



Décarbonation du secteur de la santé

Diagnostic, trajectoire et stratégies

Rédigé pour:



18 décembre 2023



Rédigé pour:



**Association pour la Santé
Publique du Québec**

<https://aspq.org/>

Rédigé par:



Dunsky Énergie + Climat

50 rue Sainte-Catherine Ouest, bur. 420
Montréal, QC, H2X 3V4

www.dunsky.com | info@dunsky.com
+ 1 514 504 9030

Avec le soutien de:



La Fondation Familiale Trottier

À propos de Dunsky



Dunsky est fière de soutenir les principaux acteurs – gouvernements, entreprises d'énergie, grandes corporations et autres – dans leurs démarches pour **accélérer la transition énergétique** de façon efficace et responsable.

Forte d'une équipe de plus de 50 experts, Dunsky œuvre dans les domaines des Bâtiments, de la Mobilité, de l'Industrie et de l'Énergie. Basés au Québec, nous appuyons nos clients de deux façons : par l'**Analyse** rigoureuse des opportunités (technique, économique, marchés), et par la conception ou l'évaluation de **Stratégies** (plans, programmes, politiques) pour en assurer le déploiement.

dunsky
Énergie + Climat
ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

ANALYSE + STRATÉGIE

BÂTIMENTS MOBILITÉ INDUSTRIE ÉNERGIE

GOVERNEMENTS ENTREPRISES D'ÉNERGIE CORPORATIF + OBNL

Visitez dunsky.com pour de plus amples renseignements.

PRÉAMBULE

Dunsky Énergie + Climat a été mandaté par l'Association pour la Santé Publique du Québec en mai 2023 pour réaliser une étude à haut niveau répondant à la question suivante :

Comment le secteur de la santé pourrait-il atteindre zéro émission d'ici 2040?

Pour réaliser ce mandat, Dunsky s'est notamment basé sur des données fournies par différentes parties prenantes du secteur de la santé entre juin et novembre 2023. Dunsky a par la suite développé une feuille de route en identifiant des stratégies à fort potentiel d'impact pour atteindre zéro émission sur l'ensemble du parc de bâtiments et de véhicules. La feuille de route offre un ordre de grandeur des investissements et du rythme des efforts requis à l'échelle de la province d'ici 2040.

Les projections décrites dans la feuille de route ne représentent pas une prédiction de l'évolution du secteur de la santé au Québec. Elles reflètent plutôt un scénario répondant de manière efficiente à un objectif zéro émission en 2040, le tout sur la base de nos meilleures connaissances, de l'état des technologies et des données disponibles au moment où le travail a été réalisé.

Nous reconnaissons qu'il existe des enjeux importants pour rendre le secteur de la santé zéro émission et plusieurs avenues pour y parvenir, plus particulièrement pour les bâtiments. La feuille de route ne souhaite pas minimiser cette complexité ni ces enjeux, et n'a pas pour objectif d'imposer une vision unique pour la décarbonation du secteur, mais plutôt d'offrir une base de référence robuste sur laquelle s'appuyer pour proposer des initiatives et des actions structurantes.

Acronymes, abréviations et unités

ACME	Association canadienne des médecins pour l'environnement
CAH	Changement d'air à l'heure
CHLSD	Centre d'hébergement et de soins de longue durée
CHSGS	Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés
CISSS	Centre intégré de santé et de services sociaux
CIUSSS	Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux
CLSC	Centres locaux de services communautaires
COP	Coefficient de performance
CPEJ	Centres de protection de l'enfance et de la jeunesse
CR	Centre de réadaptation
CSC	Coût social du carbone
DEL	Diode électroluminescente
FFT	Fondation Familiale Trottier
GES	Gaz à effet de serre
GJ	Gigajoule
GNR	Gaz naturel renouvelable
IRLM	Immeuble résidentiel à logements multiples
kWh	Kilowattheure
MELFFCP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MSSS	Ministère de la Santé et des Services Sociaux
NHS	National Health Service (Angleterre)
PEV	Plan pour une économie verte 2030
PJ	Petajoule
RNCan	Ressources naturelles Canada
SSE	Synergie Santé Environnement
TJ	Terajoule
VÉ	Véhicule électrique
VPC	Véhicules à pile à combustible
W	Watt

Sommaire

Contexte et préambule

Le gouvernement du Québec s'est doté d'une cible de réduction des émissions de GES pour les bâtiments de l'État de 60 % sous le niveau de 1990 à l'horizon 2030 et s'est engagé à ce qu'ils atteignent **zéro émission en 2040**. Du côté des transports, la cible consiste à électrifier 100 % des véhicules légers institutionnels d'ici 2030, et à ce que l'ensemble du parc soit zéro émission d'ici 2040.

Les bâtiments du secteur de la santé sont actuellement responsables de plus de la moitié des émissions de GES des bâtiments de l'État alors qu'ils représentent seulement le quart de la superficie. Le poids relatif des émissions de ce secteur fait en sorte qu'une importance et une attention particulière doit lui être accordée pour atteindre ces objectifs.

Dans ce contexte, Dunsy Énergie + Climat a été mandaté pour réaliser une étude à haut niveau afin d'évaluer le travail à accomplir pour décarboner le secteur de la santé d'ici 2040. Nous avons ainsi développé une **feuille de route** en identifiant des stratégies à fort potentiel d'impact pour atteindre cet objectif zéro émission pour les bâtiments et les véhicules. La feuille de route offre un ordre de grandeur des investissements et du rythme des efforts requis à l'échelle de la province d'ici 2040.

Nous reconnaissons qu'il existe des enjeux importants pour rendre le secteur de la santé zéro émission et plusieurs avenues pour y parvenir, plus particulièrement pour les bâtiments. La feuille de route ne souhaite pas minimiser ces enjeux et n'a pas pour objectif d'imposer une vision unique pour la décarbonation du secteur, mais plutôt d'offrir une **base de référence robuste** sur laquelle s'appuyer pour proposer des actions clés à entreprendre.

Portrait des émissions GES du secteur de la santé

Dunsy évalue que le secteur de la santé représente **3,6 % des émissions de la province**, soit 2,7 millions de tonnes de GES provenant des bâtiments, des transports et des émissions indirectes (émissions de portée 3). La majorité des émissions directes des bâtiments provient des énergies fossiles pour le chauffage de l'air et de l'eau chaude sanitaire, et le reste des gaz médicaux. Au niveau des transports, il s'agit principalement du transport d'urgence des patients par ambulances, navettes et avions.

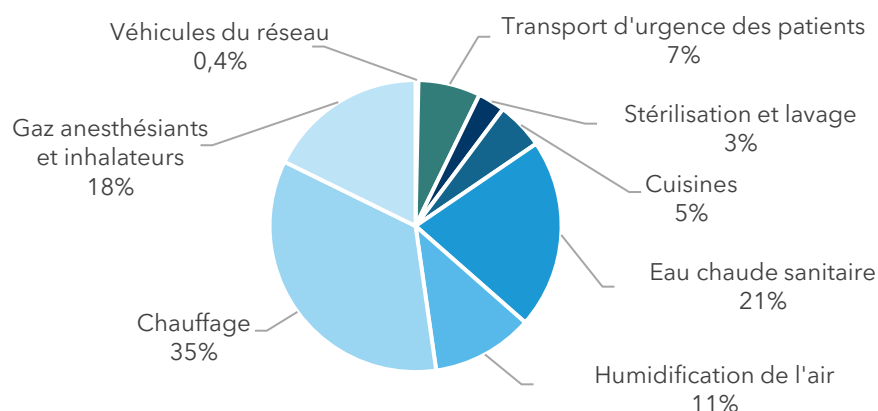


Figure S1. Émissions directes de GES des bâtiments et du transport du secteur de la santé

Feuille de route de décarbonation

Selon nos analyses, il est possible d'atteindre un parc de bâtiments et de véhicules zéro émission directe d'ici 2040 en déployant les investissements dès maintenant. **Au-delà de l'atteinte de la cible climatique**, la mise en œuvre de la feuille de route offre **trois principaux bénéfices**: 1) une intensité énergétique optimisée, et des coûts d'énergie réduits et stables pour les bâtiments, 2) des coûts d'opération réduits et stables (énergie et entretien) pour le parc de véhicules, et 3) des bénéfices pour la santé grâce à un secteur zéro émission.

Une approche de **décarbonation efficiente** permet de réduire la consommation d'énergie totale de **25 %** dans les bâtiments avant de recourir aux énergies renouvelables. Ceci évite des pressions inutiles sur le réseau électrique et les ressources énergétiques. Ce potentiel est conservateur considérant les mesures comportementales additionnelles qui pourraient y être ajoutées et les avancées technologiques qui pourraient se matérialiser d'ici 2040.

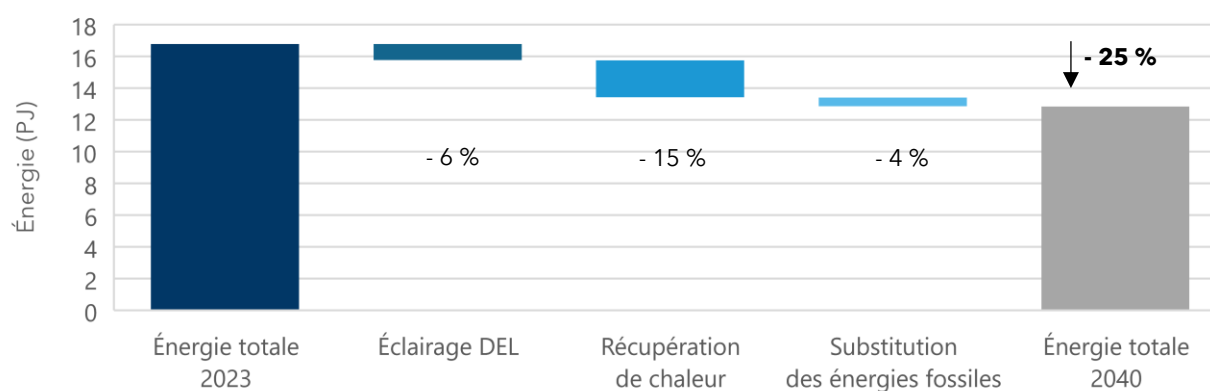


Figure S2. Part des économies d'énergie dans les bâtiments

Au niveau des bâtiments, Dunsky a identifié **trois mesures clés**. En premier lieu, l'éclairage DEL et ses appareils de contrôle pour réduire la consommation d'électricité, bien que cette mesure ne réduise pas les émissions de GES vu la nature de l'électricité produite au Québec. L'éclairage est le deuxième poste en importance de consommation d'électricité après les équipements auxiliaires (tels les appareils médicaux).

Ensuite, la récupération de chaleur est une mesure phare pour le secteur de la santé, car des pertes de chaleur importantes sont associées aux changements d'air plus élevés que dans d'autres bâtiments. Cette mesure capte la chaleur excédentaire dans l'air intérieur et dans l'air évacué et contrôle mieux les changements d'air dans les plateaux médico-techniques. Avec des modifications aux réseaux de distribution de chaleur et aux systèmes de ventilation, il est possible **de réduire les besoins de chauffage de 57 % et de l'eau chaude de 28 %**. La récupération de chaleur réduit de 540 millions les investissements requis dans les équipements de géothermie et de thermopompes pour substituer le gaz naturel.

Puis en troisième lieu, le gaz naturel est substitué par une **utilisation efficace de l'électricité** pour éviter des pressions inutiles sur le réseau électrique. Après l'application des mesures d'efficacité énergétique ci-haut, l'électricité est l'énergie de substitution lorsqu'il est possible d'avoir recours à des équipements à haute efficacité, soit la géothermie en priorité et de l'aérothermie en plus petite proportion, pour le chauffage de l'air et le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, ainsi que des cuisinières à induction et autres appareils électriques dans les cuisines. La production de vapeur pour l'humidification de l'air, les procédés de stérilisation

et de lavage, ainsi que le reste de l'énergie requise pour amener l'eau chaude à la température adéquate, sont quant à eux répartis entre la biomasse, l'électricité et le GNR.

Du côté des véhicules, l'électrification progressive et complète des ambulances et du parc de véhicules du réseau de la santé d'ici 2040 permet de générer des **économies de 80 %** en coût d'énergie et de 50 % en coût d'entretien comparativement aux véhicules à combustion.

Les émissions liées aux gaz médicaux peuvent quant à elles être éliminées grâce à la substitution des gaz à haut impact carbone et l'adoption de pratiques médicales à plus faible empreinte carbone.

Dans l'ensemble, 1,6 milliards de dollars sont requis dans les cinq prochaines années, pour un total de **3,8 milliards de dollars à l'horizon 2040**, pour atteindre l'objectif zéro émission directe du secteur de la santé.¹

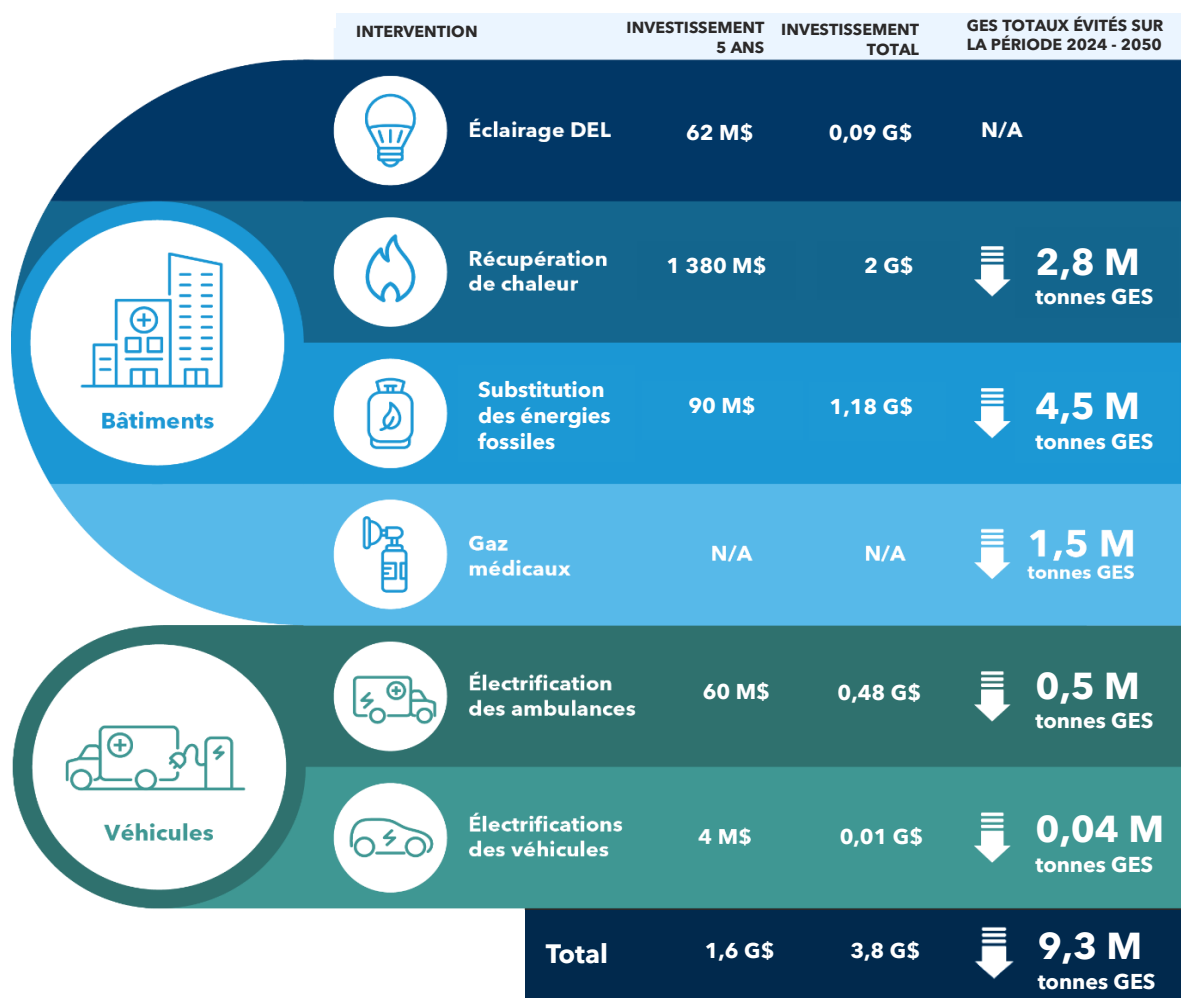


Figure S3. Sommaire des coûts et des réductions de GES de la décarbonation du secteur de la santé²

¹ Ce montant comprend le surcoût d'investissement et ne prend pas en compte les économies d'énergie, les coûts évités en puissance et le coût social du carbone.

² Les coûts de la réduction des émissions des gaz médicaux sont principalement des coûts d'opération.

La Figure S4 présente ensuite la contribution des différentes interventions dans l'atteinte de l'objectif zéro émission directe en 2040.

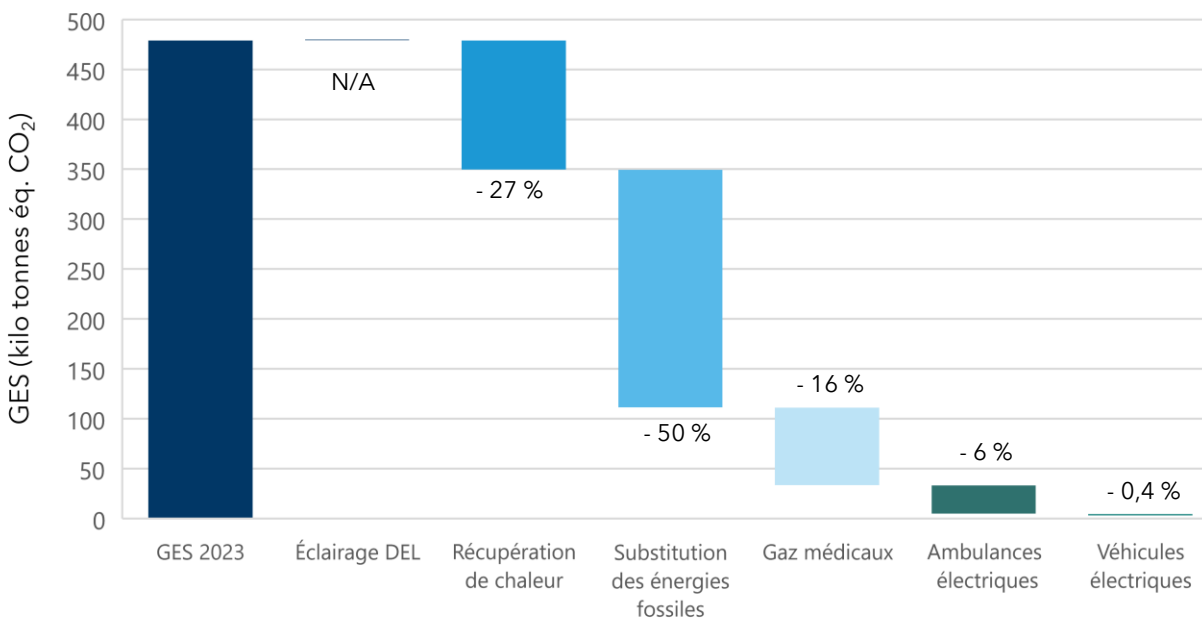


Figure S4. Part des réductions de GES des interventions de la feuille de route - vue 2040

Pour atteindre l'objectif zéro émission directe, le profil énergétique du secteur évoluera de façon à augmenter la part de l'électricité (+ 35 %) et de la biomasse (+ 2 %), et celle du GNR pourrait atteindre 5 % de la consommation d'énergie en 2040 (Figure S5). Ces changements s'accompagnent **d'économies d'énergie de 1,5 milliard de dollars jusqu'en 2050**.

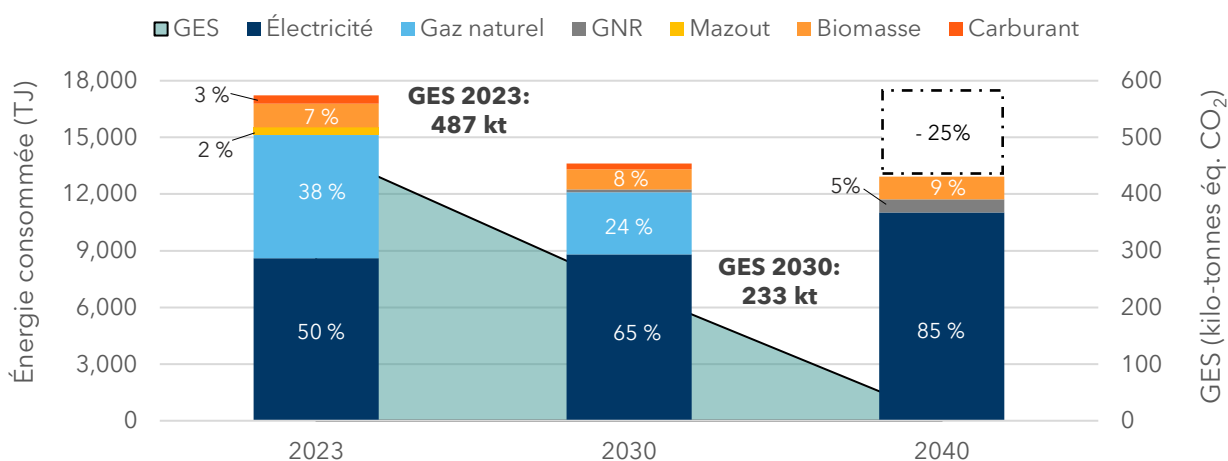


Figure S5. Évolution du profil énergétique du secteur de la santé et réductions de GES³

La part additionnelle d'électricité du secteur de la santé en 2040 représente une addition de 653 GWh, soit environ 1 % de l'augmentation d'électricité prévue d'ici 2035 au Québec.⁴ Du

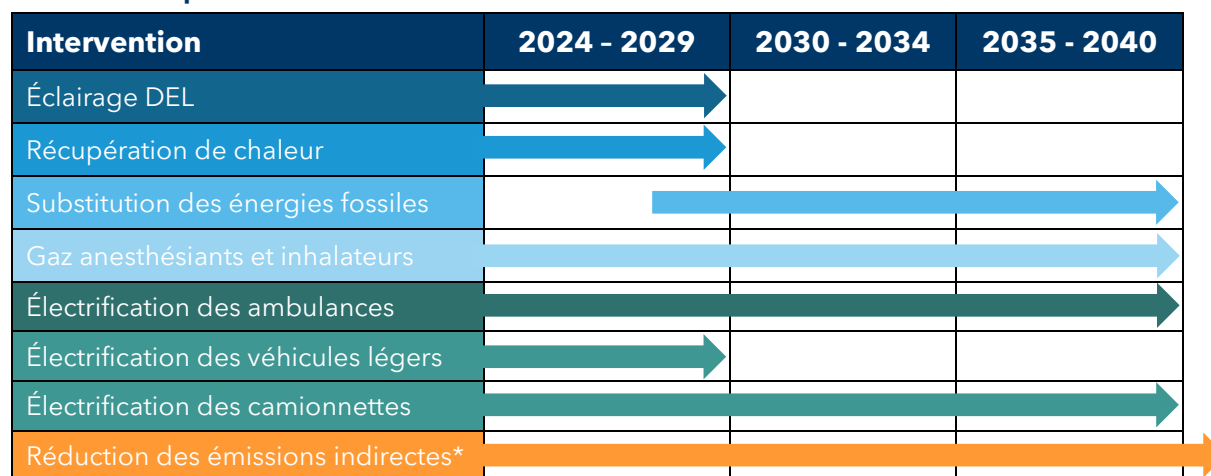
³ Les émissions de GES à la Figure S5 incluent également les gaz médicaux.

⁴ Hydro-Québec prévoit 60 TWh additionnel dans son Plan d'action 2035.

côté du GNR, considérant la rareté de la ressource, il pourrait être nécessaire d'ajuster le plan en cours pour trouver des alternatives au GNR plus près de 2040. Dans la feuille de route, la part de GNR est établie à environ la moitié des usages difficiles à électrifier, soit principalement la production de vapeur. Il est possible que dans un contexte de décarbonation des divers secteurs de la société, cette valeur doive être revue à la baisse pour éviter une demande excessive de gaz naturel renouvelable à l'horizon 2040.

Enfin, cette trajectoire de décarbonation permet d'atteindre les cibles gouvernementales de réduction de GES en 2030 et 2040. L'amplitude des efforts en réduction d'énergie est plus substantielle d'ici 2030. Tout délai de mise en œuvre d'un plan zéro émission ne fera qu'accentuer l'importance des efforts requis par la suite d'ici 2040. Pour les émissions indirectes, les efforts se poursuivront au-delà de 2040.

Tableau S1. Répartition des efforts de la feuille de route d'ici 2040



* Intervention qui se poursuit au-delà de 2040

Recommandations

À la lumière de ces analyses, des recommandations ont ainsi été formulées pour les trois principales catégories d'émissions : les bâtiments, les véhicules et les émissions indirectes, ainsi que pour mettre en place une gouvernance de la décarbonation proactive pour se donner les moyens de réaliser cette transition.



Gouvernance : Affirmer l'engagement du MSSS vis-à-vis de l'objectif zéro émission. Définir les pouvoirs et les mandats pour agir envers la décarbonation au sein du MSSS et des établissements. Établir des budgets et des équipes dédiées à la décarbonation dans les établissements. Soutenir la mise en place de leviers financiers pour faciliter la mise en œuvre de la décarbonation.



Bâtiments : Planifier une campagne d'installation d'éclairage DEL. Installer des systèmes de récupération de chaleur. Installer des systèmes de chauffage électrique efficaces, dont la géothermie principalement. Prévoir des thermopompes pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire. Éliminer l'usage des gaz anesthésiants, gaz inhalateurs et gaz réfrigérants à haut impact carbone. Implanter des contrôles et des systèmes de gestion de l'énergie pour optimiser les économies d'énergie et gérer efficacement la pointe électrique. Prévoir une remise au point périodique des équipements. Planifier les nouvelles constructions selon l'objectif zéro émission.



Transport : Électrifier progressivement les véhicules et les ambulances tout en planifiant le déploiement optimal des infrastructures de recharge et en optimisant l'usage des véhicules



Émissions indirectes : Comptabiliser les émissions indirectes dans les bilans carbone des établissements de santé. Développer et déployer des outils adéquats pour faciliter cette comptabilisation. Évaluer et planifier la mise en œuvre d'interventions clés pour réduire les émissions indirectes.



Table des matières

Sommaire	i
1. Introduction.....	1
1.1. Mise en contexte	1
1.2. Aperçu du mandat	2
2. Portrait des émissions de GES.....	3
2.1. Bâtiments	4
2.2. Transports	5
3. Feuille de route de décarbonation.....	6
3.1. Bâtiments	6
3.2. Véhicules.....	14
3.3. Émissions indirectes.....	19
3.4. Synthèse et vue globale	24
4. Recommandations	25
Annexe A.....	27
Annexe B.....	30
Annexe C.....	33
Annexe D.....	35

1. Introduction

1.1. Mise en contexte

Le gouvernement du Québec s'est doté, avec le Plan pour une économie verte (PEV), d'une cible de réduction des émissions de GES pour les bâtiments de l'État de 60 % sous le niveau de 1990 à l'horizon 2030⁵ et s'est engagé en 2021 à ce qu'ils atteignent **zéro émission en 2040**.⁶ Cet objectif s'étend à l'ensemble des secteurs d'activités de la société d'ici 2050. Du côté de la consommation d'énergie, le Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétique du Québec cible pour 2030 une réduction de 15 % sous le niveau de 2012-2013.

Au niveau du parc de véhicules de l'État, le gouvernement du Québec a adopté une cible visant à électrifier 100 % des véhicules légers et 25 % des camionnettes d'ici 2030 pour que l'ensemble du parc de véhicules soit zéro émission d'ici 2040.⁷

Les bâtiments du secteur de la santé sont actuellement responsables de **plus de la moitié des émissions de GES des bâtiments de l'État** alors qu'ils représentent seulement le quart de la superficie.⁸ À cela s'ajoutent les émissions des véhicules du réseau de la santé ainsi que les émissions indirectes qui incluent entre autres les émissions associées aux déchets, aux produits utilisés (médicaux et non médicaux), à la chaîne d'approvisionnement, à la nourriture ainsi qu'aux déplacements des patients et des employés.

Le poids relatif des émissions de ce secteur dans les activités de l'État fait en sorte qu'une importance et une attention toute particulière doivent lui être accordées afin d'atteindre les objectifs fixés pour les **16 prochaines années**; et ce sans compter les actions à entreprendre dès maintenant pour mieux comprendre et réduire les émissions indirectes qui ne font actuellement pas l'objet d'une évaluation détaillée ou d'une cible gouvernementale. Malgré l'ampleur du défi, des opportunités existent et des **actions concrètes** peuvent être mises en œuvre en matière d'efficacité énergétique, d'électrification, d'énergies renouvelables et de gestion efficace de l'énergie.

Les **bénéfices** d'un système de santé sobre en carbone dépasseront les bénéfices climatiques, qu'il s'agisse de l'amélioration de la qualité de l'air, de la prévisibilité des coûts énergétiques, de la réduction de coûts d'opération ou de l'optimisation des soins de santé. Cette trajectoire de décarbonation est l'occasion de répondre simultanément aux objectifs climatiques tout en générant des bénéfices plus globalement pour la santé. Il s'agit aussi d'une occasion pour le Québec de se démarquer et de servir d'exemple à travers le Canada.

⁵ Transition énergétique Québec. Cibles de réduction institutionnelles. <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/affaires/secteurs/secteur-institutionnel/cibles-de-reduction-institutionnelles>

⁶ MELFFCP. Communiqué de presse du 7 novembre 2021: Conférence de Glasgow sur le climat. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/infuseur/communiqué.asp?no=4679>

⁷ Gouvernement du Québec. Électrification des transports. <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/electrification-des-transport>

⁸ État de l'énergie du Québec (2021) Chaire de gestion du secteur de l'énergie, p. 40. Cette donnée a été mise à jour au rapport depuis la version du 15 novembre 2023. Le [Registre public des données énergétiques des bâtiments institutionnels](#) utilisé excluait les données du réseau de l'enseignement supérieur, ainsi que les données des autres ministères et organismes gouvernementaux.

1.2. Aperçu du mandat

Dunsky Énergie + Climat a été mandaté pour réaliser une étude afin d'évaluer l'ampleur et le rythme du travail à accomplir pour décarboner le secteur de la santé de la province, et d'identifier les stratégies à mettre en place pour faciliter l'atteinte des objectifs.

Pour ce faire, nous avons étudié les questions suivantes :

- Quel est le portrait actuel des émissions dans le secteur de la santé?
- À haut niveau, quels moyens sont requis pour atteindre la cible zéro émission en 2040?
- Quelles politiques et stratégies faciliteraient l'atteinte des objectifs?

Notre approche d'analyse

Dunsky a développé une **feuille de route de décarbonation** à l'échelle de la province en identifiant des stratégies à fort potentiel d'impact à mettre en œuvre pour permettre l'atteinte de cet objectif.

Nous avons évalué l'ampleur et le rythme des investissements requis d'ici 2040 pour décarboner le parc de bâtiments et de véhicules selon une approche de décarbonation efficiente, c'est-à-dire le recours aux énergies renouvelables afin de réduire les émissions de GES tout en priorisant la réduction de la consommation d'énergie. Les trois piliers d'une décarbonation efficiente sont l'efficacité énergétique, l'utilisation efficace des énergies renouvelables et la gestion de la pointe électrique.

L'exercice de décarbonation a été réalisé en partant d'une principale contrainte : celle de rencontrer les cibles gouvernementales. Considérant le contexte énergétique actuel du Québec, Dunsky a en outre souhaité s'assurer, à travers la feuille de route, de limiter autant que possible la pression additionnelle sur le système électrique. Autrement dit, la capacité d'approvisionnement électrique n'a pas été restreinte dans les analyses, mais les principes d'une décarbonation efficiente ont guidé le choix des interventions.

Dunsky reconnaît qu'il existe des enjeux importants pour rendre le secteur de la santé zéro émission et plusieurs avenues pour y parvenir, plus particulièrement pour les bâtiments. La feuille de route ne souhaite pas minimiser ces enjeux et n'a pas pour objectif d'imposer une vision unique pour la décarbonation du secteur, mais plutôt d'offrir une **base de référence robuste** sur laquelle s'appuyer pour proposer des actions clés à entreprendre.

Mentionnons aussi les incertitudes et imprécisions inhérentes à des analyses réalisées à échelle provinciale. Des études spécifiques à l'échelle de chacun des établissements de santé seront nécessaires. Ce rapport offre un point de départ à la réflexion.

Initiatives Santé-Climat de la Fondation Familiale Trottier (FFT)

Cette étude s'insère plus largement dans le cadre du programme Santé-Climat de la FFT qui vise à faire progresser la compréhension et l'action sur l'intersection entre la santé humaine et la crise climatique. Le rapport présent constitue une des multiples initiatives en cours à cet effet et rendues possibles par un investissement de 10 M\$ sur les cinq prochaines années de la part de la Fondation pour réduire les émissions de GES dans le secteur de la santé.⁹

⁹ Fondation Familiale Trottier. Actualité du 10 mai 2023. <https://www.fondationtrottier.com/actualite>

2. Portrait des émissions de GES

Le secteur de la santé du Québec représente **3,6 % des émissions** de la province, soit plus de 2,7 millions de tonnes de GES. Ce bilan a été réalisé à partir des données de l'année fiscale 2021-2022 du Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) ainsi que d'autres sources provenant d'Amérique du Nord ou de l'Europe lorsque l'information pour le Québec n'était pas disponible, notamment pour les émissions indirectes. Un certain degré d'incertitude est rattaché à l'utilisation de données externes, mais elles représentent les meilleures sources d'information en attendant la réalisation d'un exercice d'inventaire GES détaillé pour le Québec. Les données utilisées sont détaillées à l'Annexe A. Aussi, les données sont manquantes pour estimer les émissions liées au transport des patients, des visiteurs et des fournisseurs.

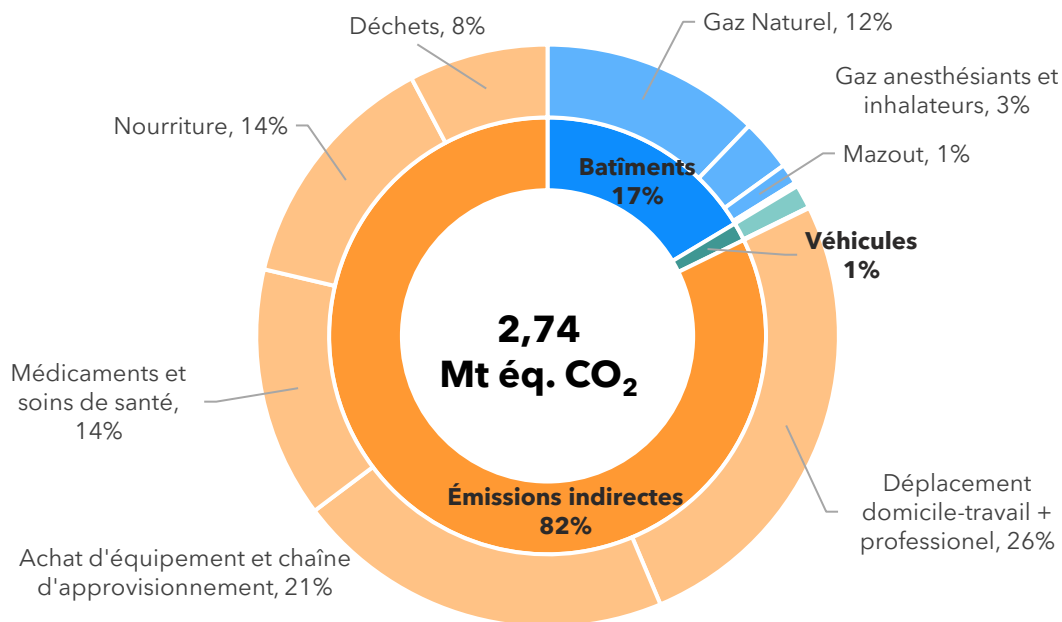


Figure 1. Portrait global des émissions GES du secteur de la santé au Québec

Sur le plan des sources d'énergie, l'électricité représente la principale source d'énergie consommée dans le secteur de la santé, suivi du gaz naturel.

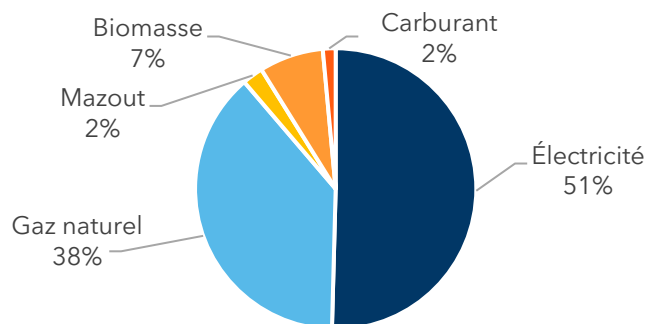


Figure 2. Répartition des sources d'énergie utilisée dans le secteur de la santé

2.1. Bâtiments

Les émissions GES du parc des bâtiments sont de l'ordre de **450 000 tonnes** d'éq. CO₂. Le secteur de la santé représente **1 534 bâtiments** (publics et privés) avec une superficie totale de plus de 10,2 millions de mètres carrés et 73 500 lits à travers la province.¹⁰

Dans l'étude, le secteur de la santé inclut les services des quatre établissements suivants: centres de réadaptation (CR), centres d'hébergement et de soins de longue durée (CHSLD), centres hospitaliers (CHSGS) et centres locaux de services communautaires (CLSC).¹¹

Les hôpitaux émettent 61 % des émissions de GES même s'ils ne comptent que pour 45 % de la superficie. Ceci est dû à leur intensité énergétique qui est 30 % plus élevée que les autres bâtiments. De manière générale, les établissements de santé, et plus particulièrement les hôpitaux, se démarquent des bâtiments typiques en raison de taux d'activités importants, mais aussi et surtout de taux de ventilation élevés pour se conformer aux normes sanitaires. Ceci affecte directement les besoins de chauffage et de ventilation, et plus généralement les profils d'usages énergétiques des bâtiments. Les émissions, les sources d'énergie et les intensités énergétiques par type de bâtiments sont détaillées à l'Annexe A.



Figure 3. Répartition des émissions de GES et des superficies par type de bâtiment

Les principaux usages énergétiques dans les bâtiments sont présentés ci-dessous. Le **chauffage** des espaces et de l'eau représente plus de la moitié des besoins en énergie. Les valeurs en GJ, estimées par Dunsky pour ces usages, sont présentées à l'Annexe A.

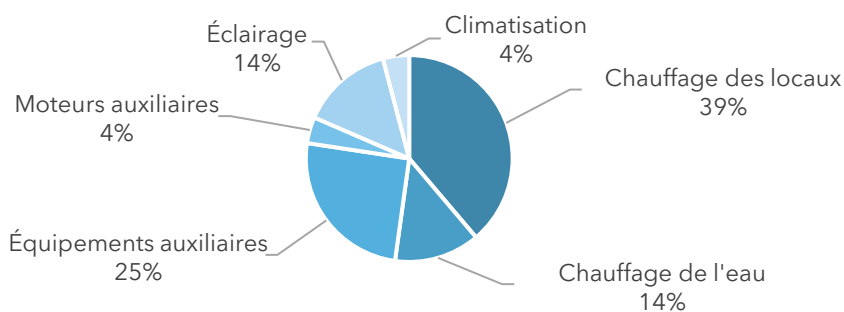


Figure 4. Répartition de l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments¹²

¹⁰ Liste des installations du MSSS : <https://m02.pub.msss.rtss.qc.ca/M02SommPermisInstal.asp>

¹¹ Les centres de protection de l'enfance et de la jeunesse (CPEJ) sont exclus (l'ordre de grandeur est plus petit) tout comme les services sociaux plus globalement. Dunsky reconnaît que les services sociaux font partie intégrante des soins de santé, mais ils sont exclus considérant la difficulté d'établir un périmètre pour définir les services sociaux et l'absence de données liées aux émissions de GES.

¹² RNCAN. Consommation d'énergie et émissions de GES des soins de santé. <https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=com&juris=qc&rn=17&year=2020&page=3>

Concernant les GES, la plus grande source d'émissions directes dans les bâtiments provient de l'utilisation du gaz naturel et du mazout. Les principaux usages sont présentés ci-dessous.

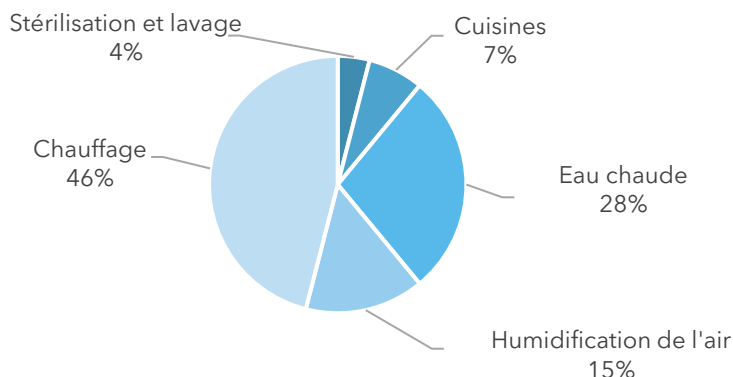


Figure 5. Sources d'émissions de GES associées aux usages des énergies fossiles¹³

2.2. Transports

Les GES émis par les véhicules du réseau sont de l'ordre de **37 000 tonnes**. Ceci comprend le transport d'urgence des patients ainsi que les déplacements des véhicules du réseau.

Les émissions liées au transport d'urgence sont estimées à 35 900 tonnes et incluent les déplacements par ambulances (28 600 tonnes), les avions (6 700 tonnes), et les déplacements par camionnettes qui opèrent principalement dans les régions éloignées du Québec (600 tonnes). Le transport des patients en ambulance, en avion et en camionnette (longue distance routière), totalise près de **765 000 transports** par année.¹⁴ Le parc comprend **882 ambulances** actuellement. Les distances parcourues, le nombre de transports et les émissions relatives à chaque catégorie de transport de patients sont présentés à l'Annexe A.

Les GES liés aux véhicules du réseau sont de l'ordre de 1 400 tonnes. Le parc de véhicules du réseau comprend 1 036 véhicules légers et 268 camionnettes. Actuellement, 40 % des véhicules légers sont déjà électriques.

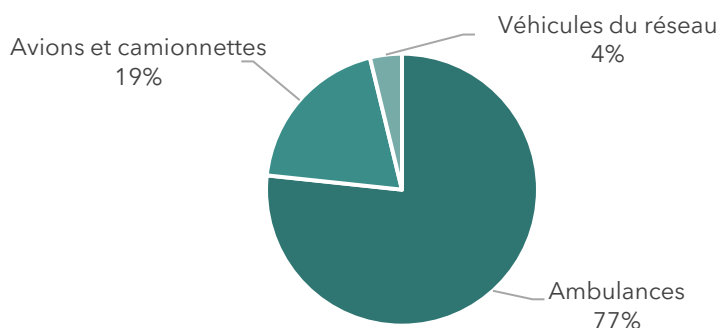


Figure 6. Sources d'émissions de GES des véhicules

¹³ La répartition des GES a été réalisée par Dunsy selon nos connaissances du secteur.

¹⁴ Les données sur les transports effectués proviennent d'une analyse des dépenses du MSSS pour l'année fiscale 2021-2022: <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-003433/>

3. Feuille de route de décarbonation

La feuille de route vers un secteur de la santé zéro émission met de l'avant les interventions et les investissements requis de 2024 à 2040 pour décarboner le parc de bâtiments et de véhicules. Dunsky a identifié les pistes qui 1) permettent un alignement avec les cibles gouvernementales, 2) ont recours à des technologies éprouvées et 3) amènent autant que possible une réduction des coûts.

L'analyse comprend le parc de bâtiments et de véhicules existant sans considérer la croissance potentielle du secteur de la santé d'ici 2040. Nous avons pris en compte un taux d'inflation moyen de 2 % et réparti ce coût sur l'ensemble des années entre 2024 et 2040.

3.1. Bâtiments

La transition vers des établissements de santé zéro émission d'ici 2040 nécessite des changements majeurs en termes de sources d'énergies consommées et de technologies d'équipements dans les systèmes mécaniques du bâtiment, notamment les systèmes de chauffage et de ventilation : une augmentation de la consommation d'électricité est à prévoir.

Dunsky a priorisé la **réduction de la consommation d'énergie**, autant électrique que thermique, afin d'atténuer les effets de la décarbonation en matière de pression sur les infrastructures électriques. Ainsi, certaines mesures d'efficacité énergétique de la feuille de route contribuent davantage à la réduction de la demande électrique, afin de libérer de la capacité électrique pour les mesures de décarbonation subséquentes. Les étapes clés de la feuille de route sont résumées de la façon suivante :



Pour chacune de ces étapes, nous avons établi les interventions requises, évalué leur amplitude à l'échelle du secteur, effectué des ajustements en fonction du poids relatif des quatre types de bâtiments (CLSC, CR, CHSGS et CHSLD), puis quantifié l'évolution de la consommation d'énergie, des coûts et des réductions de GES associées.

De plus, les interventions sélectionnées dans le cadre de l'étude sont celles ayant le plus grand **potentiel d'impact**. D'ailleurs, les établissements de santé présentent des profils et des opportunités uniques en matière de récupération de chaleur. Cela est dû au contexte spécifique des établissements de santé : pour des raisons sanitaires, les normes y exigent un débit d'air frais équivalent à deux changements d'air à l'heure (CAH) - autrement dit, le volume d'air à l'intérieur de ces établissements est renouvelé au minimum toutes les 30 minutes, parfois beaucoup plus notamment dans les plateaux médico-techniques. Ainsi, certaines interventions n'ont pas été considérées à l'échelle du secteur, bien qu'elles demeurent pertinentes et applicables au processus de décarbonation de certains bâtiments. Par exemple, l'impact de la mesure de récupération de chaleur de l'air évacué est beaucoup plus significatif que l'amélioration de l'enveloppe, pour des investissements qui demeurent importants dans les deux cas. Néanmoins, la mesure d'amélioration d'enveloppe pourrait être opportuniste dans un contexte où des travaux de rénovation majeurs étaient déjà prévus.

L'analyse demeure cependant à haut niveau et les particularités spécifiques à chaque bâtiment devront faire l'objet d'analyses d'ingénierie plus détaillées.

Aux fins de cette étude, 100 % du coût des nouveaux équipements pour la décarbonation des bâtiments est considéré comme un surcoût, car pour des raisons de résilience, les équipements aux énergies fossiles sont conservés. L'hypothèse est que ceux-ci demeureront en place en tant que systèmes d'appoint afin d'assurer une sécurité et une redondance en cas de panne d'électricité. À l'horizon 2040 des combustibles renouvelables pourront être utilisés dans ces systèmes d'appoint. La feuille de route se concentre ainsi sur la décarbonation du chauffage principal.

Finalement, l'analyse a été réalisée selon une approche « descendante », c'est-à-dire à partir des données des consommations globales d'énergie pour l'ensemble du réseau. Des valeurs et des hypothèses moyennes, comme la répartition des usages énergétiques et l'efficacité des systèmes, ont été établies pour l'ensemble du secteur. Les mesures de réduction de la consommation d'énergie et de substitution des énergies fossiles sont appliquées à des échelles sectorielles, plutôt que bâtiment par bâtiment, considérant l'absence de données plus granulaires sur le type d'équipements et la consommation d'énergie de chaque site.

3.1.1. Coût de la décarbonation

Les interventions clés qui composent la feuille de route sont : (1) la conversion à l'éclairage DEL, (2) la récupération de chaleur, (3) la conversion des systèmes énergétiques aux énergies renouvelables et 4) l'élimination des gaz médicaux avec un potentiel de réchauffement climatique (anesthésiants et inhalateurs). Nous décomposons dans cette section les interventions, leurs coûts d'investissements¹⁵, les économies d'énergie générées et leur contribution à la réduction des émissions de GES d'ici 2040. Les différents paramètres et hypothèses de calcul pour la décarbonation des bâtiments sont détaillés à l'Annexe C.

Éclairage DEL

L'installation d'ampoules DEL dans l'ensemble des établissements où ce n'est pas déjà le cas¹⁶ permet de réduire de 11 % la consommation d'électricité, soit une **réduction de 6 % de la consommation totale** d'énergie. L'éclairage est le deuxième plus grand poste d'utilisation d'électricité après les équipements auxiliaires pour lesquels le potentiel d'économie est actuellement plus restreint. Considérant que la production d'électricité au Québec émet peu de GES, cette mesure contribue davantage à économiser de l'énergie qu'à réduire les émissions. Avec l'hypothèse que l'éclairage DEL réduit la charge électrique de 50 %, cette mesure réduit la demande électrique de plus de 31 000 kW.

Récupération de chaleur

Après l'éclairage DEL, la récupération de chaleur a le potentiel de **réduire de 15 % la consommation totale** d'énergie, plus précisément 35 % moins de gaz naturel, 36 % moins de biomasse¹⁷ et 5 % moins d'électricité¹⁸. La plupart des établissements de santé n'ont pas

¹⁵ Les coûts incluent les équipements, l'installation, la mise en service des équipements les audits énergétiques au préalable, ainsi que les frais généraux et les taxes. Le détail est présenté à l'Annexe C.

¹⁶ Dunsky a émis l'hypothèse qu'environ 40 % de l'éclairage du secteur utilise déjà du DEL.

¹⁷ La récupération de chaleur est aussi applicable dans les établissements chauffés à la biomasse.

¹⁸ La réduction de la consommation d'électricité due à la récupération de chaleur inclut une légère augmentation de l'électricité pour faire fonctionner des refroidisseurs et des pompes additionnelles.

de systèmes permettant une telle récupération de chaleur. Des modifications importantes, ou des remplacements complets des systèmes mécaniques sont nécessaires, notamment au niveau des **réseaux de distribution et de la ventilation**. La chaleur récupérée comble ainsi une partie importante des besoins de chauffage de l'air et de l'eau chaude sanitaire¹⁹.

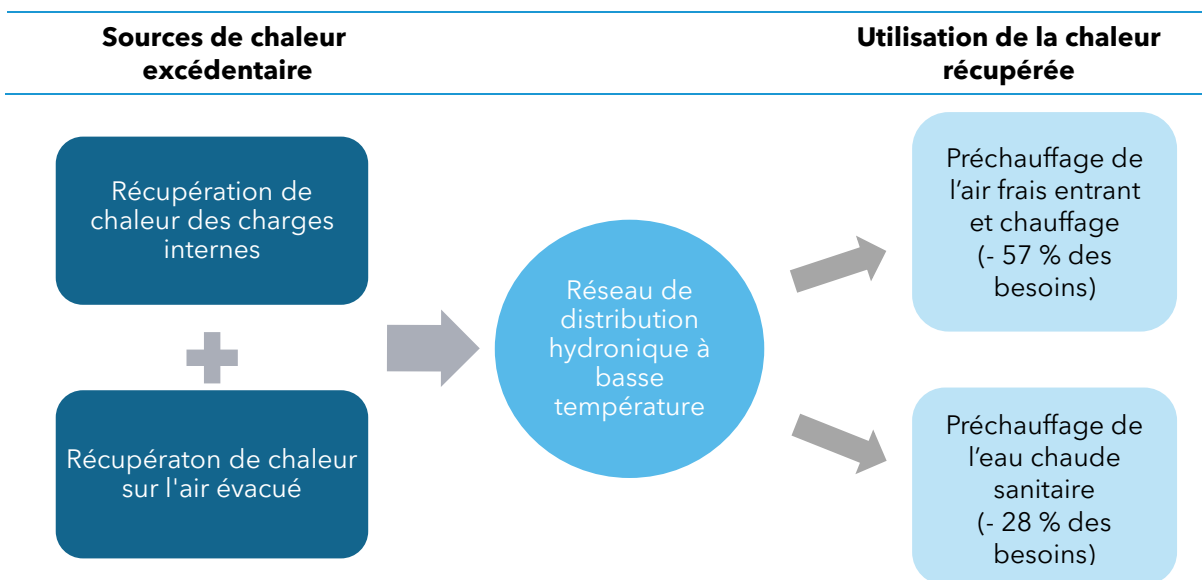


Figure 7. Sources et usages de chaleur récupérée

Substitution des énergies fossiles

Énergies et technologies de substitution

Les usages restants de gaz naturel après la récupération de chaleur sont convertis aux énergies renouvelables. Pour les usages plus facilement électrifiables, tels les équipements de cuisines, le chauffage de l'air et une partie de l'eau chaude, le gaz naturel est substitué par des équipements électriques à haute efficacité. La biomasse et le gaz naturel renouvelable (GNR²⁰) servent eux à substituer les usages de plus haute température, soit l'eau chaude restante²¹, la production de vapeur pour l'humidification de l'air et les procédés de lavage et de stérilisation. Le Tableau 1 résume les trajectoires de décarbonation.

Les gains d'efficacité de l'usage d'équipements de chauffage électrique à haute efficacité réduisent de 52 % la consommation d'énergie restante liée au chauffage, soit **4 % de la consommation d'énergie totale**. Ces gains sont dus à l'augmentation de l'efficacité des équipements électriques, particulièrement la géothermie, comparativement aux chaudières au gaz naturel.²² L'impact des systèmes de chauffage décarbonés sur la réduction de la consommation totale d'énergie demeure relativement modeste, car les besoins de chauffage après la mise en œuvre des mesures de récupération de chaleur ne représentent plus qu'environ 10 % de la consommation d'énergie totale initiale.

¹⁹ Le préchauffage de l'eau chaude permet d'atteindre une température d'eau de 45°C.

²⁰ Le GNR est défini comme étant produit à partir de matière organique non fossile dégradée au moyen de processus biologiques, notamment par digestion anaérobie, ou au moyen de procédés thermochimiques, notamment par gazéification.

²¹ Du chauffage additionnel est requis pour atteindre la température désirée au-delà de 45°C.

²² Une efficacité moyenne de 300 % pour la géothermie comparativement à 90 % pour le gaz naturel. Environ 10 % du chauffage est aussi couvert par la biomasse (efficacité de 85 %).

Tableau 1. Décarbonation des usages restants des énergies fossiles après efficacité énergétique

Usages des énergies fossiles après récupération de chaleur	Répartition des énergies de substitution	Technologies de substitution
Chauffage de l'air	Électricité (90 %) Biomasse (10 %) ²³	Géothermie (75 %) Aérothermie (25 %) ²⁴ Chaudière à la biomasse
Eau chaude sanitaire	Électricité (45 %) ²⁵ GNR (45 %) Biomasse (10 %) ²⁶	Thermopompe (60 %) Chauffe-eau électrique (40 %) Chaudière au gaz Chaudière à la biomasse
Cuisines	Électricité (100 %)	Four combiné et cuisinière à induction
Production de vapeur	Électricité (45 %) GNR (45 %) Biomasse (10 %)	Chaudière électrique Chaudière au gaz Chaudière à la biomasse

Puissance additionnelle sur le réseau électrique

La part additionnelle d'électricité du secteur de la santé en 2040 représente une addition d'environ 653 GWh, soit environ 1 % de l'augmentation d'électricité prévue d'ici 2035 au Québec.²⁷ Il existe cependant à l'heure actuelle de réels enjeux de limitation de capacité sur le réseau électrique, ce qui pourrait représenter à court terme un enjeu dans le déploiement des mesures de décarbonation au niveau régional.

Les limites du recours au GNR

Tout comme il est souhaitable de réduire la pression sur le réseau électrique, il est aussi impératif de planifier l'usage de GNR. La demande est appelée à croître rapidement, mais la croissance de la production de GNR sera limitée par la disponibilité des ressources. Avec une prévision de production projetée en 2040 de l'ordre de 26,5 GJ au Québec²⁸, l'utilisation de GNR dans le secteur de la santé pourrait représenter près de 5 % de la production totale de GNR au Québec en 2040. Dans la feuille de route, la part de GNR est établie à environ la moitié des usages difficiles à électrifier, soit principalement la production de vapeur, mais il est fort possible que dans un contexte de décarbonation de la société de façon générale, cette valeur doit être revue à la baisse au profit d'autres alternatives pour éviter la pression excessive sur la demande de GNR. L'utilisation de GNR proposée dans l'étude ne s'applique qu'aux bâtiments du secteur de la santé et ces projections ne sont pas représentatives d'autres types de bâtiments à l'extérieur de ce secteur. L'utilisation proposée de GNR demeure ainsi limitée aux usages difficiles à décarboner en santé tel que mentionné ci-haut.

²³ La proportion de biomasse est basée sur la part de la consommation d'énergie des hôpitaux et des CHSLD sans accès au gaz naturel et hors des grands centres urbains (l'espace pour ces installations serait insuffisant et la combustion de la biomasse pourrait affecter la qualité de l'air).

²⁴ Près de 25 % des bâtiments seraient mieux adaptés aux thermopompes à air vu leur superficie.

²⁵ La production d'eau chaude et de vapeur est répartie également entre l'électricité et le GNR.

²⁶ Les systèmes de chauffage à la biomasse seront utilisés pour produire l'eau chaude et la vapeur.

²⁷ Hydro-Québec prévoit 60 TWh additionnel dans son Plan d'action 2035.

²⁸ Explorateur de trajectoires. <https://pathways-trajectoires.ca/fr> - scénario NZ50

Saine gestion de l'énergie et de la pointe

Les appareils de contrôle et les systèmes de gestion de l'énergie sont des éléments essentiels de la saine gestion de l'énergie, pour optimiser les économies d'énergie et le fonctionnement des systèmes, mais aussi en tant qu'outils de gestion de la pointe électrique.

La gestion de la pointe permet de réduire la pression sur le réseau électrique à des moments de forte demande l'hiver. Les équipements au gaz naturel et au mazout dans les bâtiments seront conservés et pourront opérer au GNR ou autres combustibles renouvelables durant ces heures critiques lorsque le réseau d'Hydro-Québec est le plus sollicité. Alternativement, d'autres technologies de gestion de la pointe existent (par exemple le stockage thermique avec accumulateurs de chaleur et les batteries) bien qu'elles demeurent marginales dans le marché. Pour des raisons de coût, Dunsky n'a pas intégré ces technologies dans la feuille de route, mais celles-ci seront plus abordables au cours des prochaines années et deviendront des options envisageables pour les établissements de santé.

Évolutions technologiques

Des avancées technologies sont à prévoir au cours des prochaines années et il est possible qu'elles permettent de réduire davantage la consommation d'électricité à l'horizon 2040 comparativement aux mesures proposées. La nébulisation, ou l'humidification adiabatique, est un exemple. Il s'agit de pulvériser de très fines gouttelettes d'eau dans l'air plutôt que d'avoir recours à la production de vapeur. En ce sens, la feuille de route demeure conservatrice en s'appuyant sur des mesures reconnues et ayant déjà fait leurs preuves.

Coûts d'énergie et coût d'investissement

Les coûts d'énergie associés à un secteur zéro émission directe sont de l'ordre de 400 millions de dollars par année à l'horizon 2040, soit environ 34 millions de dollars de moins que le cours normal des affaires. Le montant annuel des économies d'énergie varie au fil de la mise en œuvre des interventions, ce qui permet en tout d'économiser 571 millions de dollars d'ici 2040. **Les économies d'énergie surpassent 1 milliard de dollars d'ici 2050.**

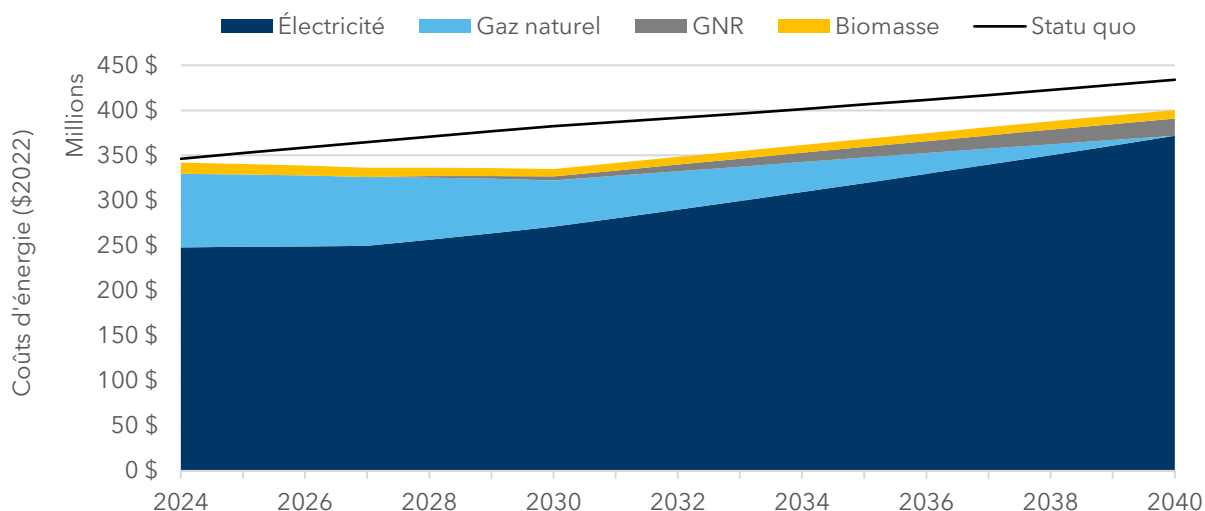


Figure 8. Évolution des coûts d'énergie des bâtiments d'ici 2040

Ainsi, un surcoût de **3,3 milliards de dollars** est requis d'ici 2040 pour un parc de bâtiments zéro émission. Les mesures d'économies d'énergie des mesures d'efficacité énergétique ne permettent pas de compenser les coûts d'énergie plus importants liés à la décarbonation. Néanmoins, elles permettent de réduire l'exposition du secteur de la santé à la volatilité des coûts des énergies fossiles et d'offrir une visibilité à long terme sur les coûts d'énergie.

Tableau 2. Surcoûts et économies d'énergie de la décarbonation des bâtiments

Intervention	Surcoût (G\$)	Économie d'énergie totale (%)	Économie d'énergie (TJ/an)
Éclairage DEL	0,09 G\$	6 %	1 031 TJ/an
Récupération de chaleur	2,00 G\$	15 %	2 348 TJ/an
Décarbonation	1,18 G\$	4 %	561 TJ/an
Total	3,27 G\$	25 %	3 940 TJ/an

3.1.2. Gaz médicaux

Les gaz anesthésiants et les gaz inhalateurs sont de puissants GES. Leur impact sur le climat est jusqu'à 2 540 fois plus élevé que le CO₂. Les principaux gaz anesthésiants utilisés dans un bloc opératoire sont le sévoflurane, le desflurane et le protoxyde d'azote. Une fois inhalés par le patient, ils sont expirés et rejetés dans l'atmosphère. Alors que le sévoflurane s'attarde un an dans l'atmosphère, le desflurane reste quatorze ans. Le potentiel de réchauffement global de ces gaz est présenté au Tableau 3.

Tableau 3. Potentiel de réchauffement global des principaux gaz

Gaz anesthésiant	Potentiel de réchauffement global ²⁹
Desflurane	2 540
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	273
Sevoflurane	130

Le sevoflurane et le desflurane sont deux gaz avec un usage et des résultats similaires, incluant une période de rétablissement semblable pour les patients. Le tableau suivant présente les principales initiatives permettant de réduire significativement l'usage des gaz anesthésiants à haut impact carbone.

Tableau 4. Initiatives pour éliminer les émissions provenant des gaz anesthésiques et des inhalateurs

Initiatives
Substitution du desflurane par du sévoflurane
Éliminer l'usage du protoxyde d'azote et des canalisations de protoxyde d'azote
Réduire le gaspillage des gaz
Systèmes de capture et de réutilisation ou de destruction des gaz anesthésiques
Adoption de méthodes d'anesthésie intraveineuse avec les systèmes de dosages et de suivi adéquat
Utilisation d'inhalateurs à faible teneur en carbone

²⁹ Potentiel de réchauffement global à l'horizon 100 ans.

Substituer le desflurane au profit du sévoflurane permettrait de réduire de 98 % les émissions de GES associées aux desflurane.³⁰ D'ailleurs, différentes initiatives sont déjà en cours au Québec. Aussi, le sevoflurane est plus efficace et nécessite environ trois fois moins de quantité de gaz pour une même anesthésie. Par le fait même, ceci réduit par un facteur de trois les coûts reliés à l'usage du desflurane puisque le coût des bouteilles de ces deux gaz est semblable. Finalement, une élimination additionnelle des émissions liées aux gaz médicaux serait également possible en modifiant les pratiques d'anesthésie.

3.1.3. Trajectoire zéro émission

Séquence des interventions

Dunsky prévoit le début du chantier d'éclairage DEL dès 2024. Cette mesure est relativement simple et peut être entamée rapidement. En parallèle, des études d'ingénierie plus détaillées peuvent être réalisées pour planifier et entamer les travaux liés à la récupération de chaleur. Ceux-ci débutent plus massivement dans la feuille de route à partir de 2025. Ces deux interventions sont prévues jusqu'en 2030. Les efforts de décarbonation sont quant à eux légèrement décalés et se poursuivent jusqu'en 2040.

Tableau 5. Répartition des efforts d'ici 2040

Intervention	2024 - 2029	2030 - 2034	2035 - 2040
Éclairage DEL	→		
Récupération de chaleur	→		
Substitution des énergies fossiles		→	→
Gaz anesthésiants et inhalateurs	→	→	→

La figure suivante illustre l'évolution des différentes sources d'énergie à l'horizon 2040 relative à la séquence présentée ci-haut.

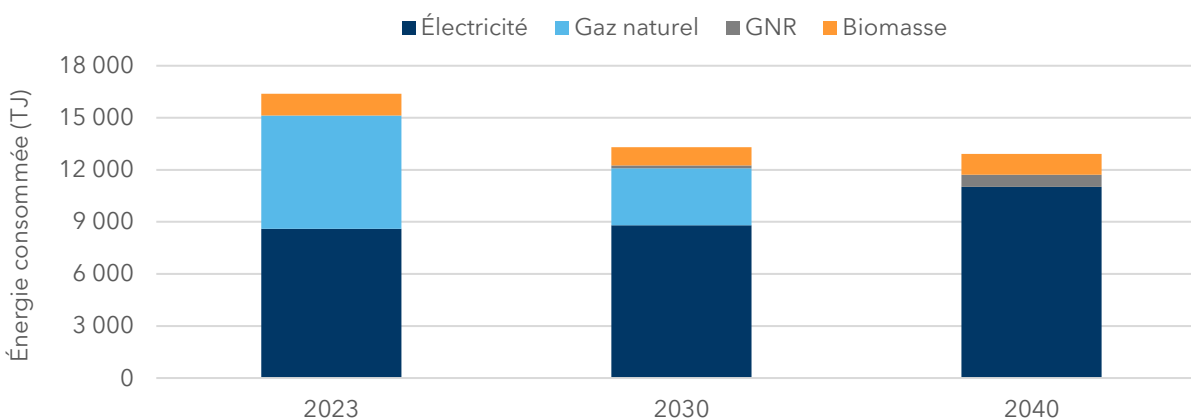


Figure 9. Évolution du profil énergétique du parc de bâtiment 2023-2040

³⁰ Dr. S.R. Williams, Université de Montréal, "Crise climatique et agents inhalés". <https://anesthesiologie.umontreal.ca/wp-content/uploads/sites/33/2021/12/2021-cours-crise-climatique.pdf>

Évolution des besoins en capital

Le surcoût en capital pour les **cinq prochaines années est de 1,6 milliard de dollars**. Les investissements demeurent importants jusqu'en 2030 pour le déploiement des mesures d'efficacité énergétique. Les coûts décarbonation sont eux répartis jusqu'en 2040.

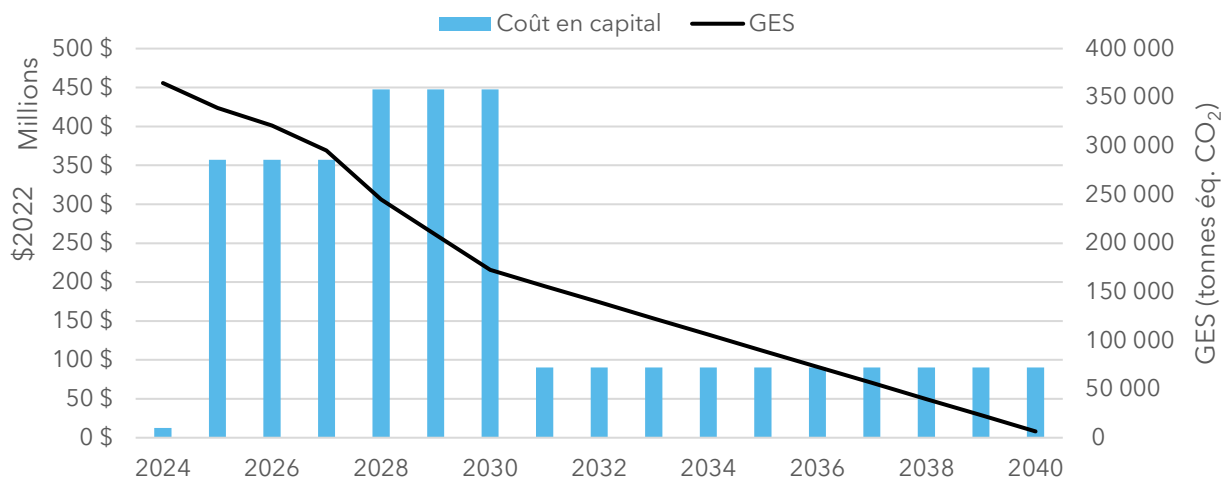


Figure 10. Rythme d'investissement, économies et réduction de GES

Étude de cas - Hôpital à haute performance énergétique³¹

L'hôpital Humber River situé au nord-ouest de Toronto a été construit en octobre 2015, compte 656 lits et dessert une communauté de 850 000 personnes grâce à une équipe de 3 500 employés et 700 médecins. Cet hôpital de plus de 170 000 m², reconnu pour sa très haute performance énergétique, consomme **1,3 GJ/m², soit près de 40 % de moins d'énergie que la moyenne** des hôpitaux au Québec; ceci lui permet d'obtenir la seconde place du classement mondial « Greening Health Care » (GHC).

Les principales réductions observées sont de 29 % pour l'énergie totale, 34 % pour l'eau et 42 % pour les émissions de GES par rapport aux pratiques standards du secteur. Le coût annuel d'énergie est aussi 17 % inférieur à celui d'un hôpital cible du GHC, ce qui permettrait d'**économiser près de 100 millions de dollars** sur une période de 30 ans.

Les principaux axes d'améliorations de l'hôpital se concentrent sur l'efficacité du chauffage et de la ventilation au cours de l'année et la récupération de la chaleur durant l'hiver. La récupération de chaleur se fait grâce à des échangeurs d'air rotatifs qui extraient la chaleur et l'humidité de l'air évacué. Cette récupération de chaleur permet de réduire d'un facteur de 4 à 5 la consommation de gaz naturel de l'hôpital Humber par rapport à un hôpital similaire en Ontario. Le chauffage est assuré par une centrale propre à l'hôpital qui **recycle toute la chaleur interne** et qui utilise en complément des chaudières alimentées au gaz. Par ailleurs, l'accent est porté sur la planification de la ventilation et de l'éclairage, la conception de l'enveloppe (verre intelligent avec opacité contrôlable) du bâtiment et le système de traitement de l'air à faible pression statique.

³¹ A case study in world-class energy efficiency, Humber River Hospital Toronto - Climate Challenge Network, Greening Healthcare, 2021

Il est intéressant de noter que les trois quarts de l'énergie économisée par rapport à un hôpital cible du GHC proviennent des systèmes de mécanique du bâtiment (chauffage, ventilation, humidification, production de vapeur) et de l'enveloppe du bâtiment. Bien que la conception de l'enveloppe se fasse nécessairement en amont de la construction, les éléments mécaniques efficaces s'intègrent davantage à des établissements existants.

Concernant la réduction de la consommation d'électricité, l'hôpital Humber River a réduit l'alimentation en air dans les zones inoccupées, surtout de nuit, en maintenant les standards de l'Association Canadienne de Normalisation. Cette mesure peut également être implantée sur un bâtiment existant. La **consommation d'électricité atteint au maximum 40 % de la charge installée** de 10,7 watts/m². Le contrôle de l'éclairage dans les pièces inoccupées permet aussi de réduire grandement les dépenses d'électricité.

3.2. Véhicules

La transition à un parc de véhicules complètement électrique d'ici 2040 nécessite des changements en termes de technologies de véhicules et d'infrastructures de recharge, autant pour les véhicules légers, les camionnettes et les ambulances.

Le réseau de la santé du Québec a déjà entamé cette transition pour s'aligner avec la cible qui vise l'électrification complète des véhicules légers d'ici 2030. Actuellement, 40 % des véhicules légers du réseau de la santé sont électriques. La feuille de route établie par Dunsky pour compléter la décarbonation du parc de véhicules comprend une principale intervention : **l'électrification des véhicules routiers** (ambulances, véhicules légers et camionnettes). Le transport ambulancier par avion est exclu, considérant l'absence de technologie zéro émission alternative à l'heure actuelle.

La nature de l'analyse des véhicules et les données disponibles sur la composition du parc de véhicules (nombre, type et année) permettent une approche plus granulaire que pour les bâtiments, soit une analyse « ascendante ». Dunsky a ainsi évalué le rythme de l'électrification à l'échelle des véhicules - bien que les données d'utilisation (distances parcourues, taux d'utilisation, coûts d'opération) demeurent des moyennes provinciales.

Dunsky reconnaît que l'électrification des ambulances demeure toutefois un défi. Les enjeux sont complexes et différent d'une région à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même région. La localisation des bornes de recharge, le taux d'utilisation des ambulances, les distances à parcourir et la vitesse de recharge sont des paramètres à prendre en compte dans le déploiement des ambulances électriques et des infrastructures de recharge afin de continuer d'offrir un service adéquat à la population. Dunsky a réalisé une analyse à haut niveau pour l'ensemble du réseau; les particularités de chaque site devront être analysées plus en détail.

3.2.1. Coût de l'électrification

Le coût d'électrification se décompose en quatre éléments principaux : (1) le coût des véhicules électriques (VÉ), (2) le coût des infrastructures de recharge, (3) le coût d'électricité, et (4) le coût d'entretien. Nous décomposons dans cette section ces coûts moyens d'ici 2040 et le surcoût comparativement aux véhicules à combustion. Les hypothèses et les sources de données sont présentées en Annexe D.

Coût des véhicules

Le coût d'une ambulance électrique est environ trois fois plus élevé que celui d'une ambulance à combustion, mais la durée de vie utile du véhicule augmente de trois à cinq ans.³² Dunsky estime que les coûts des composantes liées aux batteries des ambulances électriques diminueront progressivement au cours des prochaines années.³³ Cependant, la durée de vie prolongée des ambulances électriques ainsi que des avancées technologiques médicales dans les véhicules font en sorte que le prix des ambulances électriques demeurera plus élevé que les ambulances actuelles.

Pour les véhicules légers et les camionnettes, les modèles électriques sont 30 % et 40 % plus élevés respectivement que leurs équivalents conventionnels pour l'instant, mais cet écart se referme complètement d'ici 2027 pour les véhicules légers et 2030 pour les camionnettes.³⁴

Disponibilité des technologies des véhicules lourds

Pour les camionnettes électriques, une large sélection est disponible pour répondre aux besoins du réseau. L'offre d'ambulances électriques devra quant à elle augmenter de façon significative au cours des prochaines années pour décarboner le parc de véhicules. Les technologies de véhicules zéro émission incluent les VÉ et les véhicules à pile à combustible (VPC). Les options électriques pour les ambulances sont en émergence et déjà disponibles.³⁵ Les options de VPC sont quant à elle limitées. Cette technologie hybride permet de parcourir des distances au-delà de la capacité des batteries électriques. Pour les besoins de l'étude, seules les ambulances électriques ont été prises en compte.

Coût des bornes de recharge

Considérant la nature variable des opérations des types de VÉ du réseau, deux types de bornes de recharge sont recommandées. Des chargeurs de niveau 2 sont prévus pour les véhicules légers et les camionnettes, car ils demeurent stationnés pour de longues périodes.³⁶ Le coût d'achat et d'installation de ces chargeurs est estimé à 5 300 \$, pour un total de 1 770 nouveaux chargeurs, soit un ratio d'un chargeur par VÉ.³⁷

Des bornes à recharge rapide sont ensuite prévues pour les ambulances étant donné qu'elles possèdent de plus grosses batteries et ont de plus courtes périodes d'immobilisation. L'hypothèse d'une borne de 40 kW pour deux ambulances ainsi qu'une borne à 60 kW pour trois ambulances a été émise, soit l'équivalent de 735 bornes au total. Considérant un coût d'achat et d'installation de 95 000 \$, l'installation de ce type de borne doit être bien planifiée.

À cela s'ajoute la mise à niveau des entrées électriques, estimée entre 17 000 \$ et 60 000 \$ selon le type de borne. Une puissance totale de près de 56 100 kW³⁸ sera nécessaire pour alimenter l'ensemble des nouvelles bornes de recharge. À titre de comparaison, la mesure

³² Informations basées sur des discussions avec des manufacturiers spécialisés.

³³ Hypothèse basée sur l'évolution du coût des VÉ depuis 10 ans, mais les coûts des composantes de base des ambulances tels que le châssis et les équipements paramédicaux resteront stables. Ainsi, le coût d'une ambulance électrique pourrait diminuer de 35 % d'ici 2040.

³⁴ L'évolution du coût des VÉ jusqu'en 2040 est présentée à l'Annexe D.

³⁵ Lightning eMotors offre un modèle, et Lion Electric et Demers ont récemment lancé un prototype.

³⁶ Des bornes de niveau 2 d'une puissance de 7 kW sur un circuit de 240 volts. Les bornes de 7 kW réduisent le besoin en puissance électrique avec un système de gestion de la charge.

³⁷ Une optimisation serait possible avec une analyse plus spécifique au niveau des bâtiments.

³⁸ Seule la recharge de jour impacte les besoins en puissance.

d'installation de l'éclairage DEL dans les bâtiments permet de libérer plus que la moitié de la puissance équivalente.

Finalement, l'installation de génératrices d'urgence est prévue pour les bornes dédiées aux ambulances. Tout comme la redondance établie dans les bâtiments, ceci permettra d'assurer la continuité des services à l'horizon 2040 en cas de panne d'électricité.

Recours à des dispositifs de combustion au diesel

Pour tenir compte du fait que le moteur des ambulances peut tourner au ralenti sur de longues périodes durant un quart de travail, Dunsky estime qu'à court terme les ambulances électriques devront être munies de dispositifs à combustion à essence afin de maintenir la température adéquate en hiver pour le matériel médical et les patients.³⁹ Autrement, la fréquence de recharge plus élevée dans ces conditions risquerait d'affecter la disponibilité des ambulances. Avec l'évolution de la densité et de la capacité des batteries, Dunsky émet l'hypothèse que ces dispositifs ne seront plus requis en 2030.⁴⁰

Coûts d'opération : énergie et entretien

Les VÉ sont plus dispendieux à l'achat, mais ils le sont beaucoup moins à opérer. L'efficacité plus élevée des VÉ, combinée au coût d'électricité plus faible que celui des carburants, se traduit en économies importantes : le coût de la **recharge est 80 % plus faible** que celui de l'essence et du diesel.⁴¹

Aussi, le coût d'**entretien est deux fois moindre** pour les VÉ.⁴² Les moteurs électriques sont plus simples et possèdent moins de composants mobiles. Ils sont ainsi plus économiques à entretenir que les moteurs à combustion.

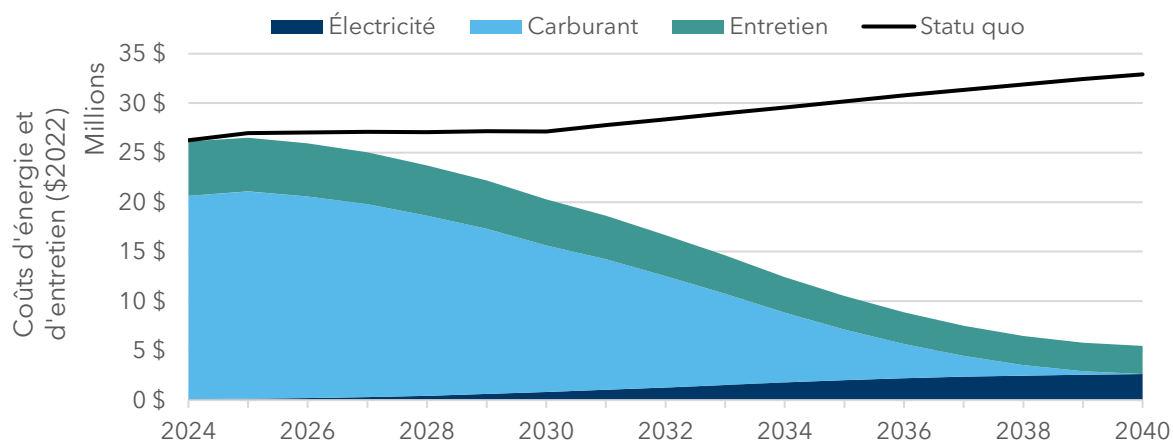


Figure 11. Évolution des coûts d'opération des véhicules d'ici 2040

³⁹ Dispositif de 15 kW ayant une consommation moyenne de 0,9 L/h, équivalent à 50 % de la consommation d'un moteur typique M50. Utilisation de 12 h par jour d'octobre à avril seulement. <https://www.tomahawkind.ca/wp-content/uploads/2016/12/M-series.pdf>

⁴⁰ Le 2020 EV Outlook de BloombergNEF prédit que les batteries seront 50 % plus denses en 2030. Dunsky souligne qu'il sera aussi possible d'envisager le recours à la recharge sans fil ou la recharge publique grâce à une quantité de bornes suffisamment élevées. En dernier recours, les dispositifs à combustion pourraient continuer à être utilisés avec des biocarburants.

⁴¹ Les coûts de l'électricité, de l'essence et du diesel d'ici 2040 sont présentés à l'Annexe B.

⁴² Consumer Reports, [Electric Vehicle Ownership Costs: Chapter 2 - Maintenance](#) (2020), 2

Ces économies se traduisent ainsi en une réduction du coût annuel de 27 millions de dollars par année à l'horizon 2040, soit 216 millions de dollars entre 2024 et 2040. **Les économies d'opération atteignent près d'un demi-milliard à l'horizon 2050.**

Coût total de possession

La Figure 12 illustre le coût de possession annuel moyen de 2024 à 2040 pour chaque VÉ.⁴³

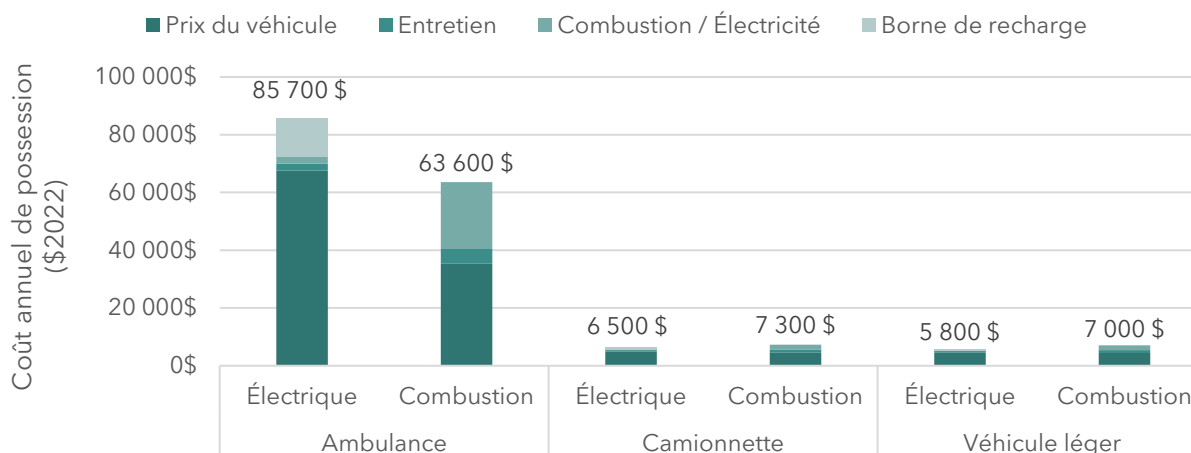


Figure 12. Comparaison du coût total de possession des VÉ et à combustion

Pour les ambulances électriques, les économies d'entretien et de carburant ne couvrent pas totalement le prix d'achat plus élevé des véhicules. Au niveau des camionnettes et des véhicules légers électriques, ceux-ci sont respectivement 11 % et 17% moins dispendieux que leur équivalent à combustion.

Coût d'investissement total

Un surcoût de **488 millions de dollars d'ici 2040** est requis pour électrifier le parc de véhicules, soit une augmentation de 77 % comparativement au maintien du parc actuel.

Tableau 6. Surcoûts et économies de l'électrification des véhicules, pour la période 2024-2040

Type de VÉ	Surcoût en capital	Économie d'opération	Surcoût total
Ambulance	474 M\$	198 M\$	275 M\$
Camionnette et véhicule léger	14 M\$	18 M\$	- 4 M\$
Total	488 M\$	216 M\$	271 M\$

3.2.2. Trajectoire zéro émission

Taux de remplacement des véhicules

Le rythme de remplacement de chaque catégorie de véhicules a été modélisé en fonction des cibles gouvernementales du Québec et du taux de renouvellement annuel de 125 ambulances par année. Dunsky prévoit une adoption modérée des ambulances électriques à partir de 2024 en raison de la disponibilité limitée des véhicules dans le marché et la nécessité de bien planifier le déploiement des infrastructures de recharge.

⁴³ Le coût annuel moyen de chaque type de VÉ est pondéré en fonction du nombre d'achats annuels.

Afin d'atteindre un parc zéro émission en 2040, tous les achats de véhicules devront être **électriques à partir de 2034**. Le Tableau 7 présente la part annuelle des achats de VÉ.

Tableau 7. Pourcentage annuel des achats de VÉ par type de véhicules

Type de VÉ	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Ambulance	5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Véhicule léger	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Camionnette	5 %	10 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

La figure suivante illustre l'évolution de l'électrification des véhicules à l'horizon 2040. L'installation des infrastructures de recharge devra devancer légèrement l'achat des VÉ.

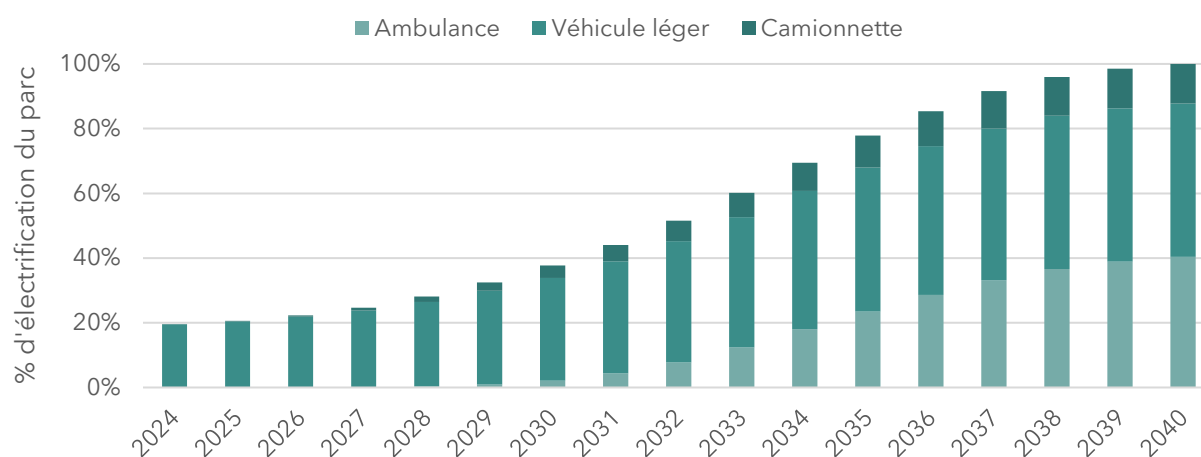


Figure 13. Rythme d'électrification des véhicules du réseau

Évolution des besoins en capital

Le surcoût en capital et en opération pour les **cinq prochaines années est de 57 millions de dollars**. Les coûts déclinent à partir 2034, ce qui coïncide avec l'installation des dernières bornes de recharge. Les économies d'opération surpasseront les coûts en capital en 2041.

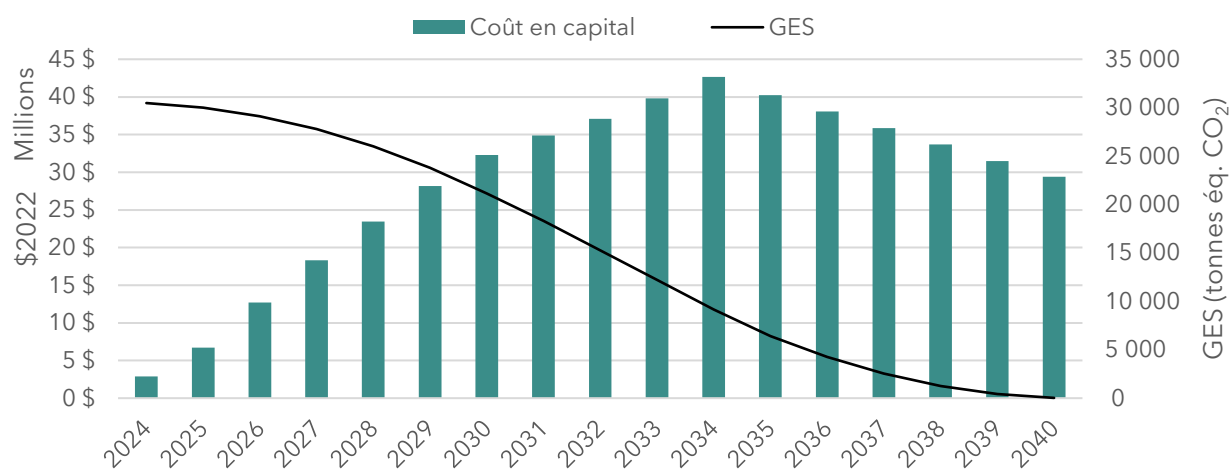


Figure 14. Évolution des coûts totaux, des économies et des réductions de GES d'ici 2040

3.3. Émissions indirectes

Les émissions indirectes ne font pas encore l'objet d'une comptabilisation détaillée, bien qu'elles représentent la majorité des émissions du secteur. Considérant la diversité des sources d'émissions indirectes et l'absence de données spécifiques pour le Québec, la feuille de route pour décarboner les émissions indirectes consiste à souligner les **initiatives** permettant de réduire ces émissions. L'objectif serait de s'approcher le plus possible de **zéro émission indirecte en 2050**, en ligne avec l'objectif provincial.

La figure suivante rappelle le portrait approximatif des émissions établi par Dunsky grâce à des données secondaires dans le cadre de cette étude.

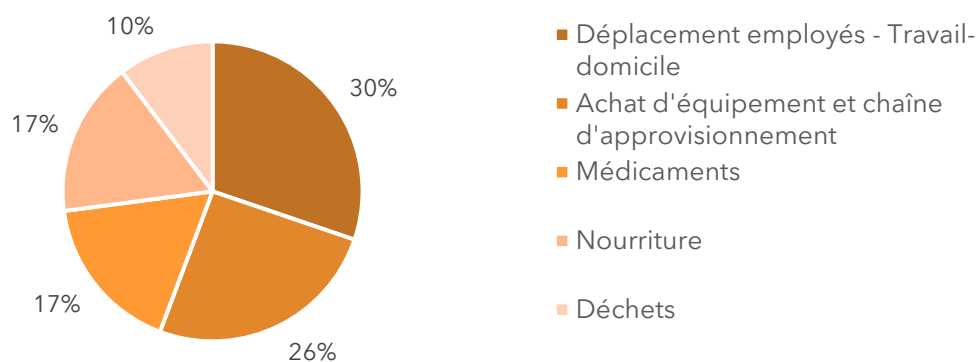


Figure 15. Proportions des sources d'émissions indirectes

Le manque de données n'empêche pas d'entamer dès maintenant des efforts de réduction des émissions indirectes, mais une comptabilisation éventuelle permettra d'offrir une structure pour mieux cibler et optimiser les interventions en plus d'effectuer un suivi des avancées. Pour l'instant, nous proposons une base préliminaire pour soutenir la **prise de décision** quant au choix de premières initiatives et de leur mise en œuvre.

Initiative Santé-Climat de Santé Synergie Environnement (SSE)

Pour les trois prochaines années, SSE mène des travaux dans le cadre du programme Santé-Climat de la FTT qui vise à comptabiliser les émissions indirectes des établissements de santé d'île de Montréal et de fournir des outils et de la formation dans la réalisation de bilans complets des émissions indirectes. Le projet est piloté par SSE soutenu par l'Association canadienne des médecins pour l'environnement (ACME) et financé par la Fondation Familiale Trottier.

Soulignons que le MSSS pourra certes porter certaines initiatives, mais qu'il aura à l'inverse peu de contrôle sur d'autres. Le succès ne relèvera parfois pas entièrement du MSSS mais plutôt d'**initiatives gouvernementales plus globales**. Par exemple, la réduction des émissions causées par les déplacements domicile-travail nécessite des infrastructures de transports alternatifs suffisantes, accessibles, adaptées et sécuritaires pour assurer leur adoption à plus grande échelle.

Les interventions présentées au Tableau 8 sont issues d'une revue d'initiatives existantes ainsi que de la littérature. Certaines d'entre elles touchent les pratiques médicales et elles devront nécessiter l'implication des professionnels de soins et des experts du secteur de la santé.

Tableau 8. Interventions clés pour réduire et comptabiliser les émissions indirectes du secteur de la santé

Initiatives	Description sommaire	Données pour l'aide à la décision
Déplacement professionnel et domicile-travail des employés		
Installations favorisant la mobilité active	Douches, vestiaires sécurisés et casiers pour les employés.	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'employés concernés • État des infrastructures actuelles
Abonnement de transport collectif subventionné		<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'employés usagers • Coût de l'abonnement
Infrastructure de recharge des VÉ pour les employés	Installation de bornes de niveau 2 et un tarif réduit ou la gratuité de la charge.	<ul style="list-style-type: none"> • Projections de l'adoption des VÉ • Projections sur l'accès à la recharge à domicile
Offre de plateforme de covoiturage ou de service d'autopartage/vélopartage	Mise en place d'une plateforme interne ou couvrir l'abonnement à un service d'autopartage/vélopartage.	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'employés visés
Stationnements pour vélos et bornes de recharge pour vélos électriques	Stationnements adaptés, sécurisés (intérieurs, fermés à clé), pratiques et accessibles (gratuits ou abordables) Bornes de recharge dédiées, sécurisées, et à proximité des stationnements.	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de cyclistes • Nombre et emplacement des stationnements de vélos • État des infrastructures actuelles (sécurité, lieu, accessibilité, etc.)
Télétravail et télémédecine	Pour le personnel administratif et les chercheurs et soins virtuels pour les consultations initiales, de suivis ou autres consultations qui le permettent.	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleures pratiques concernant les types de services de santé les mieux adaptés aux soins virtuels et à la télémédecine
Programme de « retour garanti à la maison »	« Filet de sécurité » en cas d'urgence ou de circonstances exceptionnelles (ententes avec taxis locaux ou billets de dépannage de transport collectif).	
Indemnité pour la mobilité active	Allocation flexible pour l'achat d'équipements (vélo, chaussures de course, remorque à vélo pour enfants, lampe frontale, etc.), de services (mise au point annuelle ou réparation de vélo, abonnement de vélopartage, etc.), et/ou de cours liés au transport actif (sécurité cycliste, cours de course à pied, etc.).	
« Parking cash out »	Incitatif financier pour ne pas utiliser le stationnement à la disposition des employés.	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'employés visés • Montant de la compensation
Incitatif parc-relais	Incitatif financier pour conduire jusqu'à la station de transport collectif.	
Optimiser les assignations des employés	Favoriser les assignations près du lieu de résidence.	<ul style="list-style-type: none"> • Distances travail-domicile à parcourir
Achat d'équipement et chaîne d'approvisionnement		
Réduction d'achat des kits et des produits inutilisés	Établir une meilleure synergie entre les demandes des cliniciens et les équipes responsables de l'approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Volume d'achats et inventaires • Sondage auprès du corps médical
Utilisation de matériel réutilisable et lavable	Réduire l'utilisation de produits à usage unique. Création d'une expertise provinciale de prévention et de contrôle des infections zéro émission pour définir et promouvoir le retour du matériel réutilisable.	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche sur les produits disponibles

Initiatives	Description sommaire	Données pour l'aide à la décision
Produits à faible empreinte carbone	Politique d'approvisionnement responsable avec des critères basés sur la plus faible empreinte carbone. Demander aux fournisseurs des analyses de cycle de vie. Travailler en collaboration avec d'autres systèmes de soin pour harmoniser les demandes et inciter l'action des fournisseurs.	
Achat préférentiel auprès de fournisseurs durables	Appels d'offres avec des exigences prédéfinies.	
Médicaments et soins de santé		
Prévention et promotion de la santé	Miser en priorité sur la prévention	
Sensibilisation et prescription d'inhalateurs à faible émission de GES	Campagne de communication et réduire les inhalateurs à plus grand impact carbone.	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de prescriptions d'inhalateurs par type d'inhalateur
Réduction des médicaments non utilisés	Réduire les achats de médicaments peu ou pas utilisés	
Médicaments à plus faible impact carbone	Intégrer des clauses environnementales dans les appels d'offres.	
Diminuer le recours aux médicaments	Lorsque possible, s'assurer de la pertinence des médicaments par l'entremise des comités de pertinence des soins.	
Déchets		
Réduire l'utilisation de matériaux jetables à usage unique	R&D sur les équipements réutilisables pour protéger adéquatement les travailleurs de première ligne.	
Programmes/processus de recyclage	Pour les matériaux à usage unique.	
Programmes de retraitement des dispositifs médicaux		
Rationaliser les kits de procédure préfabriqués	Créer des « niveaux » de kits en fonction des besoins réels afin d'éviter de jeter des articles non utilisés.	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de kits de procédure par type/catégorie • Composantes et quantité
Compostage	Pour les déchets organiques.	
Mise en place d'un système de récupération et de don de denrées alimentaires	Détourner les déchets alimentaires en mettant en place un programme de récupération des aliments excédentaires ou inutiles (idéalement situées à proximité de chaque établissement).	
Nourriture		
Réduction des produits d'origine animale et offre de repas végétariens	Pour les repas des patients et les services de restauration (employés, visiteurs)	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de repas servis par jour • Fournisseurs alternatifs
Service de restauration à la demande pour les patients hospitalisés, avec des portions adaptées	S'adapter aux personnes âgées, aux enfants et aux patients avec un faible appétit	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir une indication caractérisant chaque patient sur son dossier lorsque le repas est commandé

Initiatives	Description sommaire	Données pour l'aide à la décision
Utilisation de couverts réutilisables	Couverts réutilisables et système de nettoyage interne ou externe	<ul style="list-style-type: none"> Espace disponible Options de partenaires externes
Partenariats avec les producteurs locaux	Réduire la distance parcourue par les aliments	<ul style="list-style-type: none"> Fermes à proximité
Transports des patients		
Recours aux soins de proximité	Réduire les visites à l'hôpital grâce à un meilleur accès aux soins de proximité.	
Soins virtuels et téléphoniques	En particulier dans les régions et communautés éloignées, rurales, nordiques et autochtones.	<ul style="list-style-type: none"> Type et nombre de soins adaptés pour le service à distance
Accès à l'internet à haut débit en région	En particulier dans les régions et communautés éloignées, rurales, nordiques et autochtones.	
Infrastructures permettant la mobilité active et le transport collectif	Stationnements quatre saisons pour vélos, bornes de recharge pour vélos électriques et arrêts d'autobus conviviaux.	
Bornes de recharges pour les patients et les visiteurs	Chargeurs niveau 2 à la disposition de la clientèle.	

Étude de cas - Réduction des achats de la chaîne d'approvisionnement ⁴⁴

Les équipements médicaux et les fournitures représentent 7 % des émissions de GES dans le secteur de la santé aux États-Unis. Le matériel à usage unique rend les hôpitaux davantage vulnérables aux ruptures de la chaîne d'approvisionnement (comme avec la pandémie de la COVID-19) et génère davantage d'émissions par cycle de vie des produits. Les hôpitaux, en tant que clients majeurs des fournisseurs de matériel médical, peuvent jouer de leur influence pour demander des produits écoconçus avec de l'énergie renouvelable, ainsi que des matériaux et procédés respectueux de l'environnement. Les hôpitaux peuvent intégrer le caractère environnemental comme un critère lors de l'achat du matériel, demander à leurs fournisseurs d'être transparents sur leurs émissions de GES.

Par ailleurs, les hôpitaux peuvent également mieux gérer leur stock à l'interne pour éviter le gaspillage d'instruments à usages uniques, et évaluer la faisabilité de remplacer certains produits par des équivalents réutilisables. En 2020, le Centre Médical Providence Saint-Vincent à Portland en Oregon, qui comprend 523 lits, a réduit ses achats de fournitures en examinant les données relatives à l'utilisation clinique et en intégrant des évaluations de l'impact sur l'environnement pour réorganiser les processus afin de gérer efficacement les cartes de préférence des chirurgiens. Au total, **39 506 produits et 9 411 ensembles d'instruments ont été retirés de l'approvisionnement** de l'organisation, ce qui a permis de réduire les émissions annuelles de 834 tonnes éq. CO₂ (l'équivalent de 189 véhicules conduits pendant un an) et la consommation d'eau de 820 000 gallons, et de réaliser une **économie financière de 1,77 million de dollars US**.

⁴⁴ Reducing Healthcare Carbon Emissions, Agency for Healthcare Research and Quality, 2022

L'hôpital Universitaire de Liverpool au Royaume-Uni ⁴⁵ qui comprend 850 lits a décidé de réduire ses déchets en passant à des calots chirurgicaux réutilisables. Les nouveaux calots sont en tissus, avec une couleur associée à chaque rôle dans la salle d'opération et le nom de l'employé brodé sur le devant. Cette mesure permet d'économiser des centaines de milliers de calots jetables par an, tout en améliorant la communication entre les membres du personnel, en réduisant l'anxiété chez les patients qui reconnaissent mieux leurs soignants et en réduisant la déforestation. En effet, les calots jetables sont fabriqués à partir de viscosité extraite à partir de la cellulose des arbres. Avec quatre calots réutilisables par personnel hospitalier à temps plein, cela permet **d'économiser 87 000 \$ pour une équipe de 400 personnes sur 3 ans**, soit la durée de vie des calots réutilisables.

Au Québec, il existe par exemple l'initiative AssistIQ qui contribue à optimiser la gestion de la chaîne d'approvisionnement et de l'inventaire en fournissant aux équipes de soins des renseignements numériques sur l'utilisation, le coût et le gaspillage des différentes fournitures. Un outil comptabilise les produits à usage unique de façon à réduire les efforts liés aux processus d'inventaire. Cette initiative issue de professionnels de la santé, de technologues et de spécialistes des données offre une solution permettant d'optimiser en temps réel la gestion des approvisionnements et réduire les déchets.⁴⁶

Étude de cas - Réduction des déchets alimentaires ⁴⁷

La nourriture représente 12 % des émissions du secteur de la santé. Les produits d'origine animale sont d'énormes émetteurs d'émissions de GES, et la viande rouge est associée à des risques élevés de maladies cardiaques et de cancers. Certains hôpitaux essaient déjà de minimiser l'impact de leur système alimentaire en 1) proposant des menus végétariens qui ont une plus faible empreinte carbone, ainsi qu'en 2) réduisant le gaspillage alimentaire et en donnant les surplus à des personnes ou organismes de charité.

L'offre de plats végétariens à la fois pour les patients ainsi que dans la restauration pour le personnel et les visiteurs permet de réduire l'apport des produits laitiers et de viande en introduisant davantage de produits végétariens peu transformés. Le groupe UCSF Health (San Francisco, aux États-Unis), qui comprend 1 675 lits répartis en trois hôpitaux, a rejoint le *Cool Food Pledge* qui a pour ambition de réduire les émissions de GES liées à la nourriture de 25 % d'ici 2030. Avec 2,3 millions de repas servis annuellement, ils ont réussi à diminuer les émissions de GES de 8 % par repas, l'équivalent de **12,5 % des émissions** liées à la nourriture de l'établissement. Cela représente 455 voitures à essence retirées de la circulation chaque année. Pour cela, ils ont **réduit de 28 % leur approvisionnement en bœuf**. Ceci a permis aussi d'économiser près de 50 000 \$ US en faisant la promotion des burgers aux champignons plutôt qu'au bœuf. Ils ont aussi **augmenté de 13 % la part des légumes et de 72 % les laits végétaux**. En effet, le lait d'avoine à titre d'exemple utilise 13 fois moins d'eau et 11 fois moins de surface agricole que le lait de vache.⁴⁸

⁴⁵ Case study - Switching to Reusable Theatre Caps, *NHS England*, <https://www.england.nhs.uk/north-west/greener-nhs/case-studies-greener-nhs/case-study-switching-to-reusable-theatre-caps/>

⁴⁶ AssistIQ. <https://assistiq.ai/fr/>

⁴⁷ Reducing Healthcare Carbon Emissions, *Agency for Healthcare Research and Quality*, 2022

⁴⁸ Dairy vs. plant-based milk: what are the environmental impacts? - *Our World in Data*, 2022, <https://ourworldindata.org/environmental-impact-milks>

Concernant le gaspillage alimentaire, les mesures phares incluent d'adapter les portions servies aux patients, d'avoir un service de nourriture sur demande et non par défaut, de composter les déchets organiques et enfin récupérer et donner la nourriture non utilisée. En exemple, les hôpitaux Sutter Health Valley Region en Californie, qui totalisent 1 400 lits, ont mis en place un système de don alimentaire via une compagnie de logistique qui transmet la nourriture à des associations locales. Cette initiative a permis de fournir 54 000 repas qui aident des communautés souffrant d'insécurité alimentaire et ainsi **éviter 30 tonnes de déchets** de nourriture et **142 tonnes de GES** annuellement.

3.4. Synthèse et vue globale

En résumé, des **mesures phares de réduction de la consommation d'énergie**, autant électrique avec l'installation de l'éclairage DEL que thermique avec la récupération de chaleur, doivent être mises de l'avant en priorité. Ensuite, le **gaz naturel fossile doit être éliminé** au profit de l'électricité principalement, et en plus petite proportion de la biomasse et du GNR, et cela en réduisant d'abord la consommation d'énergie afin de réduire cet effort de substitution. Du côté du transport, les véhicules fonctionnant aux carburants traditionnels (diesel et essence) doivent être remplacés par des véhicules électriques.

Les résultats de l'étude démontrent qu'il est **possible** d'atteindre un objectif zéro émission pour le parc de bâtiments et de véhicules du secteur de la santé d'ici 2040. **Au-delà de l'atteinte de la cible climatique**, la mise en œuvre de la feuille de route offre **trois principaux bénéfices**: 1) une intensité énergétique optimisée, et des coûts d'énergie réduits et stables pour les bâtiments, 2) des coûts d'opération réduits et stables (énergie et entretien) pour le parc de véhicules, et 3) des bénéfices pour la santé grâce à un secteur zéro émission (voir encadré). L'atteinte de la cible de 2040, mais surtout celle d'une réduction des GES à l'horizon 2030, nécessite cependant de déployer les **investissements requis** dès maintenant.

Les bénéfices sociaux de la réduction des émissions de GES

Les interventions vers un secteur de la santé zéro émission ont des impacts au-delà des économies d'énergie. Des avantages sociaux sont aussi associés à cette transition, à commencer par des bénéfices directs sur la santé grâce à l'amélioration de la qualité de l'air en éliminant la combustion des énergies fossiles. Une meilleure qualité de l'air est liée à la réduction des symptômes d'asthme et des difficultés respiratoires.⁴⁹

Plus largement, il existe aussi la notion du coût social du carbone (CSC). Le CSC vise à considérer le coût de l'ensemble des impacts sociétaux associés aux GES. Ainsi, les risques évités d'impacts physiques des changements climatiques, les effets sur la santé humaine ainsi que sur les infrastructures sont pris en compte. Les économies liées à la décarbonation seraient ainsi encore plus élevées si le CSC était utilisé dans cette étude. Les estimations de CSC varient selon les études, mais le gouvernement du Canada l'estime à 261 \$ par tonne d'éq. CO₂ en 2023.⁵⁰

⁴⁹ Gouvernement du Canada, Health Impacts of Air Pollution in Canada (2021). <https://www.canada.ca/en/healthcanada/services/publications/healthy-living/2021-health-effects-indoor-air-pollution.html#a4>

⁵⁰ Gouvernement du Canada, Le coût social des émissions de GES. <https://www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/climate-change/science-research-data/social-cost-ghg.html>

L'atteinte des objectifs climatiques n'est pas qu'une question de technologies. La mise en place d'une bonne **gouvernance** est essentielle pour soutenir cette transition. De plus, la transformation des actifs ne représente qu'une partie de la solution. Les acteurs du milieu portent une **vision plus globale** de la santé qui permet d'inclure également dans cette transition les patients et le personnel. Il s'agit de mettre au premier plan la prévention et la promotion de la santé, mais aussi de réactualiser les **modèles de soins**, afin d'assurer par exemple des soins de proximité, un meilleur alignement des soins avec les besoins réels et une transition des pratiques vers des soins plus écoresponsables. Autrement dit, c'est bien une **transition globale** qui permettra d'aboutir à un secteur de la santé zéro émission.

4. Recommandations

Des recommandations ont été formulées pour les trois principales catégories d'émissions. De plus, des recommandations touchant à la gouvernance de la transition permettent de mettre en place un cadre proactif pour se donner les moyens de réaliser cette transition.



Recommandations liées à la gouvernance

1) Affirmer l'engagement vis-à-vis l'objectif zéro émission	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer un plan de décarbonation national et par CISSS/CIUSSS • S'engager auprès de l'<i>Alliance pour une action transformatrice sur le climat et la santé</i> de l'OMS • Déclarer les changements climatiques comme étant une urgence sanitaire
2) Définir les pouvoirs et les structures décisionnelles	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier l'entité responsable de la réalisation et du suivi du plan de décarbonation • Assujettir le ministère de la Santé à la loi sur le développement durable • Inclure le MSSS dans la gouvernance provinciale de la transition • Inclure la décarbonation des bâtiments et des véhicules dans le mandat du MSSS et des établissements de santé
3) Établir des moyens financiers	<ul style="list-style-type: none"> • Créer des budgets dédiés à la décarbonation • Inclure l'impact carbone dans l'analyse et le choix des projets • Mettre en place des leviers financiers, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> • Des contrats de performance énergétique • Du financement à faible taux d'intérêt • Un programme de subvention dédié • Faciliter l'accès au crédit d'impôt fédéral à l'investissement dans les technologies propres (pour l'installation de géothermie) et au programme d'incitatifs pour les véhicules moyens et lourds zéro émission pour électrifier les ambulances⁵¹ • Création de fonds verts dans les établissements
4) Développer les ressources humaines requises	<ul style="list-style-type: none"> • Accentuer la formation des professionnels sur les pratiques écoénergétiques et écoresponsables

⁵¹ Programme iVMLZE : <https://tc.canada.ca/fr/transport-routier/technologies-novatrices/vehicules-zero-emission/vehicules-moyens-lourds-zero-emission/ivmlze-vehicules-admissibles>

	<ul style="list-style-type: none"> • Créer des équipes dédiées à la décarbonation et la santé environnementale dans les établissements, incluant du personnel en gestion de projets • Développer un service d'accompagnement pour les établissements en collaboration avec les distributeurs d'énergie
--	--



Recommandations liées aux bâtiments

5) Prioriser l'efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser une campagne d'installation d'éclairage DEL dès maintenant • Déployer une campagne d'études d'ingénierie • Récupérer la chaleur de l'air évacué et ambiant • Installer des appareils de contrôle
6) Substituer les usages restants des énergies fossiles	<ul style="list-style-type: none"> • Installer de la géothermie en priorité, puis des thermopompes dans les plus petits bâtiments, pour remplacer le chauffage au gaz naturel et au mazout • Installer des thermopompes pour préchauffer l'eau chaude sanitaire • Électrifier les équipements de cuisine
7) Éliminer les GES non énergétiques	<ul style="list-style-type: none"> • Éliminer l'usage du desflurane et du protoxyde d'azote. Fermer les canalisations de protoxyde d'azote • Utiliser des gaz inhalateurs sans HFC • Réduire les fuites des gaz réfrigérants et utiliser des réfrigérants à faible impact carbone
8) Assurer une saine gestion des bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> • Implanter des systèmes de gestion de l'énergie • Installer des pratiques de gestion efficace de la puissance • Planifier les constructions futures avec un objectif zéro émission • Créer des équipes dédiées à la gestion de l'énergie • Effectuer une remise au point des équipements aux cinq ans



Recommandations liées au transport

9) Électrifier le parc de véhicules	<ul style="list-style-type: none"> • Poursuivre l'électrification des véhicules et entamer celle des camionnettes • Débuter progressivement l'électrification des ambulances à partir de 2024 et viser les centres urbains en premier. S'assurer que tous les achats d'ambulances soient électriques à partir de 2034 • Assurer une saine gestion des véhicules et optimiser leur usage
10) Planifier l'infrastructure de recharge	<ul style="list-style-type: none"> • Planifier et déployer les infrastructures de recharge • Optimiser l'utilisation des bornes de recharge avec les véhicules d'employés



Recommandations liées aux émissions indirectes

11) Entamer la collecte de données	<ul style="list-style-type: none"> • Comptabiliser les émissions indirectes dans le bilan carbone des établissements • Développer et déployer des outils de calcul et établir une méthodologie pour faciliter la collecte de données
12) Réduire les émissions de sources indirectes	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluer et planifier la mise en œuvre d'interventions clés pour les diverses catégories d'émissions indirectes • Effectuer de la recherche et du développement sur les alternatives à plus faible impact carbone et effectuer un suivi sur leur évolution

Annexe A

Sources de données pour le portrait des GES du secteur de la santé

Le portrait des GES a été complété à partir de données énergétiques du MSSS, de CIUSSS partenaires du programme Santé-Climat de la FFT, de RNCAN ainsi que de données secondaires provenant d'autres juridictions en Amérique du Nord et de l'inventaire des émissions réalisé par le National Health Service (NHS) en Angleterre.⁵² Les émissions de GES ont ensuite été extrapolées à l'ensemble des établissements de santé du Québec avec des normalisations en fonction du nombre de lits et de types de mission des établissements pour s'assurer d'être le plus représentatif de l'ensemble des bâtiments de la province.

Au niveau des émissions de sources indirectes, ces données procurent des analyses à haut niveau tout en sachant que des données plus précises pour le Québec sont nécessaires. Actuellement, des données sont aussi manquantes pour estimer les émissions liées au transport des patients et des visiteurs ainsi que le transport des fournisseurs.

De plus, le portrait des émissions de GES exclut les émissions liées à l'analyse du cycle de vie complet des sources d'énergie. Ainsi, les GES liés à la consommation d'énergie représentent seulement les émissions directes associées avec leur consommation.

Tableau 9. Caractérisation du parc des bâtiments du secteur de la santé⁵³

Type de mission	Nombre de missions	Nombre de lits	Superficie estimée ⁵⁴ (m ²)
CR	568	8 797	1 627 892
CHSLD	479	43 668	2 890 059
CHSGS	296	21 044	4 636 360
CLSC	494	-	1 075 689
Total	1 837	73 509	10 230 000

Tableau 10. Émissions de GES et consommation d'énergie des établissements de santé en 2023⁵⁵

GES - Bâtiments		Source d'énergie				Intensité (/m ²)	
Type	GES (t. éq. CO ₂)	Électricité	Gaz naturel	Biomasse	Mazout	Énergie (GJ/m ²)	GES (kg éq. CO ₂ /m ²)
CR	32 000	55 %	32 %	8 %	3 %	0,9	19,6
CHSLD	106 000	45 %	48 %	8 %	3 %	1,4	36,5
CHSGS	225 000	49 %	42 %	8 %	3 %	2,1	48,5
CLSC	9 000	70 %	11 %	8 %	0 %	1,3	8,0
Total / moy. pondérée	371 000	51 %	39 %	8 %	2 %	1,64	36,3

⁵² Tennison et al. A carbon footprint assessment of the NHS in England. Lancet Planet Health 2021; 5: e84-92. [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196\(20\)30271-0.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196(20)30271-0.pdf)

⁵³ Liste des installations du MSSS. <https://m02.pub.msss.rtss.qc.ca/M02SommePermisInstal.asp>

⁵⁴ Superficie estimée par Dunsky pour 2023 basée sur l'échantillon de données disponibles. La superficie totale est basée sur les superficies de 2015-16 et le taux de croissance des années suivantes.

⁵⁵ Résultats de l'analyse réalisée par Dunsky.

Tableau 11. Consommation d'énergie des bâtiments par type d'utilisation finale

Utilisation finale	Proportion (%) ⁵⁶	Énergie estimée (GJ)
Chauffage des locaux	39 %	6 513 000
Chauffage de l'eau	13 %	2 249 000
Équipement auxiliaire	25 %	4 230 100
Moteurs auxiliaires	4 %	688 000
Éclairage	14 %	2 417 000
Climatisation	4 %	688 000
Total		16 788 000

Le Tableau 12 présente les données liées aux transports des patients effectués pendant l'année 2021-2022. Ces données proviennent d'une analyse des dépenses du MSSS.⁵⁷

Tableau 12. Données liées au transport des patients au Québec

Type de Transport	Nombre de transports ⁵⁸	Distance totale (km)	Voyage moyen (km)	GES par voyage (kg éq. CO ₂)	GES (t. éq. CO ₂)
Ambulance	755 932	31 013 000	41	20	28 624
Avion	2 492	1 951 000	663	2 675	6 667
Camionnette	5 338	1 653 000	366	116	621
Total / Moyenne	766 762	34 617 000	45	29	35 913

Tableau 13. Sources données liées au transport professionnel des employés

Type de donnée	Donnée	Source
Nombre d'employés du MSSS	304 883	Liste de ressources humaines du MSSS ⁵⁹
Intensité d'émission - Centre urbain (t. éq. CO₂/employé)	0,16	Données de déplacements de CIUSSS partenaires du programme Santé-Climat de FFT
Intensité d'émission - Centre régional (t. éq. CO₂/employé)	0,08	Données de déplacements de CIUSSS partenaires du programme Santé-Climat de FFT

⁵⁶ RNCAN. Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES des soins de santé (Tableau 17). <https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=com&juris=qc&rn=17&year=2020&page=3>

⁵⁷ Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Rapports financiers annuels des établissements 2021-2022 : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-003433/>

⁵⁸ Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Comptes de la Santé 2020-2023 (Tableau 20). https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/sante-services-sociaux/publications-adm/rapport/RA_22-614-01W_MSSS.pdf

⁵⁹ Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Ressources humaines. <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/statistiques-donnees-services-sante-services-sociaux/ressources-humaines/>

Tableau 14. Métriques de référence pour calculs des GES des émissions indirectes

Émissions de GES	Métrique(s) de référence	Source(s)
Gaz anesthésiants et inhalateurs	Capacité / lits (CHSGS seulement), NHS	Données de CIUSSS/CISS, S. R Williams (CHUM) ⁶⁰ , NHS (Angleterre) ⁶¹
Transport ambulancier	Nombre de transports, dépenses du MSSS	Financement du transport ambulancier (2021-2022) ⁶² , études liées aux ambulances canadiennes ^{63,64}
Déplacement d'employés - Travail-domicile et professionnel	Nombre de km parcourus, méthode de transport, nombre d'employés	Données de CIUSSS/CISS, ressources humaines du MSSS
Déchets	Superficie	Données de CIUSSS/CISS
Nourriture	Nombre de repas, capacité / lits	Données de CIUSSS/CISS
Médicaments	Capacité / lits (CHSGS seulement)	Données de CIUSSS/CISS
Achat d'équipement et chaîne d'approvisionnement	Portion normalisée des GES pour le Québec	NHS (Angleterre)

⁶⁰ Dr. S.R. Williams, Université de Montréal, "Crise climatique et agents inhalés". <https://anesthesiologie.umontreal.ca/wp-content/uploads/sites/33/2021/12/2021-cours-crise-climatique.pdf>

⁶¹ Tennison et al. A carbon footprint assessment of the NHS in England. Lancet Planet Health 2021; 5: e84-92. [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196\(20\)30271-0.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196(20)30271-0.pdf)

⁶² Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Comptes de la Santé 2020-2023 (Tableau 20). https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/sante-services-sociaux/publications-adm/rapport/RA_22-614-01W_MSSS.pdf

⁶³ Edwards, S. 2021. Western University. The Financial and Environmental Viability of Municipally Operated Hybrid Ambulance Fleets in Ontario. <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1202&context=lgp-mrps>

⁶⁴ Niagara Region. 2019. Ambulance Chassis Review. p. 48 <https://pub-niagararegion.escribemeetings.com/filestream.ashx?DocumentId=6417>

Annexe B

Hypothèses de calculs : Coûts

Tous les coûts dans le rapport sont présentés en \$2022 suivant l'hypothèse que l'inflation à long terme est de **2 %**. Considérant ceci, les taux d'augmentation annuels présentés ci-bas font référence à des **augmentations réelles**, comme démontré par l'équation:

$$\text{Augmentation réelle (\%)} = \text{Augmentation nominale (\%)} - \text{Inflation (\%)}$$

Le sommaire des coûts d'énergie de 2024 à 2040 utilisés dans l'étude est présenté dans le Tableau 15. Les montants présentés comprennent aussi les taxes liées à leur consommation.

Coût de l'électricité

Tenant compte de l'indexation annuelle des tarifs d'électricité d'Hydro-Québec ainsi que les coûts additionnels attendus liés à l'augmentation de la demande dans la province vers ses cibles de décarbonation, l'étude utilise un taux d'augmentation de **1 %** pour l'électricité.

En absence des projections exactes d'Hydro-Québec sur l'augmentation des coûts d'électricité, Dunsky prévoit une croissance plus rapide que le taux d'inflation historique basé sur l'impact des coûts marginaux plus élevés des nouvelles capacités électriques qui s'ajouteront dans le futur sur le réseau électrique.

Coût du carbone

Le coût du carbone au Québec est basé sur la vente aux enchères la plus récente du système de plafonnement et d'échange de droits d'émission (SPEDE). Ce coût (Août 2023 : 43,8 \$) est ensuite augmenté par la hausse du prix du carbone fédéral jusqu'en 2030.⁶⁵ Après 2030, le coût du carbone augmente de **5 %** annuellement selon le taux d'augmentation minimal du coût de carbone d'après les règles du SPEDE (5% + taux d'inflation).⁶⁶

Coût du gaz naturel renouvelable (GNR)

Le prix du GNR est basé sur le total des frais de livraison d'Énergir (classe tarifaire D1) et le coût de la molécule. Le taux de livraison du gaz augmente avec l'inflation (0 % réel) tandis que le coût de la molécule d'énergie augmente de **1 %** annuellement. L'augmentation du coût lié à la molécule d'énergie du GNR provient des estimations prévues par Énergir (augmentation annuelle d'environ 3 % nominal entre 2024 et 2030).⁶⁷

Coût du gaz naturel fossile

Le prix du gaz naturel fossile est basé sur le total des frais de livraison d'Énergir (classe tarifaire D1), le coût du carbone au Québec et le coût de la molécule d'énergie. Considérant

⁶⁵ MELCCFP. Marché du carbone – Ventes aux enchères:

<https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/carbone/Ventes-encheres.htm>

⁶⁶ MELCCFP. Marché du carbone – Inscription au SPEDE :

<https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/carbone/inscription-spede.htm>

⁶⁷ Énergir. Prix du GNR. [https://energir.com/fr/grandes-entreprises/bulletin-bleu-express-mai-2023#:~:text=Prix%20du%20gaz%20naturel%20renouvelable,\(72%2C457%20%2A2%2Fm%2C%2B3\)](https://energir.com/fr/grandes-entreprises/bulletin-bleu-express-mai-2023#:~:text=Prix%20du%20gaz%20naturel%20renouvelable,(72%2C457%20%2A2%2Fm%2C%2B3))

la volatilité du coût du gaz naturel et les projections du marché, le coût de la molécule d'énergie utilisé en 2024 est de 4,75 \$/GJ et augmente de **1 %** annuellement.

Coût du mazout, de l'essence et du diesel

Le rapport *Avenir énergétique du Canada en 2023* de la Régie de l'énergie du Canada présente des hypothèses liées à la demande et les coûts des sources d'énergie sous différents scénarios.⁶⁸ Ces coûts incluent le coût de carbone et ont été référencés sous le scénario *Canada Net-Zéro* dans le secteur commercial de l'étude pour le mazout, l'essence et le diesel. Les augmentations réelles de ces sources d'énergie représentent un changement annuel de **moins de 2 %** pour chaque source d'énergie.

Coût de la biomasse

Le coût de la biomasse utilisé dans l'étude est de 7,85 \$/GJ avec une augmentation selon le taux d'inflation (**0 %** réel). Ce coût est basé sur un prix moyen de 100 \$ la tonne métrique anhydre (sèche) selon la Fédération québécoise des coopératives forestières.⁶⁹ Le type de biomasse envisagé est du copeau de bois provenant de résidus de coupes forestières à un taux d'humidité de 40 % et une distance moyenne de livraison de 100 km.

Tableau 15. Coût des intrants économiques de l'étude⁷⁰

Intrant économique	2024 (\$2022)	2040 (\$2022)
Électricité (\$/kWh)	0,105	0,122
Prix Carbone (QC) - \$/t CO _{2e}	54	167
Gaz naturel fossile (\$/m ³)	0,47	0,73
Gaz naturel renouvelable (\$/m ³)	0,98	1,03
Mazout (\$/L)	1,34	2,03
Essence - Régulière (\$/L)	1,61	2,14
Diesel (\$/L)	1,62	2,08
Biomasse (\$/GJ)	7,85	7,85

⁶⁸ Régie de l'énergie du Canada. *Avenir énergétique du Canada en 2023 - Offre et demande énergétiques à l'horizon 2050*. <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/avenir-energetique-canada/2023/>

⁶⁹ Fédération québécoise des coopératives forestières. *Chaînes d'approvisionnement en biomasse forestière résiduelle innovantes et adaptées aux besoins de chaufferies institutionnelles, commerciales et industrielles*. https://www.fqcf.coop/wp-content/uploads/resultats_de_recherche_biomasse.pdf

⁷⁰ Coûts qui incluent les taxes et les frais des livraisons.

Hypothèses de calculs : GES

Les sources d'émissions utilisées dans l'étude sont présentées dans le tableau suivant. Les intensités de carbone ont été calculées d'après le cinquième rapport d'évaluation sur les potentiels de réchauffement planétaire.⁷¹

Tableau 16. Intensité de carbone des différentes sources d'énergie

Produit (unité)	Intensité de carbone (g éq. CO ₂ /unité)	Source
Électricité (kWh)	1,3	Hydro - Québec ⁷²
Gaz naturel renouvelable (m ³)	11	Énergir ⁷³
Gaz naturel fossile (m ³)	1 936	NIR 2022 Table A6.1-1 & A6.1-3 Partie 2 ⁷⁴
Mazout (L)	2 762	
Essence - Régulière (L)	2 315	
Diesel (L)	2 689	
Kérosène (L) ⁷⁵	2 568	
Biomasse (GJ)	1 923	TÉQ, Facteurs d'émissions ⁷⁶

⁷¹ Gouvernement du Canada. Potentiels de réchauffage planétaire. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/orientation-quantification/potentiels-rechauffement-planetaire.html>

⁷² Hydro-Québec. 2022. Étiquette de l'électricité distribuée au Québec à la clientèle alimentée par le réseau principal d'Hydro-Québec. <https://www.hydroquebec.com/data/developpement-durable/pdf/etiquette-2022-avis-de-verification.pdf>

⁷³ Énergir. Pourquoi dit-on que le gaz naturel renouvelable est propre : <https://energir.com/fr/a-propos/nos-energies/gaz-naturel/gaz-naturel-renouvelable>

⁷⁴ United Nations Climate Change. Rapport d'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre du Canada. <https://unfccc.int/documents/550195>

⁷⁵ Le kérosène est utilisé pour calculer les émissions associées au transport en avion.

⁷⁶ Transition Énergétique Québec. Facteurs d'émission et de conversion : <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/FacteursEmission.pdf>

Annexe C

Hypothèse de référence décarbonation du parc de bâtiments

Tableau 17. Charges internes typiques par type de bâtiment⁷⁷

Type de bâtiment	Occupation (m ² /occupant)	Prises (W/m ²)	Éclairage ⁷⁸ (W/m ²)	Eau chaude sanitaire (W/occupant)
Clinique (CLSC)	20	7,5	9,4	90
IRLM (CHSLD)	25	5	6,5	500
Hôpital (CHSGS)	20	7,5	13	90
Bureau (CR)	25	7,5	9,7	90
Secteur de la santé (moyenne pondérée)	22	7	10	206

Tableau 18. Charges d'occupation des bâtiments⁷⁹

Charge d'occupation	Charge (Watt/Occupant)
Sensible	63
Latente	54

Tableau 19. Paramètres de calcul et hypothèses de sensibilité des bâtiments

Paramètres de calcul	Hypothèse	Commentaires
Charges internes récupérables	0,9	70 % dans l'air recirculé, le reste dans l'air évacué
COP moyen (130°F au condenseur)	4	Conservateur
COP moyen (125-115°F au condenseur, 32-27°F à l'évaporateur)	3	Conservateur
Facteur de conversion au DEL	0,4	
Facteur de charges aux prises	0,9	
Facteur d'occupation	0,9	
Facteur hôpitaux à rénover	0,75	Facteur lorsqu'un ajout est possible que pour les hôpitaux
Efficacité des systèmes de chauffage au gaz	0,9	
Efficacité des systèmes à la biomasse	0,8	

⁷⁷ Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies. National Energy Code of Canada for Buildings 2020. <https://nrc-publications.canada.ca/fra/voir/objet/?id=af36747e-3eee-4024-a1b4-73833555c7fa>

⁷⁸ Gouvernement du Canada. Code national de l'énergie pour les bâtiments - Canada 2011. <https://nrc.canada.ca/fr/certifications-evaluations-normes/codes-canada/publications-codes-canada/code-national-lenergie-batiments-canada-2011>

⁷⁹ The Engineering Toolbox. Human Heat Gain. https://www.engineeringtoolbox.com/persons-heat-gain-d_242.html

Paramètres de calcul	Hypothèse	Commentaires
Efficacité des fours à induction	0,8	
Débit total (CAH)	6	
Débit air frais (CAH)	2	
Débit d'air frais dans les plateaux techniques (CAH)	20	

Tableau 20. Hypothèses de frais généraux

Frais généraux	Taux (%) ⁸⁰
Gestion de projet	15 %
Frais d'architecte	3 %
Frais d'ingénierie	8 %
Conditions de site ⁸¹	12 %
Contingences	30 %
Taxes TPS et TVQ	14,975 %

Tableau 21. Coût total des interventions par unité de surface

Intervention	Coût total (\$/m ²) ⁸²
Audits énergétiques	2
Éclairage DEL	9
Récupération de chaleur	197
Décarbonation	110

Tableau 22. Durée de vie utile des interventions

Intervention	Nombre d'années
Ampoules DEL	20 ⁸³
Récupération de chaleur	25 ⁸⁴
Décarbonation	25 ⁸⁵

⁸⁰ Taux appliqué au coût des équipements

⁸¹ L'exécution de travaux dans des bâtiments existants est plus complexe que dans la nouvelle construction. Les conditions de réalisation sont également plus complexes que d'autres types de bâtiments, par exemple du travail de nuit pour réduire les perturbations, le recours à des systèmes de filtration de l'air et des enceintes de travail pour réduire les nuisances telle la poussière.

⁸² Ces chiffres sont des coûts, et non des surcoûts, et sont basés sur l'expérience professionnelle de Dunsky et demeurent des estimations à haut niveau. Ces coûts moyens pour l'ensemble du secteur ne peuvent servir à préparer des budgets pour la réalisation de travaux à l'échelle d'un bâtiment.

⁸³ Hypothèse de 100 000 h de vie utile, avec un usage de 12 heures par jour et de contrôles.

⁸⁴ American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Service Life Data Query. http://weblegacy.ashrae.org/publicdatabase/system_service_life.asp?selected_system_type=2

⁸⁵ American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Service Life and Maintenance Cost Database. <http://weblegacy.ashrae.org/publicdatabase/>

Annexe D

Hypothèse de référence pour la décarbonation du parc de véhicules

En utilisant les données fournies par le ministère en combinaison avec des recherches secondaires, Dunsky a caractérisé le parc de véhicules selon les hypothèses moyennes suivantes. Nous reconnaissons qu'il existe des différences importantes entre les régions urbaines, suburbaines et rurales du Québec, ainsi ces hypothèses représentent des conditions intermédiaires pour une analyse à haut niveau.

Tableau 23. Hypothèses base de référence pour le parc de véhicules

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Durée de vie (années)	Distance parcourue annuelle (km)	Type de carburant (Base de référence)
Ambulances	882	Combustion : 7 Électrique : 10	35 162	80 % essence 20 % diesel
Véhicules légers	1 036	10	9 000	100 % essence
Camionnettes	268	10	7 281	100 % essence
Sources	Données fournies par le ministère	Région Niagara, Consultations externes ⁸⁶	Données fournies par le ministère	Données fournies par le ministère

Pour la stratégie de recharge, on estime de façon préliminaire que le MSSS aura besoin des bornes de recharges selon les ratios suivants :

Tableau 24. Hypothèses de recharge pour le parc de véhicules

Type de véhicule	Ratio (Véhicules : Bornes)	Type de borne (Puissance)	Notes
Ambulance	2 : 1	Rapide 40 kW	Dunsky estime que les ambulances seront en service et en entretien pendant 16-18 heures et en recharge pendant 4-6 heures
	3 : 1	Rapide 60 kW	Recommandation d'au moins une borne de recharge rapide de 60 kW pour les situations d'urgence
Véhicule léger	1 : 1	Niveau 2 < 6,7 kW	Plutôt que de réduire les coûts en achetant moins de bornes, installation de ports de charge moins puissants et tirer profit de la gestion d'énergie
Camionnette	1 : 1	Niveau 2 < 6,7 kW	

⁸⁶ Niagara Region. 2019. Ambulance Chassis Review. p. 48 <https://pub-niagararegion.escribe.meetings.com/filestream.ashx?DocumentId=6417>

Les coûts d'achats, d'installation et de mises à niveau de la puissance⁸⁷ pour chaque type de bornes de recharge sont décrits dans le tableau suivant :

Tableau 25. Information sur les bornes de recharge pour le parc de véhicules

Niveau	Puissance	Coût d'achat et d'installation
Niveau 2	6,7 kW d'énergie à partager avec deux ports	12 300 \$
	16,6 kW	35 200 \$
Rapide⁸⁸	40 kW	175 000 \$
	60 kW	215 000 \$

Les coûts d'achats, d'entretien, et de consommation d'énergie pour chaque type de véhicule sont décrits dans le tableau suivant :

Tableau 26. Coût annuel de possession, d'entretien et de consommation d'énergie pour le parc de véhicules⁸⁹

Type de véhicule	Technologie	Coût annuel de possession (2024)	Coût annuel de possession (2040)	Coût d'entretien ⁹⁰ (\$/km)	Consommation d'énergie (\$/km) (2024)
Ambulance	Électrique	111 000 \$	74 000 \$	0,07 \$	0,07
	Combustion	62 000 \$	65 000 \$	0,14 \$	0,63
Véhicule léger	Électrique	6 100 \$	5 000 \$	0,06 \$	0,027
	Combustion	7 000 \$	7 100 \$	0,11 \$	0,18
Camionnette	Électrique	9 100 \$	5 300 \$	0,07 \$	0,033
	Combustion	7 200 \$	7 400 \$	0,14 \$	0,23

⁸⁷ Le coût de mise à niveau des infrastructures électriques est de 1 000 \$/kW selon des consultations avec des installateurs de bornes de recharge et l'expérience professionnelle de Dunsky.

⁸⁸ Le coût des bornes électriques pour les ambulances inclut aussi le coût d'achat pour une génératrice en cas d'urgence.

⁸⁹ Les coûts présentés incluent les taxes.

⁹⁰ Le coût d'entretien est constant avec l'inflation (0 % d'augmentation réelle).



NOUS NOUS ASSUMONS

Ce rapport a été préparé par Dunsky Énergie + Climat, une firme indépendante vouée à la transition énergétique qui s'engage à fournir des analyses et des conseils de qualité, intègres et impartiaux. Nos conclusions et recommandations sont basées sur les meilleures informations disponibles au moment où le travail a été effectué et sur le jugement professionnel de nos experts.

Dunsky est fière d'assumer son travail.