûteuse : un système de gestion de l'énergie (SGÉ) est un outil clé pour rendre votre consommation énergétique plus efficace et plus rationnelle. Cette mesure ne vise pas les changements d'équipements ou de technologies, mais bien les changements au niveau opérationnel. La mise en place d'un SGÉ robuste permet une meilleure visibilité sur les flux d'énergie à travers les installations et un suivi accru des indicateurs de performance clé. Ces données peuvent être utiles à tous les niveaux hiérarchiques de l'organisation, pour aider à déterminer et prioriser des interventions clés, mais aussi pour évaluer les gains de différentes mesures de décarbonation. Cette approche structurée et systématique permet une optimisation et une amélioration continue des performances énergétiques. Résultats? Des économies

d'énergie et de coûts, une amélioration de la productivité et une réduction des émissions de GES.

Le guide [Comment implanter la gestion de l'énergie dans les immeubles](#) produit par le MERN est une ressource pertinente qui recense les meilleures pratiques en gestion de l'énergie dans les bâtiments tant au niveau des indicateurs, des pratiques de gestion que de l'implantation des systèmes au sein de l'entreprise.

Votre compte en ligne d'Hydro-Québec, Espace Client Affaires, vous présente un [Portrait de consommation](#) qui permet de suivre votre consommation d'énergie et de puissance. [ENERGY STAR Portfolio Manager](#) est un autre outil qui permet une analyse comparative (« benchmarking ») afin d'identifier les opportunités en gestion de l'énergie des bâtiments et produire des rapports de suivi énergétiques par bâtiment.

Pour les grandes entreprises industrielles, la norme ISO 50001 pour les systèmes de management de l'énergie offre d'ailleurs une démarche méthodique permettant une amélioration continue de la performance énergétique. Des subventions sont disponibles pour vous soutenir dans la certification. De plus, cette norme présente des éléments communs à d'autres normes ISO et peut être intégrée avec un système de gestion environnementale (ISO 14001) ou un système de gestion de la qualité (ISO 9001).

Équipements à haute efficacité

Cette catégorie de mesures touche l'augmentation de l'efficacité énergétique des équipements industriels. Lors du remplacement d'un équipement, que ce soit en fin de vie ou en devancement, il est important de revoir sa sélection et

son dimensionnement plutôt que de simplement racheter un équipement équivalent.

Premièrement, il est primordial de **bien dimensionner** les équipements, quels qu'ils soient (ex: chaudière, refroidisseur, compresseur, ventilateur). Le surdimensionnement peut entraîner une opération moins efficace, des coûts opérationnels plus élevés ainsi qu'une usure précoce. On suggère donc de réduire la taille des moteurs pour répondre aux exigences de la charge et de considérer plus d'une unité de production de chaleur de plus petite capacité pour satisfaire des besoins thermiques variables.

Deuxièmement, il faut opter pour des **technologies plus efficaces** disponibles sur le marché. Pour les forces motrices en particulier, on privilégie les **moteurs à haute efficacité** (ex: NEMA premium), les **moteurs à commutation électronique** (ou « ECM ») ainsi que l'installation d'**entraînements à fréquence variable** (EFV, ou « VFD »). Notamment, l'ajout d'EFV sur les moteurs qui supportent des charges variables peut grandement réduire les charges électriques en plus d'optimiser le fonctionnement de certains systèmes et procédés. Cette mesure a du potentiel dans tous les types d'installations : que ce soit pour les moteurs de convoyeurs et de robots sur une ligne d'assemblage, les moteurs des appareils de levage sur un site de construction ou les pompes d'un circuit de réfrigérant dans une usine de transformation alimentaire.

En industrie, plusieurs systèmes de CVAC et de production de chaleur de procédé, tels que les chaudières et les fournaies, fonctionnent à partir de combustion du gaz naturel. Si un appareil ne peut pas être électrifié et les températures sont assez basses pour le permettre, on peut

substituer les équipements au gaz naturel à condensation aux équipements conventionnels. On réutilise alors une partie de l'énergie de la chaleur latente, ce qui augmente grandement l'efficacité. Les avantages : on réduit à la fois notre consommation énergétique, notre facture de gaz et notre empreinte carbone. L'efficacité nettement supérieure des appareils à condensation combinée à leur forte utilisation et aux subventions disponibles peuvent même souvent justifier économiquement le remplacement d'un appareil conventionnel avant sa fin de vie utile.

Nombreux équipements industriels sont équipés de compresseurs, dont l'efficacité peut être améliorée. En optant pour des compresseurs à fréquence variable à haute efficacité, on peut réduire la consommation énergétique des systèmes de réfrigération et de production d'air comprimé.

Des options à haute efficacité sont disponibles pour maints autres équipements industriels plus spécifiques. Par exemple, côté transfert de chaleur, les échangeurs sont à surveiller. Dans les procédés liquides sans sédiments, les **échangeurs à plaque** sont à privilégier par rapport aux échangeurs à calandre, offrant des économies en énergie ainsi qu'un espace d'installation plus restreint. Pour les sites industriels avec des centrales thermiques, on peut remplacer les purgeurs par des modèles plus efficaces, comme les **purgeurs thermostatiques**.

Récupération de chaleur et intégration des procédés

Ces mesures visent à valoriser les flux thermiques effluents dans l'usine et les réutiliser pour combler les besoins d'autres procédés lorsque possible. La récupération de

chaleur est un levier important de décarbonation de procédés industriels. Les sources de chaleur résiduelle sont variées, incluant les gaz d'échappement des cheminées de combustion, le retour de condensat des chaudières, la friction d'équipement mécanique ou le produit d'une réaction chimique. La récupération et la réutilisation de chaleur peuvent servir à préchauffer l'air de combustion, les matériaux ou l'air neuf admis dans l'usine, ce qui permet de réduire la demande énergétique liée au chauffage. Les projets de récupération de chaleur peuvent être très rentables, tout dépendamment de la complémentarité des besoins (charges de chauffage/refroidissement), de la compatibilité des sources (niveau de température, quantité de chaleur) et de la configuration des installations (proximité des sources chaudes/froides). Les thermopompes industrielles, qui sont discutées plus bas, permettent une récupération accrue des sources de chaleur à faible température ainsi que la production de chaleur utile à température élevée.

Pour les grandes installations industrielles, on préconise l'**intégration des procédés** (IP), une approche globale qui consiste à analyser la consommation d'énergie des procédés dans leur ensemble plutôt que de façon indépendante. À l'aide d'une **analyse Pinch**, on tient compte de tous les flux d'énergie, on détermine où la chaleur peut être récupérée et comment elle peut être utilisée. Cette approche est particulièrement avantageuse pour les installations qui utilisent beaucoup d'eau chaude ou de vapeur, ou bien qui ont des systèmes de refroidissement ou des équipements énergivores.

Chauffage efficace de l'air: Chez Bridgestone à Joliette, deux thermopompes à boucle fermées servent à alimenter en eau glacée une boucle de refroidissement d'équipements mécaniques, en soutirant la chaleur et en la transférant vers une boucle de chauffage qui alimente plusieurs entrées d'air neuf de l'usine

Substitution énergétique

Les besoins de chaleur en industrie varient énormément, allant de chauffer des fluides à basse température à fondre du métal. Il n'y a donc pas de solution universelle pour décarboner la chaleur de procédé : il faut plutôt considérer la nature du matériel/fluide à chauffer, le niveau de température requis et les besoins particuliers du procédé. Pour vous aider à démystifier la substitution énergétique, une Synthèse des options de production de chaleur décarbonée en industrie (page 35) présente des sources de chaleur décarbonée applicables à certains procédés industriels courants.

On distingue trois approches distinctes pour la substitution :

- **Remplacer le combustible** en conservant l'équipement existant;
- **Remplacer l'équipement** par un équivalent sans modifier le procédé;
- **Changer de procédé** pour arriver au résultat recherché.

Remplacer le combustible en conservant l'équipement existant

Les combustibles à faible teneur en carbone incluent le gaz naturel renouvelable (GNR), la biomasse, le biodiesel et l'hydrogène. Seuls le **GNR et le biodiesel** peuvent être directement substitués aux combustibles fossiles et ne requièrent pas de nouvel équipement. Un nouveau contrat d'approvisionnement vous suffira à réduire vos émissions.

Le GNR provient de la biomasse gazéifiée. Cette technologie peut intégrer facilement dans une chaudière existante, et en effet plusieurs compagnies gazières tel que Énergir incluent un certain pourcentage de GNR dans leur offre. Le GNR peut être produit sur place dans une usine, à l'aide d'un biodigester et des systèmes de captage de méthane. Cependant, sa production est assez complexe, et les cas où une usine a une quantité de biomasse appropriée et suffisante pour une production rentable sont rares.

Le biodiesel, comme le biogaz, est un carburant produit à partir de matières renouvelables, souvent le maïs ou le soya au Canada, et peut remplacer directement le diesel traditionnel et le mazout no. 2 dans les moteurs et chaudières.

Remplacer l'équipement par un équivalent sans modifier le procédé

Certains procédés industriels se prêtent bien à des équipements de production de chaleur alternatifs, plus efficaces, sans avoir besoin de modifier les paramètres de procédés. C'est le cas des procédés à température intermédiaire (jusqu'à 300°C), tels la cuisson, la stérilisation, la séparation et le séchage, qui sont souvent alimentés par

des systèmes de vapeur produite par du gaz naturel. Ces systèmes peuvent continuer à exploiter leurs réseaux de vapeur existants en remplaçant la chaudière à gaz naturel par une **chaudière électrique ou à biomasse**. Cette substitution d'équipement n'implique pas de modifications aux procédés, et est donc relativement simple, mais implique tout de même des arrêts de production pour la durée des travaux ainsi que des transformations importantes des centrales thermiques et des méthodes d'opération. La rentabilité des options de remplacements va varier, mais dans tous les cas des offres généreuses d'aide financière, des tarifs d'électricité stratégiques et des projections de coûts de gaz et de tarif sur le carbone penchent en faveur de la décarbonation.

Les **chaudières électriques** gagnent en popularité dans le secteur industriel. Ces équipements produisent de la chaleur par résistance ou par arc électrique et peuvent être branchés directement à un réseau de vapeur/d'eau chaude sans le modifier. Les chaudières électriques sont relativement simples à entretenir (*pas de chambre de combustion*), sont moins chères à l'achat qu'un équipement à combustion équivalent et, au Québec, émettent peu de GES. Elles peuvent notamment être utilisées en mode multisource ou biénergie avec des chaudières à combustibles fossiles afin de limiter les impacts sur la facture du client et sur le réseau électrique lors de périodes de pointe.

L'**équipement à résistance électrique directe** peut aussi directement remplacer des appareils de chauffage à combustion distribués dans l'usine, qui chauffe souvent des gaines d'air ou des bassins de liquides.

Gestion de la demande de puissance (GDP) : En réduisant leur appel de puissance en période de pointe hivernale, les entreprises admissibles peuvent recevoir un crédit d'Hydro-Québec. Les mesures d'effacement incluent le déplacement de la consommation électrique hors pointe ou l'utilisation d'une autre source d'énergie (ex : chaudière à gaz naturel d'appoint) pour éviter les impacts sur la production.

L'utilisation des chaudières à biomasse en industrie varie énormément par secteur, surtout en fonction des sous-produits disponibles dans l'usine et dans la région environnante. Il est important de différencier l'utilisation des sous-produits (ex : de la sciure résultant de la production de bois d'œuvre) des autres sources organiques obtenues expressément pour la combustion (ex : le bois de chauffage ou les granules). Étant donné que la sciure est un sous-produit inévitable de la scierie, il serait autrement laissé à décomposer et produirait des GES. En l'utilisant à des fins de combustion pour le chauffage, on la valorise à émissions « neutre » (point important : le transport de la biomasse doit être comptabilisé !). La biomasse forestière, cependant, provient souvent d'arbres qui autrement auraient continué à stocker du carbone, et donc contribue de nouveaux GES à l'atmosphère. Lorsqu'ils sont disponibles, les déchets et sous-produits organiques peuvent être utilisés pour déplacer du gaz naturel. Ils doivent être séchés pour réduire leur taux d'humidité et ensuite brûlés dans des chaudières spécialisées.

Dans certains procédés, la chaleur haute température est irremplaçable et difficile à produire sans combustion. Dans ce cas, les **brûleurs à hydrogène** peuvent présenter une

source alternative de chaleur décarbonée. Comme le gaz naturel, la combustion de l'hydrogène produit une flamme à haute température qui peut facilement être modulée et contrôlée par un brûleur adapté. Cependant, la production de l'hydrogène demeure énergivore, et tel que discuté dans la boîte en page 30³⁰, son utilisation doit demeurer stratégique.

Changer de procédé pour arriver au résultat recherché

Les procédés nécessitant de la chaleur relativement faible température (inférieure à 150°C) peuvent déjà être électrifiés de façon rentable grâce aux **thermopompes industrielles**. La thermopompe capte l'énergie ambiante (soit de l'air, de l'eau, du sol, ou d'un rejet thermique) et l'injecte dans le médium à chauffer. Bien que cette alternative présente un coût initial plus élevé qu'une chaudière à combustion ou électrique, elle opère généralement à des efficacités supérieures à 200%, réduisant ainsi les coûts d'opération et les émissions de GES.

Une thermopompe peut avoir recours à la chaleur résiduelle d'un procédé industriel afin d'en augmenter la température et de produire de la chaleur utile pour le préchauffage ou le chauffage d'un autre procédé. Une synergie importante existe lorsqu'il y a un procédé rejetant de la chaleur à proximité : la thermopompe est capable de soutirer cette chaleur et de la réinjecter dans le procédé à chauffer, évitant donc du refroidissement ET du chauffage.

La recompression mécanique de la vapeur (RMV) est une technologie de la famille des thermopompes qui permet de récupérer la chaleur latente souvent perdue dans les

procédés classiques de vapeur. Elle utilise un compresseur pour récupérer la vapeur produite par l'évaporation, augmenter sa pression et sa température et la réutiliser comme source de chaleur pour l'évaporation. Cette approche permet de réduire la consommation de vapeur en utilisant de l'électricité, ce qui entraîne des coûts d'opération et des émissions plus faibles.

RMV dans l'industrie laitière : Cette technologie est utilisée dans une fromagerie américaine, où la vapeur générée par l'évaporation du lactosérum est récupérée par un compresseur pour éliminer tout besoin de nouvelle vapeur une fois que la température de consigne est atteinte.

La décarbonation des procédés à haute température demeure plus complexe, mais les innovations technologiques sont de plus en plus courantes.

Notamment, on observe de plus en plus les solutions **électrothermiques**, dont le remplacement des hauts fourneaux par des technologies de fours électriques à arc dans les aciéries et la substitution des fours au gaz naturel par des fours à induction dans les fonderies. Ces procédés exploitent la conductivité du matériel à transformer pour permettre son réchauffement.

Les technologies **électromagnétiques** (infrarouge (IR), ultra-violet (UV), ondes radio (RF) et micro-ondes) sont aussi de plus en plus utilisées pour remplacer, entre autres, des méthodes de séchage conventionnelles utilisant des combustibles fossiles. Par exemple, le séchage UV est utilisé dans les imprimeries pour les encres et dans les ateliers de peinture automobile pour le durcissement des revêtements.

Ces substitutions énergétiques sont les leviers clés pour décarboner. L'efficacité est critique, mais même le processus à combustion le plus efficace au Québec émet plus qu'un processus électrifié (ce qui n'est pas toujours le cas à l'extérieur du Québec). Cependant, même ici l'électricité est présentement plus chère en terme unitaire que le gaz, par un facteur de 2 à 3 (qui tendra à diminuer avec la crise énergétique européenne). Donc l'électrification doit se faire de manière stratégique pour éviter des augmentations importantes dans la facture.

À noter que la tarification du carbone vise à réduire (et éventuellement inverser) cet écart, et sur la durée de vie d'un équipement installé en 2022 (2030+) une attention particulière doit être portée à la projection des coûts d'énergie. Cependant, l'infrastructure électrique limite parfois le niveau d'électrification possible : les sous-stations, les lignes à haute tension et les centrales ont des capacités limitées, et il est important de communiquer avec Hydro-Québec pour établir une stratégie d'électrification industrielle réalisable. La capacité des installations électriques des usines (transformateurs, panneaux) peut également être une contrainte et devrait être considérée lors de la formulation de cette stratégie.

Tout comme dans les bâtiments, l'**énergie solaire** photovoltaïque ou thermique peut être une option intéressante en industrie si évaluée à long terme. Les grands sites industriels bénéficient de surfaces adaptées à l'installation de panneaux solaires, et le facteur d'utilisation de chaleur favorise une rentabilité intéressante : les besoins de chaleurs des procédés peuvent être présents à l'année,

comparativement à la seule saison de chauffage pour les bâtiments réguliers.

Préchauffage solaire dans une laiterie : Une entreprise québécoise a installé des capteurs solaires thermiques sur sa toiture, lui permettant de chauffer l'eau qui sert à ses opérations d'assainissement, de nettoyage et de pasteurisation. Cette mesure lui permet de profiter de cette source d'énergie renouvelable et de réduire ses émissions et ses coûts en combustible.

Outre les mesures de substitution de chaleur présentées ci-dessus, il est important de reconsidérer si des **procédés physiques** peuvent remplacer vos procédés thermiques actuelles. Il existe certaines technologies modernes non-thermiques qui peuvent accomplir le même résultat, plus efficacement, sans avoir recours à de la chaleur de procédés. Par exemple, la filtration membranaire (ex : nanofiltration, osmose inverse) est une solution de choix pour les procédés industriels de séparation ou de concentration, habituellement effectués par évaporation. Au Québec, cette approche est utilisée rentablement dans les industries laitière (pour concentrer le petit-lait) et acéricole (pour concentrer la sève d'érable).

Réduction des émissions de procédés

Les émissions non-énergétiques du secteur industriel sont aussi importantes que celles de source énergétique. Elles proviennent principalement des procédés (ex: CO₂ issu des techniques de production de l'aluminium, du ciment et de l'acier), de l'agriculture (ex: CH₄ issu de la fermentation entérique et de la gestion des sols) et de la gestion des déchets.

En amont : Décarbonation des intrants

L'hydrogène est souvent utilisé comme intrant pour des procédés chimiques en industrie (ex : production d'ammoniac et d'engrais, production d'acier, raffinage du pétrole). La quasi-totalité de l'hydrogène industriel à l'échelle mondiale est de l'hydrogène « gris », c'est-à-dire de source fossile à haute teneur en carbone (se référer à la boîte de la page suivante). Remplacer cet approvisionnement par de l'hydrogène « vert » permettrait de diminuer les émissions de GES.

En plus de son utilisation en tant que combustible, le gaz naturel sert aussi comme matière première dans plusieurs réactions chimiques importantes. La réduction de minerai, la production du plastique et plusieurs procédés pétrochimiques dépendent notamment de la molécule comme intrant. Dans ces applications niches, le GNR peut servir comme tremplin vers des procédés décarbonés.

Hydrogène vert, hydrogène bleu

De façon qualitative, on attribue à l'hydrogène une couleur selon la matière et les sources d'énergie utilisées lors de son cycle de production :

- L'hydrogène « gris » est produit à partir d'énergies fossiles dont le gaz naturel et le charbon (reformage du méthane) et génère d'importantes quantités de GES. Actuellement, cette méthode représente 95% de l'hydrogène consommé à l'échelle mondiale.
- L'hydrogène « bleu » est aussi produit à partir d'énergies fossiles, mais sa production est combinée avec le captage et le stockage du CO₂, afin de réduire son empreinte carbone.
- L'hydrogène « vert » est produit par électrolyse de l'eau en utilisant de l'électricité de source renouvelable (ex: hydroélectricité, énergie solaire). Cette méthode de production engendre très peu d'émissions de GES, mais elle reste à ce jour plus coûteuse et beaucoup moins répandue (< 2% de la production mondiale).

L'hydrogène est aujourd'hui produit à l'échelle industrielle et utilisé comme intrant dans plusieurs industries. Ce n'est pas une source d'énergie primaire (comme le gaz naturel), mais bien un vecteur énergétique (comme l'électricité) qui est produit à partir d'une autre source d'énergie.

Le remplacement de l'hydrogène « gris » utilisé actuellement comme intrant chimique par de l'hydrogène décarboné (« bleu » ou « vert ») devrait donc être priorisé.

Comme source de chaleur, la production d'hydrogène étant particulièrement énergivore en électricité, ses coûts seront importants et auront du mal à compétitionner avec l'utilisation directe de cette électricité. L'utilisation de l'hydrogène devrait être donc priorisée pour les secteurs qui sont particulièrement difficiles et coûteux à décarboner. Plus précisément, on préconise l'utilisation d'hydrogène « vert » comme intrants dans certaines industries (p. ex: production d'acier, production d'engrais) et comme carburants alternatifs pour le transport et la machinerie lourde (véhicule à pile à combustible)

Procédés : Réduction à la source

Le déploiement de nouvelles technologies ou méthodes très spécifiques peut permettre de réduire les émissions produites lors de certains procédés et réactions chimiques, par exemple :

- Production d'engrais : Réduction des émissions de N₂O grâce à l'installation d'un réacteur présentant un meilleur dispositif catalytique
- Aluminium: Élimination des émissions de CO₂ grâce à l'introduction d'anodes sans carbone (procédé d'Elysis)

- Acier: Réduction de la production de CO₂ avec l'utilisation de l'hydrogène ou de biomasse pour la réduction directe du minerai de fer
- Cimenterie : Optimisation et substitution de matières premières pour éviter les émissions de GES liés à la production du clinker

En aval : Captage de carbone

Le captage et stockage de carbone (CSC) est l'idée de capter à la source les émissions d'une réaction chimique, puis de l'utiliser comme intrant chimique ou le stocker afin d'éviter qu'il ne se rende dans l'atmosphère sous forme de GES.

En termes de stockage, c'est accompli soit en enfouissant le gaz dans des formations souterraines, soit en les transformant en produits non volatils. Ces formations existent au Québec, ainsi que dans la plupart des régions du Canada ayant des gisements de gaz naturel. Il y a un intérêt grandissant pour son développement et les installations industrielles sont des candidats idéaux pour la technologie, étant donnée la concentration élevée de CO₂ émise par les procédés.

Cependant, la technologie est toujours en voie de développement. Pour le moment les projets sont surtout de nature « pilote », et impliquent des factures énergétiques substantielles. Étant donné les réductions d'émissions potentielles de cette technologie, combinée à la croissance à venir de la tarification carbone, les efforts se multiplient. C'est une option à surveiller au cours des prochaines années.

Écologie industrielle

Après avoir mis en place des mesures de décarbonation visant vos équipements et vos procédés, vous pouvez vous tourner vers des solutions qui vont au-delà de l'échelle de notre entreprise. C'est le cas de l'écologie industrielle, une des **stratégies clés de l'économie circulaire** (voir la boîte en page 33). Cette approche vise le partage des ressources énergétiques et matérielles entre différents acteurs du secteur et contribue à réduire leurs empreintes environnementales.

Valorisation des rejets thermiques

Imaginer le captage de la vapeur des cuves de brassage d'une microbrasserie qui alimente en air chaud et humide les salles de culture d'une serre voisine. Ou bien le réseau de refroidissement d'une usine papetière qui sert à chauffer un développement commercial avoisinant. C'est ce qu'on appelle la valorisation des rejets thermiques, ou l'utilisation de **boucles énergétiques**. Cette réutilisation et ce partage de ressources énergétiques est un exemple d'application des principes de l'écologie industrielle.

La valorisation efficace de la chaleur résiduelle en industrie est une stratégie de décarbonation à fort potentiel, surtout compte tenu des besoins thermiques élevés dus au climat froid et de la forte présence et concentration industrielle de la province. En plus de permettre des économies d'énergie et une réduction des émissions, l'écologie industrielle peut s'avérer une opportunité économique intéressante : cette approche permet de créer de la valeur en monétisant des rejets thermiques qui seraient autrement inutilisés.

Le MERN reconnaît le potentiel colossal des projets de valorisation des rejets thermiques pour soutenir la transition énergétique de tous les secteurs. À cet effet, le MERN a procédé à la cartographie des rejets et des besoins thermiques des différentes entreprises et industries québécoises (voir [Carte des rejets et des besoins thermiques](#)). Les rejets thermiques sont classés par leur état et température (ex: gaz de cheminée, vapeur, gaz de procédé, liquide à haute température, liquide à basse température) alors que les besoins thermiques sont classés par leur usage (ex: chauffage des locaux ou production d'eau chaude domestique). Cet outil d'aide à la décision donne de la visibilité et permet de prendre en compte la proximité des sites ainsi que la compatibilité des besoins et des rejets. D'autres ressources sont disponibles sur le [site du MERN](#).

Optimisation des flux de matière

Tel que discuté en optimisation des procédés, une amélioration des contrôles peut mener à une réduction du taux de rejet des produits finaux. Parallèlement, une révision des contraintes de qualité est aussi efficace pour réduire la réjection. L'élimination à l'interne des flux de matières rejetés est souvent le plus rentable et facilite le traitement des matières résiduelles.

Les symbioses industrielles peuvent dépasser les échanges de chaleur comme discuté dans la section ci-dessus et inclure le partage et la réutilisation de matériaux. Le principe est simple : **les extrants de l'un deviennent les intrants de l'autre**. En donnant une nouvelle vie à vos sous-produits vous réduisez non seulement l'empreinte environnementale mais aussi les coûts de gestion de vos matières résiduelles.

Cette approche est commune dans le secteur agroalimentaire, où les effluents et résidus de certains procédés peuvent servir de matières premières dans d'autres sites industriels. Des entreprises dans plusieurs autres secteurs trouvent aussi des manières ingénieuses de réemployer des déchets valorisables comme matières premières, par exemple :

- Intégration des rejets de production et des co-produits agricoles dans l'alimentation du bétail
- Fabrication d'une bière artisanale à partir de surplus de pain
- Utilisation de déblais d'excavation dans une recette de terre à gazon
- Transformation des sacs de jute d'un torréfacteur en paillis pour une pépinière

Plusieurs régions du Québec ont mis sur pied des programmes afin de favoriser la coopération et de stimuler le développement d'initiatives de synergies et d'écologies industrielles sur leur territoire. Les offres varient mais peuvent intégrer des ateliers de maillages organisés, de l'aide technique pour recenser et caractériser vos rejets, et du support pour rechercher des débouchés et développer un plan d'affaires.

L'économie circulaire

Au Québec, seulement 3,5 % des matières sont réintroduites dans l'économie chaque année. L'économie circulaire propose une alternative au modèle économique linéaire traditionnel qui fonctionne selon le principe « extraire, fabriquer, consommer, jeter ».

La circularité consiste à produire des biens et services de manière responsable en limitant la consommation, le gaspillage des ressources et la production des déchets. Les stratégies circulaires incluent entre autres la **conception écologique et durable**, la **mutualisation des ressources**, la **réparation** et la **réutilisation**, l'**écologie industrielle** et la **récupération** et le **recyclage** des matières.

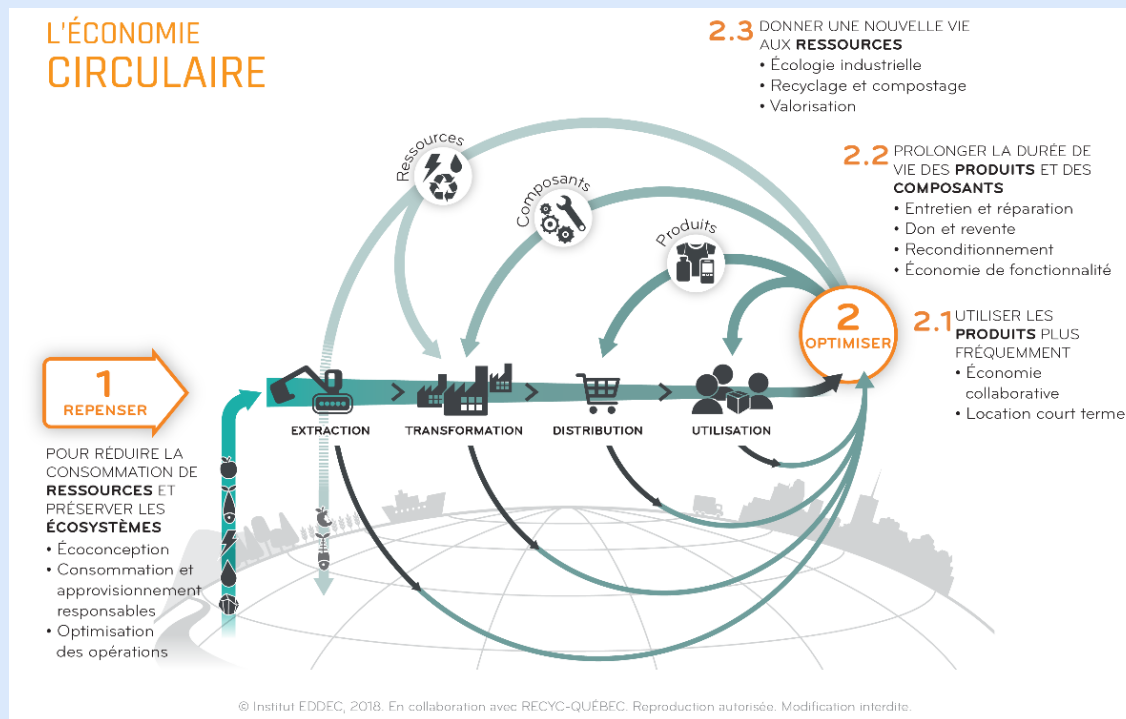
En participant à l'économie circulaire, les entreprises feront deux pierres d'un coup :

1. Améliorer leur performance environnementale

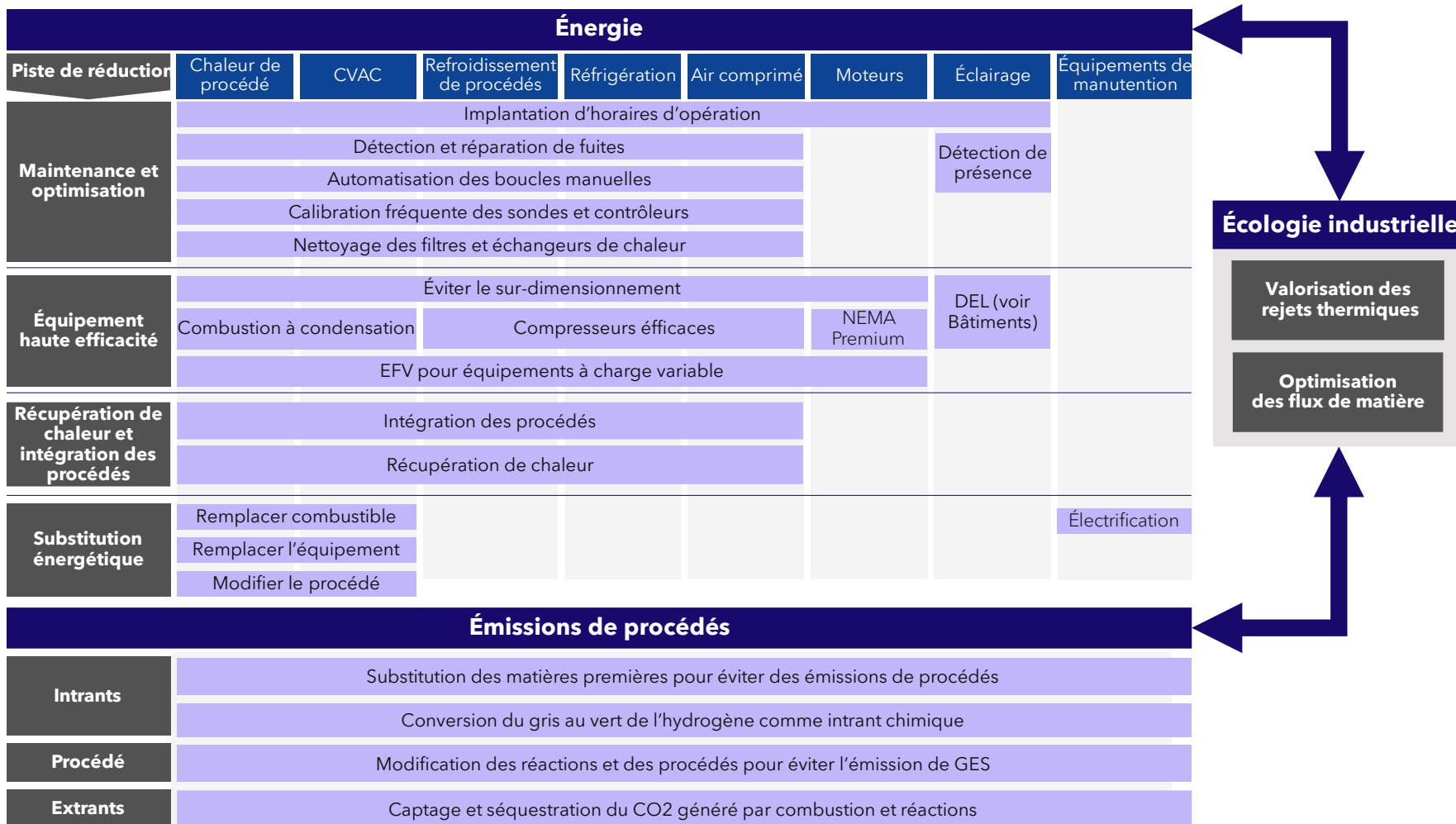
en réduisant la quantité de matières premières consommées, en donnant une nouvelle vie aux sous-produits et aux ressources et en gérant mieux les matières résiduelles

2. Bénéficier d'avantages économiques

comme de nouvelles sources de revenus, l'atténuation des risques liés à la chaîne d'approvisionnement et une opportunité de renforcer l'image de marque avec des produits plus durables.



Guide pratique des pistes de décarbonation industrielles



Synthèse des options de production de chaleur décarbonée en industrie

Procédé	Équipement typique	Équipements décarbonés								
		Remplacer le combustible	Remplacer l'équipement, sans modifier le procédé				Changer de procédé pour arriver au résultat recherché			
		GNR et biodiesel	Chaudière électrique	Résistance électrique directe	Chaudière à biomasse	Brûleur à hydrogène	Thermopompes industrielles	Équip. à induction	Fourneau à arc	Faisceau d'électrons, laser, plasma
Chauffage général	Bouilloire, brûleur	●	●	●	●		●			
Cuisson (alimentaire)	Four	●	●	●	●		●			●
Évaporation	Bouilloire, brûleur	●	●	●	●		●			
Stérilisation	Bouilloire	●	●	●	●					●
Séchage	Séchoir	●	●	●	●		●			●
Durcissement	Four	●	●	●	●		●			●
Formage	Four									
Chauffage des métaux	Fourneau, four			●			●	●	●	●
Traitement thermique	Fourneau, four			●				●		●
Fonte à basse température	Four	●	●	●	●			●		●
Fonte à haute température	Fourneau			●		●	●	●		●
Incinération	Brûleur			●		●				●
Craquage	Fourneau	●				●				
Calcination	Fourneau, kiln	●				●				

Tableaux détaillés des programmes d'aide financière

Programmes d'aide financière en bâtiments et en industrie

Données mises à jour le 1^{er} novembre 2022

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
Gouvernement du Québec - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)	<u>ÉcoPerformance</u>		
	• Remise au point	Réaliser une étude de RCx par un agent accrédité	75% des coûts jusqu'à 100 000 \$
	• Analyse standard	Déterminer et de quantifier les mesures potentielles d'économie de combustible fossile et de réduction des émissions de GES	75% des coûts jusqu'à 300 000 \$
	• Management de l'énergie	Mettre en place un système de gestion de l'énergie	75% des coûts jusqu'à 310 000 \$
	• Implantation standard	Mettre en œuvre des projets d'efficacité énergétique, de réduction des émissions de GES ou de conversion à des sources d'énergie plus vertes	75% des coûts jusqu'à 5 000 000 \$ Voir le site web pour un tableau détaillé des PRI minimales et du \$/t CO ₂ e utilisé dans le calcul du montant d'aide.
	• Implantation simplifiée	Mettre en œuvre des mesures prédéfinies d'efficacité énergétique, de conversion énergétique, et de réduction d'émissions fugitives	75% des coûts jusqu'à 100 000 \$ par mesure Maximum de 250 000 \$ par site par année
	○ Producteurs acéricoles	Aide financière pour convertir les évaporateurs utilisés dans la production de sirop d'érable à la biomasse (bois, granule) ou à l'électricité	Montant estimé selon le volume annuel de production de sirop, le combustible actuellement utilisé et l'énergie de conversion Jusqu'à un maximum de 100 000 \$
	○ Petits commerces, institutions et industries	Aide financière pour la conversion du chauffage au mazout ou au propane à l'énergie renouvelable dans les petits bâtiments	Maximum 100 000 \$, limitée à 75 % des coûts admissibles Approx. 2 \$/litre de mazout ou 1,30 \$/litre de propane économisée
	○ Supermarchés et dépanneurs	Aide financière pour l'installation de systèmes de réfrigération au CO ₂ et réduire les émissions fugitives associées au réfrigérant typique (HFC)	Minimum de 30 000 \$, maximum de 100 000 \$, limité à 75% des coûts admissibles
	○ Producteurs serricoles	Aide financière pour l'électrification partielle ou complète du système de génération de chaleur en serre (conversion à partir du mazout ou du propane)	75% des coûts jusqu'à 100 000 \$ par mesure Maximum de 250 000 \$ par site par année
• Implantation de grands projets industriels	Réduire les émissions de GES sur les sites industriels (assujettis au SPEDE)	75% des dépenses ou 100 \$/t CO ₂ e évitée, jusqu'à 40 000 000 \$	

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
(suite)	Bioénergies		
Gouvernement du Québec - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)	<ul style="list-style-type: none"> Projet d'analyse 	Déterminer et quantifier les mesures potentielles de conversion des combustibles fossiles à la bioénergie ainsi que les coûts pour les instaurer	50 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Projet d'implantation 	Mettre en œuvre des mesures de conversion utilisant la bioénergie pour des applications de production d'énergie thermique (chauffage ou procédé) <i>Pour les projets simples : voir ÉcoPerformance - Implantation simplifiée</i>	5 000 000 \$
	Valorisation des rejets thermiques	Appel de propositions pour soutenir financièrement la réalisation de projets de valorisation de rejets thermiques au Québec. Le projet doit viser la récupération et la valorisation de rejets thermiques qui, autrement, seraient perdus (exemple : rejets industriels, provenant notamment d'incinérateurs, de centres de données ou d'eaux usées).	L'appel de propositions prendra fin le 31 décembre 2025 ou jusqu'à l'épuisement des fonds disponibles, soit 200 M\$
	Technoclimat - Projet d'innovation	Démontrer le potentiel d'une innovation technologique en matière d'énergie et de réduction des émissions de GES	3 000 000 \$
Gouvernement du Québec - Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)	Mesure d'aide pour la décarbonisation du secteur industriel québécois (MADI)	Financement offert aux entreprises du secteur industriel assujetties au SPEDE pour mettre en place des projets de réduction d'émissions de GES (exemple : étude du potentiel technico-économique de réduction des émissions de GES, projet de réduction, projet d'innovation technologique en matière de réduction des émissions)	Budget total de 48 M\$ répartis entre les entreprises
Gouvernement du Québec - Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)	Programme d'aide financière pour favoriser le développement des serres	Aide financière pour les entreprises agricoles qui désirent électrifier le système de chauffage de leurs serres	Jusqu'à 40 % des investissements admissibles du projet, et ce, jusqu'à concurrence de 40 % de la facture d'électricité Investissement minimal de 3 000 000 \$

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
Gouvernement du Canada	Norme ISO 50001 (<i>pas d'appels de projets ouverts actuellement</i>)	Mettre en œuvre la norme ISO 50001 pour la gestion de l'énergie	Bâtiments commerciaux : jusqu'à 60 % des coûts Installation industrielle : 50% des coûts, jusqu'à 40 000 \$
	Économies d'impôts pour l'industrie (Catégorie 43.1, catégorie 43.2 et frais liés aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie au Canada)	Déduction fiscale pour l'amortissement accéléré des coûts en capital liés à des systèmes d'énergie renouvelable ou qui utilisent des combustibles dérivés de déchets ou qui économisent de l'énergie en utilisant un carburant de façon plus efficace	s.o.
Hydro-Québec	Programme Solutions efficaces		
	• Volet Analyse énergétique	Analyse énergétique pour cibler des mesures potentielles et en analyser la rentabilité	50% des coûts jusqu'à 50 000 \$
	• Volet Petites entreprises	Projets d'efficacité énergétique dans des bâtiments admissibles (Tarif G)	75% des coûts jusqu'à 500 000 \$
	• Volet Moyennes et grandes entreprises	Projets d'efficacité énergétique dans des bâtiments admissibles (Tarifs Affaires)	75% des coûts jusqu'à 500 000 \$
	Programme Projets innovants	Favoriser la réalisation de projets immobiliers de grandes surface (> 50 000 m ²) qui visent une très haute performance énergétique grâce à l'utilisation de technologies performantes et à l'installation de systèmes électromécaniques innovateurs : thermopompes pour combler 80% des besoins de chauffage des locaux et de l'eau et réseau d'énergie obligatoire	Calculé en fonction des kWh économisés, jusqu'à 8 000 000 \$, Rémunération maximale de 50 000 \$ pour un cabinet de génie-conseil impliqué dans la réalisation du projet
Système de gestion de l'énergie	Appui financier pour l'analyse diagnostique et le déploiement de systèmes de gestion de l'énergie électrique dans les bâtiments industriels (Tarif L)	50% des coûts jusqu'à 175 000 \$ par site	
Gazifère	Gazifère vert	Remises en argent au remplacement ou à l'installation de nouveaux appareils à haut rendement énergétique pour les clients affaires de la région de Gatineau	Voir site web pour plus de détails

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
Énergir	Études de faisabilité	Réaliser une étude de faisabilité portant sur des mesures d'efficacité énergétique	Clients Affaires : 50% des coûts, jusqu'à 25 000 \$ Clients Grandes Entreprises : 50% des coûts, jusqu'à 50 000 \$
	Implantation de mesures efficaces	Financement pour l'implantation de mesures d'efficacité énergétique, telles que la récupération de chaleur, l'optimisation du réseau de vapeur ou l'optimisation de chaufferie	Clients Affaires : jusqu'à 100 000 \$ Clients Grandes Entreprises : jusqu'à 1 000 000 \$ <ul style="list-style-type: none"> 0,30-1,00 \$/m³ de gaz naturel économisé
	Remise au point	Financement pour la réalisation des quatre phases d'un projet de recommissioning en bâtiment (investigation, implantation, transfert et suivi en continu)	50% des coûts Jusqu'à 100 000 \$
	Préchauffage solaire	Financement pour l'achat de capteurs solaires thermiques pour le préchauffage solaire de l'air ou l'eau	Jusqu'à 200 000 \$ <ul style="list-style-type: none"> 2 \$/m³ de gaz naturel économisé
	Rénovation efficace	Aide financière pour la réalisation de travaux de rénovation sur l'enveloppe thermique (remplacement des fenêtres, isolation des murs et des toits, installation d'écrans thermiques pour les serres commerciales)	Petits bâtiments : jusqu'à 40 000 \$ <ul style="list-style-type: none"> 30 \$/m² de fenêtres remplacées, jusqu'à 7,5% du coût 8 \$/m² de murs et toits rénovés, jusqu'à 75% du coût Bâtiments > 150 000 m ³ /an et serres commerciales : jusqu'à 100 000 \$ <ul style="list-style-type: none"> 1 \$/m³ de gaz naturel économisé
	Nouvelle construction efficace	Encourage la construction de nouveaux bâtiments écoénergétiques (bâtiment neuf, agrandissement ou projet de rénovation majeure) utilisant du gaz naturel pour le chauffage des locaux ou de l'eau chaude domestique	325 000 \$
	Innovation énergétique	Subvention pour les entreprises qui innovent avec de nouvelles solutions écoénergétiques permettant une utilisation plus efficace du gaz naturel	75% des coûts jusqu'à 250 000 \$
	Appareils à haute efficacité	Subvention pour l'achat et l'installation d'appareils : Chaudière/aérotherme/chauffe-eau à condensation, unité de chauffage à infrarouge, hotte à débit variable, thermostat intelligent	100 \$ à 25 000 \$ selon l'appareil
	Système de gestion de l'énergie	Subvention pour mettre en place un système de gestion de l'énergie (SGE) pour améliorer sa performance énergétique de façon continue	50% des coûts jusqu'à \$350 000

Programmes d'aide financière en transport

Données mises à jour le 1^{er} novembre 2022

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
Gouvernement du Québec - Ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD)	Écocamionnage	Financement pour soutenir la réduction des émissions de GES des véhicules utilisés pour le transport de marchandises	Maximum de \$3 000 000 par demandeur par année
	<ul style="list-style-type: none"> Technologie anti-ralenti 	Acquisition et installation d'une technologie anti-ralenti	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules légers : 30-50% des dépenses admissibles, jusqu'à 1 000 \$ Véhicules lourds : jusqu'à 3 000 \$ (carburant fossile) ou 5 000 \$ (électrique)
	<ul style="list-style-type: none"> Système auxiliaire ou technologie électrique 	Acquisition et installation d'un système auxiliaire ou d'une technologie électrique permettant de réduire la consommation de carburant	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules légers : 50% des dépenses admissibles jusqu'à 1 000 \$ Véhicules lourds : 50% des dépenses admissibles jusqu'à 75 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Technologie améliorant l'aérodynamisme 	Acquisition et installation de dispositifs aérodynamiques	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules légers : 30% des dépenses admissibles jusqu'à 1 000 \$ Véhicules lourds : 50% des dépenses admissibles jusqu'à 3 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Autre technologie 	Acquisition et installation d'une autre technologie permettant de réduire les émissions de GES	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules légers : 30% des dépenses admissibles jusqu'à 1 000 \$ Véhicules lourds : 50% des dépenses admissibles jusqu'à 15 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Modernisation d'un véhicule (électrique) 	Acquisition d'une technologie permettant la conversion électrique du véhicule	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules moyens : 50% des coûts différentiels jusqu'à 25 000 \$ Véhicules lourds : 50% des coûts différentiels jusqu'à 75 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Véhicule ou technologie permettant l'utilisation d'un carburant de remplacement 	Acquisition d'un véhicule ou d'une technologie permettant l'utilisation d'un carburant de remplacement (ex : gaz naturel, propane, biodiesel)	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules légers : 30% des dépenses admissibles jusqu'à 3 000 \$ Véhicules lourds : 30% des dépenses admissibles jusqu'à 30 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Véhicule à propulsion hybride rechargeable ou électrique neuf 	Acquisition d'un nouveau véhicule électrique ou hybride rechargeable	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules légers : jusqu'à 10 000 \$ (selon la capacité des batteries) Véhicules lourds : jusqu'à 175 000 \$ (selon la capacité des batteries)

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
	<ul style="list-style-type: none"> Véhicule à pile à combustible neuf 	Acquisition d'un véhicule à pile à combustible	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules légers : 50% des dépenses admissibles jusqu'à 8 000 \$ Véhicules lourds : 50% des dépenses admissibles jusqu'à 175 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Véhicule à basse vitesse 	Acquisition d'un véhicule à basse vitesse	<ul style="list-style-type: none"> Jusqu'à 12 500 \$ par véhicule
	<ul style="list-style-type: none"> Vélo-cargo à assistance électrique 	Acquisition d'un vélo cargo à assistance électrique	<ul style="list-style-type: none"> 35% du coût d'achat jusqu'à 3 000 \$
	<ul style="list-style-type: none"> Projet de logistique 	Amélioration de la logistique (réduction des transports sans chargement, optimisation des trajets ou du chargement)	<ul style="list-style-type: none"> 50% des dépenses admissibles jusqu'à 125 000 \$ ou 500 \$ par tonne d'émissions de GES réduite
Gouvernement du Québec - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)	Transportez vert		
	<ul style="list-style-type: none"> Coach en gestion de l'énergie 	Financement pour aider les propriétaires de flottes à embaucher un coach	<ul style="list-style-type: none"> 50% des coûts jusqu'à 30 000 \$ (maximum de 150 000 \$ par demandeur par année)
	<ul style="list-style-type: none"> Formation des conducteurs 	Financement pour aider les propriétaires de flottes à offrir une formation à leurs conducteurs	<ul style="list-style-type: none"> 50% des coûts jusqu'à 1 000 \$ par séance de formation (maximum de 30 000 \$ par demandeur par année)
	<ul style="list-style-type: none"> Stations de recharge rapide 	Financement pour aider les propriétaires de flottes à installer des chargeurs rapides	<ul style="list-style-type: none"> 50% des coûts jusqu'à 15 000 \$ pour les bornes de 20 à 49 kW et jusqu'à 60 000 \$ pour les bornes de 50 kW et plus (maximum de 150 000 \$ par demandeur par année)
	Roulez vert		
<ul style="list-style-type: none"> Rabais pour un véhicule neuf 	Rabais à l'achat ou à la location aux entreprises du Québec qui souhaitent faire l'acquisition d'un véhicule électrique neuf dont le prix de détail suggéré par le fabricant (PDSF) est inférieur ou égal à 65 000 \$	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules entièrement électriques ou à pile à combustible (hydrogène) : 7 000 \$ (prix d'achat maximal : 60 000 \$) Véhicules hybrides rechargeables : de 300 à 5 000 \$ selon la capacité de la batterie électrique (prix d'achat maximal : 60 000 \$) Motocyclettes électriques : 2 000 \$ Motocyclettes à vitesse limitée électriques (scooters électriques) : 500 \$ <p>Pas de limite quant au nombre de demandes par entreprise</p>	

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
	<ul style="list-style-type: none"> Rabais pour un véhicule d'occasion 	Acquisition de véhicules entièrement électriques d'occasion	3 500 \$ par véhicule
	<ul style="list-style-type: none"> Remboursement pour une borne au travail 	Financement pour l'installation de bornes pour la recharge des véhicules corporatifs ou des véhicules d'employés	<p>À l'achat: 50 % des dépenses admissibles jusqu'à un maximum de :</p> <ul style="list-style-type: none"> 5 000 \$ par borne de recharge sans fil ou 5 000 \$ par connecteur (pour une borne munie d'un ou de plusieurs connecteurs) <p>À la location:</p> <ul style="list-style-type: none"> 500 \$ par borne de recharge sans fil ou 500 \$ par connecteur (pour une borne munie d'un ou de plusieurs connecteurs) et 50 % des dépenses admissibles liées aux travaux d'installation d'une borne de recharge. <p>Maximum de 25 000 \$ par demandeur par année</p>
Propulsion Québec	Recharge+ Financement d'infrastructures de recharge	Accompagnement et financement partiel pour l'acquisition et l'installation d'infrastructures de recharge pour les parcs de véhicules légers et les milieux de travail	<p>Jusqu'à 50 % des coûts totaux du projet pour un maximum de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Niveau-2 : 5 000 \$ par connecteur Bornes rapides (20 kW-49 kW) : 15 000 \$ par borne de recharge Bornes rapides (> 50 kW) : 100 000 \$ par borne de recharge
Gouvernement du Canada - Transports Canada (TC)	Programme d'incitatif pour les véhicules à zéro émission (iVZE)	Financement pour réduire le coût initial des véhicules légers à zéro émission	<ul style="list-style-type: none"> Jusqu'à 5 000 \$ par véhicule (y compris les véhicules électriques à batterie, à hydrogène et hybrides rechargeables avec autonomie ≥ 50 km) Jusqu'à 2 500 \$ par véhicule pour les véhicules hybrides rechargeables dont l'autonomie électrique est inférieure à 50 km <p>Limite de 10 rabais par demandeur par année</p>
	Programme d'incitatifs pour les véhicules moyens et lourds à zéro émission (iVMLZE)	Financement pour réduire le coût initial des véhicules moyens et lourds à zéro émission	<ul style="list-style-type: none"> Classe 2b : jusqu'à 10 000 \$ par véhicule Classe 3 : jusqu'à 40 000 \$ par véhicule Classes 4-5 : jusqu'à 75 000 \$ par véhicule Classes 6-7 : jusqu'à 100 000 \$ par véhicule Classe 8 : jusqu'à 150 000 \$ par véhicule Autocar : 200 000 \$ par véhicule <p>Limite de 10 rabais ou 1 000 000 \$ par demandeur par année</p>

Administrateur	Programme	Description	Subvention disponible
Gouvernement du Canada - Ressources naturelles Canada (RNCAN)	Programme d'infrastructure pour les véhicules à émission zéro (PIVEZ)	Soutient le déploiement de l'infrastructure de recharge et ravitaillement pour les véhicules à émission zéro	Jusqu'à 50 % des coûts jusqu'à 5 000 000 \$ par projet et un maximum de: <ul style="list-style-type: none"> • Niveau-2 : 5 000 \$ par connecteur • Bornes rapides (20 kW-49 kW) : 15 000 \$ par borne de recharge • Bornes rapides (50 kW-99 kW) : 50 000 \$ par borne de recharge • Bornes rapides (100 kW-199 kW) : 75 000 \$ par borne de recharge • Bornes rapides (> 200 kW) : 100 000 \$ par borne de recharge • Station de ravitaillement à l'hydrogène : 1 000 000 \$ par site
	RNCAN	Financement pour soutenir les entreprises de camionnage dans leurs projets : (1) d'évaluation énergétique des flottes de transport de marchandises et (2) de mise en œuvre de mesures d'efficacité recommandées lors d'une évaluation	Contributions à frais partagés de 50 %, jusqu'à concurrence de 10 000 \$ pour les projets d'évaluation Contributions à frais partagés de 50 %, jusqu'à concurrence de 100 000 \$, pour la mise en œuvre de technologies de réduction des émissions

Notes :

- Vous pouvez combiner l'aide financière offerte par les gouvernements provincial et fédéral pour l'achat ou la location d'un véhicule électrique neuf. Vous devez toutefois vous assurer de respecter les critères d'admissibilité des deux programmes et vérifier que le véhicule que vous souhaitez acquérir se trouve dans la liste des véhicules admissibles des deux programmes.
- Dans certains cas, le financement maximal disponible est plus élevé pour les entreprises et les communautés autochtones.

