



Relocalisation du pôle d'échanges Sainte-Foy

Note technique - Analyse d'impact sur les déplacements

Scénario alternatif V2

Service du transport et de la mobilité intelligente

02 avril 2020

PRÉPARÉ PAR :



Jérôme Boucher, Ing.
N° de membre O.I.Q. : 5060672



Marc Boucher, Ing.
N° de membre O.I.Q. : 5060671

RÉVISÉ PAR :



Youssef Dehbi, Ing., M. sc., M. ATDR.
N° de membre O.I.Q. : 5056252

VALIDÉ PAR :

Marc des Rivières, Directeur du service de transport.

Table des matières

1	Mise en contexte	1
1.1	Portée de la note.....	1
1.2	Scénarios analysés	1
2	Méthodologie.....	2
3	Zone d'étude.....	4
4	Évaluation des impacts sur les déplacements	5
4.1	Transport en commun	5
4.2	Circulation automobile	6
4.2.1	Débits journaliers moyens annuels.....	6
4.2.2	Temps de parcours.....	7
4.2.3	Longueur des files d'attente	8
4.3	Croisement du boulevard Laurier par le tramway et les autobus de la STLévis.....	9
4.3.1	Performance du réseau.....	9
4.3.2	Performance du tramway et des autobus de la STLévis	9
5	Mesures d'atténuation de l'interblocage	13
5.1	Les mesures d'atténuation avec un risque résiduel	14
5.1.1	Signalisation et marquage.....	14
5.1.2	Interventions en temps réel par le Gestionnaire artériel	14
5.2	Les mesures d'atténuation éliminant le risque d'interblocage	15
5.2.1	Présence policière	15
5.2.2	Boucles de refoulement	15
5.2.3	Étagement de la zone de croisement	16
5.3	Impact sur la circulation avec les mesures d'atténuation	16
5.3.1	Boucles de refoulement	16
5.3.2	Étagement.....	18
6	Synthèse.....	18

Liste des figures

Figure 1-1 : Scénario d'aménagement du pôle d'échanges Sainte-Foy	1
Figure 1-2 : Concept privilégié pour l'emplacement du pôle d'échanges Sainte-Foy (Scénario alternatif V ₂)....	2
Figure 2-1 : Mouvement d'autobus vers le pôle d'échanges Sainte-Foy scénario alternatif (V ₂)	4
Figure 3-1 : Zone à l'étude	4
Figure 4-1 : Parcours transport en commun à l'intérieur du pôle d'échanges Sainte-Foy	5
Figure 4-2 : Interblocage à l'intersection du boulevard Laurier et de l'accès du pôle d'échanges Sainte-Foy .	12
Figure 5-1 : Étalement de la file d'attente à l'heure de pointe de l'après-midi (16 h à 17 h)	17

Liste des tableaux

Tableau 4-1 : Débits journaliers moyens annuels sur les boulevards Laurier et Hochelaga	6
Tableau 4-2 : Résultats des analyses de temps de parcours	8
Tableau 4-3 : Résultats des analyses de file d'attente.....	9
Tableau 5-1 : Temps de parcours – Heure de pointe de l'après-midi (16 h à 17 h) à la suite de l'implantation des boucles de refoulement	17
Tableau 6-1 : Variation du temps de parcours par rapport à la situation de référence – Heure de pointe de l'après-midi (16 h à 17 h)	21

Liste des photos

Photo 4-1 : File d'attente sur le boulevard Laurier entre la route de l'Église et l'avenue de Lavigerie	10
Photo 4-2 : Interblocage de la bretelle d'accès vers le pont Pierre Laporte par le boulevard Laurier.....	11
Photo 4-3 : Interblocage à l'intersection boulevard Laurier/Route de L'Église.....	11

1 Mise en contexte

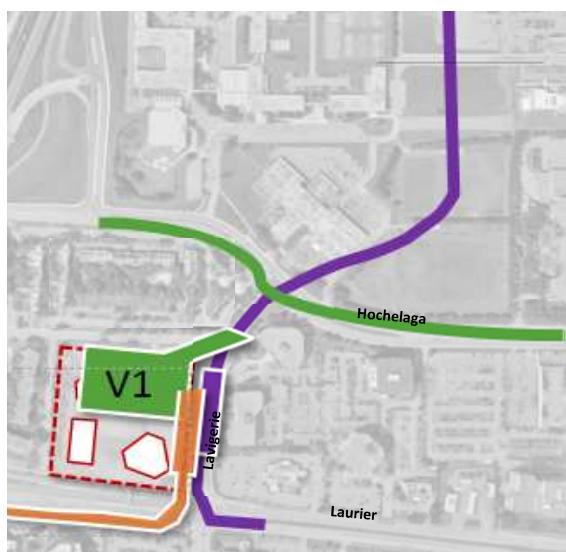
1.1 Portée de la note

Le programme fonctionnel du pôle d'échanges Sainte-Foy doit être revu afin d'accueillir les autobus de la Société de transport de Lévis (STLévis) de façon à favoriser l'interconnexion avec le réseau structurant de transport en commun. La présente note technique vise à évaluer l'impact sur la circulation et le transport en commun associé aux différents scénarios d'implantation envisagés.

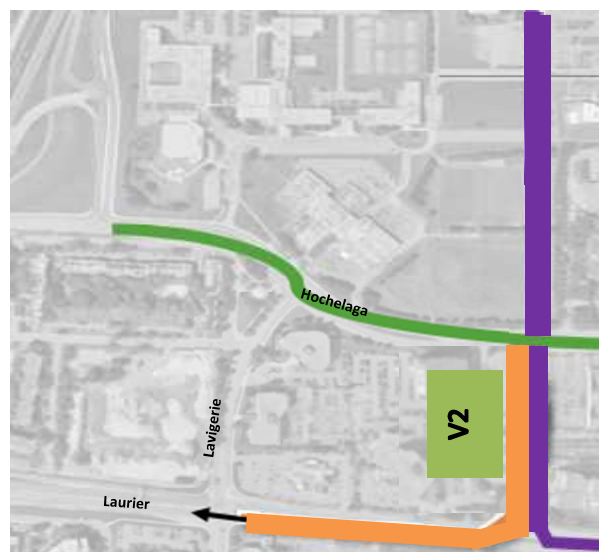
1.2 Scénarios analysés

Deux (2) scénarios de localisation du pôle d'échanges ont été évalués (voir figure 1-1) :

1. Scénario initial (V_1) : Il s'agit du scénario proposé initialement avec un pôle d'échanges souterrain intégré au projet « Le Phare ». Ce scénario est celui pris en considération dans l'étude d'impact sur les déplacements du réseau structurant de transport en commun de la Ville de Québec (RSTC);
2. Scénario alternatif (V_2) : implantation du pôle d'échanges en surface sur les terrains appartenant à iA Groupe financier, à la Société québécoise des infrastructures (SQI) et à Couche-Tard situés entre les boulevards Laurier et Hochelaga et entre la route de l'Église et l'avenue Lavigerie. Le concept d'aménagement préliminaire du pôle d'échanges est présenté à la figure 1-2.



1. Scénario initial (V_1)



2. Scénario alternatif (V_2)

Figure 1-1 : Scénario d'aménagement du pôle d'échanges Sainte-Foy

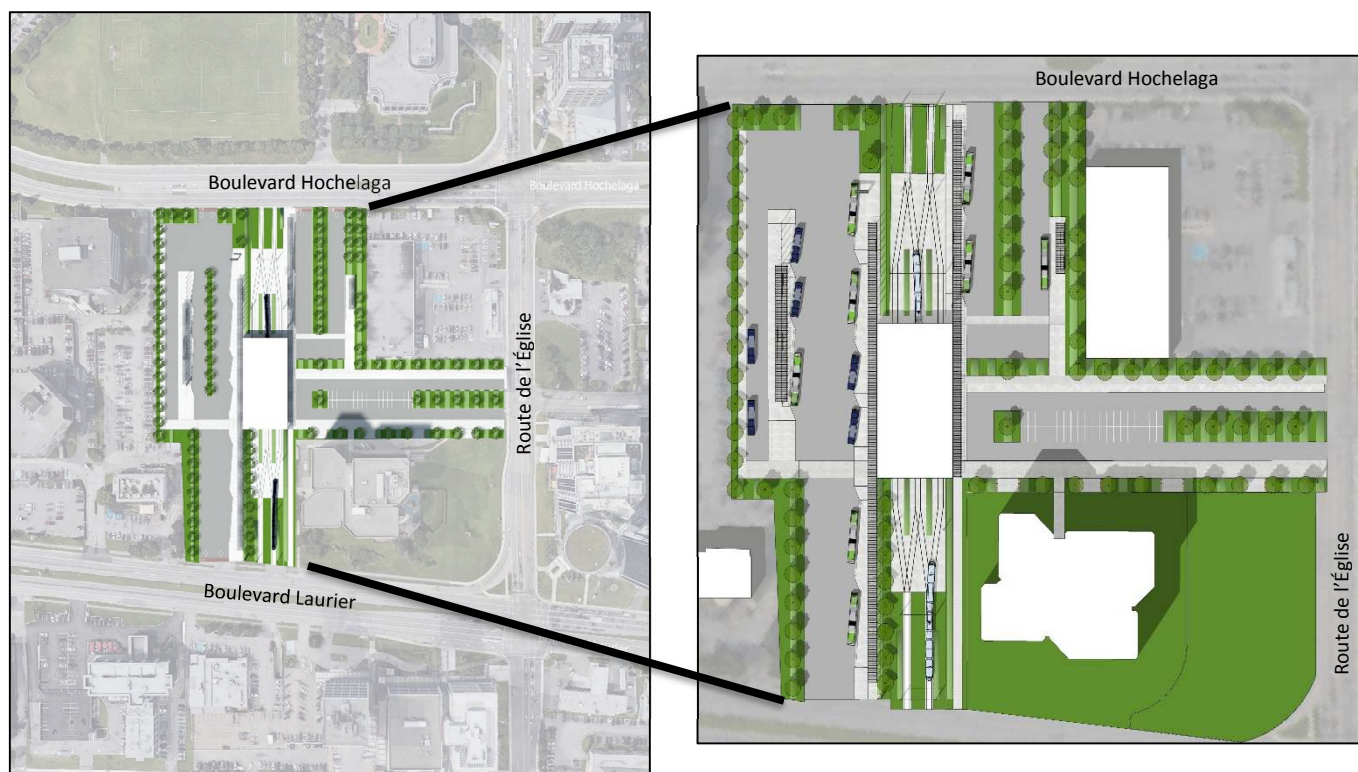


Figure 1-2 : Concept privilégié pour l'emplacement du pôle d'échanges Sainte-Foy (Scénario alternatif V₂)

2 Méthodologie

L'analyse de circulation est réalisée à l'aide du logiciel de microsimulation Aimsun Next 8.4. Cette analyse est un complément à l'étude d'impact sur les déplacements rendue publique en décembre 2019 et porte sur les impacts associés à l'aménagement et à la gestion des accès du nouveau pôle d'échanges proposé sur les boulevards Laurier et Hochelaga. Or, comme cette analyse porte sur une localisation différente, les chiffres présentés au chapitre 4 de la note technique peuvent être différents de ceux présentés dans l'étude d'impact sur les déplacements en décembre 2019.

Quatre (4) scénarios ont été analysés et comparés pour évaluer les impacts qui sont spécifiques à nouvelle localisation du pôle d'échanges Sainte-Foy :

- **Situation actuelle (1)** : correspond à la situation dans lequel le réseau routier est tel qu'on le connaît aujourd'hui. Les débits de circulation, dans la situation actuelle, correspondent à ceux actuellement observés sur le terrain;
- **Situation de référence (2)** : correspond à la situation future sans le projet RSTC. Le réseau routier du secteur a subi des modifications : le boulevard Hochelaga est réaménagé et l'échangeur Henri-IV/Quatre-Bourgeois est reconfiguré. Les débits de circulation sont estimés en considérant les nouveaux développements immobiliers dans le secteur. L'horizon visé dans les analyses est l'année 2026. De plus, le RSTC n'est pas considéré dans cette situation;

- **Situation future – Pôle d'échanges scénario initial (V₁) (3)** : correspond à la situation future avec la réalisation du projet RSTC. Le pôle d'échanges est localisé sur le site du projet « Le Phare » (scénario initial (V₁)). Le réseau routier, en plus de l'implantation du tramway, a subi les mêmes modifications décrites dans la situation de référence. Les débits de circulation sont estimés en considérant les nouveaux développements immobiliers dans le secteur. La présence du tramway est prise en considération. Par conséquent, un transfert modal est considéré¹. L'horizon visé dans les analyses est l'année 2026;
- **Situation future – Pôle d'échanges scénario alternatif (V₂) (4)** : correspond à la situation future avec la réalisation du projet RSTC. Le pôle d'échanges est localisé en surface sur le nouveau site (scénario alternatif (V₂)). Le réseau routier, en plus de l'implantation du tramway, a subi les mêmes modifications décrites dans la situation de référence. Les débits de circulation sont estimés en considérant les nouveaux développements immobiliers dans le secteur. La présence du tramway est prise en considération, par conséquent, un transfert modal est considéré. L'horizon visé dans les analyses est l'année 2026.

La modélisation des deux (2) scénarios associés à la situation future considère les projets de développement immobilier ainsi que les projets d'infrastructures dont la réalisation est prévue avant l'horizon 2026. Elle intègre également les données relatives aux opérations en transport en commun prévues dans le secteur et à l'intérieur du pôle d'échanges :

- Fréquence du tramway : 4 minutes;
- Parcours et fréquence des autobus présentés à la figure 2-1.

Les modélisations du réseau routier effectuées à l'aide du logiciel Aimsun Next permettent d'évaluer la performance du réseau routier en utilisant le temps de parcours et la longueur des files d'attente comme indicateurs.

Pour observer et **isoler l'impact associé au tramway**, la mesure des temps de parcours est effectuée tout d'abord pour la situation actuelle et pour la situation de référence (sans tramway). Ensuite, les mêmes indicateurs de performance sont utilisés pour la situation future (pôle d'échanges souterrain localisé sur le site du projet « Le Phare »). Enfin, les indicateurs de performance sont mesurés pour la situation future où le pôle d'échanges est localisé sur les terrains appartenant à iA Groupe financier, à la Société québécoise des infrastructures (SQI) et à Couche-Tard.

¹ Le transfert modal est une modification de la répartition des points de pourcentage pour les différents modes de transport. L'étude d'impact sur les déplacements démontre qu'avec le RSTC, l'augmentation des débits automobiles sur le réseau routier était limitée à 6 % au lieu de 10 %.



Figure 2-1 : Mouvement d'autobus vers le pôle d'échanges Sainte-Foy scénario alternatif (V₂)

3 Zone d'étude

Le périmètre d'analyse a été défini de manière à tenir compte des autoroutes, des artères principales et secondaires, ainsi que les collectrices principales et secondaires du secteur Sainte-Foy. La zone d'étude, illustrée à la figure 3-1, est suffisamment étendue pour identifier et mesurer les principaux impacts sur la circulation induite par la nouvelle localisation du pôle d'échanges Sainte-Foy.

Par ailleurs, la zone d'étude permet d'évaluer les impacts sur la circulation découlant de la modification des modalités de gestion des carrefours sur le boulevard Laurier et de la reconfiguration de l'échangeur Henri-IV/Quatre-Bourgeois.



Figure 3-1 : Zone à l'étude

4 Évaluation des impacts sur les déplacements

4.1 Transport en commun

L'aménagement urbain, le confort des lieux et l'efficacité des correspondances sont des éléments importants dans la conception d'un pôle d'échanges. Le scénario alternatif (V_2) se démarque du concept initial où le pôle d'échanges était construit sous « Le Phare » par l'amélioration de la connexion entre les divers modes de transport. En effet, les connexions entre tous les modes de transport se font au même endroit et au même niveau, ce qui n'était pas le cas dans le concept initial (V_1). La distance de marche pour faire les correspondances STLévis-Tramway, RTC-Tramway, STLévis-RTC et du vélo vers le transport en commun est réduite.

De plus, le scénario alternatif (V_2) présente un pôle d'échanges sans conflit entre les autobus et le tramway. En d'autres mots, les autobus qui entrent et qui sortent du pôle d'échanges ne croisent pas la plateforme du tramway. La figure 4-1 illustre les trajets d'autobus entrant et sortant du pôle d'échanges Sainte-Foy. Il est toutefois essentiel de sécuriser les cheminements piétons, qui eux, devront croiser la plateforme lors des correspondances.

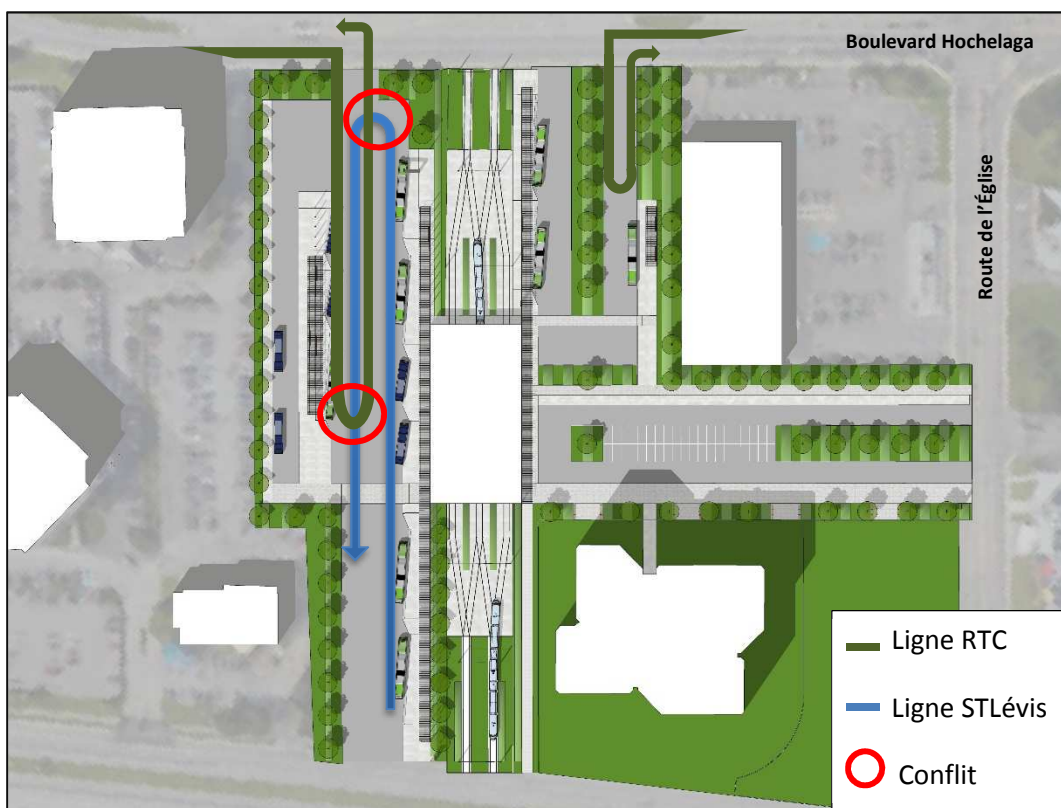


Figure 4-1 : Parcours transport en commun à l'intérieur du pôle d'échanges Sainte-Foy

Les cercles rouges illustrés sur la figure 4-1 localisent les deux (2) croisements entre les autobus du RTC provenant de l'ouest et les autobus de la STLévis, lorsque les autobus se retournent à l'intérieur du pôle

d'échanges. Le concept proposé doit ainsi prévoir une signalisation et une géométrie qui permettent la gestion de ces conflits et le retournement efficace des autobus à l'intérieur du pôle d'échanges Sainte-Foy.

Comme le pôle d'échanges Sainte-Foy est prévu dans un milieu urbain où la circulation automobile est importante aux périodes de pointe de la journée, il n'est pas souhaitable d'aménager des espaces de stationnement incitatif sur ce site afin de ne pas dégrader les conditions de circulation. Le transport actif doit donc être privilégié. Le scénario alternatif (V₂) favorise les déplacements actifs, car il se rapproche des générateurs de déplacements – de type bureaux et centre commerciaux. De plus, il devient accessible à pied directement à partir du boulevard Hochelaga, de la route de l'Église et du boulevard Laurier, soit trois (3) axes où les déplacements actifs sont importants.

4.2 Circulation automobile

Le nouvel emplacement du pôle d'échanges ne modifie pas les itinéraires de déplacement des automobilistes circulant dans le secteur. Les boulevards Laurier et Hochelaga demeurent les principales artères accueillant les déplacements automobiles en provenance et en direction des ponts Pierre-Laporte et de Québec. Il est également important de noter que la période de pointe de la journée la plus critique est celle de l'après-midi puisque les conditions de circulation sur le réseau municipal sont tributaires de l'accès aux ponts et de la congestion sur le réseau autoroutier.

4.2.1 Débits journaliers moyens annuels

Le tableau 4-1 présente les débits journaliers moyens annuels (DJMA) déterminés dans l'étude d'impact sur les déplacements déposés en décembre 2019.

Tableau 4-1 : Débits journaliers moyens annuels sur les boulevards Laurier et Hochelaga

Axes routiers	Actuel	2026 – sans RSTC	2026 – avec RSTC
Boulevard Laurier	31 700 véh./jour	34 800 véh./jour	27 400 véh./jour
Boulevard Hochelaga	23 000 véh./jour	25 300 véh./jour	30 100 véh./jour

Les débits journaliers moyens annuels (DJMA) actuels sur le boulevard Laurier et le boulevard Hochelaga sont respectivement de 31 700 et de 23 000 véhicules par jour. À l'horizon 2026, sans l'implantation du réseau structurant de transport en commun (situation de référence), les DJMA attendus sont respectivement de l'ordre de 34 800 et de 25 300 véhicules pour ces deux (2) artères. À l'horizon 2026, avec l'implantation du RSTC, les DJMA estimés passent à 27 400 et 30 100 véhicules respectivement.

La diminution du DJMA sur le boulevard Laurier pour la situation future avec RSTC s'explique par le retrait des mouvements de virage à gauche à partir de l'ouest vers le nord pour accéder aux centres commerciaux. Ces mouvements véhiculaires sont réaffectés sur le boulevard Hochelaga.

En complémentarité, à la période de pointe de l'après-midi, la majorité des déplacements est en direction de l'échangeur à la tête des ponts. Comme décrit dans l'étude d'impact sur les déplacements rendue publique en décembre 2019, les conditions de circulation dans le secteur sont actuellement difficiles et resteront difficiles dans le futur (2026). Les analyses de circulation réalisées pour différents projets immobiliers tels que celui du

projet « Le Phare » avaient fait la démonstration que les conditions de circulation sur le boulevard Laurier et le boulevard Hochelaga se dégraderaient davantage avec la venue de nouveaux déplacements automobiles sur le réseau.

4.2.2 Temps de parcours

Les temps de parcours sont analysés sur les axes des boulevards Laurier et Hochelaga :

- Boulevard Laurier : les temps de parcours sont mesurés pour un automobiliste qui se déplace entre le boulevard René-Lévesque et la tête des ponts, à l'ouest de l'avenue Lavigerie. Ce tronçon mesure 2,8 km;
- Boulevard Hochelaga : les temps de parcours sont mesurés pour un automobiliste qui se déplace entre l'autoroute Robert-Bourassa et l'avenue Gabriel-Dumont. Ce tronçon est d'une distance de 1,9 km.

Le tableau 4-2 présente des résultats de l'analyse des temps de parcours pour les heures de pointe les plus critiques du matin et de l'après-midi.

L'analyse des temps de parcours montre qu'entre **la situation actuelle et la situation de référence** :

- Globalement, les temps de parcours sont augmentés. Cette hausse s'explique par l'augmentation des débits de circulation sur le réseau routier;
- La plus importante augmentation du temps de parcours est observée à la période de l'après-midi sur le boulevard Laurier en direction ouest. Le temps de parcours passe de 27 à 38 minutes, soit une augmentation de 40 %.

L'analyse des temps de parcours montre qu'entre **la situation de référence et le scénario initial (V₁)** :

- Une diminution des temps de parcours sur le boulevard Laurier est observée en direction est en raison de l'ajout d'une voie de circulation entre la route de l'Église et l'autoroute Robert-Bourassa;
- Une augmentation des temps de parcours sur le boulevard Hochelaga est mesurée en direction ouest en raison des débits additionnels sur cet axe malgré le réaménagement géométrique prévu sur l'ensemble du boulevard;
- En direction ouest, les temps de parcours à l'heure de pointe de l'après-midi diminuent de 3 minutes (de 38 minutes à 35 minutes) sur le boulevard Laurier, et augmentent de 7 minutes (22 minutes à 29 minutes) sur le boulevard Hochelaga;
- En direction est, les temps de parcours à l'heure de pointe de l'après-midi diminuent de 8 minutes (16 minutes à 8 minutes) sur le boulevard Laurier et croissent d'environ 6 minutes (de 7 minutes à 13 minutes) sur le boulevard Hochelaga.

L'analyse des temps de parcours montre qu'entre **la situation de référence et le scénario alternatif (V₂)** :

- En direction ouest, les temps de parcours à l'heure de pointe de l'après-midi diminuent d'environ 3 minutes (de 38 minutes à 35 minutes) sur le boulevard Laurier et augmentent de 4 minutes (de 22 minutes à 26 minutes) sur le boulevard Hochelaga;
- En direction est, les temps de parcours à l'heure de pointe de l'après-midi diminuent d'environ 8 minutes sur le boulevard Laurier et augmentent d'environ 10 minutes (de 6 minutes à 16 minutes) sur le boulevard Hochelaga. L'augmentation est principalement attribuable à l'ajout d'un feu de circulation sur le boulevard Hochelaga pour gérer l'accès au nouveau pôle d'échanges.

Tableau 4-2 : Résultats des analyses de temps de parcours

Axes routiers	Temps de parcours (min : sec) - HPAM			
	Actuel	Référence ²	Scénario initial (V1)	Scénario alternatif (V2)
Laurier direction Est	11:58	16:37	11:01	10:09
Hochelaga direction Est	15:47	11:16	16:37	16:54
Laurier direction Ouest	08:15	08:21	09:42	10:01
Hochelaga direction Ouest	04:26	05:36	07:59	07:37
Axes routiers	Temps de parcours (min : sec) - HPPM			
	Actuel	Référence	Scénario initial (V1)	Scénario alternatif (V2)
Laurier direction Ouest	27:18	37:58	35:11	35:37
Hochelaga direction Ouest	25:59	21:53	28:48	26:03
Laurier direction Est	13:08	15:55	08:07	08:36
Hochelaga direction Est	09:54	06:44	13:29	16:41

4.2.3 Longueur des files d'attente

La longueur des files d'attente a été analysée pour les axes des boulevards Laurier et Hochelaga.

Pour fin de comparaison, l'analyse comptabilise la longueur des files d'attente à chacune des intersections se trouvant sur l'axe routier. Les résultats représentent donc la longueur totale du tronçon routier sur laquelle les automobilistes sont en attente.

Le tableau 4-3 présente des résultats de l'analyse des files d'attente pour les heures de pointe les plus critiques des périodes du matin et de l'après-midi.

L'analyse des files d'attente montre qu'entre **la situation actuelle et la situation de référence** :

- L'augmentation de la longueur de la file d'attente sur le boulevard Laurier en direction ouest est d'environ 500 mètres à l'heure de pointe de l'après-midi;
- L'augmentation de la longueur de la file d'attente sur le boulevard Hochelaga en direction ouest est d'environ 250 mètres à l'heure de pointe de l'après-midi.

L'analyse des files d'attente montre qu'entre **la situation de référence et le scénario initial (V1)** :

- La longueur de la file d'attente diminue d'environ 350 mètres à l'heure de pointe de l'après-midi sur le boulevard Laurier en direction ouest.
- La longueur de la file augmente d'environ 50 mètres à l'heure de pointe de l'après-midi sur le boulevard Hochelaga en direction ouest.

² Il s'agit de la situation future sans le projet à l'horizon 2026

L'analyse des files d'attente montre qu'entre **la situation de référence et le scénario alternatif (V₂)** :

- L'augmentation de la longueur de la file d'attente sur le boulevard Laurier en direction ouest est d'environ 100 mètres à l'heure de pointe de l'après-midi;
- L'augmentation de la file d'attente sur le boulevard Hochelaga en direction ouest est d'environ 100 mètres à l'heure de pointe de l'après-midi.

Tableau 4-3 : Résultats des analyses de file d'attente

Axes routiers	File d'attente (m) - HPAM			
	Actuel	Référence	Scénario initial (V1)	Scénario alternatif (V2)
Laurier direction Est	1 058 m	1 106 m	829 m	965 m
Hochelaga direction Est	742 m	791 m	722 m	911 m
Laurier direction Ouest	258 m	383 m	416 m	489 m
Hochelaga direction Ouest	262 m	350 m	235 m	227 m
Axes routiers	File d'attente (m) - HPPM			
	Actuel	Référence	Scénario initial (V1)	Scénario alternatif (V2)
Laurier direction Ouest	1 347 m	1 868 m	1 496 m	1 992 m
Hochelaga direction Ouest	783 m	1 031 m	1 093 m	1 108 m
Laurier direction Est	405 m	474 m	150 m	416 m
Hochelaga direction Est	249 m	387 m	427 m	663 m

4.3 Croisement du boulevard Laurier par le tramway et les autobus de la STLévis

À la lumière des analyses, la nouvelle localisation du pôle d'échanges est susceptible d'avoir un impact sur la performance des différents modes de déplacement. Le croisement des autobus de la STLévis et du tramway avec la chaussée nord du boulevard Laurier (direction ouest) pourrait avoir une incidence sur la régularité du transport en commun et l'écoulement de la circulation sur le réseau routier.

4.3.1 Performance du réseau

La gestion du croisement des véhicules de transport en commun (autobus et tramway) et des automobiles nécessite la mise en place de feux de circulation de façon à arrêter les automobiles lorsque le tramway ou les autobus doivent croiser les boulevards Laurier et Hochelaga. Le temps alloué aux automobiles, circulant en direction ouest sur le boulevard Laurier, diminuera par rapport à la situation actuelle, à la situation de référence et à la situation avec pôle d'échanges au site du « Phare » (scénario initial V₁). Cette situation se traduira par une augmentation des temps de parcours et l'allongement des files d'attente sur le boulevard Laurier.

4.3.2 Performance du tramway et des autobus de la STLévis

La performance et la fluidité de la circulation en direction ouest sur le boulevard Laurier sont tributaires de la capacité d'accueil des ponts et de la congestion dans l'échangeur de la tête des ponts. Les observations effectuées quotidiennement à la période de pointe de l'après-midi montrent la présence d'une importante file

d'attente sur le boulevard Laurier en direction ouest induite par la congestion enregistrée dans l'échangeur de la tête des ponts. Les observations montrent aussi l'existence d'épisodes d'interblocage³ à plusieurs intersections du boulevard Laurier. En effet, les relevés effectués durant les 3 dernières semaines du mois de février 2020 montrent que les intersections Laurier/de l'Église et Laurier/Lavigerie connaissent un épisode d'interblocage à 51 % du temps durant la période entre 15 h 30 et 17 h 30 du lundi au vendredi. En d'autres termes, une fois sur deux des véhicules, dont le nombre peut atteindre cinq (5) véhicules par cycle de feu, restent coincés au milieu de ces intersections durant la période de pointe de l'après-midi.

Des relevés photo ont aussi été effectués pour valider l'enjeu d'interblocage actuellement présent sur le réseau routier à l'heure de pointe de l'après-midi. Des photos ont été prises sur le boulevard Laurier entre l'avenue de Lavigerie et la route de l'Église.

La photo 4-1 montre l'ampleur de la file d'attente sur le boulevard Laurier à la pointe de l'après-midi entre l'avenue de Lavigerie et la route de l'Église. Lors des relevés, une file d'attente continue a été observée sur le boulevard Laurier entre l'intersection Lavigerie et l'intersection Germain-des-Prés.



Photo 4-1 : File d'attente sur le boulevard Laurier entre la route de l'Église et l'avenue de Lavigerie

La photo 4-2 montre un épisode d'interblocage à l'intersection du boulevard Laurier et de l'avenue Lavigerie. Durant les relevés terrain, il est observé que lorsque le feu est rouge pour la direction ouest à l'intersection Laurier/Lavigerie, les véhicules se dirigeant vers l'ouest sont arrêtés dans l'intersection, car ils sont incapables de s'insérer en raison de la sous-performance des ponts. Ce phénomène est observé à plusieurs reprises durant l'heure de pointe.

³ L'interblocage consiste à immobiliser un véhicule au milieu de l'intersection alors que le feu de circulation est au vert. Ce phénomène se produit lorsque le tronçon en aval de l'intersection est occupé par une file d'attente véhiculaire et que l'utilisateur décide d'avancer son véhicule au milieu du carrefour en espérant traverser l'intersection durant la phase du feu vert. Dans le cas où l'utilisateur resterait pris au milieu de l'intersection après que le feu était passé au rouge, le véhicule bloquerait les mouvements des autres approches du carrefour, il induirait ainsi un interblocage pour les autres usagers.



Photo 4-2 : Interblocage de la bretelle d'accès vers le pont Pierre-Laporte par le boulevard Laurier

Le phénomène d'interblocage est également observé à d'autres intersections du boulevard Laurier. La photo 4-3 illustre un épisode d'interblocage au carrefour du boulevard Laurier et de la route de l'Église.

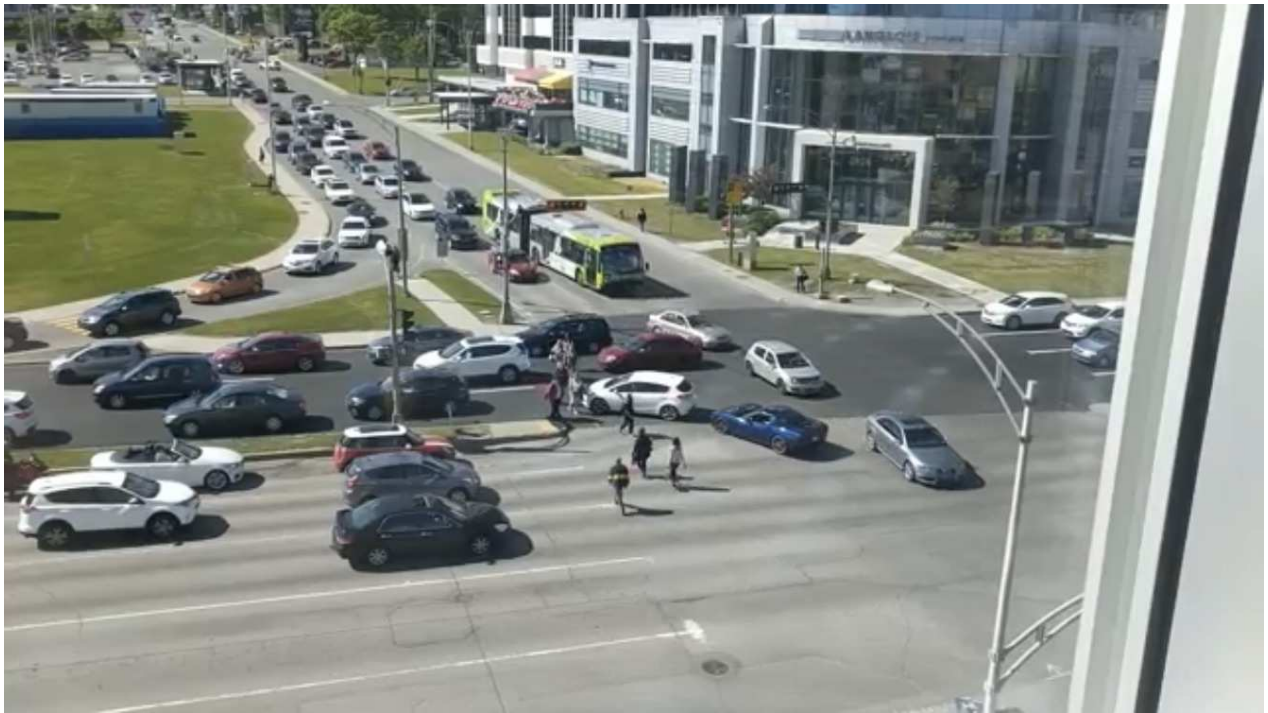


Photo 4-3 : Interblocage à l'intersection du boulevard Laurier/route de L'Église

Dans ce contexte, il est probable que des épisodes d'interblocage soient observés au croisement du boulevard Laurier et de l'accès au pôle d'échanges. Les épisodes d'interblocage sont susceptibles d'avoir un impact sur la capacité du tramway et des autobus à entrer et à sortir du pôle d'échanges. Ce phénomène d'interblocage aura ainsi un impact sur la fréquence et la vitesse commerciale du tramway et des autobus de la STLévis.

Les simulations du scénario alternatif (V₂) confirment aussi ce risque. Elles montrent que l'interblocage se produit directement à l'intersection de la plateforme de tramway avec le boulevard Laurier. Malgré la priorité donnée au tramway par le système de gestion des feux, le tramway doit par moment s'immobiliser avant la zone de croisement tel qu'illustré à la figure 4-2. Le risque est plus élevé pour les autobus de la StLévis, car l'interblocage est plus fréquent dans la partie ouest de la zone de croisement. Cette situation est susceptible de se produire une fois sur deux durant la période de pointe de l'après-midi lorsqu'il y a de la congestion sur les ponts et dans l'échangeur à la tête des ponts.

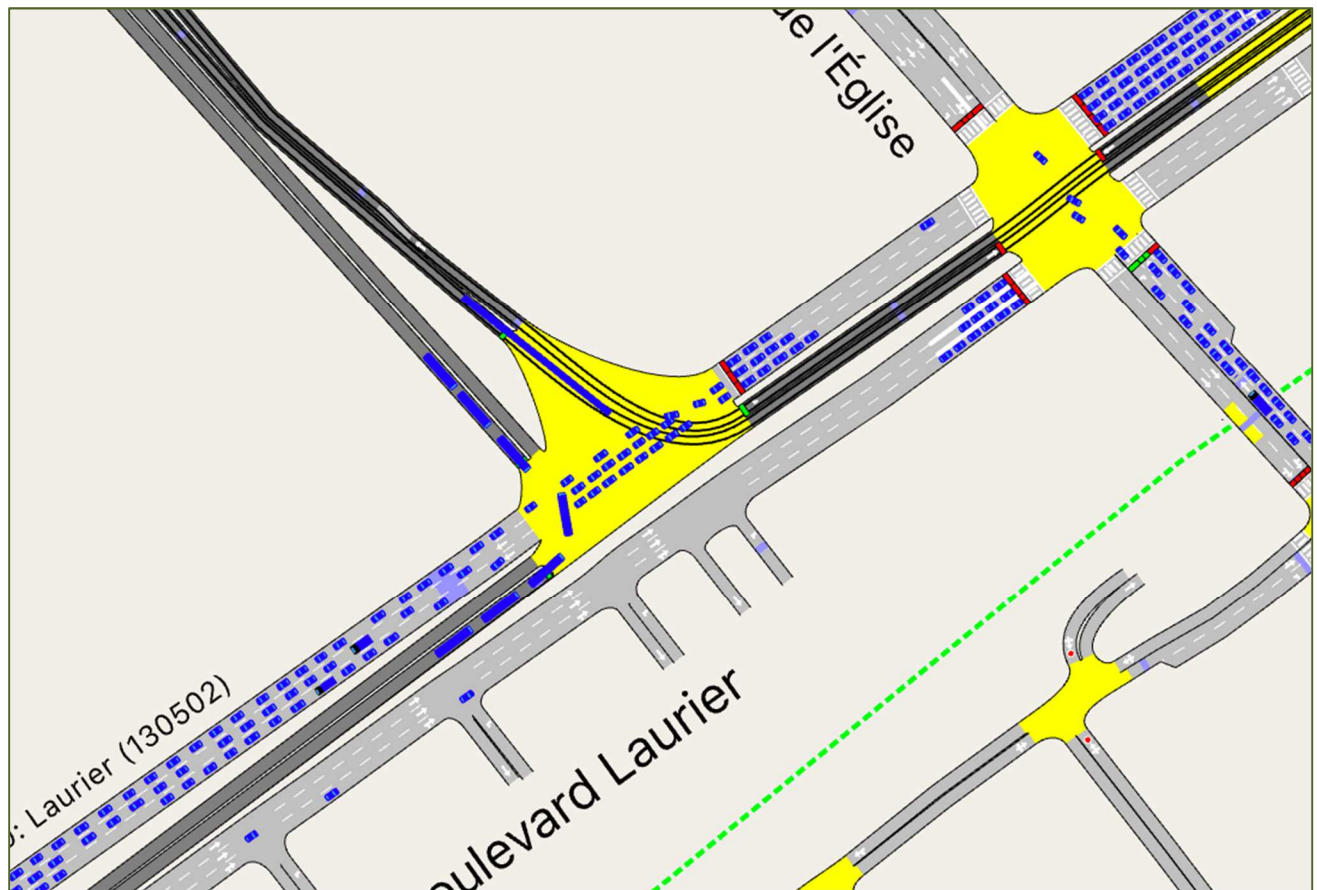


Figure 4-2 : Interblocage à l'intersection du boulevard Laurier et de l'accès du pôle d'échanges Sainte-Foy

5 Mesures d'atténuation de l'interblocage

La littérature et la pratique montrent que le risque d'interblocage ainsi que les difficultés associées à l'atténuation du risque augmentent en fonction de la longueur de la zone de croisement. En conception préliminaire, l'intersection du boulevard Laurier et du pôle d'échanges dans le scénario alternatif (V₂) mesure 46 mètres⁴. Cette zone de croisement entre les automobiles et les véhicules de transport en commun (tramway et autobus) peut accueillir jusqu'à 21 automobiles qui pourraient théoriquement être arrêtées simultanément dans la zone de croisement.

Plusieurs solutions techniques peuvent contribuer à réduire le risque d'interblocage à une intersection telles que la présence policière, la mise en place de boucles de refoulement intégrées aux feux de circulation, l'utilisation du gestionnaire artériel (GA) ou l'étagement des différents modes de déplacement. L'efficacité pour réduire le risque d'interblocage du tramway et des autobus de STLévis varie d'une mesure à l'autre. Le tableau 5-1 présente l'efficacité d'une série de mesure d'atténuation pour pallier l'interblocage du carrefour Laurier/pôle d'échanges Sainte-Foy.

Tableau 5-1 : Efficacité des mesures d'atténuation de l'interblocage

Mesures d'atténuation	Catégorie d'intervention	Risque résiduel	Pérennité de la mesure
Réduire la largeur du carrefour	Aménagement du carrefour	Important	Permanente
Installer des têtes de feux de circulation supplémentaires en amont du carrefour	Améliorer la lisibilité du carrefour	Important	Permanente
Intervention en temps réel sur les feux par le gestionnaire artériel pour réduire la file d'attente au début de la période de pointe	Système de transport intelligent	Important	Permanente
Planter un marquage hachuré (zébrage) au centre du carrefour	Améliorer la lisibilité du carrefour	Moyen	Permanente
Mettre en place une signalisation de traverse de plateforme (panneaux et clignotants)	Améliorer la lisibilité du carrefour	Moyen	Permanente
Radars photo pour interblocage ⁵	Contrôle	Moyen	Permanente
Présence policière	Contrôle	Faible	Temporaire (nécessite la présence continue de la police)
Planter des boucles de refoulement pour gérer les feux de circulation	Système de transport intelligent	Faible	Permanente
Étagement du boulevard Laurier et des voies de transport en commun	Aménagement du carrefour	Nul	Permanente

⁴ À titre indicatif, l'intersection Laurier/de l'Église mesure 26 mètres en est-ouest (prolongement du boulevard Laurier) et 40 mètres en nord-sud (prolongement de route de l'Église).

⁵ Ce type de radars photo est utilisé principalement en Europe pour contrôler et surveiller les intersections connaissant le phénomène d'interblocage. Au Québec, cette technologie n'est pas utilisée et le ministère de Transport du Québec ne privilégie pas son utilisation.

La lecture de ce tableau montre que l'implantation de certaines de ces mesures, telles que la signalisation ou le marquage, ne permet pas d'éliminer le risque d'interblocage du tramway et des autobus de la STLévis. Toutefois, ces mesures présentent l'avantage de minimiser les coûts d'implantation. Les mesures d'atténuation, permettant d'éliminer complètement le risque d'interblocage, peuvent toutefois avoir un impact important sur la circulation automobile, les coûts d'implantation et/ou l'intégration urbaine du secteur.

Le choix des mesures d'atténuation à mettre en place doit ainsi être basé sur :

- Le niveau de risque que l'exploitant est prêt à assumer;
- Les coûts de la mise en place des mesures choisies;
- L'impact résiduel de la mesure sur l'intégration urbaine, les cheminements piétons et la circulation automobile.

5.1 Les mesures d'atténuation avec un risque résiduel

5.1.1 Signalisation et marquage

Certaines mesures d'atténuation se basent sur la signalisation routière et le marquage pour minimiser le risque d'interblocage :

- **Doubler les têtes de feux de circulation** : cette mesure est utilisée lorsque le carrefour est très large ou lorsque l'intersection est atypique (ligne d'arrêt éloignée du carrefour, secondaire avec un angle non droit, etc.). La mesure consiste à installer des feux répéteurs, en amont du carrefour, pour donner à l'usager un indicateur qu'il pénètre dans l'intersection.
- **Le zébrage** : il s'agit d'un marquage en hachuré qu'on plante au milieu d'une intersection pour indiquer aux usagers qu'il est interdit d'immobiliser son véhicule en tout temps dans cette zone marquée.
- **La signalisation** : implanter des panneaux de signalisation montrant à l'usager qu'il traverse une plateforme de tramway. Ces panneaux peuvent être accompagnés de clignotants qui s'allument au passage des véhicules de transport en commun sur la plateforme ou les voies réservées traversant le boulevard Laurier. Ce type de signalisation est utilisé en Europe dans des villes qui ont implanté un tramway. Au Québec, cette signalisation n'est utilisée que pour la gestion de la circulation aux passages à niveau lorsqu'une route croise un chemin de fer. Elle n'existe pas pour le réseau routier avec une plateforme de transport en commun.

Plusieurs de ces mesures sont déjà implantées sur le territoire de la Ville de Québec. L'expérience montre que leur efficacité reste limitée pour éliminer le phénomène de l'interblocage. En effet, même avec la mise en place de signalisation, de zébrage ou de feux répéteurs, les usagers continuent à avancer dans les carrefours et obstruer le passage des usagers sur les secondaires.

5.1.2 Interventions en temps réel par le gestionnaire artériel

Le gestionnaire artériel assure la supervision du réseau routier et permet au Centre de gestion de la mobilité intelligente (CGMI) de modifier ponctuellement le fonctionnement des feux de circulation.

La capacité du gestionnaire artériel à gérer la zone de croisement est limitée, car la gestion des feux de circulation en direction ouest sur le boulevard Laurier est tributaire de la capacité d'accueil des ponts et de la

congestion dans l'échangeur à la tête des ponts. Ce dernier est le déversoir qui reçoit les débits véhiculaires provenant du boulevard Laurier. Une fois que ce déversoir atteint sa capacité, les interventions du gestionnaire artériel pour alimenter les ponts par les véhicules provenant de Laurier deviennent inefficaces. Ainsi, les interventions, en temps réel sur les feux de circulation, seront efficaces en début de la période de pointe. Il est à noter que cette mesure est déjà utilisée par la Ville de Québec et elle permet de garder la fréquence de l'interblocage des intersections Laurier/Lavigerie et Laurier/de l'Église à un taux moyen de 51 % tel que discuté dans la section 4 de cette note.

L'application de ces mesures, malgré la facilité de leur implantation avec de faibles coûts, ne permet pas d'éliminer complètement le risque d'interblocage, car ces mesures dépendent de la performance de l'échangeur de la tête des ponts et du comportement des usagers. Ce dernier devient moins respectueux de la signalisation lorsque les conditions de circulation sont difficiles.

5.2 Les mesures d'atténuation éliminant le risque d'interblocage

5.2.1 Présence policière

Un automobiliste qui fait face à un policier a tendance à être prudent et à respecter davantage le code de la sécurité routière. Une présence policière continue aux heures de pointe critiques de la journée combinée au marquage et à la signalisation appropriés peut contribuer à réduire le risque d'interblocage.

La mise en œuvre de cette mesure semble simple. Plusieurs policiers seront toutefois requis en raison de la longueur de la zone de croisement et du nombre de voies de circulation. Leur travail sera difficile, car certains automobilistes vont hésiter à immobiliser leur véhicule en amont de la zone de croisement alors que le feu de circulation est vert.

L'expérience en matière de contrôle de l'interblocage tend à montrer que cette mesure devra être en place quotidiennement. Il ne s'agit pas d'une mesure à court terme, mais plutôt permanente. Cette solution nécessitera donc un engagement à long terme, voire perpétuel, du Service de police pour s'assurer de la disponibilité des ressources humaines.

5.2.2 Boucles de refoulement

La boucle de refoulement est un détecteur installé sous la chaussée et qui est utilisé pour contrôler la longueur d'une file d'attente sur un segment de route. Ce détecteur active une programmation spéciale des feux de circulation lorsque la file d'attente atteint un niveau critique. Cette mesure est utilisée sur le territoire de la Ville de Québec dans le croisement du réseau autoroutier et le réseau artériel. À titre d'exemple, aux bretelles de sortie des autoroutes contrôlées par des feux de circulation, les boucles de refoulement installées dans la bretelle prolongent la durée du feu vert pour la sortie lorsque la file d'attente atteint une longueur qui présente un risque d'accident sur l'autoroute. Ce prolongement de feu vert permet de réduire la longueur de file d'attente sur la bretelle.

Dans le cas du carrefour Laurier/pôle d'échanges, des boucles de refoulement seront installées en aval de l'intersection. Ces boucles seront connectées aux feux de circulation qui gèrent les carrefours Laurier/pôle d'échanges et Laurier/Lavigerie. Lorsque la file d'attente atteint le carrefour du pôle d'échanges, les boucles de refoulement activent une programmation spéciale des feux de circulation. Ainsi, les feux vont demeurer au

vert pour la direction ouest au carrefour Laurier/Lavigerie pour libérer la file d'attente. Les feux du carrefour Laurier/pôle d'échanges vont rester au rouge pour la direction ouest aussi longtemps que la file d'attente est dans un niveau critique. De cette façon, les feux de circulation empêchent les véhicules en amont de pénétrer dans la zone de croisement à l'intérieur du carrefour.

La gestion de la circulation à l'aide d'un système avec une boucle de refoulement peut toutefois avoir un impact significatif sur les conditions de circulation en amont de la zone de croisement ainsi que dans l'ensemble du secteur. Cette question est analysée dans la section 5.2 de la présente note technique.

5.2.3 Étagement de la zone de croisement

Cette solution consiste à construire un pont d'étagement au-dessus de la chaussée nord du boulevard Laurier de façon à éliminer le croisement des automobiles, du tramway et des autobus de la STLévis. Ainsi, les automobiles circulant en direction ouest sur le boulevard Laurier n'auraient pas à croiser les véhicules de transport en commun. Le tramway et les autobus de la STLévis pourraient entrer et sortir du pôle d'échanges sans risque d'interblocage. Toutefois, la mise en œuvre de cette solution présente des défis d'intégration urbaine importants.

5.3 Impact sur la circulation avec les mesures d'atténuation

5.3.1 Boucles de refoulement

Une simulation a été effectuée pour évaluer les impacts en matière de circulation associés à l'utilisation de boucles de refoulement pour gérer le risque d'interblocage au croisement du boulevard Laurier et des accès au pôle d'échanges. Spécifiquement, cette évaluation vise à mesurer la variation des temps de parcours lorsque les véhicules en amont de la zone de croisement sont retenus par le feu de circulation.

Le tableau 5.1 présente les temps de parcours pour chacun des scénarios analysés en période de l'après-midi. L'analyse montre que l'utilisation des boucles de refoulement se traduit par une augmentation du temps de parcours d'environ 3,5 minutes pour les automobilistes qui se déplacent en direction ouest sur le boulevard Laurier entre le boulevard René-Lévesque et l'avenue de Lavigerie. Cette augmentation est de l'ordre de 9 % par rapport au scénario de référence (horizon 2026 sans le projet RSTC). L'utilisateur circulant en voiture mettra 41 minutes pour atteindre la tête des ponts depuis le boulevard René-Lévesque.

Tableau 5-1 : Temps de parcours – Heure de pointe de l’après-midi (16 h à 17 h) à la suite de l’implantation des boucles de refoulement

Axes routiers	Temps de parcours (min:sec) - HPPM				
	Actuel	Référence	Scénario initial (V ₁)	Scénario alternatif (V ₂) Sans mesure d’atténuation	Scénario alternatif (V ₂) Avec boucles de refoulement
Laurier direction Ouest	27:18	37:58	35:11	35:37	41:25
Hochelaga direction Ouest	25:59	21:53	28:48	26:03	26:33
Laurier direction Est	13:08	15:55	08:07	08:36	09:41
Hochelaga direction Est	09:54	06:44	13:29	16:41	23:11

L’analyse révèle également que la longueur de la file d’attente augmente d’environ 1 100 mètres par rapport au scénario de référence. Spécifiquement, la somme de la file d’attente passe de 1 868 mètres à 2 970 mètres pour la direction ouest sur le boulevard Laurier avec la mise en place des boucles de refoulement. L’augmentation projetée est de l’ordre 60 % par rapport à la situation de référence.

La figure 5-2 illustre la variation de la longueur de la file d’attente sur le boulevard Laurier à l’heure de pointe de l’après-midi.

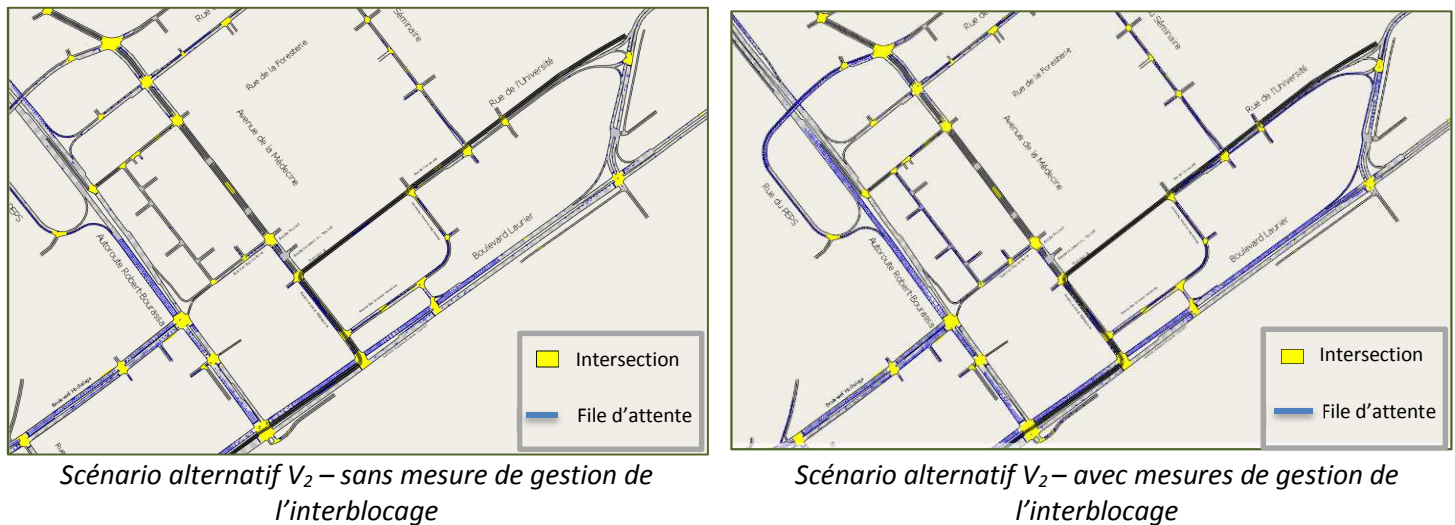


Figure 5-1 : Étalement de la file d’attente à l’heure de pointe de l’après-midi (16 h à 17 h)

Ces simulations montrent que l’augmentation des files d’attente sur le boulevard Laurier a un impact sur les conditions de circulation de l’ensemble des axes routiers du secteur notamment les perpendiculaires au boulevard Laurier comme la route de l’Église et l’autoroute Robert-Bourassa. Elle aura aussi un impact sur le boulevard Hochelaga où le temps de parcours en direction est sera de 23 minutes, ce qui correspond à une augmentation de 16 minutes (228 %) par rapport à la situation de référence.

5.3.2 Étagement

L'étagement des mouvements du tramway, des autobus de la STLévis et des automobiles dans l'axe des accès au pôle d'échanges permet d'éliminer les croisements entre le tramway et les automobiles ainsi qu'entre les autobus de la STLévis et les automobiles.

Les conditions de circulation sur le boulevard Laurier demeureront semblables à celles attendues pour le scénario du concept initial (V₁) et seront meilleures que celles du scénario de référence. Le tableau 5-2 présente les temps de parcours dans le secteur avec l'option d'étagement du boulevard Laurier et de la plateforme du tramway pour le scénario alternatif V₂. Avec cet aménagement, les usagers atteindront la tête des ponts en 36 minutes sur le boulevard Laurier à partir du boulevard René-Lévesque au lieu de 38 minutes pour la situation de référence. Cette réduction est presque similaire à celle envisagée pour le scénario initial (V₁) dans lequel aucun conflit n'était présent entre le tramway et le boulevard Laurier pour accéder au pôle d'échanges.

Tableau 5-2 : Temps de parcours – Heure de pointe de l'après-midi (16 h à 17 h) avec un étagement de la plateforme et du boulevard Laurier

Axes routiers	Temps de parcours (min:sec) - HPPM				
	Actuel	Référence	Scénario initial (V ₁)	Scénario alternatif (V ₂) Sans mesure d'atténuation	Scénario alternatif (V ₂) Avec étagement
Laurier direction Ouest	27:18	37:58	35:11	35:37	36:11
Hochelaga direction Ouest	25:59	21:53	28:48	26:03	26:33
Laurier direction Est	13:08	15:55	08:07	08:36	09:41
Hochelaga direction Est	09:54	06:44	13:29	16:41	17:11

6 Synthèse

La modification du pôle d'échanges et du tracé du tramway a un impact notable sur la circulation à la période de pointe de l'après-midi.

Sur le **boulevard Hochelaga**, les conditions de circulation se dégradent dans les deux directions par rapport à la situation de référence.

Les analyses montrent que :

- En 2026 sans le projet (situation de référence) : Parcourir en voiture le tronçon du boulevard Hochelaga entre l'autoroute Robert-Bourassa et la rue Gabriel-Dumont prendra en pointe PM environ 7 minutes en direction est et 22 minutes en direction ouest;
- Avec la mise en place du RSTC et du pôle d'échanges selon le scénario initial (V₁) ce temps de parcours passera à 13 minutes en direction est et 29 minutes en direction ouest. Ce qui correspond à une augmentation de 6 et 7 minutes pour chacune des directions;

- Avec la mise en place du RSTC et du pôle d'échanges selon le scénario alternatif (V₂) ce temps de parcours passera à 17 minutes en direction est et 26 minutes en direction ouest. Ce qui correspond à une augmentation de 10 minutes en direction est et 4 minutes en direction ouest;
- Avec la mise en place de mesure pour minimiser le risque d'interblocage sur Laurier, notamment les boucles de refoulement, ce temps de parcours en direction est sera de 23 minutes, ce qui correspond à une augmentation de 16 minutes par rapport à la situation de référence.

Sur le **boulevard Laurier**, c'est en direction ouest que les conditions de circulation se dégradent le plus par rapport à la situation actuelle et à la situation de référence.

Les analyses montrent que :

- Actuellement, le temps de parcours d'un automobiliste pour parcourir le tronçon du boulevard Laurier entre le boulevard René-Lévesque et l'avenue de Lavigerie est d'environ 27 minutes;
- Dans la situation de référence (sans le projet RSTC), le temps de parcours de l'automobiliste passe à environ 38 minutes;
- Dans la situation future avec la mise en service du RSTC, le temps de parcours de l'automobiliste passe à environ 35 minutes pour les deux scénarios initiaux (V₁) et alternatifs (V₂);
- Le scénario alternatif (V₂) présente un enjeu relié au phénomène d'interblocage de la zone de croisement du tramway avec le boulevard Laurier. Cet enjeu est présent actuellement sur le boulevard Laurier à cause de la performance de l'échangeur de la tête des ponts. Ce phénomène est observé une fois sur deux aux intersections proches de cet échangeur.

Plusieurs solutions techniques peuvent contribuer à réduire le risque d'interblocage à l'intersection du boulevard Laurier et du pôle d'échanges. Certaines de ces mesures, telles que la signalisation ou le marquage, ne permettent pas d'éliminer le risque d'interblocage bien qu'elles présentent l'avantage de minimiser les coûts d'implantations. Les mesures d'atténuation permettant d'éliminer complètement le risque d'interblocage peuvent toutefois avoir un impact important sur la circulation automobile, les coûts d'implantation et/ou l'intégration urbaine du secteur.

La présence policière et l'implantation de boucles de refoulement sont des mesures permettant d'éliminer le risque d'interblocage. Cependant, elles ont un effet temporaire, pour la présence policière, ou un impact négatif sur la circulation automobile pour les boucles de refoulement. En effet, cette mesure induit une détérioration des conditions de circulation dans l'ensemble du secteur. Les temps de parcours sur les boulevards Laurier et Hochelaga augmenteront respectivement de 4 et 17 minutes en période de pointe de l'après-midi. De ce fait, nous ne recommandons pas la mise en place de ces mesures.

Le choix des mesures d'atténuation à mettre en place doit ainsi être basé sur :

- Le niveau de risque que les exploitants et la Ville de Québec sont prêts à assumer;
- Les coûts de la mise en place des mesures choisies;
- L'impact résiduel de la mesure sur l'intégration urbaine, les cheminements piétons et la circulation automobile.

Dans l'éventualité où les exploitants (le RTC et la STLévis) et la Ville de Québec sont prêts à assumer un risque que leur flotte soit bloquée par des véhicules pris dans l'intersection, sachant que ce risque peut être présent

en moyenne 51 % du temps, nous recommandons la mise en place de mesures minimisant ce risque sans l'éliminer complètement. Ces mesures peuvent être sous forme de signalisation et marquage. Une présence policière peut aussi être considérée de temps en temps pour renforcer le message aux usagers.

Dans le cas où les exploitants et la Ville de Québec ne voudraient pas assumer le risque d'interblocage, car il engendre des impacts négatifs sur la fréquence et la vitesse commerciale de leurs lignes, nous recommandons d'étager les voies du transport en commun (plateforme du tramway et voies réservées) avec le boulevard Laurier. Cette mesure, malgré les avantages qu'elle offre pour la performance du transport en commun et la circulation automobile, présente des inconvénients liés aux coûts d'implantation et à l'intégration urbaine.

En résumé

Le scénario alternatif (V₂) présente des avantages importants par rapport au scénario initial (V₁) notamment en matière de transport en commun. En effet, le scénario alternatif (V₂) permet l'amélioration de la connexion entre les divers modes de transport puisqu'elles se font au même endroit et au même niveau, ce qui n'était pas le cas dans le concept initial (V₁). La distance de marche pour faire les correspondances STLévis-Tramway, RTC-Tramway, STLévis-RTC et du vélo vers le transport en commun, est réduite. De plus, le scénario alternatif (V₂) présente un pôle d'échanges sans conflit entre les autobus et le tramway. En d'autres mots, les autobus qui entrent et qui sortent du pôle d'échanges ne croisent pas la plateforme du tramway ce qui permet de rendre les manœuvres des autobus plus efficaces.

En ce qui concerne la circulation automobile, la mise en l'implantation du RSTC dans ce secteur qui se traduit par la mise en place du tramway et du pôle d'échanges reconfigure les conditions de circulation automobile dans le secteur. En effet, en plus du transfert modal que ce système va induire, le projet va améliorer les conditions de circulation sur le boulevard Laurier, et ce, par la reconfiguration de cet axe dont la capacité va augmenter. Cette amélioration se traduit par une réduction des temps de parcours comparativement avec la situation de référence (situation future sans le projet). Cependant, le boulevard Hochelaga, avec le transfert des débits provenant du boulevard Laurier, verra ses conditions de circulation se détériorer par rapport à la situation de référence. Les temps de parcours sur cette artère vont passer de 4 à 10 minutes selon la direction et le scénario d'implantation du pôle d'échanges. Le tableau 6-1 résume les variations du temps de parcours par rapport à situation de référence (sans le projet) pour les deux scénarios d'implantation du pôle d'échanges.

Tableau 6-1 : Variation du temps de parcours par rapport à la situation de référence – Heure de pointe de l'après-midi (16 h à 17 h)

Axes routiers	Temps de parcours (min) - HPPM					
	Actuel	Référence	Scénario initial (V ₁)	Scénario alternatif (V ₂) Sans mesure d'atténuation	Scénarios alternatifs (V ₂) Avec boucles	Scénarios alternatifs (V ₂) Avec étagement
Laurier direction Ouest	- 10 min	38 min	- 3 min	- 2 min	+ 3 min	- 2 min
Hochelaga direction Ouest	+ 4 min	22 min	+ 7 min	+ 4 min	+ 3 min	+ 2 min
Laurier direction Est	- 3 min	16 min	- 8 min	- 7 min	- 6 min	- 7 min
Hochelaga direction Est	+ 3 min	7 min	+ 7 min	+ 10 min	+ 17 min	+ 11 min

La comparaison des impacts des deux (2) scénarios d'implantation du pôle d'échanges sur les conditions de circulation dans ce secteur montre que le scénario initial (V₁) a des impacts différents sur le boulevard Hochelaga comparativement à ceux du scénario alternatif (V₂). En direction ouest le scénario initial (V₁) engendre une augmentation de 7 minutes alors que le scénario alternatif (V₂) induit une augmentation de 4 minutes sur les temps de parcours. Le scénario alternatif (V₂) induit un impact plus important sur la circulation automobile en direction est que celui du scénario initial (V₁). Les temps de parcours en pointe d'après-midi vont augmenter de 10 minutes au lieu de 7 pour le scénario initial, comparativement à la situation de référence. Les deux scénarios présentent les mêmes impacts positifs sur la circulation véhiculaire sur le boulevard Laurier. Ces impacts se traduisent par la réduction des temps de parcours sur cet axe dont la performance en direction ouest reste toujours tributaire de la tête des ponts. Cette situation induit un risque pour le scénario alternatif (V₂). La file d'attente qui se forme sur le boulevard Laurier en période d'après-midi, en raison de la congestion enregistrée dans l'échangeur de la tête des ponts, provoque un phénomène d'interblocage dans les intersections à proximité de cet échangeur. Cet interblocage qui se produit une fois sur deux peut avoir un impact sur la performance du tramway et des autobus. Des mesures d'atténuation sont possibles pour minimiser ce risque. Le choix de ces mesures dépend du niveau de risque que les exploitants du transport en commun sont prêts à assumer.