

Le tramway de Québec : catalyseur de la durabilité des transports publics et de la résilience face au changement climatique ?

Kossivi Fabrice Dossa

Faculty of Forestry, Geography and Geomatics,
Laval University, Quebec, Canada;
Action-Research for Sustainable Development NGO,
Department of Research Project, Cotonou, Benin;
Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics,
University of Nigeria, Nigeria

Yann Emmanuel Miassi

Faculty of Forestry, Geography and Geomatics,
Laval University, Quebec, Canada;
Action-Research for Sustainable Development NGO,
Department of Research Project, Cotonou, Benin

Doi: [10.19044/esipreprint.6.2024.p477](https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2024.p477)

Approved: 22 June 2024
Posted: 25 June 2024

Copyright 2024 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Dossa, K. F., & Miassi, Y. E. (2024). *Le tramway de Québec : catalyseur de la durabilité des transports publics et de la résilience face au changement climatique ?*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2024.p477>

Résumé

Entre 1990 et 2016, le transport routier a vu ses émissions de gaz à effet de serre augmenter de 52,3 %, soulignant le besoin urgent de transports publics plus durables pour lutter contre le changement climatique. Cette étude passe en revue la littérature sur le projet de tramway du Québec afin d'évaluer son potentiel pour soutenir des transports publics durables et améliorer la résilience climatique de la province. Sur les 119 articles examinés, 73 répondaient aux critères d'inclusion en utilisant la méthodologie PRISMA. Les études, publiées majoritairement entre 2016 et 2023, portent sur les impacts environnementaux, socio-économiques du tramway et les enjeux associés. L'étude évalue de manière critique le projet de tramway, soulignant son potentiel à améliorer considérablement la

mobilité urbaine et la résilience climatique. Malgré les avantages du projet, tels que les gains environnementaux, sociaux et économiques, l'acceptation sociétale reste faible, même avec des investissements gouvernementaux substantiels et diverses propositions de tracés. Pour améliorer l'atténuation du changement climatique, une participation accrue des citoyens à la prise de décision est cruciale. Les promoteurs et les responsables doivent incarner l'écoute, la collaboration, la transparence et la cohérence pour assurer le succès du projet.

Mots-clés : Tramway, acceptabilité sociale, résilience, participation citoyenne

Can Quebec's Tramway Project Lead the Charge Towards Sustainable Public Transport and Climate Resilience?

Kossivi Fabrice Dossa

Faculty of Forestry, Geography and Geomatics,
Laval University, Quebec, Canada;

Action-Research for Sustainable Development NGO,
Department of Research Project, Cotonou, Benin;

Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics,
University of Nigeria, Nigeria

Yann Emmanuel Miassi

Faculty of Forestry, Geography and Geomatics,
Laval University, Quebec, Canada;

Action-Research for Sustainable Development NGO,
Department of Research Project, Cotonou, Benin

Abstract

Between 1990 and 2016, road transport saw a 52.3% increase in greenhouse gas emissions, highlighting the urgent need for more sustainable public transport to combat climate change. This study reviews the literature on Quebec's tramway project to assess its potential for supporting sustainable public transport and enhancing the province's climate resilience. Out of 119 articles reviewed, 73 met the inclusion criteria using the PRISMA methodology. The studies, predominantly published between 2016 and 2023, focus on the tramway's environmental, socio-economic impacts, and associated challenges. The review critically evaluates the tramway project, highlighting its potential to significantly improve urban mobility and climate resilience. Despite the project's benefits, such as environmental, social, and economic gains, societal acceptance remains low, even with substantial

government investment and various route proposals. To enhance climate change mitigation, increased citizen participation in decision-making is crucial. Promoters and officials must embody listening, collaboration, transparency, and consistency to ensure the project's success.

Keywords: Tramway, social acceptability, resilience, citizen participation

Introduction

Le domaine des transports est l'un des principaux générateurs des gaz à effet de serre émis et les conséquences des changements climatiques se font déjà sentir à l'échelle mondiale (Aubert, 2024). Entre 1990 et 2016, le transport routier a vu une hausse de 52,3 % de ses émissions de gaz carbonique (Equiterre, 2023). Ce taux élevé est principalement due à la croissance du nombre de véhicules légers, en particulier des automobiles (15 %) et, plus significativement, des camions légers (234 %) depuis 1990 (Equiterre, 2023). Le développement de modes de transport public plus durables et écologiquement responsables est un enjeu crucial dans la lutte contre les changements climatiques (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024).

Au cœur des enjeux contemporains de mobilité urbaine et de combattre les bouleversements climatiques, la ville de Québec, terre d'innovation et de diversité, se trouve à un carrefour décisif de son développement urbain (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024). Avec ses centres urbains en pleine effervescence et une population en constante croissance, les défis liés à la mobilité et à l'environnement deviennent de plus en plus prégnants. Le projet de tramway incite à créer un environnement plus sain pour les générations actuelles et à venir car il favorise la qualité de l'air, améliore l'environnement sonore, verdir les quartiers et réduit les îlots de chaleur (Ville de Québec, 2023). C'est ainsi que s'inscrit le projet de tramway (Voir figure 1), une initiative d'envergure destinée à transformer radicalement les moyens de déplacement dans les principales villes québécoises (Barrieau, 2021).

En effet, le projet de tramway se profile comme une réponse ambitieuse et prometteuse (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024). Ce projet de transport en commun électrifié vise à offrir une alternative durable et efficace à l'utilisation excessive de l'automobile, qui contribue de manière significative aux émissions de gaz carbonique et à la congestion routière dans ces agglomérations (Bourdages & Champagne, 2012). De plus, l'implantation de réseaux de transport résilients face aux aléas climatiques est essentielle pour assurer la mobilité des populations, notamment en cas d'événements météorologiques extrêmes (AECOM, 2019). Il n'est pas seulement une question d'amélioration des infrastructures de transport, mais

incarne une vision globale dans la promotion d'une mobilité plus durable, efficace et écoresponsable (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024). Dans le contexte actuel où les pressions environnementales et les impératifs de résilience climatique se font de plus en plus pressants, le projet tramway revêt une importance vitale pour l'avenir du Québec.



Figure 1: Concept citadelle du tramway à Québec

Sources : (Ministère des transports, 2021), (ICI.Radio-Canada.ca, 2022), (Le Journal de Lévis, 2024).

Le projet de tramway, en offrant une option attrayante au transport individuel et en réduisant les émissions de CO₂, s'inscrit donc pleinement dans cette initiative visant à combattre les bouleversements climatiques et d'adaptation aux enjeux environnementaux actuels et futurs (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024). En intégrant un réseau de tramway moderne dans le tissu urbain, le projet a pour objectif de diminuer la dépendance envers des véhicules individuels et à encourager l'utilisation des transports collectif. Ce changement contribuerait à atténuer les émissions de gaz carbonique et à améliorer la qualité de l'atmosphère, en créant ainsi un environnement urbain plus sain et plus durable (AECOM, 2019). En investissant dans des infrastructures de transport écologiques et en favorisant l'adoption de moyens de déplacement plus durables, le projet de tramway du Québec pourrait incarner un personnage important lors du passage à une ville plus écologique et plus résiliente face aux défis climatiques actuels et futurs (AECOM, 2019).

Dans le débat sur la capacité du projet de tramway du Québec à orienter la région vers un transport public durable et une résilience climatique accrue, émergent des questions cruciales sur la mobilité urbaine. Ce projet offre une opportunité exceptionnelle de repenser la manière dont les citoyens se déplacent dans les villes québécoises, en mettant en avant de

diminuer les émissions de carbone et la résilience face aux enjeux climatiques grandissants. En intégrant les planifications du développement durable et de la résilience climatique dans sa planification et sa réalisation, le tramway peut servir de catalyseur pour une approche plus holistique de l'aménagement urbain et de l'organisation des déplacements (Ermatinger et al., 2010). Ainsi, le projet de tramway du Québec pourrait non seulement conduire à un transport public plus durable, mais également renforcer la résilience climatique de la province en plus d'améliorer la qualité de vie des habitants.

L'objectif de cette revue systématique vise à évaluer dans quelle mesure le projet de tramway au Québec peut contribuer à la durabilité du transport public et à la résilience climatique de la province. Nous chercherons tout d'abord à dresser un état des lieux du projet de tramway au Québec, en examinant ses caractéristiques, ses objectifs et son état d'avancement. Ensuite, nous nous attacherons à évaluer de manière critique les retombées potentielles de ce projet sur la durabilité environnementale et la résilience climatique de la région. Enfin, nous nous efforcerons d'identifier les avantages environnementaux, sociaux et économiques, mais aussi les principaux défis et opportunités associés à la réalisation et à la gestion efficace de cette initiative, dans le but de promouvoir un développement urbain durable.

Avantages des tramways pour la durabilité et la résilience climatique

Le projet de tramway de Québec a connu des évolutions significatives depuis ses débuts. La réflexion sur l'opportunité d'implanter un tramway à Québec a débuté il y a au moins quarante (40) ans (Labeaume, 2011). La figure 2 ci-dessous présente l'historique du projet de tramway à Québec.

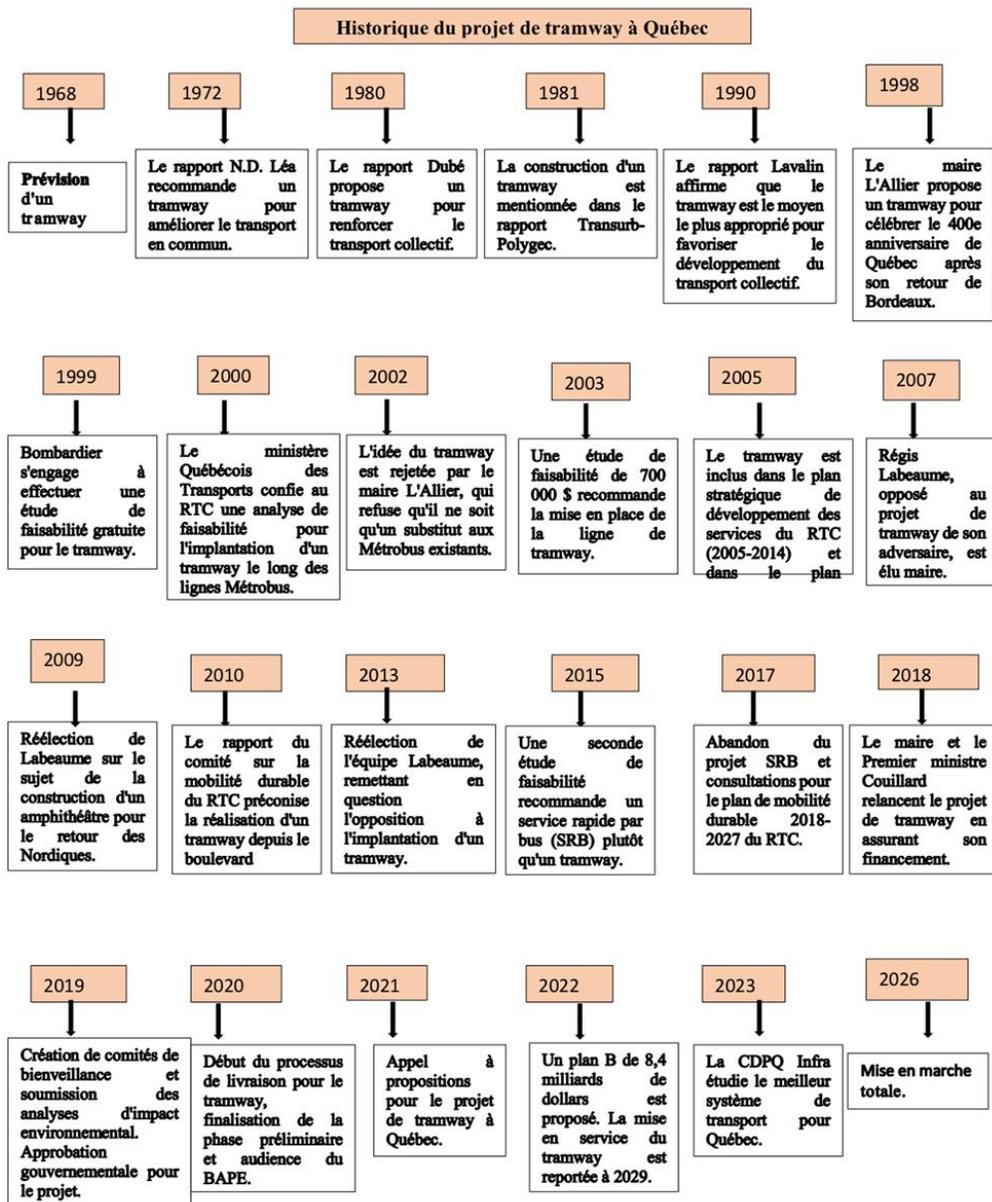


Figure 2: Historique du projet de tramway à Québec

Sources : (Ermatinger et al., 2010), (Labeaume, 2011), (Trudel, 2020),(Parent, 2023), (Bourke, 2020), (Ministère des transports, 2021), (ICI.Radio-Canada.ca, 2022), (Noovo Info, 2024), (Gérald, 2024), (Le Journal de Levis, 2024), (Martin, 2023a).

Les tramways offrent de nombreux avantages en matière de durabilité et de résilience climatique. En tant que mode de transport écologique, le tramway fonctionne à l'énergie électrique et ne produit pas de gaz carbonique, inversement aux véhicules à moteur thermique (Chaire publique

AELIÉS & NÉO, 2024). Cette caractéristique permet l'atténuation de la pollution de l'air et combattre le changement climatique en remplaçant les voitures individuelles et les bus diesel (Parent, 2023). De plus, le tramway symbolise la durabilité grâce à sa longue durée de vie (AECOM, 2019).

Le tramway a également des impacts très positifs sur la qualité de vie en ville. Il offre une circulation fluide et sécurisée, contribuant ainsi à améliorer la mobilité urbaine (AECOM, 2019). Grâce à un réseau étendu et bien desservi, il facilite les déplacements urbains et réduit la dépendance à la voiture individuelle (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024). Cette réduction de la dépendance aux véhicules à moteur à combustion améliore la qualité de l'air dans les zones urbaines, ce qui a un effet bénéfique sur la santé publique en diminuant les affections respiratoires et cardiovasculaires liées à la pollution (AECOM, 2019).

Les infrastructures de tramway sont un atout pour l'aménagement urbain. Elles favorisent la connectivité entre les espaces, l'activité économique, et le flux des marchandises et des individus (AECOM, 2019). Cela facilite la création de quartiers plus compacts et accessibles, et encourageant le transport collectif mais aussi des modes de vie durables (BÉLAND, 2019). En ajoutant les enjeux liés au changement climatique dans la gestion des infrastructures, les réseaux de tramway deviennent plus résilients face aux défis complexes tels que le vieillissement, les évolutions d'usages et les innovations technologiques (Chansigaud, 2018).

En transportant un grand nombre de passagers de manière efficace, les tramways contribuent à réduire la congestion routière et les heures de déplacement dans les zones urbaines denses (Bourdages & Champagne, 2012). En offrant une option attrayante au moyen de déplacement individuel, ils libèrent de l'espace sur les routes pour d'autres modes de transport comme le vélo (Equiterre, 2020). De plus, les tramways sont généralement moins vulnérables aux perturbations causées par les aléas naturels comme que les inondations, les tempêtes ou les séismes, grâce à leur infrastructure fixe, souvent plus robuste et moins sujette aux dommages que les routes ou les ponts.

Les bénéfices anticipés du tramway

Les bénéfices du tramway sont multiples. Un autre avantage notable des tramways est la hausse de la qualité du service de transport en commun. Ils offrent une meilleure vitesse, fiabilité, confort et sécurité, augmentant ainsi la commodité pour les utilisateurs et améliorant l'efficacité opérationnelle (Equiterre, 2020). Bien que les budgets d'investissement initiaux soient plus élevés par rapport au Service Rapide par Bus (SRB), ils se justifient par les bénéfices à long terme, notamment une empreinte plus étroite requise pour leur infrastructure.

L'augmentation des déplacements en transport collectif est également un effet positif des tramways. Elle entraîne une hausse des revenus tarifaires, une amélioration de la santé publique en encourageant la marche et le vélo, et une sécurité accrue. Toutefois, cela peut aussi entraîner une forte affluence dans certains secteurs du réseau, nécessitant une gestion efficace pour éviter la surcharge.

La réduction des déplacements en automobile est un autre bénéfice majeur des tramways. En diminuant la congestion routière et les coûts liés aux infrastructures routières et de stationnement, ils permettent des économies pour les consommateurs et une amélioration de la sécurité routière (Equiterre, 2020). De plus, ils contribuent à la conservation de l'énergie et à l'atténuation de la pollution atmosphérique et sonore. Cependant, cela peut également entraîner une diminution de l'activité commerciale automobile.

Le développement orienté vers le transport (Transit-Oriented Development, TOD) bénéficie également des tramways. En facilitant un développement plus compact et accessible, ils réduisent les déplacements en véhicule, améliorent l'accessibilité pour les non-conducteurs, et diminuent le risque de criminalité. Ils permettent aussi de préserver les terres agricoles et les habitats naturels. Cependant, cette approche de développement peut poser des défis liés à la densité accrue, bien qu'elle favorise l'augmentation des espaces verts et des parcs, contribuant à une qualité de vie urbaine améliorée.

Impacts socio-économiques du tramway de Québec

Selon une étude de OC Transpo en 2024, la collaboration du transport collectif et du transport en voiture présente des avantages significatifs sur la santé physique et mentale des utilisateurs. Le fait de s'y déplacer permet de diminuer le risque de cardiopathie, d'AVC et d'hypertension, tout en diminuant les risques de certains cancers, comme ceux du sein et du côlon, et en réduisant la probabilité de développer un diabète de type 2 (Mueller et al., 2015). De plus, être plus actif grâce au transport en commun améliore la santé mentale des utilisateurs et renforce leur estime de soi (Labeaume, 2011). Ce mode de transport dynamique contribue à améliorer l'humeur, à régulariser le cycle de sommeil et à offrir aux usagers des moments de détente durant leurs déplacements.

Le tableau 1 ci-dessous relate les impacts socio-économiques du tramway à Québec.

Tableau 1: Impacts socio-économiques du tramway à Québec

Impacts socio-économiques	Références
Les bénéfiques pour la santé	
Le tramway de Québec pourrait entraîner des économies totales de 323 millions de dollars sur une période de 30 ans et de 471,4 millions de dollars sur une période de 40 ans.	(Millette, 2014), (Lefebvre et al., 2020)
Les émissions de Gaz à effet de serre	
Plusieurs recherches démontrent que chaque utilisation de transport en commun de type système léger sur rail (SLR) entraîne une diminution de l'utilisation de l'automobile bien supérieure à celle du simple transfert modal (Litman, 2020). Cette baisse permet de réduire les émissions de gaz carbonique du tramway à 56 000 tonnes en 2041, 75 000 tonnes en 2056 et 90 000 tonnes en 2066, soit 1,7 million de tonnes sur 30 ans et 2,6 millions de tonnes sur 40 ans.	(Barla, 2024), (Martin, 2023b), (BÉLAND, 2019), (Millette, 2014), (Lefebvre et al., 2020)
Réduction des polluants atmosphériques	
Les émissions de polluants nocives pour la santé et l'environnement sont importantes lorsque les déplacements motorisés sont consommés, tels que le CO, les HC, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les oxydes d'azote (NO _x), les oxydes de soufre (SO _x), les particules fines (PM) et les composés organiques volatils (COV). Ainsi, une baisse des circulations automobiles conduira à une réduction des polluants atmosphériques, bien inférieurs à ceux émis par les autobus.	(Millette, 2014)
Les coûts d'exploitation du tramway	
Il est également prévu une diminution des coûts liés à la possession et à l'utilisation des véhicules automobiles.	(Barla, 2024), (Millette, 2014)
Les coûts de possession automobile	
On prévoit également une diminution des coûts liés à la possession et à l'utilisation des véhicules automobiles.	(Barla, 2024), (Millette, 2014)
Valeur du service de transport en commun pour les usagers	
Les tramways sont non seulement plus rapides que les bus, mais selon Kittleson et al. (2007), les usagers perçoivent en moyenne les trajets en transport par rail comme étant 12 minutes plus courts que ceux en bus, en raison de l'attrait des véhicules et des stations.	
Les gains de sécurité	
La diminution du trafic routier devrait entraîner une baisse du nombre d'accidents.	(Barla, 2024), (Millette, 2014)
Les gains associés à la réduire le nombre de places de stationnement nécessaires	
La demande de parking, ce qui permet de libérer de l'espace pour d'autres utilisations.	(Barla, 2024), (Millette, 2014), (Le Journal de Levis, 2024).
Gain de temps	
Étant une ressource restreinte, le temps possède une valeur qui correspond à ce qui pourrait être produit s'il était à disposition. Le temps économisé grâce à des déplacements plus rapides pourrait donc être consacré au travail, aux études ou aux loisirs. Un des	(Millette, 2014)

avantages majeurs de ce projet réside dans la diminution du temps total de déplacement des utilisateurs par rapport au statu quo, ce qui permet de monétiser du temps pour des activités productives.	
---	--

Impacts des changements climatiques sur les infrastructures de transport

Les infrastructures de transport sont fortement influencées par les effets des changements climatiques, ce qui entraînent plusieurs impacts significatifs. La figure 3 ci-dessous relate ces divers impacts.

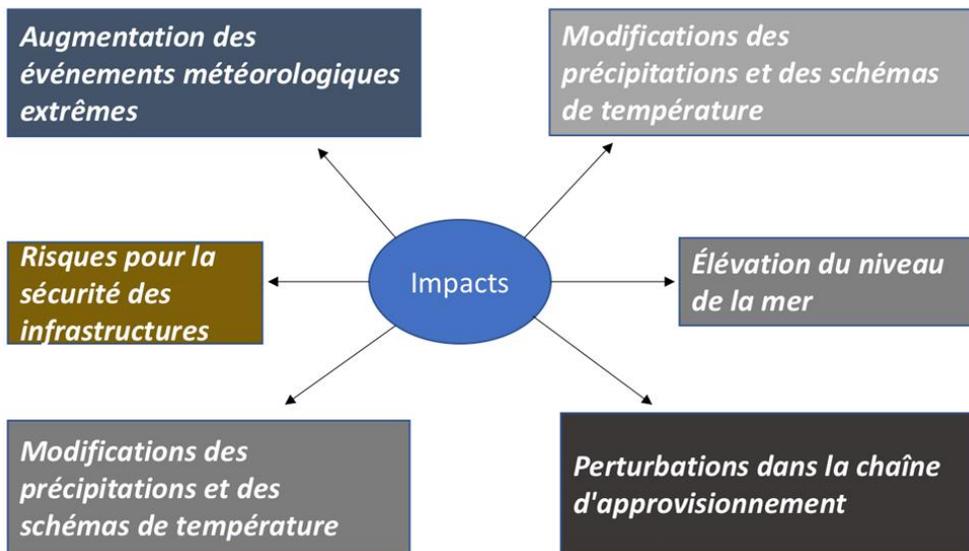


Figure 3: Impacts des changements climatiques sur les infrastructures de transport

Les infrastructures de transport sont fortement impactées par le changement climatique, entraînant des conséquences significatives. Les tempêtes, les inondations, peuvent endommager les routes, les ponts et les voies ferrées, compromettant leur fonctionnement et leur sécurité (Centre de Ressources ACC, 2019). L'élévation du niveau de la mer, due à la fonte des glaces et à l'expansion thermique des océans, menace particulièrement les infrastructures côtières, comme les routes côtières et les ports, augmentant les risques d'inondations et d'érosion, ce qui peut causer des perturbations majeures dans les réseaux de transport maritime et terrestre (Colin & Palhol, 2019).

Les modifications des précipitations et des schémas de température dues au changement climatique peuvent également affecter la stabilité des sols et des infrastructures de transport (Afroz et al., 2022). Par exemple, des précipitations extrêmes peuvent créer des glissements de terrain et des affaissements, endommageant les routes et les voies ferrées (Afroz et al.,

2022). Les énormes températures, notamment les vagues de chaleur, peuvent affecter la durabilité des matériaux comme le bitume et le béton, entraînant une détérioration accélérée des infrastructures et augmentant les risques d'accidents et de pannes (Afroz et al., 2022).

En outre, les événements météorologiques extrêmes et les changements climatiques peuvent perturber la chaîne d'approvisionnement des matériaux essentiels à la construction et à l'entretien des secteurs de transport. Cela peut causer des lenteurs dans les projets de construction et des coûts supplémentaires pour la réparation et la reconstruction des infrastructures endommagées (Colin & Palhol, 2019). Ainsi, les changements climatiques exercent une tension croissante sur les infrastructures de transport, soulignant l'importance d'adopter des stratégies d'adaptation et de renforcement pour assurer la résilience et la durabilité des réseaux de transport face aux défis climatiques futurs (Afroz et al., 2022).

Ainsi, les changements climatiques exercent une pression croissante sur les infrastructures de transport, mettant en évidence l'importance d'adopter des stratégies d'adaptation et de renforcement afin de garantir la résilience et la durabilité des réseaux de transport face aux défis climatiques futurs.

Méthodologie

Cette étude a été menée en utilisant l'approche PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols (Selçuk, 2019)). PRISMA est un processus de revue de la littérature. Il a été créé par un groupe d'auteurs médicaux pour améliorer la clarté, la fiabilité et la précision des revues de la littérature.

Approches de recherche documentaire

Nous avons recherché la littérature sur le thème en utilisant les moteurs de recherches en ligne suivants : Science Direct, Google Scholars qui sont des bases de données internationales et quelques presses écrites. La période de recherche de 2010 à 2024 a été sélectionnée afin de garantir une revue systématique basée sur des données actuelles et pertinentes, couvrant l'évolution récente du secteur du transport public, de la durabilité et de la résilience climatique. Les articles téléchargés étaient en anglais et en français. Dans ces bases de données, les articles ont été collectés à l'aide des termes suivants : "tramway", "changement climatique", "Québec", "résilience". Nous avons utilisé l'équation de recherche suivante dans les différentes bases de données ("*projet de tramway*" OR "*tramway du Québec*") AND ("*transport public durable*" OR "*résilience climatique*"). Les aspects pris en compte lors de la recherche comprenaient des thèmes liés au

(i) "tramway à Québec", (ii) "mobilité durable", (iii) "résilience climatique" (iv) "acceptabilité sociale du projet", (v) "obstacles et défis".

Critères de sélection des études à inclure dans la revue systématique

Les publications rassemblées dans les bases de données électroniques ont fait l'objet d'un examen critique. Il s'agit de leurs titres, résumés et mots-clés qui ont été globalement examinés afin d'apprécier leur pertinence ou non dans la présente revue de littérature. Les publications identifiées comme doublons et les études de cas publiées en dehors du Québec ont été supprimées. Pour l'inclusion finale dans l'examen, toutes les publications ont été examinées en quatre étapes : (0) Suppression des doublons, (1) Vérification de la pertinence de la publication en fonction des titres, (2) Lecture des résumés des articles pour déterminer s'ils sont pertinents pour l'examen, (3) Téléchargement et lecture complet, (4) Récupération des publications qui répondaient à l'inclusion. Les informations suivantes ont été compilées sur les publications retenues pour cette revue sur des aspects abordés tels que : (1) mobilité durable, (2) impact socio-économique, (3) acceptabilité sociale, (4) avantages environnementaux, (5) forces et faiblesses, (6) opportunités et menaces. Les publications finales retenues ont été lues en détail pour résumer les informations et connaissances disponibles, sur la base des différents aspects mentionnés ci-dessus.

Approche d'analyse des données et méthodes de synthèse des résultats

Après une lecture approfondie des articles sélectionnés, ils ont été codés sur feuille Excel en fonction des années de publication, et des thèmes abordés dans l'étude (mobilité durable, résilience climatique, obstacles et défis, impact socio-économique, impacts environnementaux, acceptabilité du projet).

Résultats et discussions

Publications retenues

Les critères utilisés pour valider l'inclusion des articles dans la revue ont été rigoureux, tenant compte de leur adéquation par rapport aux objectifs de l'étude, de leur pertinence dans le contexte du projet de tramway au Québec qui puisse conduire vers un transport public durable et une résilience climatique. Parmi celles-ci, 43 publications (par exemple, des études sans rapport avec le sujet, des études en dehors de la situation géographique, ainsi que des doublons) ont été exclues lors des étapes de sélection et d'affinement. 76 publications éligibles ont ainsi été prises en compte pour la sélection complète des textes, un processus dont un total de 63 publications ont finalement été incluses dans la revue par la méthodologie Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols

(PRISMA-P) (Selçuk 2019) (Figure 4). Ces 63 études ont été publiées sur la période (2010-2024).

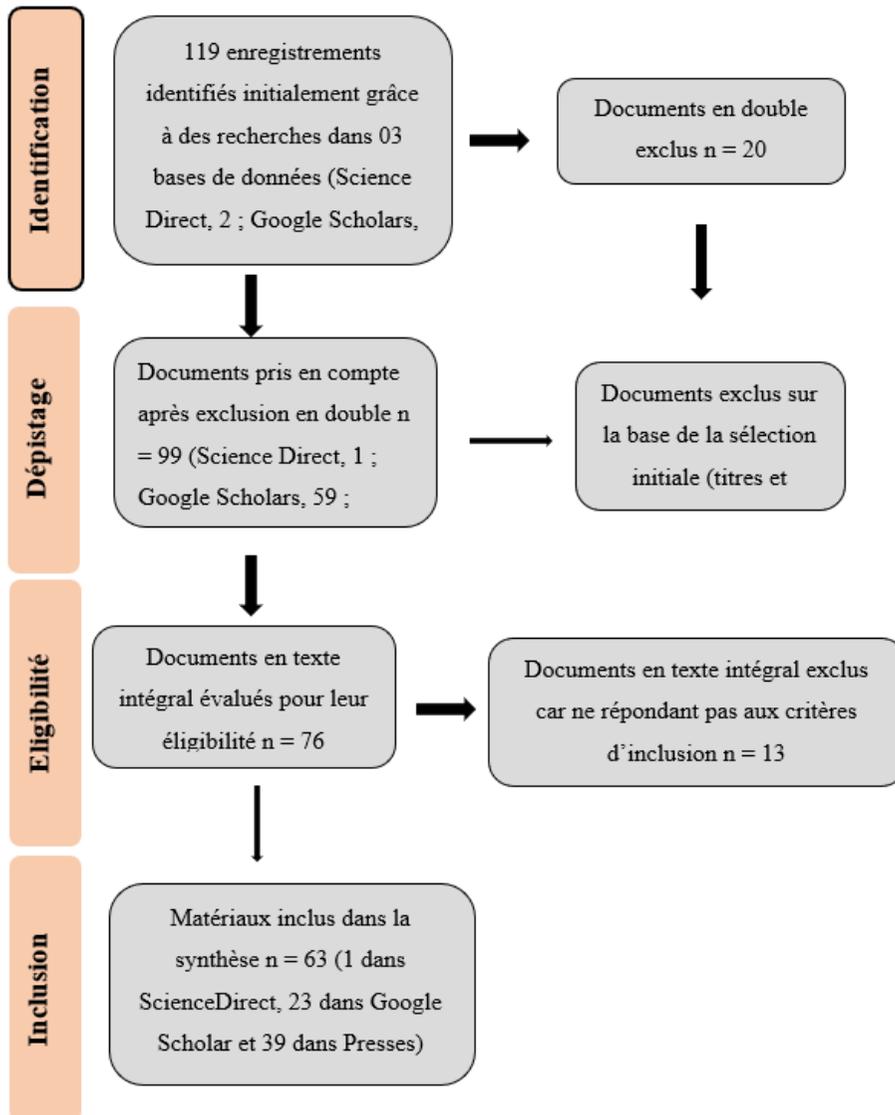


Figure 4: Diagramme montrant la sélection de 76 études incluses dans la revue systématique sur le projet de tramway de Québec

Motifs spatio-temporels

De 2016 à 2023, le nombre de publications sur le tramway à Québec, la résilience climatique, l'acceptabilité sociale du projet, la mobilité durable, les avantages environnementales, socio-économiques, défis et opportunités a globalement augmenté. Les plus grands nombres d'articles ($n = 18$ et 11) ont été enregistré en 2020 et 2023 respectivement tandis que les plus bas ($n = 1$

et 2) en 2010, 2011 (Figure 5). La plupart des publications se sont plus concentrées sur le tramway à Québec, la mobilité durable, la résilience climatique, les défis et opportunités, l'acceptabilité sociale, les impacts socio-économique et environnementaux du tramway (Figure 6).

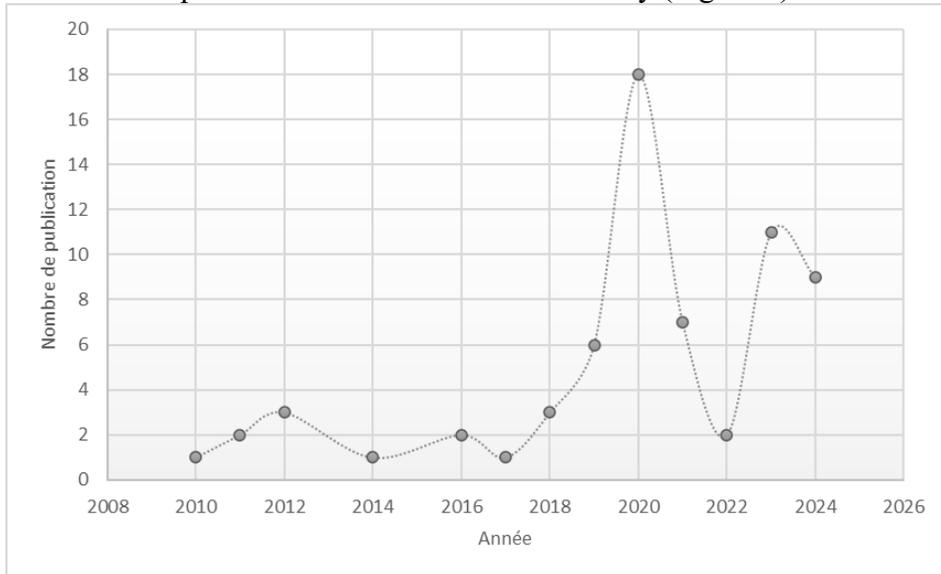


Figure 5: Nombre de publication par années

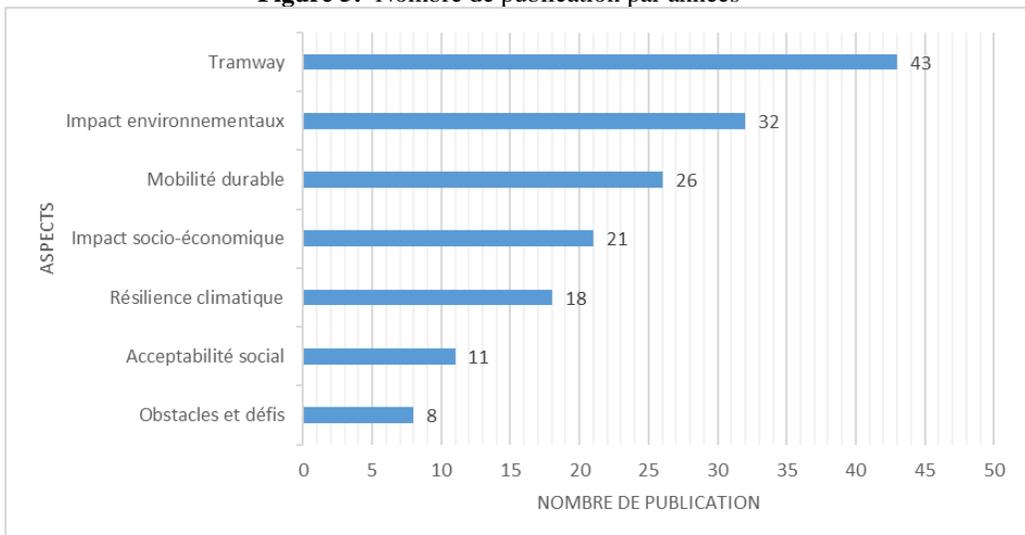


Figure 6: Nombre de publications par aspects

Synthèse des études pertinentes sur le projet de tramway de Québec

Objectifs du projet de tramway à Québec

Le tramway, un véhicule sur rail circulant principalement sur les voies publiques (Barrieau, 2021), vise plusieurs objectifs. Il cherche à atténuer les émissions de gaz carbonique et à raffiner le cadre de vie en

diminuant les nuisances liées au transport, telles que la pollution et le bruit (Ermatinger et al., 2010). Le projet anticipe une augmentation des déplacements quotidiens de 1,9 million en 2011 à plus de 2,3 millions en 2041, soit un accroissement de 22 % (Barla, 2024). Il encourage également la condensation urbaine et le réveil du centre-ville en rendant ces zones plus accessibles et fascinant. De plus, le tramway vise à ériger des connexions efficaces entre les principaux pôles d'activité du Québec et à améliorer l'offre de transport collectif en termes de capacité, de fréquence, de confort et de fiabilité, rendant le système plus attractif pour les utilisateurs actuels et potentiels (Barla, 2024).

Deux options sont étudiées dans le projet de tramway : un service de bus rapide (SRB) à grande capacité qui circule sur des voies réservées et a la priorité aux intersections (Barla, 2024). Deux lignes principales de 28,6 km, Est-Ouest et Nord-Sud, seront également mises en place, traversant le boulevard Charest et desservant la rive Sud (Belley et al., 2021). Selon Barra (2024), le tramway peut accueillir jusqu'à 260 passagers par rame.

Origine des émissions de GES

Le tramway de Québec est un réseau structurant de transport collectif conçu pour transformer la province et offrir une alternative durable à l'automobile (Lefebvre et al., 2020). Ce projet inclut l'instauration de la première ligne de tramway depuis 1948, qui reliera directement près de 140.000 résidents et 150.000 emplois à 800 mètres de marche. Les tramways seront des véhicules légers sur rails, alimentés par une ligne aérienne de contact portant un courant continu de 750 Common Collector Voltage) ou tension de collecteur commun (VCC) (AECOM, 2019). Les émissions de GES des véhicules de transport dépendent de plusieurs variables, dont le type et la fréquence d'usage du véhicule, le type de moteur, les conditions de circulation et les distances parcourues (Belley et al., 2021). La Ville de Québec s'engage sur l'objectif de son gouvernement pour atténuer de 20 % les émissions de gaz carbonique d'ici 2020 comparé à 1990 (Lefebvre et al., 2020), et mets aussi en place le Plan de mobilité durable qui permettra d'atteindre cet objectif (Labeaume, 2011).

Le tramway comme alternative pour réduire les émissions de GES

Le domaine des transports, représentant 45 % des émissions de GES, joue un important rôle pour lutter contre les changements climatiques (Labeaume, 2011). Le tramway à Québec est essentiel pour atténuer l'empreinte carbone des déplacements (Equiterre, 2023). Ce projet constitue un investissement clé pour la transition écologique, à l'instar des remarquables projets de transport collectif dans le monde (Equiterre, 2023). D'ici 2041, il est prévu que 100.000 déplacements supplémentaires par jour

exacerbent les problèmes de circulation, de congestion et de stationnement (Le Journal de Levis, 2024). Pour répondre à ce défi, la municipalité propose un réseau structurant avec un tramway électrifié en tant que colonne vertébrale, capable d'absorber 53 % de ces nouveaux déplacements, soit 9 000 automobiles en période de pointe matinale (Le Journal de Levis, 2024). En été comme en hiver, un tramway fiable et performant, renforce la résilience de la population et constitue une adaptation efficace aux changements climatiques (Ville de Québec, 2020).

En 2022, un bilan évalue qu'environ 127 000 tonnes de CO₂ seront produits pendant la construction. Durant l'utilisation, on prévoit que de nombreux automobilistes opteront abondamment pour le transport collectif, en particulier le tramway, permettant ainsi d'éviter, d'ici 2041, une grande partie des 216 000 tonnes de CO₂ qui auraient été émises. Cela se traduit par un bilan net de 89 000 tonnes de CO₂ non émises dans l'atmosphère 15 ans après le début de l'utilisation (Environnement, 2022). Ce bénéfice est principalement dû au transfert modal ; au fait que les gens délaisseront la voiture pour d'autres moyens de transport collectif, y compris le tramway (Lefebvre et al., 2020). De plus, le projet atteindra la carboneutralité dès la 11^e année d'exploitation (Environnement, 2022). Cependant, ce gain exclut le CO₂ capté par les efforts de reboisement (Ng, 2021). Il est prévu d'abattre 1584 arbres pour l'implantation du tramway. Pour compenser cet abattage en termes de captation de CO₂, 3492 arbres devraient être plantés (Environnement, 2022). Néanmoins, il sera planté 30 000 arbres, soit un ratio de 20 arbres plantés pour chaque arbre abattu dans les quartiers concernés, favorisant ainsi de capter 583 tonnes de CO₂ par an. En intégrant cette information dans l'évaluation des gaz à effet de serre du projet, l'équilibre carbone pourrait parvenir à deux ans plus tôt, dès la 9^e année d'exploitation du tramway (Ng, 2021).

Enfin, dans l'optique de réduire les gaz à effet de serre et visant faire du Québec un lieu de vie de bonne qualité, il urge de faire le choix de systèmes qui ne font plus appel à des carburants fossiles, qui sont silencieux et qui présentent une image alignée avec cette vision (Labeaume, 2011). L'usage du tramway permet une économie significative, car chaque rame, mesurant entre 30 et 45 mètres de long, peut transporter de 190 à 290 passagers (Labeaume, 2011). Le taux élevé du prix du pétrole et les règlements gouvernementaux visant à réduire des GES poussent rapidement les constructeurs automobiles à concevoir des voitures consommant moins d'énergie (Lefebvre et al., 2020). La popularité des voitures hybrides est en constante augmentation et plusieurs constructeurs investissent dans la recherche et le développement pour commercialiser, dans quelques années, des voitures entièrement électriques (Labeaume, 2011). Les voitures électriques réduisent la pollution atmosphérique, à une réduction

significative du bruit et diminuent considérablement les émissions de gaz à effet de serre (Maupu & Stransky, 2017).

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs est responsable du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques, qui fixe des objectifs précis de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour le Québec et définit les moyens d'y parvenir (Maupu & Stransky, 2017). Ce plan a pour objectif de favoriser le développement et l'utilisation du transport en commun, ainsi que des moyens de transport alternatifs tels que le covoiturage, le vélo et la marche, parmi les mesures à prendre en compte en matière de transport des personnes (Laviolette et al., 2020). De plus, la valeur économique de la réduction des polluants atmosphériques a été estimée en multipliant la réduction des émissions par leur coût social (Millette, 2014). Le coût social unitaire des émissions de gaz à effet de serre et des polluants atmosphériques des autobus est évalué à 0,088 \$ par km, comme indiqué dans le tableau suivant (Millette, 2014).

Tableau 2: Coût social (\$ par km) des émissions polluantes et de GES pour un autobus (Millette, 2014)

Types d'émissions	Coût social (\$/tonne métrique)		Taux d'émission (gramme/km)	Coût social total (\$ par km)
	2011	2014		
CO ₂	81	84	587.585	0.049645
CO	1742	1817	1.577	0.002866
HC	6339	6612	0.241	0.001594
Nox	8086	8435	3.896	0.032861
Sox	6747	7038	0.007	0.000049
PM 2.5	4406	4596	0.069	0.000317
PM 10	8655	9028	0.084	0.000758
Total				0.088090

En 2026, ce bénéfice est évalué à 648.187 \$ pour une diminution de 7,4 millions de véhicules/km et, en 2050, à 926.632 \$ pour une diminution de 10,5 millions de véhicules/km (Millette, 2014).

Le choix du type d'infrastructure de transport en commun joue un important rôle dans l'atteinte des objectifs d'atténuation des émissions de GES d'une ville (Aubert, 2024). Certains articles recommandent particulièrement la technologie du tramway, car elle serait plus efficace en termes de coûts économiques et environnementaux à long terme et encouragerait les individus à faire des trajets plus courts (Condon et Dow, 2011). Aussi, les études montrent que le projet pourrait considérablement améliorer la mobilité urbaine en offrant une alternative efficace à la voiture individuelle et aux bus (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024). En reliant les quartiers densément peuplés et les zones d'activités économiques, le

tramway pourrait réduire les temps de trajet et la congestion routière (Bourdages & Champagne, 2012). Le tramway est ainsi une réponse aux enjeux climatiques car il réduira notre impact sur l'environnement (Ville de Québec, 2023).

Tableau 3: Projet de tramway

Éléments	Caractéristiques	Références
Description du projet	La portée du projet du tramway de Québec comprend un tracé de 19,3 km entre les stations Le Gendre, à l'ouest, et D'Estimauville, à l'est, de même que les infrastructures de transport collectif s'y rattachant (centre d'entretien et d'utilisation, stationnements incitatifs, stations et pôles d'échanges) (Le Journal de Levis, 2024).	(Ministère des transports, 2021) (Ermatinger et al., 2010)
Gestionnaire du projet	Ville de Québec	(Ministère des transports, 2021) (Ermatinger et al., 2010)
Coût estimé du projet	3 365 000 000 \$	(Radio Canada, 2023), (Ministère des transports, 2021)
Contribution maximale du gouvernement du Québec	1 865 000 000 \$	(Ministère des transports, 2021)
Contribution maximale du gouvernement du Canada	1 200 000 000 \$	(Ministère des transports, 2021)
Contribution de la Ville de Québec	300 000 000 \$	(Ministère des transports, 2021)
État d'avancement	Actuellement à l'étude et en planification	(Ministère des transports, 2021), (Ermatinger et al., 2010)
Échéancier prévu	Mise en service : 2028	(Ministère des transports, 2021)

En résumé, les études pertinentes sur le projet de tramway de Québec (Tableau 3) mettent en évidence son potentiel à améliorer la mobilité urbaine, à réduire la contribution à l'environnement des transports et à stimuler la croissance économique régional. Malgré ses nombreux avantages, le projet de tramway de Québec doit surmonter plusieurs défis de réalisation, en matière de financement, de coordination des parties prenantes et d'acceptation sociale (Ermatinger et al., 2010).

Ces défis sont d'ordre politique, économique (gouvernance, financement), environnemental et social (conséquences sur la pollution, la capacité routière, l'offre de stationnement, les riverains et les commerçants), ainsi que technique (pente, neige, alimentation électrique) (Le Journal de Levis, 2024). Des études soulignent l'urgence d'une planification et d'une gestion efficace pour surmonter ces obstacles et assurer le succès du projet (Ermatinger et al., 2010). Pour relever ces défis complexes, la collaboration de multiples parties prenantes est essentielle.

Les parties prenantes du projet de tramway de Québec incluent les autorités publiques (gouvernement provincial et ville de Québec), les utilisateurs des autobus, les automobilistes, les opérateurs de transport collectif, les résidents de la région, la Société québécoise des infrastructures (SQI), le ministère des Transports du Québec (MTQ), et aussi des experts et des groupes environnementaux (Barla, 2024). Il est essentiel d'impliquer activement ce large éventail de parties prenantes pour garantir la transparence et l'acceptabilité du projet. Les autorités municipales et provinciales sont responsables de la planification, du financement et de la réalisation du projet, en assurant la transparence des décisions et en tenant compte les intérêts des populations. Les résidents et communautés locales, directement affectés par le projet, doivent participer activement pour garantir son acceptabilité sociale. Les entreprises et commerces le long du tracé, potentiellement impactés par les travaux de construction et les modifications de circulation, doivent collaborer pour minimiser les perturbations et soutenir le développement économique local (Cattapan, 2020). Les organisations communautaires et groupes de défense des droits représentent les intérêts des communautés locales et jouent un important rôle dans la mobilisation des résidents et la défense des populations vulnérables. Les organisations environnementales contribuent à la durabilité du projet en minimisant son impact environnemental et en promouvant des sources d'énergie propres. Enfin, les institutions académiques et les experts techniques fournissent des conseils spécialisés en planification urbaine, transports et ingénierie, aidant ainsi à la conception et à la mise en œuvre efficace du projet (AECOM, 2019).

Facteurs clés influençant l'efficacité du projet de transport public dans la promotion de la durabilité et de la résilience

Plusieurs facteurs clés influencent l'efficacité d'un projet de transport public dans la promotion de la résilience et de la durabilité. Un réseau de transport public efficace doit être accessible à tous les segments de la population, y compris les individus à situation de handicap et les résidents des quartiers périphériques (Parent, 2023). De plus, il doit viser à favoriser l'intermodalité et à développer des infrastructures pour les modes de

transport actifs, contribuant à une mobilité plus durable et accessible à tous (CNUCED, 2014). La fiabilité et la fréquence des services de transport public sont également essentielles pour stimuler les usagers à prioriser les transports collectifs au lieu de leur voiture. Des horaires réguliers et des temps d'attente réduits contribuent à augmenter la satisfaction des utilisateurs et à renforcer la crédibilité du système de transport (Parent, 2023). Un autre facteur crucial est la disponibilité financière des services de transport public (UNDRR, 2024). Des tarifs abordables et des options de paiement flexibles, comme les abonnements mensuels ou annuels, rendent le transport en commun plus attractif pour tous les usagers, quel que soit leur niveau de revenu (Parent, 2023). L'arrivée du tramway offre des possibilités de requalifier les milieux de vie, d'augmenter la canopée et de réduire les îlots de chaleur, contribuant ainsi à la résilience climatique de la ville (Toubin et al., 2012). Une planification urbaine intégrée est essentielle pour garantir le succès d'un projet de transport public (UNDRR, 2024). Cela implique de concevoir des infrastructures de transport en s'attardant sur des besoins des populations, des entreprises et des autres acteurs impliqués, tout en favorisant le développement de quartiers durables et accessibles (Ermatinger et al., 2010).

Facteurs influençant l'acceptabilité du projet de transport public à Québec

Dans toute cette histoire de l'implantation du tramway, le projet n'a jamais reçu l'approbation de la population (Trudel, 2020). À l'inverse, l'acceptabilité sociale est loin d'être atteinte, malgré les milliards investis par le gouvernement et les divers itinéraires possibles pour le tramway (Trudel, 2020). À maintes reprises, les citoyens ont été ravis que le projet soit abandonné (Trudel, 2020). L'acceptabilité sociale des projets de transport public est un enjeu crucial pour garantir leur succès et leur intégration harmonieuse dans la société (Trudel, 2020). Pour CAA-Québec, l'adhésion de la population et l'acceptabilité sociale sont devenues les points faibles du projet et cette difficulté à rallier la population a un effet néfaste sur ce bien commun d'une grande importance pour l'agglomération (CAA-Québec, 2024). Le cynisme ambiant est contre-productif et nuit au projet, alors que l'acceptabilité sociale et la confiance de la population en faciliteraient grandement la réalisation (CAA-Québec, 2024).

L'acceptabilité du projet de transport public à Québec, notamment le projet de tramway, a été influencée par divers facteurs politiques, économiques, sociaux, environnementaux et techniques. Le soutien et l'opposition des autorités politiques ont joué un rôle déterminant dans l'acceptabilité du projet de tramway à Québec. Le soutien du maire Régis Labeaume et des autorités provinciales, notamment avec le Premier ministre

Couillard, a été crucial (Labeaume, 2011). En 2018, leur engagement a relancé le projet en assurant son financement. Cependant, l'opposition politique, visible lors des élections municipales, a également influencé l'acceptabilité. Par exemple, l'élection de Régis Labeaume en 2007 et sa réélection en 2009, basées sur des plateformes variées, ont montré des fluctuations dans l'acceptation publique du projet (Labeaume, 2011). L'inclusion des parties prenantes, telles que les autorités publiques, les opérateurs de transport, les résidents, et les groupes environnementaux, a également été essentielle (Martel, 2023). Les consultations publiques et le dialogue continu ont permis de recueillir des avis et d'adapter le projet en fonction des attentes et des préoccupations des citoyens.

Le financement et les coûts du projet ont grandement influencé son acceptabilité. Les préoccupations concernant les coûts élevés, les risques de dépassements budgétaires et les retards ont alimenté les débats publics (Ministère des transports, 2021). Néanmoins, les avantages économiques potentiels, comme la création d'emplois et le développement économique et immobilier le long de l'itinéraire du tramway, ont favorisé l'acceptation (Millette, 2014). Les bénéfices économiques à long terme, tels que les économies sur les coûts de santé liés à l'obésité, ont également été des arguments en faveur du projet (Mueller et al., 2015).

Aussi, l'impact sur la qualité de vie des résidents et des visiteurs a été un facteur clé dans l'acceptabilité du projet. L'amélioration de la mobilité et de l'accessibilité, la réduction des embouteillages et la promotion d'un mode de vie plus actif ont été perçues positivement. Les bénéfices pour la santé publique, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et les économies sur les coûts de santé, ont renforcé cet aspect. Cependant, les perturbations temporaires pendant la phase de construction, comme l'accès limité aux commerces et la perturbation de la circulation, ont suscité des inquiétudes parmi les riverains et les commerçants.

Par ailleurs, la réduction des émissions de GES et de la pollution sonore grâce à l'électrification du système de transport a été un argument majeur en faveur du projet (Lefebvre et al., 2020). Cependant, les exigences d'évaluations environnementales rigoureuses ont soulevé des préoccupations quant à la faisabilité et au calendrier du projet. Les retards potentiels liés à ces évaluations ont été une source de débat. Il est crucial que le projet respecte les normes environnementales tout en minimisant les retards.

En outre, il est crucial de rendre l'information accessible (Martel, 2023). Une information claire et complète dissipe les incompréhensions et légitime les projets, favorisant ainsi leur acceptabilité (Gauthier, 2015). Le manque de transparence dans la communication du projet et de documentation pertinente aux citoyens a nui à leur compréhension et à leur adhésion (Martel, 2023). Les citoyens doivent disposer d'assez d'information et de

temps pour évaluer les projets (Parent, 2023). Ensuite, il est essentiel d'avoir la qualité du processus de participation citoyenne (Martel, 2023). La participation doit commencer dès les phases préliminaires de conception du projet pour maximiser l'adhésion (Parent, 2023). La figure 7 présente un résumé des facteurs influant l'acceptabilité sociale du projet tramway du Québec.

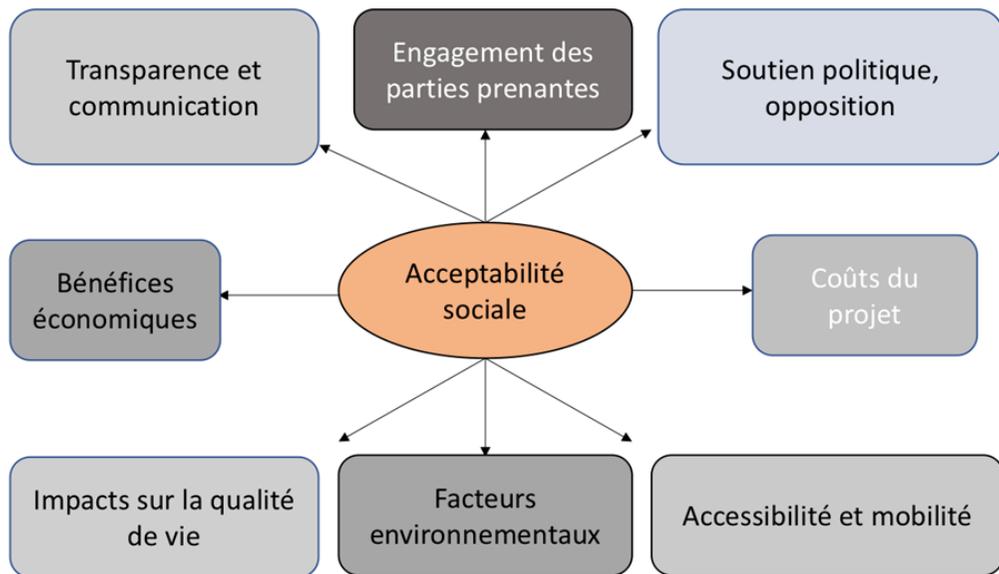


Figure 7: Cadre d'analyse des facteurs influençant l'acceptabilité sociale inspiré de Fortin et al. (2023)

L'acceptabilité du projet de tramway à Québec a été façonnée par une multitude de facteurs interconnectés. Un soutien politique fort, des avantages économiques potentiels, des améliorations prévues en matière de qualité de vie et de santé publique, ainsi que des considérations environnementales positives ont favorisé l'acceptation. Toutefois, les préoccupations liées aux coûts, aux perturbations temporaires, aux défis techniques et aux exigences environnementales ont également influencé les perceptions publiques et politiques du projet. Pour maximiser l'acceptabilité, il est crucial de continuer à engager toutes les parties prenantes, de communiquer clairement les avantages et de gérer efficacement les défis potentiels.

Évaluation des implications pour la réalisation du projet de tramway au Québec

L'évaluation des implications pour la réalisation du projet de tramway au Québec est un sujet complexe et crucial pour le développement de ce

système de transport. Plusieurs aspects sont abordés tels que la gestion du camionnage pendant la construction pour minimiser les perturbations, les impacts sur la santé, les impacts social (AECOM, 2019), l'évaluation environnementale pour considérer les conséquences positives et négatives sur l'environnement, les ajustements nécessaires pendant la phase de construction pour garantir la fluidité de la circulation et impacts potentiels sur les lieux d'emplois. Le projet est également soumis à des processus d'évaluation environnementale à la fois provincial et fédéral, en raison de sa traversée de deux provinces (AECOM, 2019). Pendant la phase de construction du tramway, les critères d'accès aux sites de travail seront changées, ce qui nécessitera des ajustements pour assurer la fluidité de la circulation et minimiser les perturbations (AECOM, 2019). Les impacts environnementaux du projet de tramway à Québec sont variés et comprennent des aspects positifs et négatifs (Lefebvre et al., 2020). Comme impacts positifs, nous avons l'atténuation des émissions de GES grâce à une diminution de l'usage de l'automobile et à la transition vers un mode de transport en commun plus écologique (Lefebvre et al., 2020), le taux réduit de la pollution sonore, car les tramways sont généralement moins sonores que les autobus, ce qui contribue à améliorer la qualité de vie des populations, la création de bénéfices sur les dépenses sur la santé liés à l'obésité, avec des approximations indiquant des économies importantes sur 30 et 40 ans (Lefebvre et al., 2020). En ce qui concerne les impacts négatifs, nous avons les modifications des conditions d'accès aux sites de travail pendant la phase de construction, ce qui peut entraîner des perturbations temporaires pour les travailleurs et les entreprises situés le long des tracés du tramway, le risque de retards dans la construction en raison de l'importance de se conformer à des évaluations environnementales, ce qui soulève des préoccupations quant à la gestion efficace du projet.

Forces, faiblesses, opportunités et menaces du projet

Le tableau 4 présente une évaluation SWOT (forces, faiblesses, opportunités, menaces) du projet de tramway de Québec, offrant une vue d'ensemble des avantages et des défis associés à ce projet ambitieux.

Tableau 4 : Forces, faiblesses, opportunités et menaces du projet

Forces	Faiblesses
<p>Réduction significative des émissions de GES et de la pollution sonore grâce à l'électrification du système de transport (Chaire publique AELIÉS & NÉO, 2024)</p> <p>L'implantation du tramway à Québec permettra d'éviter l'émission de 89 000 tonnes de CO₂ en 2041, soit 15 ans après le début de son utilisation (Environnement, 2022).</p> <p>Création de bénéfices importants sur les coûts de santé liés à l'obésité, avec des économies estimées à 323 M\$ et de 471,4 M\$ pour une durée respectivement de 30 ans et 40 ans</p> <p>Le projet de tramway offre une alternative de transport en commun efficace, réduisant les embouteillages et améliorant la mobilité des citoyens (Messahel & Acherard, 2022).</p> <p>Le projet peut inciter le développement économique et immobilier le long de son itinéraire.</p> <p>Le projet pourrait stimuler l'économie locale par la création d'emplois et en attirant des investissements dans la région.</p> <p>Il pourrait rendre les quartiers de la ville plus accessibles aux résidents et aux visiteurs, favorisant ainsi l'inclusion sociale.</p>	<p>Risque de retards dans la construction en raison de l'urgence de se conformer à des évaluations environnementales, ce qui soulève des préoccupations quant à la gestion efficace du projet.</p> <p>Perturbations temporaires de l'accès aux sites d'emplois pendant l'étape de construction, nécessitant des ajustements pour assurer la fluidité de la circulation.</p> <p>Le projet de tramway a reçu une évaluation défavorable sur toutes les préoccupations liées à la communication des changements climatiques (Parent, 2023).</p> <p>Augmentation du prix des projets et le manque de financement peut retarder la réalisation du projet (Millet, 2016).</p> <p>La construction du tramway peut perturber la circulation et les commerces locaux pendant les travaux.</p> <p>Le tramway nécessite un entretien régulier pour garantir son bon fonctionnement.</p>
Opportunités	Menaces
<p>Faciliter l'intermodalité et une meilleure hiérarchisation des différents moyens de transport (piétons, cyclistes, transports collectifs) (Messahel & Acherard, 2022).</p> <p>Profiter de l'arrivée du tramway pour faire de la requalification urbaine et créer davantage d'espaces publics conviviaux</p> <p>Le tramway peut rendre la ville plus agréable en réduisant la pollution sonore et environnementale.</p> <p>Un système de transport moderne peut attirer les touristes et les visiteurs (Messahel & Acherard, 2022).</p> <p>La construction et l'utilisation du tramway génèrent des emplois locaux.</p> <p>Le tramway pourrait devenir un symbole emblématique de la ville et renforcer son identité urbaine.</p> <p>Le projet de tramway offre l'opportunité d'intégrer le système de transport collectif avec certains autres moyens de transport, comme les bus, les vélos et les voitures partagées, offrant ainsi aux résidents une solution de mobilité complète.</p> <p>Les stations de tramway pourraient devenir des pôles de développement urbain, stimulant la croissance économique et l'activité commerciale dans les quartiers avoisinants.</p>	<p>Possibilité d'un refus du gouvernement d'exempter le projet d'une évaluation environnementale complète, malgré les arguments de la Ville</p> <p>Risque de retards et de dépassements de coûts liés à la gestion des impacts environnementaux et des perturbations pendant la construction</p> <p>Certains automobilistes peuvent s'opposer au projet, craignant des perturbations dans leur routine quotidienne (AECOM, 2019).</p> <p>Si les fonds alloués ne sont pas suffisants, le projet pourrait être retardé ou réduit.</p> <p>Un système de tramway nécessite une maintenance régulière pour garantir son bon fonctionnement, ce qui pourrait entraîner des coûts supplémentaires à long terme.</p> <p>Le tramway doit rivaliser avec les bus, les voitures et les services de covoiturage.</p> <p>Des contraintes environnementales telles que des zones protégées ou des préoccupations liées à la biodiversité pourraient limiter l'emplacement des voies de tramway, affectant ainsi la faisabilité du projet.</p>

Le tableau SWOT met en évidence les multiples dimensions du projet de tramway de Québec. Bien que le projet offre des avantages environnementaux, économiques et sociaux significatifs, il doit également surmonter des défis substantiels en termes de gestion, de financement et d'acceptation publique. Une planification et une gestion efficaces seront essentielles pour maximiser les opportunités et minimiser les risques associés à ce projet crucial pour l'avenir de la mobilité urbaine à Québec.

Recommandations pour une mise en œuvre efficace et durable du projet

Pour assurer la mise en œuvre efficace du projet de tramway à Québec, plusieurs recommandations concrètes peuvent être formulées. En tenant compte des forces, faiblesses, opportunités et menaces évoquées précédemment, ces recommandations visent à maximiser les avantages du projet tout en atténuant les défis potentiels.

Afin de faire face aux éventuels retards et aux dépenses supplémentaires, il est essentiel de renforcer la planification et la gestion du projet. Cela peut englober la création de plannings précis, la mise en œuvre de contrôles rigoureux des dépenses et la formation d'une équipe spécialisée dans la gestion de projet qui surveillera attentivement l'avancement des installations. De plus, il est crucial d'avoir une communication claire et transparente avec toutes les parties impliquées afin de préserver la stabilité et éviter les malentendus.

Cependant, puisque les évaluations environnementales sont essentielles, il est conseillé de travailler en étroite collaboration avec les organismes de régulation afin de garantir le respect de toutes les exigences sans compromettre les délais du projet. Dès le début du projet, il est possible de mettre en œuvre des mesures d'atténuation proactives et de mener des études d'impact détaillées afin d'anticiper et de résoudre les problèmes environnementaux potentiels.

En effet, au cours de la construction, dans l'optique de diminuer les perturbations temporaires pour les commerces et la circulation, il est nécessaire de mettre en place des plans de gestion de la construction. Ces mesures peuvent comprendre des horaires de travail adaptés, des routes de déviation pour faciliter la circulation et des campagnes d'information visant à tenir les habitants et les commerçants au courant des avancées et des conséquences à court terme. Il est également possible d'envisager la création de compensations ou de soutien temporaire pour les entreprises affectées.

Par ailleurs, le projet fait face à une menace majeure en raison du manque de financement. Il est donc conseillé de garantir la sécurité de sources de financement variées et pérennes. Cela engloberait des collaborations entre le secteur public et privé, des aides gouvernementales et éventuellement des initiatives de financement participatif. Il sera également crucial d'avoir une planification financière rigoureuse, comprenant des fonds de réserve pour faire face aux imprévus, afin d'éviter les interruptions causées par des pénuries de fonds.

En ce qui concerne la création d'un réseau de transport multimodal avec le tramway, afin de tirer le meilleur parti du tramway, il est conseillé de garantir une bonne intégration avec les autres modes de transport tels que les bus, les vélos et les voitures partagées. L'intermodalité peut être facilitée par des billets combinés ou des infrastructures adaptées (par exemple des

parkings à vélos sécurisés aux stations de tramway), ce qui peut améliorer l'accessibilité et favoriser une utilisation plus importante du tramway.

Le projet de tramway offre une grande opportunité de requalification urbaine. Des projets de développement urbain autour des stations de tramway sont conseillés afin de concevoir des espaces publics accueillants et séduisants. Cela pourrait englober des espaces dédiés aux piétons, des espaces verts et des aménagements qui favorisent les échanges sociaux et la dynamique économique locale.

Conclusion

Les défis les plus ambitieux des prochaines années seront l'adaptation et la réduction des changements climatiques. Le projet de tramway de Québec illustre la nécessité pour ses promoteurs d'adopter de nouvelles stratégies adaptées à cette réalité. Le développement d'un réseau de transport collectif électrique offre des avantages environnementaux significatifs, mais il est important de tenir compte des diverses perceptions et impacts potentiels sur les résidents.

Pour lutter contre les changements climatiques, il faut intégrer la participation citoyenne accrue dans les processus décisionnels, en favorisant des décisions plus durables. Les dispositifs participatifs doivent permettre une communication bidirectionnelle et des formes de participation interactives pour protéger l'environnement de manière optimale. Mal conçues, ces stratégies risquent d'exacerber les inégalités existantes et de promouvoir des visions fermées aux changements. Par conséquent, les promoteurs de projets environnementaux doivent accorder une attention particulière à la communication pour obtenir l'acceptabilité sociale.

Contribution des auteurs : KFD a conçu l'idée, développé le pro forma et rédigé le manuscrit. YEM a édité le pro forma et le manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. AECOM. (2019). Construction d'un tramway sur le territoire de la ville de Québec dans le cadre du projet de réseau structurant de

- transport en commun Étude d'impact sur l'environnement. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/definition.htm#definition>
2. AECOM. (2019). Construction d'un tramway sur le territoire de la ville de Québec dans le cadre du projet de réseau structurant de transport en commun Étude d'impact sur l'environnement 200. https://tramwaydequebec.info/docs/etude-impact-environnement/EIE_Chapitre%209.pdf
 3. AECOM. (2019). Construction d'un tramway sur le territoire de la Ville de Québec dans le cadre du projet de réseau structurant de transport en commun Étude d'impact sur l'environnement. https://tramwaydequebec.info/docs/etude-impact-environnement/EIE_Chapitre%206.pdf
 4. Afroz, S., Rhodes, N., & Park, J. (2022). Chiffrer les impacts du changement climatique sur l'infrastructure publique: Transport. <https://www.fao.org/web/default/files/publications/EC2204%20CIPI%20Transport/CIPI%20Transportation-FR.pdf>
 5. Aubert, C. (2024). Évaluation de l'impact de la mise en service d'une infrastructure de transport en commun sur l'évolution dans le temps des émissions de gaz à effet de serre d'une ville: Étude du cas de la Canada Line du SkyTrain de Vancouver.
 6. Barla, P. (2024). Transport – La construction d'un tramway ou d'un SRB dans la région de Québec. <https://pressbooks.etsmtl.ca/analysecoutavantage/chapter/24-transport-la-construction-dun-tramway-ou-dun-srb-dans-la-region-de-quebec/>
 7. Barrieau, P. (2021). Les longs cycles de Kondratiev et l'évolution de l'industrie du tramway au Canada (1861-2021). <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/25945>
 8. BÉLAND, G. (2019, January 22). projet de: Tramway à Québec: la Ville veut éviter l'évaluation environnementale. La Presse. <https://www.lapresse.ca/actualites/regional/201901/21/01-5211877-tramway-a-quebec-la-ville-veut-eviter-levaluation-environnementale.php>
 9. Belley, S., Tremblay-Racicot, F. & L. Quesnel (2021). Le rôle des acteurs politiques dans la mise en sens de l'action publique: Le cas du transport urbain à Québec. *Recherches sociographiques*, 60(3), 607–631. <https://doi.org/10.7202/1075152ar>
 10. Bourdages, J. & E. Champagne (2012). Penser la mobilité durable au-delà de la planification traditionnelle du transport. *VertigO - la revue*

- électronique en sciences de l'environnement, Hors-série 11, Article Hors-série 11. <https://doi.org/10.4000/vertigo.11713>
11. Bourke, M. P. (2020). PR8.3 Lettre mandat d'audience publique.
 12. CAA-Québec. (2024). Projet de construction d'un tramway à Québec. <https://www.caaquebec.com/fr/sur-la-route/interets-publics/defense-des-interets/projet-de-construction-dun-tramway-a-quebec>
 13. Cattapan, F. (2020, November 12). Le Bureau de projet du tramway à Québec persiste et signe. *Journal Métro*. <https://journalmetro.com/actualites/national/2577370/le-bureau-de-projet-du-tramway-a-quebec-persiste-et-signe/>
 14. Centre de Ressources ACC. (2019, November 19). Infrastructures de transport. <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/dossiers-thematiques/secteurs-d-activites/infrastructures-transport>
 15. Chaire publique AELIÉS & NÉO (Director). (2024, May 5). Enjeux et opportunités d'un tramway à Québec—Conférence du 2 avril 2024. <https://www.youtube.com/watch?v=I9hPBNWk2PQ>
 16. Chansigaud, A. (2018). Le tramway au cœur d'un débat démocratique au sein de la métropole bordelaise. <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/acceptabilitesociale/chapter/le-tramway-au-coeur-dun-debat-democratique-au-sein-de-la-metropole-bordelaise-2/>
 17. CNUCED. (2014). Le développement de systèmes de transport durables et résilients dans l'optique des nouveaux enjeux. https://unctad.org/system/files/official-document/cid34_fr.pdf
 18. Colin, M., & F. Palhol (2019). Vulnérabilités et risques: Les infrastructures de transport face au climat.
 19. Environnement. (2022, Juin). Nouveau bilan GES du tramway: 89 000 tonnes de CO₂ évitées. <https://tramwaydequebec.info/actualites/2022-06-15-bilan-ges.aspx>
 20. Equiterre. (2020). Le tramway à Québec: Un projet sur mesure pour notre capitale-nationale. <https://voute.bape.gouv.qc.ca/dl/?id=00000153891>
 21. Equiterre. (2023, November 1). Tramway de Québec: Le gouvernement du Québec et la Ville doivent continuer d'avancer | Equiterre. <https://www.equiterre.org/fr/articles/cdp-le-gouvernement-du-quebec-et-la-ville-doivent-continuer-davancer-avec-responsabilite-et-confiance>
 22. Ermatinger, V., Nguyen, T., Bossé, A. & P. Tétréault (2010). Tramway de Québec: Dossier de présentation stratégique. <https://voute.bape.gouv.qc.ca/dl/?id=00000164397>

23. Fortin, M.-J., Fournis, Y. & R. Beaudry (2023). Acceptabilité sociale, énergies et territoires: De quelques exigences fortes pour l'action publique.
24. Gérald, G. (2024). Un tramway «du 21e siècle» proposé pour Québec—Québec Urbain. <https://www.quebecurbain.qc.ca/2024/03/18/un-tramway-du-21e-siecle-propose-pour-quebec/>
25. ICI.Radio-Canada.ca, Z. S. (2022, May 6). Où en est le projet de tramway de Québec? | Tramway de Québec. Radio-Canada; Radio-Canada.ca. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1880986/projet-transport-structurant-tramway-ville-quebec-mise-a-jour>
26. Labeaume, R. (2011). Plan de mobilité durable.
27. Laviolette, J., Morency, C. & E.O.D. Waygood (2020). Persistance de l'automobilité ? Analyse en trois perspectives. *Flux*, 119–120(1–2), 142–172. <https://doi.org/10.3917/flux1.119.0142>
28. Le Journal de Lévis. (2024). À Québec et Lévis, osons implanter une mobilité durable! https://www.journaldelevis.com/jdl/63/%C3%80_Qu%C3%A9bec_et_L%C3%A9vis,_osons_implanter_une_mobilit%C3%A9_durable!.html?id=38511
29. Lefebvre, J.-F., Rhéaume, S. & D. Allard (2020). Le tramway de Québec: Pilier essentiel de la transition énergétique. <https://voute.bape.gouv.qc.ca/dl/?id=00000154017>
30. Martel, D. (2023). Ce que le dossier du tramway dit du mystère Québec | Le Devoir. <https://www.ledevoir.com/opinion/libre-opinion/801763/libre-opinion-ce-dossier-tramway-dit-mystere-quebec>
31. Martin, S. (2023a). Transport structurant à Québec: Le tramway pourrait être la solution proposée, dit la CDPQ Infra | JDQ. <https://www.journaldequebec.com/2023/12/20/transport-structurant-a-quebec--le-tramway-pourrait-etre-la-solution-proposee-dit-la-cdpq-infra>
32. Martin, S. (2023b, August 30). Tramway: Le projet plus nécessaire que jamais, plaident les pro-transport en commun. *Le Journal de Québec*. <https://www.journaldequebec.com/2023/08/30/tramway--le-projet-plus-necessaire-que-jamais-plaident-les-pro-transport-en-commun>
33. Millette, R. (2014). Livrable 4.3—Évaluation économique et financière.
34. Ministère des transports. (2021). Rapport sur l'état d'avancement des activités et travaux préparatoires projet du tramway de Québec. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/modes-transport->

- utilises/transport-collectif/Documents/Rapport-public-tramway-de-Quebec-au-30-septembre-2021.pdf
35. Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Cole-Hunter, T., de Nazelle, A., Dons, E., Gerike, R., Götschi, T., Int Panis, L., Kahlmeier, S. & M. Nieuwenhuijsen (2015). Health impact assessment of active transportation: A systematic review. *Preventive Medicine*, 76, 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.04.010>
 36. Noovo Info, I. (2024, May 8). Le projet du tramway est toujours «vivant», Marchand enclenche son «plan B». Noovo Info. <https://www.noovo.info/nouvelle/le-projet-du-tramway-est-toujours-vivant-dit-le-maire-marchand.html>
 37. Parent, E. (2023). Optimiser la communication et la participation publique dans le cadre de la lutte aux changements climatiques: Le cas du tramway de Québec [Essai, Université de Sherbrooke]. <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/20133>
 38. Selçuk, A.A. (2019). A guide for systematic reviews: PRISMA. *Turkish archives of otorhinolaryngology*. 57.
 39. Toubin, M., Lhomme, S., Diab, Y., Serre, D. & R. Laganier (2012). La Résilience urbaine: Un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ? Développement durable et territoires. *Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, Vol. 3, n° 1, Article Vol. 3, n° 1. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.9208>
 40. Trudel, F. (2020). Mémoire sur le projet de tramway de Québec.
 41. UNDRR. (2024). Principes pour des infrastructures résilientes. <https://www.undrr.org/media/78699/download?startDownload=20240528>
 42. Ville de Québec. (2020). Projet de construction d'un tramway à Québec Réponses aux questions complémentaires DQ44 [Dossier BAPE]. <https://voute.bape.gouv.qc.ca/dl/?id=00000164374>
 43. Ville de Québec. (2023). Environnement | Le tramway de Québec. <https://tramwaydequebec.info/projet/environnement/>