

PLAN DE TRANSITION VERS LA CARBONEUTRALITÉ

Horizon 2050



LES ENTREPRISES P.E.C. INC.

Travaux maritimes, génie civil et déneigement

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
2	OBJECTIFS ET TRAJECTOIRE	2
2.1	Périmètre et bilan de référence.....	2
2.2	Objectifs et émissions projetées	3
3	STRATÉGIES D'ATTÉNUATION	5
3.1	Optimisation des opérations.....	5
3.2	Électrification et carburants renouvelables	6
3.3	Efficacité énergétique et autoproduction	7
3.4	Contribution des stratégies à la trajectoire.....	8
3.5	Émissions résiduelles.....	9
4	MISE EN ŒUVRE ET SUIVI.....	10
4.1	Responsabilités.....	10
4.2	Conditions de réalisation	10
4.3	Mesure des résultats et traitement des écarts	11
4.4	Révision du plan et communication.....	12
	ANNEXE MÉTHODOLOGIQUE	13
A.1	Base de calcul et paramètres	13
A.2	Application successive des stratégies.....	13
A.3	Conventions relatives aux énergies de remplacement.....	15
A.4	Rapprochement des résultats et arrondis	15
A.5	Exemple de calcul pour 2040	16
	RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES.....	17

1 INTRODUCTION

Réduire notre impact climatique exige d'agir sur l'énergie que nous consommons et sur les choix qui orientent nos activités. La place prépondérante des carburants dans le fonctionnement de nos véhicules et de notre machinerie en fait le principal enjeu de notre démarche de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Pour diminuer ces émissions, nous devons faire évoluer nos façons de travailler, mais aussi préparer les décisions qui façonneront nos opérations pour les années à venir.

Cette transformation doit concilier notre ambition climatique avec les exigences des chantiers, la disponibilité des solutions et nos capacités d'investissement. Elle demande de planifier les changements suffisamment tôt pour en valider la faisabilité et les intégrer progressivement à nos activités. Nous souhaitons ainsi avancer avec une vision à long terme, sans reporter les améliorations qui peuvent être engagées dès maintenant.

C'est dans cette perspective que nous participons au Défi carboneutre du gouvernement du Canada, avec l'engagement d'atteindre la carboneutralité d'ici 2050. Les orientations du programme applicables aux PME encadrent notre démarche, soit de définir des objectifs intermédiaires, de planifier les réductions, d'organiser la mise en œuvre et de rendre compte des progrès [1, 2].

Le présent plan donne une direction commune à nos équipes et guide les décisions qui accompagnent le développement de notre entreprise. Il présente le périmètre de notre engagement, nos objectifs et la trajectoire projetée, nos trois stratégies d'atténuation ainsi que nos modalités de mise en œuvre.

2 OBJECTIFS ET TRAJECTOIRE

Notre trajectoire vers la carboneutralité prend appui sur un bilan de référence qui précise les émissions couvertes par notre engagement. Ce point de départ permet de situer les efforts de réduction à accomplir aux horizons 2030, 2040 et 2050 et de mesurer notre progression vers les objectifs fixés.

2.1 Périmètre et bilan de référence

L'année financière de mai 2024 à avril 2025 constitue la référence à partir de laquelle nous mesurerons nos progrès. L'inventaire établi pour cette période couvre les sites, les installations, les véhicules et les équipements sous notre contrôle opérationnel.

À l'intérieur de ce périmètre, les émissions sont réparties en deux catégories. La portée 1 regroupe les émissions directement générées par nos activités, soit la combustion d'essence et de diesel dans nos véhicules et équipements, ainsi que les fuites de réfrigérants. La portée 2 correspond aux émissions indirectes associées à la production de l'électricité que nous achetons pour nos activités.

Toutes les émissions sont exprimées en tonnes d'équivalent dioxyde de carbone (tCO₂e). Cette unité commune permet d'additionner les différents GES en tenant compte de leur effet respectif sur le réchauffement climatique. Pour l'année de référence, les deux portées totalisent 4 141,57 tCO₂e, réparties entre les sources présentées au tableau suivant.

Tableau 1 : Bilan carbone de référence 2024–2025

Source / Catégorie	tCO ₂ e (portée 1)	tCO ₂ e (portée 2)	Total tCO ₂ e
Essence	615,97	—	615,97
Diesel	3 491,97	—	3 491,97
Émissions fugitives de réfrigérants	32,53	—	32,53
Électricité	—	1,10	1,10
Total	4 140,47	1,10	4 141,57

Le diesel représente environ 84 % du bilan et l'essence près de 15 %. Les carburants concentrent ainsi environ 99 % des émissions inventoriées et constituent le principal levier de notre transition. Nos efforts viseront à réduire les consommations, à optimiser les opérations et à remplacer progressivement les carburants fossiles par l'électricité et les carburants renouvelables.

Les réfrigérants et l'électricité demeurent intégrés à la démarche, avec des mesures proportionnées à leur contribution. Le faible facteur d'émission de l'électricité consommée au Québec limite son poids dans le bilan. La maîtrise des consommations reste néanmoins nécessaire, notamment pour les nouveaux besoins de recharge.

Conformément aux dispositions du Défi carboneutre pour les PME, la portée 3 est exclue du périmètre actuel [2]. Elle regroupe les autres émissions indirectes de notre chaîne de valeur, par exemple la fabrication des équipements, la production des carburants ou encore le traitement des déchets. Notre objectif couvre donc les portées 1 et 2, sans signifier que les autres émissions indirectes sont inexistantes ou négligeables.

2.2 Objectifs et émissions projetées

Nous visons une réduction absolue des émissions combinées des portées 1 et 2 d'au moins 15 % d'ici 2030 et de 60 % d'ici 2040, par rapport à 2024–2025, puis un bilan net nul en 2050. Ces objectifs ne varient pas avec les opérations ou les revenus. Toute croissance des activités devra donc s'accompagner de réductions suffisantes pour respecter les niveaux d'émissions visés.

Le tableau 2 distingue les émissions annuelles projetées de chaque portée, la compensation et le bilan net, exprimés en tCO₂e. Les objectifs intermédiaires s'appliquent au total des deux portées, sans compensation. En 2050, la compensation serait réservée au solde subsistant après les mesures de réduction.

Tableau 2 : Trajectoire des émissions et bilan net

	2030	2040	2050
Objectif de réduction (%)	≥ 15 %	≥ 60 %	100 % net
Scénario d'émissions projetées (tCO ₂ e)	3 504,78	1 638,14	5,08
Émissions projetées de portée 1 (tCO ₂ e)	3 503,72	1 634,87	1,63
Émissions projetées de portée 2 (tCO ₂ e)	1,06	3,27	3,45
Compensation projetée (tCO ₂ e)	0,00	0,00	5,08
Bilan net du scénario	3 504,78	1 638,14	0,00

Le scénario prévoit une réduction de 636,79 tCO₂e en 2030 (15,38 %) et de 2 503,43 tCO₂e en 2040 (60,45 %). En 2050, la réduction atteint 99,88 % avant compensation. La neutralisation du solde annuel de 5,08 tCO₂e permettrait alors d'obtenir un bilan net nul.

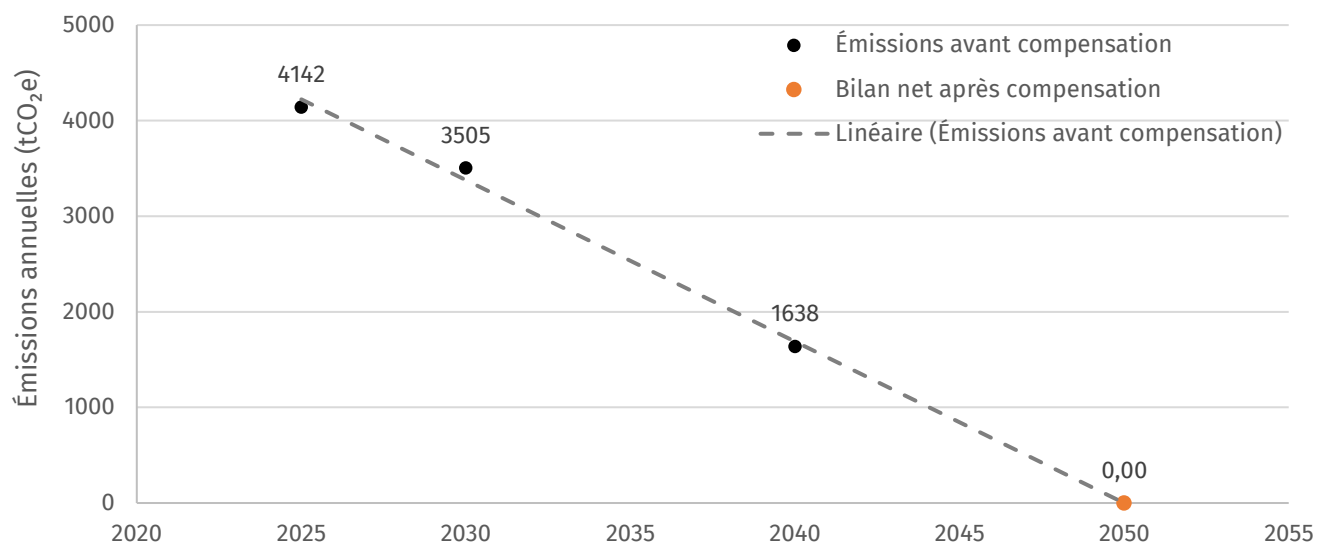


Figure 1 : Trajectoire des émissions et bilan net

Les deux portées évoluent différemment. Les émissions de portée 1 reculent avec la diminution et le remplacement des carburants fossiles. Celles de portée 2 diminuent légèrement dans un premier temps, puis augmentent avec la recharge des équipements à batterie. Cette hausse demeure faible comparativement aux émissions de carburant évitées. Le suivi continuera de présenter les deux portées séparément, tout en évaluant l'atteinte des objectifs sur leur total combiné.

3 STRATÉGIES D'ATTÉNUATION

Notre trajectoire repose sur trois stratégies complémentaires, appliquées de manière progressive afin d'agir d'abord sur les consommations évitables, puis sur les sources d'énergie utilisées.

L'optimisation des opérations vise à réduire les besoins en carburants et les émissions liées aux réfrigérants sans nécessiter immédiatement le remplacement des équipements. L'électrification et les carburants renouvelables interviennent ensuite pour substituer une partie croissante des combustibles fossiles encore nécessaires. Enfin, l'efficacité énergétique et l'autoproduction permettent de limiter les besoins d'électricité achetée associés aux installations et, progressivement, à la recharge des équipements à batterie.

Les gains sont calculés dans cet ordre pour éviter de compter deux fois une même réduction. Les projections conservent un niveau d'activité, un périmètre et des facteurs d'émission constants afin d'isoler l'effet des mesures. Elles représentent un scénario de planification, dont la réalisation devra être confirmée par les résultats observés.

Dans les tableaux 3 à 6, les pourcentages entre parenthèses expriment la contribution au bilan total de référence. Les réductions sont annuelles et ne s'additionnent pas entre les horizons et les totaux sont calculés avant arrondi. L'annexe précise ces conventions.

3.1 Optimisation des opérations

La première étape de notre trajectoire consiste à réduire les consommations pouvant être évitées avec les véhicules, les équipements et les installations déjà en place. Ces gains reposent principalement sur l'amélioration des pratiques d'exploitation, soit une meilleure planification des déplacements et des chantiers, l'écoconduite, la réduction du fonctionnement au ralenti et un suivi plus précis des consommations. Le recours progressif à la télématique permettra de compléter ce suivi en identifiant les écarts de performance et les situations où des améliorations sont possibles.

Pour les usages à essence, le scénario retient une diminution de la consommation de 4 % en 2030, de 10 % en 2040 et de 15 % en 2050 par rapport à la référence. Pour le diesel, les réductions envisagées sont respectivement de 5 %, 10 % et 15 %. Ces taux représentent l'effet combiné des pratiques d'optimisation. Les gains de planification, d'écoconduite et de télématique ne sont pas additionnés séparément.

Cette stratégie comprend aussi les émissions fugitives de réfrigérants. L'entretien préventif, la détection des fuites, la récupération des fluides lors des interventions et le remplacement progressif des systèmes

par des solutions à plus faible impact climatique soutiendront leur réduction. Le scénario retient une diminution de 5 % en 2030, de 50 % en 2040 et de 95 % en 2050 par rapport à ce poste de référence. Le registre d'entretien permettra de suivre les fluides utilisés et les pertes constatées.

Tableau 3 : Réductions associées à l'optimisation des opérations

Moyens de réduction (tCO₂e)	2030	2040	2050
Planification des déplacements et écoconduite (essence)	24,64 (0,595 %)	61,60 (1,487 %)	92,40 (2,231 %)
Planification des chantiers, écoconduite et télématique (diesel)	174,60 (4,216 %)	349,20 (8,432 %)	523,80 (12,647 %)
Gestion des fuites de réfrigérants	1,63 (0,039 %)	16,27 (0,393 %)	30,90 (0,746 %)
Réduction attribuée à cette stratégie	200,86 (4,850 %)	427,06 (10,312 %)	647,09 (15,624 %)

3.2 Électrification et carburants renouvelables

Cette stratégie combine des solutions adaptées aux différents usages. L'électrification à batterie est privilégiée lorsque les conditions d'exploitation le permettent. L'hydrogène vert acheté auprès d'un fournisseur est envisagé pour certains véhicules lourds et équipements dont les cycles de travail rendent la batterie plus difficile à déployer. Le biodiesel joue un rôle transitoire pour les motorisations à combustion qui resteront en service.

Pour les usages à essence, la batterie remplacerait 1 % de la consommation restante après optimisation en 2030, puis 60 % en 2040 et 100 % en 2050. L'effet combiné de l'optimisation et de cette conversion représente une baisse de près de 5 % de la consommation d'essence dès 2030. À cet horizon, le scénario ne retient aucune électrification de la machinerie et des véhicules au diesel, ni aucun recours à l'hydrogène.

La transition des usages au diesel s'amplifie à l'horizon 2040. Sur le besoin restant après optimisation, 35 % seraient remplacés par la batterie et 5 % par l'hydrogène vert. Ces deux parts sont appliquées à la même base de consommation. Elles atteignent respectivement 70 % et 30 % en 2050, remplaçant alors la totalité du diesel encore nécessaire après optimisation. Il s'agit de parts des consommations substituées à service rendu constant, et non de proportions du nombre d'équipements.

Le biodiesel permet d'agir sur les usages à combustion pendant ce renouvellement. Il remplacerait 13 % du besoin de diesel restant en 2030 et 26 % en 2040, après optimisation et conversions à la batterie et à l'hydrogène. En 2040, cette dernière proportion équivaut à 15,6 % du besoin après optimisation. La contribution du biodiesel demeure donc supérieure à celle de l'hydrogène à cet horizon. Aucun gain de biodiesel n'est retenu en 2050, les usages au diesel étant alors entièrement remplacés.

Le gain attribué au biodiesel correspond au CO₂ fossile évité. Les émissions de méthane et d'oxyde nitreux des usages demeurant en combustion sont conservées, et le CO₂ biogénique sera déclaré séparément [3]. Pour l'hydrogène, le scénario retient l'utilisation de piles à combustible [6]. Le scénario suppose sa production, son conditionnement et son avitaillement par des tiers, hors du contrôle opérationnel de PEC. Son approvisionnement devra être documenté pour confirmer son origine renouvelable et son intensité carbone. L'annexe précise le traitement des émissions associées.

Enfin, les émissions liées à l'électricité nécessaire à la recharge des batteries sont soustraites des réductions obtenues par le remplacement des carburants fossiles. Les gains attribuables à l'autoproduction sont comptabilisés séparément dans la stratégie suivante afin d'éviter tout double comptage.

Tableau 4 : Réductions associées à l'électrification et aux carburants renouvelables

Moyens de réduction (tCO₂e)	2030	2040	2050
Électrification des usages à essence	5,91 (0,143 %)	332,62 (8,031 %)	523,57 (12,642 %)
Électrification des véhicules lourds et de la machinerie	0,00 (0,000 %)	1 099,97 (26,559 %)	2 077,72 (50,167 %)
Hydrogène vert pour les véhicules lourds et la machinerie	0,00 (0,000 %)	157,14 (3,794 %)	890,45 (21,500 %)
Substitution transitoire avec le biodiesel	429,97 (10,382 %)	488,81 (11,803 %)	0,00 (0,000 %)
Émissions ajoutées par la recharge (à déduire du gain)	-0,01 (-0,0003 %)	-3,19 (-0,077 %)	-5,81 (-0,140 %)
Réduction attribuée à cette stratégie	435,87 (10,524 %)	2 075,36 (50,110 %)	3 485,94 (84,170 %)

3.3 Efficacité énergétique et autoproduction

L'efficacité énergétique et l'autoproduction accompagnent l'électrification en limitant les achats d'électricité. Leur contribution à la réduction des GES demeure modeste, mais elles permettent aussi de maîtriser les besoins énergétiques et de préparer l'intégration des nouveaux équipements.

Nous agissons sur les consommations évitables de nos installations en examinant notamment les horaires et les réglages des systèmes, l'éclairage et les besoins de chauffage. Les améliorations de l'enveloppe des bâtiments et des équipements seront intégrées aux occasions de rénovation et de remplacement, après évaluation de leur pertinence pour chaque site.

Le scénario retient une diminution de nos usages électriques de référence de 5 % en 2030, de 20 % en 2040 et de 50 % en 2050. Ces réductions concernent les consommations de nos installations existantes et sont distinctes des nouveaux besoins de recharge associés à l'électrification de nos activités.

En parallèle, nous évaluerons les possibilités d'autoproduction d'énergie renouvelable, notamment solaire, en fonction des caractéristiques de nos sites, de nos profils de consommation et de l'évolution de nos besoins de recharge. Aucun gain provenant de l'autoproduction n'est comptabilisé en 2030. Le scénario suppose ensuite que l'électricité que nous produirons et autoconsommerons permettra de couvrir 25 % des besoins de recharge à batterie en 2040, puis 50 % en 2050.

Le gain d'autoproduction est attribué exclusivement à cette stratégie. Seule l'électricité renouvelable produite et autoconsommée en remplacement d'un achat au réseau est retenue, avec conservation de ses attributs environnementaux par PEC [4]. Les surplus injectés sur le réseau ne réduisent pas les émissions du scénario. La capacité de production et la concordance avec les besoins de recharge devront être vérifiées avant le déploiement.

Tableau 5 : Réductions associées à l'efficacité énergétique et à l'autoproduction

Moyens de réduction (tCO ₂ e)	2030	2040	2050
Efficacité énergétique des installations	0,06 (0,001 %)	0,22 (0,005 %)	0,55 (0,013 %)
Autoproduction d'énergie renouvelable	0,00 (0,000 %)	0,80 (0,019 %)	2,90 (0,070 %)
Réduction attribuée à cette stratégie	0,06 (0,001 %)	1,02 (0,025 %)	3,45 (0,083 %)

3.4 Contribution des stratégies à la trajectoire

À court terme, la trajectoire repose surtout sur l'optimisation et le biodiesel. La batterie prend ensuite une place croissante, tandis que l'hydrogène complète la transition des usages les plus difficiles à convertir. Cette progression permet d'articuler les gains accessibles dès 2030 avec le renouvellement à plus long terme des véhicules et de la machinerie.

Le tableau 6 regroupe les contributions des trois stratégies et distingue la réduction brute de la réduction nette, qui inclut la compensation projetée pour 2050. La compensation demeure extérieure aux stratégies d'atténuation.

Tableau 6 : Réductions totales et contribution de la compensation

Stratégies d'atténuation (tCO ₂ e)	2030	2040	2050
Optimisation des opérations	200,86 (4,850 %)	427,06 (10,312 %)	647,09 (15,624 %)
Électrification et carburants renouvelables	435,87 (10,524 %)	2 075,36 (50,110 %)	3 485,94 (84,170 %)
Efficacité énergétique et autoproduction	0,06 (0,001 %)	1,02 (0,025 %)	3,45 (0,083 %)
Réduction brute	636,79 (15,38 %)	2 503,43 (60,45 %)	4 136,49 (99,88 %)
Compensation à prévoir (hors stratégies)	0,00 (0,00 %)	0,00 (0,00 %)	5,08 (0,12 %)
Réduction nette	636,79 (15,38 %)	2 503,43 (60,45 %)	4 141,57 (100,00 %)

Selon le scénario, les objectifs intermédiaires seraient atteints sans compensation. La réduction de 15,38 % en 2030 offre une marge de 15,56 tCO₂e au-delà de la cible de 15 %, et celle de 60,45 % en 2040 une marge de 18,49 tCO₂e au-delà de la cible de 60 %. Ces marges limitées rendent nécessaires un suivi régulier et des ajustements rapides en cas de croissance des activités, de retard de déploiement ou de performance inférieure aux hypothèses.

3.5 Émissions résiduelles

Le solde annuel projeté pour 2050 est de 5,08 tCO₂e, soit environ 1,63 tCO₂e de réfrigérants et 3,45 tCO₂e d'électricité achetée. Il constitue un repère de planification. La quantité à neutraliser sera déterminée à partir de l'inventaire de l'année concernée, après les réductions effectivement réalisées.

Pour contrebalancer ce solde des portées 1 et 2, nous retiendrons des crédits correspondant à des éliminations de GES vérifiées et admissibles selon les critères du Défi carboneutre [1]. Le régime et le protocole seront sélectionnés avant tout achat, en examinant notamment l'additionnalité, la durabilité du stockage, la vérification indépendante et la traçabilité dans un registre. Leur choix et les quantités utilisées seront documentés dans notre suivi. Cette démarche sera renouvelée annuellement pour les émissions résiduelles, sans se substituer aux efforts de réduction.

4 MISE EN ŒUVRE ET SUIVI

La mise en œuvre sera intégrée à la gestion courante de l'entreprise. La direction générale en assurera le pilotage avec le comité de développement durable, à partir du plan d'action interne [8]. Celui-ci précisera, pour chaque mesure, les responsables, les échéances et les ressources nécessaires. Le suivi trimestriel portera sur le déploiement, tandis que le bilan annuel permettra d'évaluer les résultats et de décider des ajustements.

4.1 Responsabilités

Nous répartirons les responsabilités entre les différentes fonctions de l'entreprise afin de coordonner la démarche, de soutenir son application dans nos activités et d'assurer la fiabilité du suivi.

- Notre direction générale approuvera les objectifs et les mises à jour du plan, affectera les ressources nécessaires et orientera les investissements en tenant compte des réductions attendues et des contraintes opérationnelles.
- Notre comité de développement durable coordonnera la démarche, examinera les résultats chaque trimestre et préparera les propositions de correctifs ainsi que le bilan annuel. Il accompagnera nos équipes dans l'adoption des nouvelles pratiques et assurera la diffusion des résultats documentés.
- Nos personnes responsables de notre flotte et de son entretien tiendront à jour les registres des équipements et des consommations, prépareront les remplacements et documenteront les fuites de réfrigérants ainsi que les essais de carburants.
- Nos responsables d'opérations et de chantiers veilleront à l'application des pratiques d'optimisation et anticiperont les besoins de raccordement, de recharge et d'utilisation des équipements.

4.2 Conditions de réalisation

Le renouvellement des équipements sera préparé en fonction des exigences de nos chantiers. Avant de généraliser une technologie, nous en évaluerons les performances dans les conditions de travail visées, notamment l'autonomie, la puissance, les cycles d'utilisation et le fonctionnement par temps froid. Pour la batterie et l'autoproduction, les besoins de raccordement, de recharge, de stockage éventuel et d'aménagement seront examinés avant les décisions d'achat.

La disponibilité des fournisseurs constitue une autre condition déterminante. Les essais de biodiesel permettront de confirmer la compatibilité des moteurs, les garanties, les conditions saisonnières d'utilisation et les volumes annuels pouvant être substitués. Pour l'hydrogène, nous vérifierons la disponibilité des équipements à pile à combustible, la traçabilité de l'approvisionnement et les modalités de livraison et d'avitaillement. Toute consommation d'énergie supplémentaire placée sous notre contrôle sera intégrée à l'évaluation des gains.

Les projets seront intégrés à notre planification financière selon le calendrier de renouvellement des actifs. L'évaluation portera sur les coûts d'acquisition et d'infrastructure, les dépenses d'énergie et d'entretien, la durée de vie et les réductions attendues. Les aides et les possibilités de financement seront examinées au moment des décisions, sans présumer de leur obtention. La direction établira les priorités en tenant compte de la faisabilité, des ressources disponibles et de la contribution aux objectifs.

Le comité suivra les risques de retard, de hausse des coûts, d'approvisionnement insuffisant et de performance moindre que prévu. Il examinera aussi les conditions climatiques pouvant affecter les opérations et les infrastructures énergétiques. En cas d'écart important, il proposera des ajustements de calendrier, des solutions de remplacement ou des mesures complémentaires, avec leurs effets sur les émissions. Les essais et les investissements graduels permettront de réduire ces risques tout en saisissant les possibilités d'économies et d'amélioration des opérations.

4.3 Mesure des résultats et traitement des écarts

Nous établirons chaque année un inventaire des portées 1 et 2 couvrant une période de douze mois comparable à la référence. Les données comprendront les consommations de carburants, les quantités d'hydrogène achetées, les achats d'électricité, la production renouvelable et son autoconsommation, ainsi que les mouvements de réfrigérants. Les factures, relevés, fiches fournisseurs et registres d'entretien seront rapprochés et conservés pour assurer la traçabilité des résultats.

Les émissions absolues demeureront la référence pour évaluer l'atteinte des objectifs. Les indicateurs opérationnels, comme les consommations par heure d'utilisation ou les taux de déploiement, aideront à expliquer les écarts, mais ils ne remplaceront pas cette évaluation. Nous présenterons séparément les émissions de chaque portée, le CO₂ biogénique et, le cas échéant, les crédits d'élimination retirés ainsi que le bilan net correspondant.

Le comité analysera les écarts en distinguant les effets du niveau d'activité, du calendrier de déploiement et des performances observées. Chaque année, la direction examinera les correctifs proposés, leurs coûts et les réductions supplémentaires attendues. Les mesures retenues seront inscrites au plan d'action avec un responsable et une échéance. Un retard ne sera pas considéré comme résolu par l'achat de crédits compensatoires. Les objectifs de 2030 et de 2040 restent fondés sur les réductions dans nos activités.

Pour maintenir la comparabilité du suivi, les changements significatifs de périmètre ou de méthode feront l'objet d'un examen documenté selon les principes du GHG Protocol [3]. Si un recalcul de la référence devient nécessaire, son motif et son effet seront explicités et la série de comparaison sera mise en cohérence. Une hausse ou une baisse organique de l'activité ne constituera pas, à elle seule, un motif de modification de la référence.

4.4 Révision du plan et communication

Nous procéderons à une révision complète du plan au plus tard tous les cinq ans, et plus tôt si les résultats, la disponibilité des technologies ou l'évolution des activités modifient sensiblement les conditions de réalisation. Toute modification des hypothèses sera datée et accompagnée de son effet sur la trajectoire, afin de préserver la cohérence entre les objectifs, le scénario et les décisions d'investissement.

Nous rendrons compte de nos progrès dans nos rapports annuels et dans les suivis requis par le Défi carboneutre. Le comité tiendra à jour les échéances de déclaration applicables à notre participation. Les communications distingueront les mesures réalisées, les réductions mesurées, les écarts aux objectifs et les actions correctives. Les éventuelles compensations seront présentées séparément, de manière à rendre visible la contribution réelle des réductions à l'atteinte de la carboneutralité.

ANNEXE MÉTHODOLOGIQUE

Cette annexe décrit la méthode utilisée pour établir la trajectoire et les contributions des stratégies. Elle permet de retracer les résultats des tableaux 2 à 6 et de reproduire les calculs lors des mises à jour. Les taux de déploiement et les coefficients de conversion énergétique sont des hypothèses propres au scénario retenu dans le présent plan.

A.1 Base de calcul et paramètres

Le modèle reprend les données de référence de 2024–2025 [7] : 266 066,08 litres d'essence, 1 298 606,35 litres de diesel, 649 504 kWh d'électricité et 32,53 tCO₂e de réfrigérants. Le calcul conserve le total non arrondi de 4 141,5743942469 tCO₂e, présenté à deux décimales dans le rapport. Les horizons sont calculés séparément à activité, périmètre et facteurs d'émission constants.

Les facteurs de combustion utilisés sont de 2,3151 kgCO₂e/L pour l'essence et de 2,689014 kgCO₂e/L pour le diesel [9]. Ils comprennent le CO₂, le CH₄ et le N₂O. La composante de CO₂ fossile du diesel est de 2,681 kgCO₂/L. Le facteur électrique est fixé à 1,7 gCO₂e/kWh [10]. Les litres multipliés par un facteur en kilogrammes sont divisés par 1 000 pour obtenir des tonnes; les kWh multipliés par le facteur en grammes sont divisés par 1 000 000.

Dans les équations suivantes, Ve et Vd désignent les volumes de référence d'essence et de diesel; Fe et Fd leurs facteurs d'émission en kgCO₂e/L. K0 est l'électricité de référence, Fk le facteur électrique en gCO₂e/kWh et R0 les émissions de réfrigérants en tCO₂e. Tous les taux sont exprimés en fractions (5 % s'écrit 0,05). Les parts de substitution portent sur les besoins de carburant à service rendu constant, sans représenter des parts du nombre d'équipements.

A.2 Application successive des stratégies

Optimisation. Les taux ae et ad réduisent respectivement l'essence et le diesel de référence. Ils valent 4 % et 5 % en 2030, 10 % et 10 % en 2040, puis 15 % et 15 % en 2050. Le taux r de réduction des réfrigérants est de 5 %, 50 % et 95 %. Les volumes après optimisation sont notés Ve' et Vd', et R1 représente la réduction de la première stratégie.

$$Ve' = Ve \times (1 - ae) ; \quad Vd' = Vd \times (1 - ad)$$

$$R1 = (Ve \times ae \times Fe + Vd \times ad \times Fd) / 1\,000 + R0 \times r$$

Batterie et hydrogène. Les parts be et bd désignent les besoins d'essence et de diesel convertis à la batterie, après optimisation. La part h désigne le diesel remplacé par l'hydrogène sur cette même base. Pour 2030, 2040 et 2050, be vaut 1 %, 60 % et 100 %; bd vaut 0 %, 35 % et 70 %; h vaut 0 %, 5 % et 30 %. Les volumes équivalents substitués sont notés VeB , VdB et VdH .

$$VeB = Ve' \times be ; \quad VdB = Vd' \times bd ; \quad VdH = Vd' \times h$$

Biodiesel. Le besoin demeurant en combustion, noté Vc , est calculé après les deux conversions précédentes. La part u de ce solde remplacée par le biodiesel vaut 13 % en 2030, 26 % en 2040 et 0 % en 2050. $Vbio$ représente des litres équivalents de diesel évité, et non une quantité de biodiesel à commander. Le gain est limité à la composante de CO_2 fossile.

$$Vc = Vd' \times (1 - bd - h) ; \quad Vbio = Vc \times u$$

$$\text{Gain du biodiesel} = Vbio \times 2,681 / 1\,000$$

Recharge. Le besoin Q est estimé à 2,8 kWh par litre d'essence remplacé par la batterie et à 3,6 kWh par litre de diesel remplacé par la batterie. Ces coefficients de planification incluent les pertes de recharge; ils seront remplacés par des données adaptées aux équipements retenus. La totalité des émissions de recharge est déduite ici des gains de conversion. $R2$ représente la réduction de la deuxième stratégie, avant le gain d'autoproduction.

$$Q = 2,8 \times VeB + 3,6 \times VdB$$

$$R2 = [VeB \times Fe + (VDdB + VdH) \times Fd + Vbio \times 2,681] / 1\,000$$

$$- Q \times Fk / 1\,000\,000$$

Efficacité et autoproduction. Le taux c d'économie sur les seuls usages électriques de référence vaut 5 %, 20 % et 50 %. Le taux s de couverture des besoins de recharge par l'autoproduction autoconsommée vaut 0 %, 25 % et 50 %. La somme des réductions associées à ces deux mesures constitue $R3$, la réduction de la troisième stratégie. Le gain solaire n'est appliqué ni une seconde fois à $R2$, ni aux besoins externes de production d'hydrogène.

$$R3 = (K0 \times c + Q \times s) \times Fk / 1\,000\,000$$

A.3 Conventions relatives aux énergies de remplacement

Biodiesel. Les émissions de CH₄ et de N₂O sont conservées sur l'ensemble du volume V_c demeurant en combustion. Le CO₂ biogénique sera déclaré séparément, à partir des volumes réels et des facteurs du produit utilisé [3]. La substitution est exprimée en équivalent de diesel pour maintenir le service rendu; les volumes à acheter dépendront du contenu énergétique du carburant et des performances constatées. Le taux annuel du scénario ne correspond donc pas nécessairement au taux de mélange d'un plein ou d'une livraison.

Hydrogène. Le modèle retient des piles à combustible alimentées en hydrogène vert acheté [6]. La production, le conditionnement et l'avitaillement sont supposés réalisés par des tiers hors du contrôle opérationnel de PEC. Les émissions de leur chaîne d'approvisionnement relèvent de la portée 3 et sont extérieures au périmètre actuel [5]; les gains des tableaux correspondent aux émissions de diesel évitées dans les portées couvertes. Ils ne constituent pas une estimation des gains sur l'ensemble du cycle de vie. Toute énergie de compression, de stockage ou d'avitaillement consommée sous le contrôle de PEC devra être ajoutée à la portée appropriée. Les quantités d'hydrogène seront établies selon les équipements, leurs rendements et leurs cycles de travail.

Électricité. Le facteur constant de 1,7 gCO₂e/kWh sert à comparer les effets des stratégies, sans présumer du facteur futur du réseau. L'autoproduction modélisée est renouvelable, sans émission directe de production, et effectivement autoconsommée, avec conservation des attributs environnementaux [4]. Aucun crédit n'est accordé aux exportations. Le suivi distinguera production, autoconsommation et achats au réseau afin de vérifier la couverture réelle des besoins de recharge.

A.4 Rapprochement des résultats et arrondis

La réduction brute est R1 + R2 + R3. Les émissions restantes sont vérifiées indépendamment par portée. Le calcul de portée 1 additionne l'essence restante, le CO₂ du diesel fossile restant, le CH₄ et le N₂O de tous les usages au diesel ou au biodiesel demeurant en combustion, puis les réfrigérants résiduels. La portée 2 correspond à l'électricité encore achetée pour les installations et la recharge. P1 et P2 désignent ces émissions, en tCO₂e.

$$P1 = [(Ve' - VeB) \times Fe + (Vc - Vbio) \times 2,681 \\ + Vc \times (Fd - 2,681)] / 1\,000 + R0 \times (1 - r)$$

$$P2 = [K0 \times (1 - c) + Q \times (1 - s)] \times Fk / 1\,000\,000$$

$$Bilan\ de\ référence - (R1 + R2 + R3) = P1 + P2$$

La contribution d'une mesure, en pourcentage, est sa réduction divisée par le bilan total de référence, multipliée par 100. La compensation est nulle en 2030 et en 2040; elle correspond au solde P1 + P2 en 2050. Le bilan net est égal aux émissions restantes moins la compensation. Les résultats décrivent une année à chaque horizon : les tonnes de 2030, de 2040 et de 2050 ne sont pas cumulées.

Les calculs conservent toute leur précision jusqu'au résultat final. Les émissions affichées sont arrondies à deux décimales; les contributions détaillées sont généralement présentées à trois décimales et les taux globaux à deux. La recharge de 2030 est présentée à quatre décimales en pourcentage pour conserver sa visibilité. La somme des valeurs arrondies peut donc différer légèrement du total calculé avant arrondi.

A.5 Exemple de calcul pour 2040

Après optimisation, le besoin de diesel est de $1\,298\,606,35 \times 0,90$, soit environ 1 168 745,72 litres. La batterie en remplace 35 % et l'hydrogène 5 %. Le besoin encore utilisé en combustion représente donc 60 % de cette base. Le biodiesel remplace 26 % de ce solde, soit 15,6 % du besoin après optimisation.

$$V_{bio} = 1\,298\,606,35 \times 0,90 \times (1 - 0,35 - 0,05) \times 0,26$$

$$V_{bio} = 182\,324,33154 \text{ litres équivalents de diesel}$$

$$Gain = 182\,324,33154 \times 2,681 / 1\,000 \approx 488,81 \text{ tCO}_2e$$

Les conversions à la batterie et à l'hydrogène évitent respectivement 1 099,97 et 157,14 tCO₂e pour le diesel. Avec l'électrification des usages à essence, la recharge atteint environ 1 874 911,51 kWh, soit 3,19 tCO₂e à déduire des gains de la deuxième stratégie. L'autoproduction couvre 25 % de cette recharge et apporte un gain distinct de 0,80 tCO₂e dans la troisième stratégie.

Calculées avant arrondi, les réductions des trois stratégies totalisent 2 503,43 tCO₂e, soit 60,45 %. Les émissions restantes atteignent 1 638,14 tCO₂e, réparties entre 1 634,87 tCO₂e de portée 1 et 3,27 tCO₂e de portée 2. Ce rapprochement relie les tableaux détaillés au tableau récapitulatif et à la trajectoire, sans compensation à cet horizon.

RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES

- 1) Environnement et Changement climatique Canada. Défi carboneutre — Guide technique, version 2.0, octobre 2025. Cadre de planification et traitement des émissions résiduelles. [Consulter le guide technique](#)
- 2) Environnement et Changement climatique Canada. Document de référence pour les petites et moyennes entreprises pour le guide technique du Défi carboneutre. Dispositions applicables aux PME, périmètre, objectifs et suivi. [Consulter le document pour les PME](#)
- 3) World Resources Institute et World Business Council for Sustainable Development. The Greenhouse Gas Protocol — A Corporate Accounting and Reporting Standard, édition révisée, 2004. Périmètre, comparabilité et déclaration du CO₂ biogénique. [Consulter la norme d'entreprise](#)
- 4) World Resources Institute. GHG Protocol Scope 2 Guidance, 2015. Comptabilisation de l'électricité achetée et traitement de l'autoproduction et des attributs environnementaux. [Consulter le guide de portée 2](#)
- 5) World Resources Institute et World Business Council for Sustainable Development. Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions, 2013, catégorie 3 : Fuel- and Energy-Related Activities Not Included in Scope 1 or Scope 2. Émissions en amont des carburants et de l'énergie. [Consulter le chapitre sur les activités énergétiques](#)
- 6) U.S. Department of Energy. Fuel Cells, sans date. Principe de fonctionnement des piles à combustible alimentées en hydrogène. [Consulter la présentation des piles à combustible](#)
- 7) Les Entreprises P.E.C. inc. Inventaire des émissions de GES 2024–2025. Document de référence interne.
- 8) Les Entreprises P.E.C. inc. Plan d'action de carboneutralité, version 2026. Document interne de mise en œuvre et de suivi.
- 9) Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre, février 2025. Facteurs d'émission des combustibles pour les systèmes de combustion fixes (tableau 5, p. 18) et potentiels de réchauffement planétaire utilisés pour convertir le CH₄ et le N₂O en équivalent CO₂ (tableau 3, p. 16). [Consulter le guide de quantification](#)

- 10) Environnement et Changement climatique Canada. Coefficients d'émission et valeurs de référence, version 4.0, septembre 2026. Intensité relative à la consommation d'électricité au Québec de 1,7 gCO₂e/kWh, présentée aux tableaux 5.1 et 5.2 pour les années d'application 2023–2024 et 2025 du Régime de crédits compensatoires pour les GES du Canada. [Consulter les coefficients d'émission](#)