

ÉTUDE DES RÉSEAUX FERROVIAIRES DU CN ET DU CP ENTRE MONTRÉAL ET LA FRONTIÈRE AMÉRICAINE (DIRECTION NEW YORK ET BOSTON)

**BILAN DE L'ÉTAT ACTUEL ET
ÉVALUATION DES RÉSEAUX FERROVIAIRES POUR LES VITESSES DE
CIRCULATION DES TRAINS DE PASSAGERS DE 95, 127 ET 160KM/H**

novembre 2013

V/réf. MTQ : 3301-11-LZ02
N/réf. HMM : 315062



Page laissée blanche intentionnellement

ÉTUDE DES RÉSEAUX FERROVIAIRES DU CN ET DU CP ENTRE MONTRÉAL ET LA FRONTIÈRE AMÉRICAINE (DIRECTION NEW YORK ET BOSTON)

Bilan de l'état actuel et évaluation des réseaux ferroviaires pour les vitesses de circulation des trains de passagers de 95, 127 et 160 km/h

Numéro du document	315062-02
--------------------	-----------

Émission et révision(s)					
Rev	Date	Émis par	Vérifié par	Approuvé par	Description
00	2013-10-21	Eric Vaillancourt	Toussaint Lingani	--	Émis pour commentaires
01	2013-10-31	Eric Vaillancourt	Toussaint Lingani		Ajout du sommaire exécutif et modifications aux sections 6, 7 et 8
02	2013-11-07	Eric Vaillancourt	Toussaint Lingani	Jean-Christophe Bélisle	Modifications mineures suite aux commentaires du MTQ – Sommaire Exécutif présenté dans document séparé
03	2013-11-14	Eric Vaillancourt	Toussaint Lingani	Jean-Christophe Bélisle	Rapport final

Page laissée blanche intentionnellement

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
2	PRÉSENTATION DES TRACÉS À ÉTUDIER.....	2
2.1	Tracé du Chemin de fer Canadien Pacifique (CP)	2
2.1.1	Données utilisées	2
2.1.2	Survol du tracé	3
2.1.3	Courbes	18
2.1.4	Aiguillages	19
2.1.5	Passages à niveau	19
2.1.6	Ponts et structures	23
2.1.7	Configuration des voies	25
2.1.8	État de la signalisation et des communications	25
2.1.9	État de l'infrastructure-voie.....	25
2.1.10	État de l'électrification actuelle	26
2.1.11	Récapitulation des limites de vitesses actuelles	26
2.1.12	Endroits problématiques pour l'augmentation de la vitesse	27
2.1.13	Exploitation actuelle.....	28
2.1.14	Différences observées depuis 2003.....	28
2.1.15	Diagrammes de synthèse.....	29
2.2	Tracé du Canadien National	30
2.2.1	Données utilisées	30
2.2.2	Survol du tracé	30
2.2.3	Courbes	50
2.2.4	Aiguillages	52
2.2.5	Passages à niveau	53
2.2.6	Ponts et structures	57
2.2.7	Configuration des voies	59
2.2.8	État de la signalisation et des communications	59
2.2.9	État de l'infrastructure voie.....	59
2.2.10	État de l'électrification actuelle	64
2.2.11	Récapitulation des limites de vitesses actuelles	65
2.2.12	Endroits problématiques pour l'augmentation de vitesse	66
2.2.13	Exploitation actuelle.....	66
2.2.14	Différences observées depuis 2003.....	67
2.2.15	Diagrammes de synthèse.....	68
3	PROBLÉMATIQUES ET MESURES CORRECTRICES ENVISAGÉES.....	68
3.1	Courbes	68
3.2	Branchements	71

3.3	Passages à niveau rail-route	72
3.4	Ponts et structures	73
3.5	Capacité de la voie	74
3.6	Signalisation et communications	76
3.6.1	Systèmes de signalisation.....	76
3.6.2	Télécommunications	79
3.6.3	Infrastructure de voie.....	79
4	ANALYSE DES LIMITATIONS DE VITESSE ET PROPOSITIONS DE MESURES CORRECTRICES.....	82
4.1	Calcul des coûts	82
4.2	Tracé du CP	82
4.2.1	Sites problématiques et solutions envisagées.....	82
4.2.2	Signalisation	90
4.2.3	Passages à niveau	91
4.2.4	Capacité de la voie	92
4.3	Tracé du CN	93
4.3.1	Sites problématiques et solutions envisagées.....	93
4.3.2	Signalisation	110
4.3.3	Passages à niveau	111
4.3.4	Capacité de la voie	112
4.4	Subdivision Swanton et prolongement vers Lacolle.....	113
5	SCÉNARIOS D'AMÉLIORATIONS INTÉGRÉES – DIRECTION ROUSES POINT - NYC.....	115
5.1	Tracé CN existant.....	116
5.2	Tracé CN contournant Saint-Jean-sur-Richelieu	119
5.3	Tracé CP	121
5.4	Tracé Mixte CN/CP	123
6	SCÉNARIOS D'AMÉLIORATIONS INTÉGRÉES – DIRECTION SWANTON - BOSTON.....	124
7	RECOMMANDATIONS PORTANT SUR LES SCÉNARIOS D'AMÉLIORATION.....	127
7.1	Tracés avec terminus à la gare Centrale	127
7.2	Tracés avec terminus à la gare Lucien L'Allier.....	130
8	MODES D'ACCÈS ALTERNATIF AU CENTRE-VILLE.....	132
8.1	Accès à la gare centrale par le tunnel Mont-Royal.....	132
8.2	Accès à la gare Centrale au moyen d'un voie de liaison entre le CN et le CP à l'intersection des subdivision Adirondack (CP) et Montréal (CN).....	134
8.3	Accès au centre-ville de Montréal au moyen du SLR du pont Champlain	135
8.4	Terminus du train à la gare de Saint-Lambert	137
9	RECOMMANDATIONS POUR DES ÉTUDES SUBSÉQUENTES.....	138

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Travaux de revitalisation importants près de la gare Vendôme.....	4
Figure 2 - Abords de la gare Montréal-Ouest.....	5
Figure 3 - Embranchement de la subdivision South Junction Lead vers la subdivision Westmount.....	5
Figure 4 - Pont ferroviaire du CP enjambant la voie du CN au sud de la jonction entre.....	6
Figure 5 – Pont ferroviaire Saint-Laurent.....	7
Figure 6 - Courbe passant sous les voies d'accès du Pont routier Honoré-Mercier.....	8
Figure 7 – Double-voie d'évitement à Seaway au P.M. 40,0.....	9
Figure 8 - Passage à niveau avec feux et barrières à Mohawk Trail Road au P.M. 39,05.....	9
Figure 9 - Boucle Delson au P.M. 27,0.....	10
Figure 10 - Passage à niveau de la rue St-Ignace au P.M. 26,25.....	11
Figure 11 - Passage à niveau privé des Ciments Lafarge, P.M. 25,53.....	12
Figure 12 - Passage à niveau de la Montée de la Petite Côte au P.M. 23,07.....	12
Figure 13 - Pont routier de l'autoroute 15 au P.M. 17,35 à Napierville.....	13
Figure 14 - Passage à niveau de la rue St-Jacques au P.M. 13,17 à Napierville.....	13
Figure 15 - Pont ferroviaire de la rivière l'Acadie au P.M. 12,64.....	14
Figure 16 - Passage à niveau avec feux et cloches à la rue de l'Église au P.M. 12,38, à Napierville.....	14
Figure 17 - Début de la voie de desserte industrielle à Napierville.....	15
Figure 18 - Structure du pont routier de la route 221 au P.M. 6,75.....	15
Figure 19 - Extrémité sud de la voie d'évitement à Lacolle au P.M. 4,9.....	16
Figure 20 - Pont ferroviaire de la rue Van Vliet au P.M. 4,87.....	17
Figure 21 - Ancien croisement avec l'antenne Lacolle du CN dans le prolongement.....	17
Figure 22 - Liste des passages à niveau privés sur le tracé CP:.....	21
Figure 23 - Succession de 3 passages à niveau de ferme vers le P.M. 17 de la subdivision Lacolle.....	22
Figure 24 - Surface du rail endommagée vers le P.M. 12,35' de la subdivision Lacolle.....	26
Figure 25 - Deux sections du pont levant enjambant la voie maritime au pont Victoria.....	31
Figure 26 - Vue du pont Victoria à partir de la gare St-Lambert, P.M. 70,26.....	32
Figure 27 - Traverses en mauvais état et selle de rail où il manque des crampons vers le P.M. 42,0.....	33
Figure 28 – Passage à niveau à quatre barrières au boul. Payer (P.M. 39,16).....	34
Figure 29 – Passage à niveau de la rue Lapinière et du pont routier de l'autoroute 10 (P.M. 37,62).....	34
Figure 30 - Le passage à niveau du boul. du Quartier (P.M. 35,57).....	35
Figure 31 – Pont routier de la route 104 au P.M. 32,59.....	35
Figure 32 - Insuffisance de l'épaule et contamination du ballast vers le P.M. 32,0.....	36
Figure 33 - Cœur de croisement à pattes de lièvre mobiles.....	37

Figure 34 – Cœur de traversée de la voie du CP au P.M. 23,17	37
Figure 35 – Passages à niveau des rues St-Jacques et Cousins Nord	38
Figure 36 – Bâtiment privé sur la rue Laurier, P.M. 22,3	39
Figure 37 – Passage à niveau privé au Club de Golf de St-Jean au P.M. 20,44	39
Figure 38 – Usure de l'épaulement vers le P.M. 20,0.....	40
Figure 39 – Tronçon de rail soudé vers le P.M. 19,0	40
Figure 40 – Passage à niveau de la rue Principale à Saint-Blaise-sur-Richelieu, P.M. 15,71	41
Figure 41 – Passage à niveau public de la Montée de l'Église à Saint-Blaise-sur-Richelieu, P.M. 15,38	41
Figure 42 – Train Adirondack d'Amtrak approchant le passage à niveau du chemin 3 ^e ligne, P.M. 10,78	42
Figure 43 – Branchements successifs de l'antenne industrielle Lacolle (démantelée) et de la subdivision Swanton à Cantic au P.M. 5,3.....	43
Figure 44 – Vue à partir de la frontière Canada-États-Unis vers le sud	43
Figure 45 – Pont tournant au P.M. 24,3	44
Figure 46 – Pont tournant au P.M. 24,3	45
Figure 47 – Cabane du pontier au sommet de la superstructure du pont.....	45
Figure 48 - «Coin» de rail usé	46
Figure 49 – Passage à niveau au boul. Matte, P.M. 83,3	47
Figure 50 – Chicane pour vélos au passage piétonnier du P.M. 82,30	47
Figure 51 – Pont routier de l'autoroute 15, P.M. 79,40	48
Figure 52 – Passage à niveau rue des Flandres, P.M. 78,79.....	48
Figure 53 – Pont ferroviaire enjambant la route 132 au P.M. 78,38.....	49
Figure 54 – Cœur de croisement auto-protégé au P.M. 78,22.....	49
Figure 55 – Fin de l'antenne Massena, au P.M. 77,24, avec voies et signaux du CP en arrière-plan	50
Figure 56 Nombre de passages à niveau privés sur le tracé CN (subdivision Rouses Point) 56	
Figure 57 – Liste des passages à niveau privé sur le tracé CN (subdivision Swanton et antenne Massena)	56
Figure 58 – Dégradation de l'assise de la voie sous l'action du pompage sur la subdivision Rouses Point	60
Figure 59 – Pompage et présence de boue et de végétation vers le P.M. 37,0.....	60
Figure 60 – Effet de la succession de courtes sections boulonnées sur le profil de la	61
Figure 61 – Usure visible de l'épaulement due au passage de véhicules récréatifs, P.M. 32,0 61	
Figure 62 – Surface de roulement inégale vers le P.M. 27,0	62
Figure 63 – Surface de roulement inégale et sections de rail courtes vers le point milliaire 5,0.....	62
Figure 64 – État dégradé de la fondation de la voie au P.M. 3,5	63

Figure 65 – Ballast contaminé et traverses marquées pour être remplacées vers le P.M. 25,0 64	
Figure 66 – Bilan des forces exercées sur un train au niveau d'une courbe.....	69
Figure 67 – Éléments d'un branchement.	71
Figure 68 – Représentation du mouvement d'un train sur un diagramme temps-distance.....	74
Figure 69 – Effet de l'introduction d'un train à vitesse plus élevée sur la capacité d'une voie 75	
Figure 70 – Architecture conceptuelle d'un CCC.....	77
Figure 71 – Signalisation respectant l'allocation des cantons.....	78
Figure 72 : Boucle à Delson.....	85
Figure 73 : Courbes de vitesses au niveau du contournement de la boucle à Delson.....	86
Figure 74 : Reconfiguration de la courbe à Napierville – Lacolle P.M. 12,24 à 12,52.....	88
Figure 75 – Courbes de vitesse sur le pont ferroviaire de la route 112-116 (P.M 42,5 – 42,69) 93	
Figure 76 – Reconfiguration de la courbe Castle Gardens – Rouses Point P.M. 39,54 – 39,95 96	
Figure 77 – Reconfiguration de la courbe – Rouses Point P.M. 38,47 – 38,59.....	98
Figure 78 – Reconfiguration de la courbe Brossard – Rouses Point P.M. 35,89 – 36,28	100
Figure 79 – Reconfiguration de la courbe – Rouses Point P.M. 30,73 – 31,01.....	102
Figure 80 – Courbes de vitesses à Saint-Jean-sur-Richelieu – Rouses Point P.M. 21,48 – 22,65 103	
Figure 81 – Courbe de vitesse au contournement à Saint-Jean-sur-Richelieu	104
Figure 82 Courbes sur l'antenne Massena, P.M. 83.7.....	107
Figure 83 Courbe à l'antenne Massena, P.M. 82.4.....	108
Figure 84 Courbe à l'antenne Massena, P.M. 81.6.....	108
Figure 85 Courbe à l'antenne Massena, P.M. 78,0.....	109
Figure 86 Liaison Lacolle-Cantic vers Swanton (Prolongement de la subdivision Swanton jusqu'à Lacolle).....	113
Figure 87 Courbe au branchement des subdivisions Rouses Point et Swanton à Cantic.....	114
Figure 88 : Accès alternatifs au centre-ville.....	132
Figure 89 Accès par le tunnel Mont-Royal	133
Figure 90 Accès via la subdivision Montréal.....	134
Figure 91 Accès via SLR pont Champlain.....	136
Figure 92 Accès via gare Saint-Lambert.....	137

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Position des courbes sur le tracé CP	18
Tableau 2 : Liste des passages à niveau public sur le tracé du CP.....	20

Tableau 3 :	Tableau récapitulatif des ponts sur le tracé CP	24
Tableau 4 :	Limites de vitesses sur le tracé CP.....	27
Tableau 5 :	Utilisation de la voie du CP	28
Tableau 6 :	Position des courbes sur le tracé CN.....	51
Tableau 7 :	Liste des passages à niveau public sur le tracé du CN.....	55
Tableau 8 :	Tableau récapitulatif des ponts sur le tracé CN.....	58
Tableau 9 :	Limites de vitesse sur le tracé CN.....	66
Tableau 10 :	Utilisation des voies du CN	67
Tableau 11 :	Vitesses de circulation maximales des trains à 3 pouces d'insuffisance de dévers en fonction du degré de courbure et du dévers en pouces	70
Tableau 12 :	Vitesse limite de circulation des trains en fonction de la catégorie de voie	79
Tableau 13 :	Flèche maximale des voies en fonction de la catégorie de voie	80
Tableau 14 :	Éléments de la voie en fonction de la catégorie de la voie	80
Tableau 15 :	Fréquence minimale des inspections à pied par catégorie de voie	81
Tableau 16 :	Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies de la subdivision Westmount	83
Tableau 17 :	Estimation des coûts-bénéfices du changement du branchement avec la South Junction Lead	84
Tableau 18 :	Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies entre le pont ferroviaire Saint-Laurent et Delson	85
Tableau 19 :	Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration des courbes à Delson 87	
Tableau 20 :	Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration de la courbe à Napierville.....	89
Tableau 21 :	Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies de la subdivision Lacolle.....	90
Tableau 22 :	Estimation des coûts d'un système de CCC à Lacolle	90
Tableau 23 :	Estimation des coûts de passages à niveau.....	91
Tableau 24 :	Estimation des coûts de voie d'évitement sur la subdivision Lacolle.....	92
Tableau 25 :	Estimation des coûts-bénéfices du pont d'étagement au-dessus de la route 112-116	94
Tableau 26 :	Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies sur la subdivision Rouses Point.....	95
Tableau 27 :	Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration de la courbe Castle Gardens97	
Tableau 28 :	Estimation des coûts de reconfiguration de la courbe au sud du boulevard Grande-Allée	99
Tableau 29 :	Estimation des coûts-bénéfices de reconfiguration de la courbe au boulevard Lapinière	100
Tableau 30 :	Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration de la courbe à Brossard.....	101

Tableau 31 :	Estimation des coûts de la voie de contournement à Saint-Jean	105
Tableau 32	Estimation des coûts du changement de l'aiguillage à Cantic.....	106
Tableau 33	Estimation des coûts de la reconfiguration des courbes, Antenne Massena	109
Tableau 34	Estimation des coûts de la mise à niveau des voies, Antenne Massena.....	110
Tableau 35	Estimation de coûts CCC sur la subdivision Rouses Point (tracé actuel)	110
Tableau 36 :	Estimation de coûts CCC sur la subdivision Rouses Point (sur le contournement de Saint-Jean)	111
Tableau 37 :	Passages à niveau sur le tracé actuel	111
Tableau 38 :	Passages à niveau sur le contournement de Saint-Jean	112
Tableau 39	Estimation des coûts liés à la mise à niveau des voies et à la reconfiguration des courbes, Subdivision Swanton.....	114
Tableau 40 :	Scénarios intégrés - tracé CN existant.....	117
Tableau 41 :	Scénarios intégrés - tracé CN dévié	120
Tableau 42	Scénarios intégrés - tracé CP.....	122
Tableau 43	Scénarios intégrés - tracé mixte.....	124
Tableau 44	Scénarios intégrés - tracé Cantic - Swanton.....	125
Tableau 45	Scénarios intégrés - tracé Lacolle - Swanton.....	126
Tableau 46	Sommaire des scénarios intégrés avec terminus à la gare Centrale.....	129
Tableau 47	Sommaire des scénarios intégrés avec terminus à la gare Lucien-L'Allier.....	131

ANNEXES

ANNEXE A – DIAGRAMMES SYNTHÈSE

ANNEXE B – PLANS DES TRACÉS

ANNEXE C – CALCULS DES COÛTS

ANNEXE D – CALCULS DES COÛTS UNITAIRES

1 INTRODUCTION

En 2003-2004, le Ministère des Transports du Québec (MTQ) et le département des Transports de l'État de New York (NYSDOT) ont chacun réalisé une étude de pré faisabilité portant sur l'implantation d'un train à haute vitesse dans le corridor Montréal – New York¹. Étant donné le coût d'implantation élevé des systèmes de train à haute vitesse, les conclusions de ces études privilégiaient des améliorations plus modestes aux infrastructures comme moyen de diminuer le temps de parcours.

Dans ce contexte, le MTQ a émis un appel d'offres pour un mandat visant d'abord à mettre à jour les données sur les réseaux ferroviaires de la compagnie des chemins de fer nationaux du Canada, plus connue sous le nom de Canadien National (CN) ainsi que de la compagnie de Chemin de fer Canadien Pacifique, plus connue sous le nom de Canadien Pacifique (CP) entre Montréal et la frontière américaine (direction New York et Boston), puis à identifier les améliorations à apporter au tracé pour permettre d'atteindre des vitesses de circulation des trains de passagers de 95 km/h (59 mi/h), 127 km/h (79 mi/h) et 160 km/h (100 mi/h). Ce mandat vise aussi l'évaluation des coûts des travaux et l'identification des scénarios d'améliorations à privilégier. Enfin, un objectif additionnel du mandat est l'évaluation de scénarios alternatifs pour accéder au centre-ville de Montréal.

Ce rapport unifie les informations contenues dans les deux livrables précédents tout en précisant en détail les scénarios de tracé optimaux pour une augmentation des vitesses entre MTL et NYC :

- La première partie porte sur le bilan de l'état actuel des réseaux ferroviaires existants, et vise à remplir le premier objectif de l'étude, soit la mise à jour des données sur les conditions actuelles prévalant sur les tracés du CN et du CP. Pour ce faire, les données fournies par les chemins de fer ont été compilées et des inspections des voies ont été effectuées. De plus, pour la plus grande compréhension du lecteur des problématiques en lien avec la vitesse des trains de passagers, chaque élément pertinent de chacun des tracés est décrit de façon à servir de base à l'analyse des améliorations nécessaires à l'augmentation de la vitesse.
- La deuxième partie porte plus directement sur l'évaluation des réseaux ferroviaires pour les vitesses de circulation de trains de passagers de 95, 127 et 160 km/h. Celle-ci présente les améliorations aux infrastructures jugées optimales pour l'atteinte des vitesses visées, une estimation de leurs coûts de réalisation et de leurs bénéfices en termes de temps de parcours, ainsi que des recommandations concernant les scénarios d'implantation les plus rentables du point de vue coût-bénéfices des améliorations combinées. Il présente également une section sur des modes alternatifs pour atteindre le centre-ville de Montréal et quelques recommandations pour des études ultérieures.

¹ Étude du MTQ ayant comme titre : Évaluation préliminaire des tracés, des technologies et des coûts d'implantation inhérents à un train haute vitesse entre Montréal et la frontière américaine (direction New York). Etude de l'État de New York ayant comme titre: I-87 Multimodal Corridor Study – High Speed Rail Prefeasibility Study: New York City to Montreal.

2 PRÉSENTATION DES TRACÉS À ÉTUDIER

2.1 TRACÉ DU CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE (CP)

2.1.1 Données utilisées

À la demande de Hatch Mott MacDonald (HMM), les représentants du CP ont préparé un recueil de données en deux volumes. Le premier volume, intitulé « Mise à jour des données du réseau CP entre la frontière américaine et Montréal – Ingénierie et Signalisation », comprend les sections suivantes :

- 1) Des diagrammes de voies ferrées, comportant la configuration générale des voies, les pentes, courbes, passages-à-niveau, limites de vitesses et type de rail, emplacements des signaux pour les subdivisions suivantes :
 - Lacolle, Point Milliaire (P.M.) 0,0 à 27,4 ;
 - Adirondack, P.M. 31,9 à 47,0.
- 2) Deux diagrammes, préparés dans le cadre de la mise à niveau des infrastructures pour accommoder les trains de l'Agence métropolitaine de transport (AMT), montrant de façon schématique l'état de la configuration des voies en 2009 et l'ensemble des travaux prévus (en cours en 2012-2013) sur les subdivisions Adirondack, South Junction Lead et Westmount.
- 3) Une liste des passages à niveau publics et des sauts-de-mouton pour les subdivisions Lacolle, Adirondack, South Junction Lead et Westmount.
- 4) Une liste des ponts et ponceaux couvrant les subdivisions Lacolle, Adirondack, South Junction Lead et Westmount, ainsi que certains plans pour les principaux ouvrages présents sur ces subdivisions.
- 5) Une liste des courbes horizontales de la voie, sous la forme d'un relevé produit par la voiture d'auscultation de la voie (« *Track Evaluation Car* »), présentant une description détaillée de la géométrie de chaque courbe couverte par le recueil de données.
- 6) Des diagrammes utilisés pour la rectification des rails mais présentant accessoirement les profils des subdivisions Lacolle et Adirondack, ainsi que les courbes et la configuration des voies sur ces subdivisions.
- 7) La liste des aiguillages actifs sur les subdivisions Lacolle, Adirondack, et Westmount.
- 8) Les rapports de l'évaluation de l'usure des rails sur les subdivisions Lacolle et Adirondack datés de mai et septembre 2012, qui présentent également avec précision le type de rail par tronçon.

- 9) Des sections types de l'emprise pour les voies principales, les voies secondaires ainsi que les voies à vocation industrielle.
- 10) Une seconde liste des passages à niveau avec des informations supplémentaires portant sur le système d'avertissement.
- 11) Les indicateurs (« *Time tables* ») valides pour les subdivisions concernées.

Le second volume des données obtenues par le CP, intitulé « Mise à jour des données du réseau CP entre la frontière américaine et Montréal – Service des immeubles », présente des listes *non-exhaustives* des baux, permis, traverses de fils et de conduits, d'équipements de fibre optique, de panneaux publicitaires et de chauffe-aiguilles pour les subdivisions Westmount, South Junction Lead, Adirondack et Lacolle.

De façon à compléter les informations contenues dans ces documents, une inspection des voies du tracé a été organisée et a eu lieu le 26 mars 2013. Lors de cette visite en véhicule rail-route, des membres de l'équipe de HMM ainsi qu'un représentant du MTQ ont eu l'occasion de parcourir la totalité du tracé du CP, de faire des observations en lien avec l'état des infrastructures et de documenter leurs observations au moyen de photographies et de vidéo.

2.1.2 Survol du tracé

Le tracé empruntant l'emprise du Canadien Pacifique, à partir de la gare Lucien-L'Allier à Montréal jusqu'à la frontière américaine à Rouses Point, fait une longueur totale de 41,3 milles (66,5 km), sur les subdivisions Westmount du P.M. 0,1 au P.M. 4,6, South Junction Lead du P.M. 0,0 au P.M. 0,7, Adirondack du P.M. 43,9 au P.M. 35,0 et Lacolle sur toute sa longueur, soit du P.M. 27,1 au P.M. 0,0. Voir à l'annexe A-1 le diagramme synthèse montrant le tracé du CP, ainsi qu'à l'annexe B le plan des tracés à l'étude.

Sur l'île de Montréal, le tracé parcourt 12 km en territoire fortement urbanisé, puis traverse au sud du fleuve St-Laurent les territoires Mohawk de Kahnawake, la Municipalité régionale de comté (MRC) du Roussillon avec successivement les villes de St-Constant, Delson et St-Mathieu, puis la MRC des Jardins de Napierville et la ville de Napierville, puis la municipalité de Lacolle et la MRC du Haut-Richelieu. Entre ces agglomérations fortement urbanisées, le tracé traverse un territoire rural, principalement des fermes en exploitation.

2.1.2.1 Subdivision Westmount (jusqu'à la jonction entre la South Junction Lead et la subdivision Adirondack)

La subdivision Westmount est de loin la subdivision la plus achalandée sur le tracé du CP, avec 55 trains de banlieue par jour. En effet, les trains issus de trois lignes de train de banlieue de l'AMT, soit celles de St-Jérôme, Vaudreuil-Hudson et Candiac, convergent sur ce tronçon urbain de 4,5 milles (7,25km) se terminant à la gare Lucien-L'Allier.

À l'extrémité montréalaise du tracé, la gare Lucien-L'Allier, vouée à l'exploitation des trains de banlieue de l'AMT, occupe les premiers 0,21 milles (336 m) de la voie à partir du P.M. 0,1.

Un pont enjambe la rue Guy à la sortie de la gare. La vitesse permise pour les trains de passagers passe rapidement de 15 mi/h (24 km/h) à 60 mi/h (96 km/h). La voie passe ensuite sous les ponts routiers des rues

St-Marc et du Fort, puis au-dessus des avenues Atwater et Green, du chemin Glen et parvient à la gare Vendôme au P.M. 2,4.

Immédiatement à la sortie de la gare Vendôme (**Figure 1**), la voie enjambe le boul. Décarie, le chemin Upper Lachine, l'autoroute Décarie et l'avenue Girouard. La voie traverse ensuite les rues Cavendish et Elmhurst avant de parvenir à la gare Montréal Ouest au P.M. 4,6, à la vitesse permise de 15 mi/h (24 km/h) (**Figure 2**).



Figure 1 – Travaux de revitalisation importants près de la gare Vendôme

À l'extrémité ouest de la gare de Montréal-Ouest, le tracé emprunte la subdivision South Junction Lead sur toute sa longueur (**Figure 3**), 0,7 mille (1.12 km), où deux courbes inversées sont présentes sur une pente relativement forte (1%) qui descend jusqu'à l'embranchement avec la subdivision Adirondack. La vitesse permise sur la subdivision South Junction Lead est de 15 mi/h (24 km/h) étant données les courbes importantes qu'on y retrouve. Seuls les trains de la ligne Cadiac de l'AMT circulent sur les voies du CP à partir de l'embranchement entre les subdivisions Westmount et South Junction Lead, représentant 18 trains de banlieue par jour.



Figure 2 - Abords de la gare Montréal-Ouest
Un passage à niveau généralement achalandé à la rue Westminster S. (vue vers l'est)



Figure 3 - Embranchement de la subdivision South Junction Lead vers la subdivision Westmount
(subdivision Adirondack direction nord à gauche)

2.1.2.2 Subdivision Adirondack

La subdivision Adirondack est une zone de transition tant pour ce qui est de la circulation des trains que pour l'environnement traversé. La vitesse permise pour les trains de passagers sur le tronçon étudié de la subdivision est de 50 mi/h (80 km/h) sur la voie est et de 40 mi/h (64 km/h) sur la voie ouest, exception faite de la zone de 25 mi/h (40 km/h) sur les deux voies du pont ferroviaire enjambant le St-Laurent, le pont Saint-Laurent, au P.M. 41,4.

Le tracé à l'étude emprunte cette subdivision à partir de son embranchement avec la subdivision South Junction Lead, au P.M. 43,9, dans un environnement urbain dense. Il franchit l'emprise du Canadien National (**Figure 4**), les 10 voies qui composent l'autoroute 20 et ses voies d'accès, le canal Lachine et atteint la gare Lasalle au P.M. 42,5.



Figure 4 - Pont ferroviaire du CP enjambant la voie du CN au sud de la jonction entre les subdivisions South Junction Lead et Adirondack

La structure enjambant le fleuve à cet endroit (**Figure 5**) fait 0,9 milles (1,5 km), incluant la traversée de l'île de la Voie maritime du St-Laurent du côté sud. Cette dernière comporte une section de pont levant, ce qui peut entraîner des perturbations de la circulation ferroviaire lors du passage d'un navire.



Figure 5 – Pont ferroviaire Saint-Laurent

(Image prise à partir de la gare Lasalle. On y aperçoit la structure principale du pont, à droite, ainsi que la superstructure du pont levant enjambant la Voie maritime, à gauche)

Immédiatement au sud de la Voie maritime, une longue courbe de la voie ferrée permet de contourner la zone densément peuplée de la réserve de Kahnawake. Cette courbe passe au-dessus de la rue *Old Malone Hwy* et de la route 132, mais sous les voies d'accès du Pont Honoré Mercier (route 138) (**Figure 6**).



Figure 6 - Courbe passant sous les voies d'accès du Pont routier Honoré-Mercier

Toujours sur le territoire de la réserve Kahnawake, la voie du CP franchit quatre passages à niveau dont celui de la rue Mohawk Trail (**Figure 8**). La voie passe ensuite sous les voies de la route 730 pour atteindre la gare Ste-Catherine au P.M. 37,6 puis la gare St-Constant au P.M. 35,9. Le dernier tronçon du tracé traverse la ville de St-Constant et entre tout juste sur le territoire de la municipalité de Delson. La jonction avec la subdivision Lacolle se trouve immédiatement avant la gare Delson (PM 35,1).



Figure 7 – Double-voie d'évitement à Seaway au P.M. 40,0



Figure 8 - Passage à niveau avec feux et barrières à Mohawk Trail Road au P.M. 39,05

2.1.2.3 Subdivision Lacolle

La subdivision Lacolle constitue près des deux-tiers des 41,3 milles (66,5 km) que compte le tracé du CP entre Montréal et la frontière américaine. Elle s'amorce près de la gare Delson pour ensuite s'aligner sur la ville de Napierville, à des vitesses de 25 et 40 mi/h (40 à 64 km/h) sur un territoire essentiellement rural. Elle prend fin à la gare de Rouses Point, dans l'État de New York, où elle converge vers la voie du CN. C'est également lors de la jonction entre les subdivision Adirondack et Lacolle à la gare Delson que l'on passe d'un système de contrôle de la marche des trains à haute capacité, la *commande centralisée de la circulation* (CCC), à un système à moindre capacité, celui de *régulation de l'occupation de la voie* (ROV).

Le tracé du CP s'engage sur la subdivision Lacolle au P.M. 27,1, au Nord d'une courbe prononcée qui constitue la moitié est de la *boucle* de Delson. Cette courbe, ainsi que les deux courbes en « S » qui suivent jusqu'au P.M. 25,75 et qui correspondent à l'endroit où le tracé du CP passe sous les voies de l'autoroute 30 et traverse le chemin St-Ignace (**Figure 10**), limite la vitesse à 25 mi/h (40 km/h) sur un peu plus de deux milles à l'entrée de ce tronçon, soit entre les P.M. 27,1 et 25,0.

Des maisons (visibles par la trouée entre les haies de cèdre) se trouvent très près des voies ce qui présente un problème de sécurité non négligeable pour les riverains (**Figure 9**).



Figure 9 - Boucle Delson au P.M. 27,0
(en regardant vers le sud)



Figure 10 - Passage à niveau de la rue St-Ignace au P.M. 26.25
(lequel coïncide avec le passage sous l'autoroute 30)

La cimenterie Lafarge exploite un passage à niveau privé au P.M. 25,53. Celui-ci pourrait devoir être signalisé dans les scénarios à plus grande vitesse (**Figure 11**).

À partir du P.M. 25,0 jusqu'au P.M. 13,0, soit de Delson aux abords de l'agglomération de Napierville, la limite de vitesse pour les trains de passagers autant que pour les trains de marchandise est de 40 mi/h (64 km/h). Ce segment du tracé est essentiellement rectiligne et marqué uniquement par une grande concentration de *passage à niveau de fermes*, ou de passages à niveau privés. En plus de ceux-ci, on y trouve une dizaine de chemins et de rues où les passages à niveau sont équipés uniquement de croix de St-André ou de feux et d'un avertisseur sonore.



Figure 11 - Passage à niveau privé des Ciments Lafarge, P.M. 25,53



Figure 12 - Passage à niveau de la Montée de la Petite Côte au P.M. 23.07
(avec croix, feux et barrières)

Dans l'agglomération de Napierville, trois passages à niveau d'importance sont à signaler : la rue St-Jacques au P.M. 13,17 (**Figure 14**), la rue St-Nicolas au P.M. 12,75 et la rue de l'Église, P.M. 12.38(**Figure 16**). De plus, une voie d'évitement de 0,8 mille (1.28 km) se trouve en partie dans les limites de l'agglomération (**Figure 17**)



Figure 13 - Pont routier de l'autoroute 15 au P.M. 17,35 à Napierville



Figure 14 - Passage à niveau de la rue St-Jacques au P.M. 13,17 à Napierville



Figure 15 - Pont ferroviaire de la rivière l'Acadie au P.M. 12,64



Figure 16 - Passage à niveau avec feux et cloches à la rue de l'Église au P.M. 12,38, à Napierville



Figure 17 - Début de la voie de desserte industrielle à Napierville



Figure 18 - Structure du pont routier de la route 221 au P.M. 6.75



Figure 19 - Extrémité sud de la voie d'évitement à Lacolle au P.M. 4,9

Sur toute la longueur de la subdivision Lacolle on retrouve des zones de grande concentration de passages à niveau privés de type *passage à niveau de fermes*. Ces passages à niveau ne disposent ni de système de détection des trains, ni de système de protection des mouvements transversaux.

La subdivision Lacolle longe la zone résidentielle de la ville de Lacolle sur son côté est vers le P.M. 5,0, et enjambe la rue Van Vliet au moyen d'un pont ferroviaire au P.M. 4,87(**Figure 20**). Au sud de l'agglomération, un passage à niveau équipé de feux et de cloches se trouve sur le chemin du Richelieu (Rte 202, P.M. 4,45) et le tracé du CP recoupe l'emprise de l'ancienne voie du CN de l'antenne Lacolle (**Figure**), qui rejoignait la gare Cantic et la jonction des subdivisions Rouses Point et Swanton, aujourd'hui transformée en piste cyclable (P.M. 4,33). La voie du CP continue jusqu'à la frontière américaine où, un mille (1.6 km) plus loin, la voie du CN la rejoint la voie CP à la gare Rouses Point, dans l'État de New York.



Figure 20 - Pont ferroviaire de la rue Van Vliet au P.M. 4.87



Figure 21 - Ancien croisement avec l'antenne Lacolle du CN dans le prolongement de la subdivision Swanton au P.M. 4.33

2.1.3 Courbes

Le tracé du CP présente sur chacune des subdivisions qui le composent un certain nombre de courbes qu'il est nécessaire d'examiner dans le cadre d'un exercice de rehaussement des vitesses permises.

Courbes CP			
Subdivision	Mille début	Mille fin	Degré de courbure (deg/100pi)
CP-Westmount	0.31	0.45	2.08
	0.45	0.56	2.00
	0.67	0.85	0.93
	1.43	1.50	0.50
	1.70	1.78	1.00
	2.28	2.47	0.25
CP-South Junction Lead	0.10	0.35	1.75
	0.40	0.70	5.00
CP-Adirondack	42.39	42.58	1.75
	41.41	41.53	3.00
	40.70	41.24	3.00
	36.95	37.54	0.33
CP-Lacolle	26.86	27.10	7.00
	26.13	26.43	2.67
	25.83	26.13	2.33
	24.93	25.36	0.50
	19.20	19.50	1.00
	17.77	18.04	0.50
	13.02	13.15	0.50
	12.24	12.52	1.50
	6.33	6.84	1.00

Unité de mesure de la courbure de la voie

L'unité de mesure de courbure la plus courante dans l'industrie ferroviaire nord-américaine est le **degré par 100 pieds**. Il s'agit du changement d'orientation de la voie, mesuré en degrés, entre deux points de la ligne de centre de la voie situés à 100 pieds l'un de l'autre le long de la courbe.

Tableau 1 : Position des courbes sur le tracé CP

En particulier, du Nord au sud le long du tracé, la courbe de 5 degrés/100pi sur la South Junction Lead, les deux courbes de 3 degrés /100 pieds au sud du pont Saint-Laurent, et, surtout, la courbe de 7 degrés à Delson au début de la subdivision Lacolle, pourraient poser des défis en ce qui concerne l'augmentation des limites de vitesse dans ces secteurs.

2.1.4 Aiguillages

Les aiguillages qui affectent la vitesse du train sont ceux qui sont utilisés alors qu'ils pointent dans une direction divergente à la voie principale. Trois aiguillages devront être empruntés en direction divergente sur le tracé du CP, hormis ceux utilisés pour changer d'une voie à une autre en territoire de voies multiples. Il s'agit des aiguillages à chaque extrémité de la subdivision South Junction Lead ainsi que celui à la jonction de la subdivision Lacolle à Delson.

2.1.5 Passages à niveau

Les passages à niveau publics se caractérisent par le système de détection des trains qu'ils utilisent, ainsi que par le système de protection de la voie transversale qu'ils mettent en œuvre.

Dans le **Tableau 2**, les passages à niveau publics protégés uniquement par un *indicateur de passage à niveau* sont marqués **CSA** (Croix de St-André), par des feux et un avertisseur sonore **FS** et ceux protégés par des feux, un avertisseur sonore et une ou plusieurs barrières sont marqués par **FSB**.

Un système de détection est aussi lié au passage à niveau. On distingue deux principales catégories : les détecteurs à distances d'approche fixes (**DAF**)² ainsi que les détecteurs à temps constant (**DTC**)³

Subdivision	Point milliaire	Municipalité	Voie traversée ou plus proche	Signalisation	Type de détection
CP- Westmount	4.56	Montréal	Westminster	FSB	-
	4.48	Montréal	Elmhurst	FSB	DAF
CP- Adirondack	39.87	Territoire Kahnawake	Kahnawake/ Mohawk Trail	FSB	DTC
	39.54	Territoire Kahnawake	Ch. d'accès (Indian old way school)	FSB	DTC
	39.30	Territoire Kahnawake	Ch. D'accès route publique (Fermé)	CSA	N/A
	39.05	Territoire Kahnawake	Route Mohawk Trail	FSB	DTC
	37.52	MRC Roussillon	Rue Ste Catherine	FSB	DAF
	36.77	MRC Roussillon	Bd Monchamps	FSB	DTC
	36.53	MRC Roussillon	Rang Petit St-Régis sud	FSB	DTC
	35.96	MRC Roussillon	Rue St-Pierre	FSB	DTC

² Les détecteurs à distances d'approche fixe sont composés de système DC ou système AC-DC

³ Les détecteurs à temps constant sont aussi connus sous le nom de constant warning time (CWT) en anglais.

Subdivision	Point milliaire	Municipalité	Voie traversée ou plus proche	Signalisation	Type de détection
CP-Lacolle	27.10	MRC Roussillon	Chemin de la station	CSA	
	26.90	MRC Roussillon	Rue des Roitelets	FS	DTC
	26.25	MRC Roussillon	Rue St-Ignace	FS	DAF
	25.99	MRC Roussillon	Chemin du Révérend	CSA	
	25.53	MRC Roussillon	Chemin Lafarge	FS	DTC
	23.07	MRC Roussillon	Montée de la Petite Côte	FSB	DTC
	22.85	MRC Roussillon	Chemin St-Michel (Principale)	FSB	DTC
	19.69	MRC Jardins-de- Napierville	Rang St-George (Longue Doc Road)	CSA	N/A
	18.66	MRC Jardins-de- Napierville	Rang Principal/ Rang St-Édouard	FS	DTC
	18.30	MRC Jardins-de- Napierville	Rang des Sloan	FS	DTC
	16.25	MRC Jardins-de- Napierville	Montée St-André	FS	DTC
	15.47	MRC Jardins-de- Napierville	Rang de Coteau Nord	FS	DTC
	15.19	MRC Jardins-de- Napierville	Boul. Édouard VII (route 217)	FS	DTC
	13.17	MRC Jardins-de- Napierville	Rue St-Jacques (Route 219)	FS	DTC
	12.75	MRC Jardins-de- Napierville	Rue St-Nicolas	FS	DTC
	12.38	MRC Jardins-de- Napierville	Rue de l'Église	FS	DTC
	7.76	MRC Haut Richelieu	Rang St-Joseph (Montée Lessard)	FS	DTC
	4.45	MRC Haut Richelieu	Chemin du Richelieu	FS	DAF
	2.30	MRC Haut Richelieu	Avenue d'Odeltown	FS	DTC
	0.48	MRC Haut Richelieu	Rang Edgerlon	FS	DTC

Tableau 2 : Liste des passages à niveau public sur le tracé du CP

Dans le **tableau 2**, on dénombre 28 passages à niveau publics sur le tracé du CP. Sur les subdivisions Westmount et Adirondack, tous sauf deux sont de type FSB (feux, avertisseur sonore et barrières), les deux autres étant plutôt des voies d'accès équipées d'indicateurs de passage à niveau (Croix de St-André, ou CSA).

Les passages à niveau bordant la gare Montréal-Ouest, aux rues Elmhurst et Westminster, comptent, à l'heure de pointe, un nombre élevé de voitures, de trains et de piétons les empruntant, à tel point que l'AMT y dépêche des agents pour en assurer la sécurité.

Sur la subdivision Lacolle, aucun passage à niveau ne dispose de barrières.

En plus des passages à niveau publics, 91 passages à niveau privés jalonnent le tracé du CP. La **Figure 22** présente un graphique illustrant la distribution du nombre de passages à niveau privés par mille de voie sur les subdivisions Adirondack et Lacolle. La vaste majorité de ceux-ci sont des passages à niveau de ferme et se retrouvent naturellement en territoire rural.

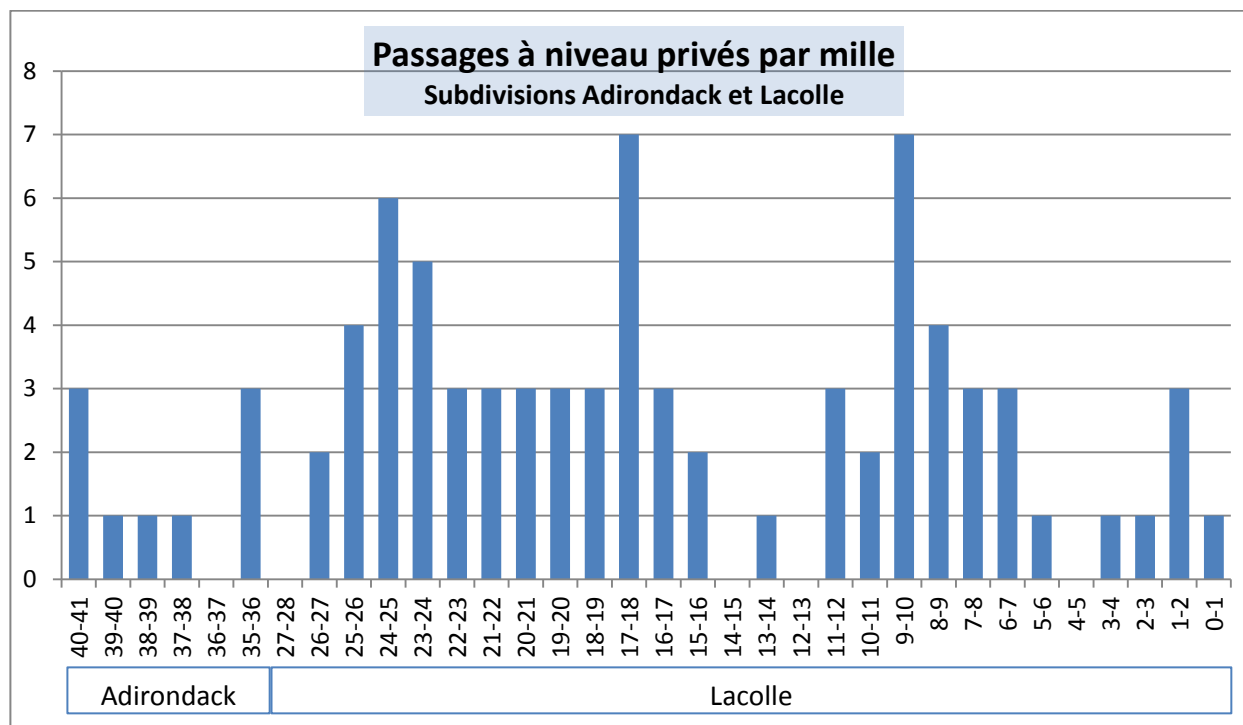


Figure 22 - Liste des passages à niveau privés sur le tracé CP:

La **Figure 23** ci-dessous illustre la densité visible des passages à niveau privés aux alentours du P.M. 17. Certains de ces passages à niveaux privés sont situés à moins de 20 mètres les uns des autres.



Figure 23 - Succession de 3 passages à niveau de ferme vers le P.M. 17 de la subdivision Lacolle

2.1.6 Ponts et structures

Tout au long des subdivisions qui composent le tracé, on retrouve un grand nombre de ponts ferroviaires qui peuvent dans certains cas poser des contraintes de vitesse.

Tableau récapitulatif des ponts sur le tracé CP

Subdivision	Point milliaire	Obstacle franchi	Longueur totale (m)	Ferroviaire ou routier
CP- Westmount	0.02	Rue de la Montagne	84	F
	0.12	Rue Lucien-L'Allier	90	F
	0.28	Rue Guy	22	F
	0.57	Rue St-Marc		F
	0.60	Rue du Fort		R
	0.62	Autoroute 720 - Rue du Fort		F
	0.87	Avenue Atwater	22	F
	1.12	Avenue Greene	51	F
	1.77	Avenue Béthune	6	F
	1.92	Rue Glen		F
	2.42	Bd Decarie	18	F
	2.46	Chemin Upper Lachine	105	F
	2.52	Autoroute Decarie	72	F
	2.58	Avenue Girouard	18	F
	2.90	Passage piétonnier Melrose	2	F
	3.28	Passage piéton Grand Bd		R
	3.60	Bd Cavendish	54	F

Tableau récapitulatif des ponts CP (suite)

Subdivision	Point milliaire	Obstacle franchi	Longueur totale (m)	Ferroviaire ou routier
CP-Adirondack	43.80	Rail CNR & Norman	52	F
	43.44	Autoroute 20	136	F
	43.40	Rail CN & rue Notre-Dame	56	F
	43.30	Rue St-Joseph	56	F
	43.10	Lachine et Pont et piste cyclable	103	F
	42.69	St Patrick	-	-
	41.90	Fleuve St-Laurent & Boul. Lasalle	1 115	F
	41.40	Canal St-Laurent	181	F
	41.04	Old Malone Rd	6	F
	41.01	Autoroute 138/132 Kanawake	30	R
	40.97	Autoroute 138/132 Kanawake	42	R
	40.92	Route principale	-	-
	38.08	Autoroute 730	35*	R
	36.50	Rivière ST-Régis	16	F
	35.80	Rivière St-Pierre	20	F
CP-Lacolle	26.25	Autoroute 30	148	R
	26.19	Rivière à proximité de l'A30	10	F
	22.80	Ruisseau	7	F
	18.58	Rivière de la Tortue	27	F
	17.35	Autoroute 15	45*	R
	17.06	Ruisseau	6	F
	12.64	Rivière de L'Acadie	17	F
	6.75	Route 221	104	R
	4.87	Rue Van Vliet	24	F
	4.85	Rivière de Lacolle	13	F

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des ponts sur le tracé CP
(*) Longueur estimée

Parmi les ponts qui retiendront notre attention dans le contexte de l'augmentation des vitesses se trouvent le pont ferroviaire Saint-Laurent qui comporte, étant donné son âge et les contraintes de sa structure, des limitations de vitesses importantes, ainsi qu'un certain nombre de ponts routiers et ferroviaires qui limitent les possibilités d'ajustement à la géométrie de la voie.

2.1.7 Configuration des voies

Présentement, d'importants travaux d'amélioration des infrastructures sont en cours sur la subdivision Westmount à l'Est de l'embranchement avec la subdivision South Junction Lead. La description de ces travaux nous a été fournie par le CP. La configuration des voies suite à ces travaux est considérée comme étant « l'état actuel » aux fins de la présente analyse. Il en est de même pour les deux liaisons universelles doubles permettant l'accès à la voie triple au P.M. 4,0 et 1,8 approximativement.

Outre le tronçon de triple voie qui s'étend donc de la gare Lucien-L'Allier à la gare Montréal-Ouest, le tracé emprunte un segment de voie simple sur la subdivision South Junction Lead, puis rejoint la subdivision Adirondack qui est en voie double jusqu'à Delson. La subdivision Lacolle est quant à elle en voie simple et dispose d'une voie d'évitement de longueur moyenne 4385' (1.34 km) à Lacolle.

2.1.8 État de la signalisation et des communications

Un système de Commande Centralisée de la Circulation (CCC) est mis en place sur l'ensemble de la subdivision Westmount, de la gare Lucien-L'Allier à la gare Montréal-Ouest, puis sur la subdivision Adirondack, de l'embranchement avec la subdivision Westmount jusqu'à la gare de Delson, à l'exception du tronçon de part et d'autre du pont ferroviaire Saint-Laurent, soit entre la gare Lasalle et Adirondack Jct. Entre ces deux lieux, on retrouve un système par enclenchement qui permet l'exploitation sécuritaire du pont levant.

Sur l'ensemble de la subdivision Lacolle, un système basé sur l'observation de feuilles de libération, la Régulation de l'Occupation de la Voie (ROV), permet au Contrôleur de la Circulation Ferroviaire (CCF) de diriger le déplacement sécuritaire des trains.

Le système de radiocommunications en vigueur dispose d'émetteurs et de récepteurs permettant des communications entre:

- Les équipages de train et le CCF;
- Les superviseurs, les équipes d'entretien et le CCF;
- Les équipes d'entretien et les équipes de train.

2.1.9 État de l'infrastructure-voie

Les vitesses permises sur le tracé du CP sont compatibles avec la catégorie de voie 3, soit des vitesses limitées à 60 mi/h pour les trains de passagers et 45 mi/h pour les trains de marchandises. Nos observations de la qualité de l'infrastructure sont compatibles avec les normes applicables pour cette catégorie de voie en ce qui concerne le nombre de traverses saines, les anti cheminant, les selles de rail et les crampons.

Ceci a été observé sur l'ensemble du tracé du CP à l'exception de la subdivision Westmount qui, en plein travaux de mise à niveau, n'a pu être examinée en détails.

Les traverses sont de type Bois Franc No. 1 de 8 pieds, et les anti-cheminant de type « Fair » et « Improved Fair ». Des selles de rail sont présentes à toutes les traverses observées. Tous les cœurs de croisement sont de type RBM (rail Bolted Manganese), ce qui les rend adéquats pour des catégories de voie supérieures.

Le rail présent sur la subdivision Lacolle est principalement composé de 115# RE LRS (long rail soudé (LRS) de 115 livres de profil RE) de qualité Relay installé entre 1999 et 2002. Sur la subdivision Adirondack on retrouve du rail 100# REHF jointé, du 115# jointé ainsi que de 115# LRS. Généralement de bonne qualité, le rail observé présente à certains endroits des défauts de surface de roulement (**Figure 24** - Surface du rail endommagée vers le P.M. 12,35' de la subdivision Lacolle).



Figure 24 - Surface du rail endommagée vers le P.M. 12,35' de la subdivision Lacolle

Sur la subdivision Westmount, le rail, soudé et continu ou en sections de 90 pieds, est composé à parts plus ou moins égales de 100# et de 115#.

2.1.10 État de l'électrification actuelle

Aucune section de la voie du CP n'est électrifiée.

2.1.11 Récapitulation des limites de vitesses actuelles

Les vitesses limites pour les trains passagers au tableau 4 s'appliquent sur la voie principale. Pour les trains passagers voyageant le long du tracé, certaines contraintes s'ajouteraient dues aux types de branchements de voie empruntés. Aussi, les contraintes liées à la circulation ou au système de signalisation peuvent également modifier les vitesses des trains.

Limite de vitesse sur le tracé CP (trains passagers)					
Subdivision	Mille début	Mille fin	Direction	Limite de vitesse (mi/h)	Limite de vitesse (km/h)
CP-Westmount	0.10	0.30	2 sens	15	24
	0.30	4.40	2 sens	60	96
	4.40	4.60	2 sens	15	24
CP-South Junction Lead	0.00	0.70	2 sens	25	40
CP-Adirondack	43.90	41.40	Voie Est	50	80
	43.90	41.40	Voie Ouest	40	64
	41.40	41.40	2 sens	25	40
	41.40	35.00	Voie Ouest	40	64
	41.40	35.00	Voie Est	50	80
CP-Lacolle	27.10	25.00	2 sens	25	40
	25.00	13.00	2 sens	40	64
	13.00	12.30	2 sens	25	40
	12.30	0.60	2 sens	40	64

Tableau 4 : Limites de vitesses sur le tracé CP

2.1.12 Endroits problématiques pour l'augmentation de la vitesse

Bien que de longues sections du tracé du CP doivent assez bien se prêter à une augmentation des limites de vitesse, un certain nombre de tronçons poseront un défi important. Du nord au sud :

- La subdivision Westmount dans son ensemble, de la gare Lucien-L'Allier à la gare Montréal-Ouest, en raison de l'achalandage existant de par l'exploitation des trains de l'AMT;
- La courbe de 25 mi/h sur la subdivision South Junction Lead par la nature du terrain et la proximité de bâtiments à l'intérieur de la courbe;
- Le pont ferroviaire Saint-Laurent avec sa limite de vitesse de 25mi/h;
- La courbe à la sortie sud du pont ferroviaire Saint-Laurent étant donnée la présence des structures routières supportant les voies d'accès au pont Mercier;
- La courbe à l'embranchement avec la subdivision Lacolle à Delson, avec le développement résidentiel à l'intérieur de la courbe;
- Les deux courbes en « S » sous l'autoroute 30 au sud de Delson.
- La courbe à Napierville en raison de la présence d'activités industrielles et d'un passage à niveau

2.1.13 Exploitation actuelle

Les trains de l'AMT comptent parmi les plus grands usagers des voies du CP dans la grande région de Montréal. Cinquante-cinq trains de l'AMT circulent quotidiennement sur la subdivision Westmount en jour de semaine, entrant et sortant de la gare Lucien-L'Allier.

Ce nombre n'inclut pas les mouvements vers les voies de garage qui, quoique suivant un horaire plus flexible, occupent néanmoins une part de la capacité de la voie. De ces 55 trains, 37 n'empruntent pas les subdivisions Adirondack et Lacolle, mais 18 sont à destination de Candiac et recoupent le tracé décrit ici de la gare Lucien-L'Allier jusqu'à Delson.

Les trains de marchandises ne circulent généralement pas sur la subdivision Westmount, mais on en compte en moyenne six par jour circulant sur les subdivisions Adirondack et Lacolle entre l'embranchement avec la South Junction Lead et la frontière à Rouses Point.

Exploitation quotidienne actuelle						
Subdivision	AMT Candiac	AMT Vaudreuil-Hudson	AMT St-Jérôme	Passagers	Marchandises	Total
CP-Westmount	18	27	10	0	0	55
CP-South Junction Lead	18	0	0	0	6	24
CP-Adirondack	18	0	0	0	6	24
CP-Lacolle	0	0	0	0	6	6

Tableau 5 : Utilisation de la voie du CP

2.1.14 Différences observées depuis 2003

Du point de vue de l'infrastructure, des améliorations substantielles sont en voie de réalisation sur la subdivision Westmount. L'ajout d'une troisième voie entre les gares Vendôme et Montréal-Ouest, ainsi que l'ajout de liaisons universelles entre les voies principales ainsi que des améliorations à la signalisation devraient permettre une plus grande fluidité dans les mouvements des trains sur ce tronçon.

Outre une courte limite de vitesse de 30 mi/h au P.M. 18,4 de la subdivision Lacolle relevée dans le rapport de Canarail de 2003 et disparue aujourd'hui, les limites de vitesse sur le tracé du CP sont restées largement inchangées.

La construction de l'autoroute 30 (subdivision Lacolle P.M. 26,25) et la reconstruction du pont de la route 221 (P.M. 6,75) auront également modifié légèrement la géométrie des espaces adjacents à l'emprise du CP à ces endroits.

Le démantèlement du cœur de traversée avec la voie du CN à Delson aura également permis une plus grande fluidité dans la circulation des trains de banlieue sur cette subdivision. La comparaison des données (actuelles) du tableau 5 avec celles de 2003 montre qu'il y a une nette augmentation de l'exploitation des trains de banlieue Cadiac (8 à 18 trains) et des trains de l'AMT (46 à 55) sur les voies du CP. Cette augmentation substantielle de la circulation a un impact sur les infrastructures, même s'il y a récemment eu des ajouts à proximité de la gare Lucien-L'Allier.

2.1.15 Diagrammes de synthèse

Les diagrammes de synthèse présentés à l'annexe A1 résument pour l'essentiel l'information présentée dans ce rapport. Les informations marquées « Présent » se veulent une représentation schématique des principaux éléments de l'infrastructure et de l'exploitation affectant les vitesses sur le tracé ainsi que les possibilités d'y apporter des modifications.

2.2 TRACÉ DU CANADIEN NATIONAL

2.2.1 Données utilisées

À la suite de la demande de HMM, le CN a fait parvenir à l'équipe de projet les documents suivants :

- Les listes de ponts et de sauts-de-mouton sur les trois subdivisions et l'antenne à l'étude;
- Les listes de passages à niveau, publics et privés, sur le territoire dans son ensemble;
- La liste des aiguillages sur les subdivisions Rouses Point et l'antenne Massena;
- La liste des courbes sur les subdivisions Rouses Point et Swanton, ainsi que l'antenne Massena;
- Les profils de voie pour les subdivisions Rouses Point et St-Hyacinthe;
- Les diagrammes de voie pour les subdivisions Rouses Point, St-Hyacinthe et Swanton;
- Les plans de propriété couvrant le tracé du CN.

Une inspection du tracé a également eu lieu le 18 juin 2013. Un membre de l'équipe HMM a pu parcourir en véhicule rail-route les subdivisions Rouses Point et Swanton ainsi que l'antenne Massena. La visite a été documentée à l'aide de photos et de vidéo. Il a été impossible de circuler sur la subdivision St-Hyacinthe.

2.2.2 Survol du tracé

Le tracé empruntant l'emprise du CN à partir de la gare Centrale à Montréal jusqu'à la frontière américaine à Rouses Point couvre une distance totale de 47 milles (76 km). Il emprunte la partie ouest de la subdivision St-Hyacinthe jusqu'à son embranchement avec la subdivision Rouses Point aux abords de la gare de triage de Southwark, traversant la ville de Montréal et l'agglomération de Longueuil, soit les villes de St-Lambert, Longueuil et Brossard. Il prend ensuite vers le sud la subdivision Rouses Point et traverse les municipalités de La prairie dans la MRC du Roussillon, puis la ville de St-Jean-sur-Richelieu et les municipalités de St-Blaise-sur-Richelieu, St-Valentin et Lacolle dans la MRC du Haut-Richelieu.

À l'annexe A-2 se trouve le diagramme synthèse présentant une vue sommaire des caractéristiques principales du tracé principal du CN, celui empruntant les subdivisions St-Hyacinthe et Rouses Point. Les annexes A-3 et A-4 présentant quant-à-eux des vues sommaires de la subdivision Swanton et de l'antenne Massena.

2.2.2.1 Subdivision St-Hyacinthe

Le tracé du Canadien National est le plus achalandé sur la subdivision St-Hyacinthe. À la gare Centrale convergent les trains de banlieue exploités par l'AMT de la ligne Mont-St-Hilaire, les trains de VIA à destination de Québec, Halifax, Ottawa et Toronto, ainsi que les trains de la ligne Adirondack d'Amtrak à destination de New York via Rouses Point. À l'exception des trains de VIA en direction de l'Ontario, tous empruntent la totalité de la portion de la subdivision St-Hyacinthe comprise dans le tracé du CN.

À la sortie de la gare Centrale (P.M. 74.1) par son portail sud, les voies de la subdivision St-Hyacinthe sont surélevées sur la totalité de leur trajet jusqu'au pont Victoria, parcourant deux longues courbes ayant un impact certain sur les vitesses permises. C'est à la sortie de ces deux courbes et avant l'arrivée au pont Victoria (P.M. 72.2) que le tracé de la subdivision Montréal rejoint de l'ouest celui de la subdivision St-Hyacinthe et qu'une importante circulation de trains de marchandises s'ajoute aux trains de passagers et de banlieue.

À la **Figure 25**, le pont Victoria (P.M. 72.0 à 70.4) est un passage particulièrement achalandé du tracé du CN. Ce tronçon est particulièrement problématique dans la mesure où :

- La vitesse maximale sur ce pont est de 30 mi/h (48 km/h);
- La circulation sur la voie maritime du Saint-Laurent a priorité sur la circulation routière et ferroviaire sur ce pont;
- Ce pont se divise en deux sections près de la Rive-Sud où deux ponts levants, situés à proximité d'écluses et utilisées en alternance, permettent aux trains et aux véhicules de continuer à circuler lorsqu'un navire se présente. Toutefois, cela augmente les temps de parcours lorsque la diversion en amont (située à gauche dans la figure 25) est empruntée.

Tous ces éléments ont un impact sur la durée totale du trajet entre Montréal et New-York.



Figure 25 - Deux sections du pont levant enjambant la voie maritime au pont Victoria

Au sud du pont Victoria, la gare St-Lambert (**Figure 26**), utilisée à la fois par les trains de VIA, Amtrak, et ceux de l'AMT, se trouve au P.M. 70.26.

Au P.M. 69.29, le tracé passe sous le boul. Taschereau et longe la cours de triage Southwark. À l'extrémité est de cette cours de triage, le tracé rejoint la subdivision Rouses Point, au P.M. 68,10 de la subdivision St-Hyacinthe.



Figure 26 - Vue du pont Victoria à partir de la gare St-Lambert, P.M. 70,26

2.2.2.2 Subdivision Rouses Point

La subdivision Rouses Point est empruntée sur toute sa longueur par le train actuel d'Amtrak, l'Adirondack, jusqu'à la frontière américaine. Elle n'est pas très achalandée, mais nécessitera certaines améliorations pour permettre le passage de trains avec des vitesses augmentées.

La subdivision prend naissance au nord de la route 112-116 au P.M. 42,69 et enjambe celle-ci au moyen d'un pont ferroviaire présentant un fort degré de courbure. Entre cette première courbe et celle sise à partir du P.M. 40, l'emprise traverse un secteur fortement urbanisé, mais ne présentant que deux passages à niveau et un pont, ceux des rues Soucy (P.M. 41,64), Montée St-Hubert (P.M. 40,74), et du boul. Gaétan Boucher (P.M. 39,97).

Dans ce secteur, un drainage défectueux du ballast entraîne la dégradation importante des traverses et la fondation de la voie (**Figure 27**).



Figure 27 - Traverses en mauvais état et selle de rail où il manque des crampons vers le P.M. 42,0

Le tracé amorce une courbe prononcée après le passage à niveau du boul. Gaétan Boucher puis change de direction (sud-ouest) vers le pont routier de l'autoroute 10 au P.M. 37,55 traversant ainsi quatre passages à niveau publics, soit :

- Le boul. Maricourt (P.M. 39,87);
- Le boul. Payer (P.M. 39,16) (**Figure 28**);
- Le boul. Grande Allée (P.M. 38,61);
- La rue Lapinière (P.M. 37,62) (**Figure 29**).

Après le pont routier de l'autoroute 10 ainsi que le passage à niveau du boul. Rome (P.M. 37,04), le tracé rejoint l'antenne Massena, qui fait le lien entre la subdivision Rouses Point du CN et l'emprise du CP à Delson.



Figure 28 – Passage à niveau à quatre barrières au boul. Payer (P.M. 39,16)



Figure 29 – Passage à niveau de la rue Lapinière et du pont routier de l'autoroute 10 (P.M. 37,62)

Dans ce secteur, un développement urbain accéléré a eu lieu au cours de la dernière décennie, aménageant en quartiers résidentiels ce qui était des terres agricoles au début des années 2000.



Figure 30 - Le passage à niveau du boul. du Quartier (P.M. 35,57)



Figure 31 – Pont routier de la route 104 au P.M. 32,59

Dans le secteur du pont routier de la route 104, des signes évidents d'usure de l'épaulement par le passage de véhicules récréatifs sont visibles, tels qu'illustrés à la **Figure 32**.



Figure 32 - Insuffisance de l'épaulement et contamination du ballast vers le P.M. 32,0

Entre les P.M. 28,45 et 27,20, il existe une voie d'évitement d'importance primordiale pour la cohabitation des trains circulant à des vitesses différentes sur la subdivision Rouses Point : c'est la voie d'évitement de l'Acadie d'une longueur de 6 060 pieds (1.85 km).

De plus, deux cœurs de croisement dits « à pattes de lièvres mobiles » (*spring frog*) seront à remplacer afin de permettre l'augmentation des vitesses au niveau de la subdivision Rouses Point.



Figure 33 - Cœur de croisement à pattes de lièvre mobiles

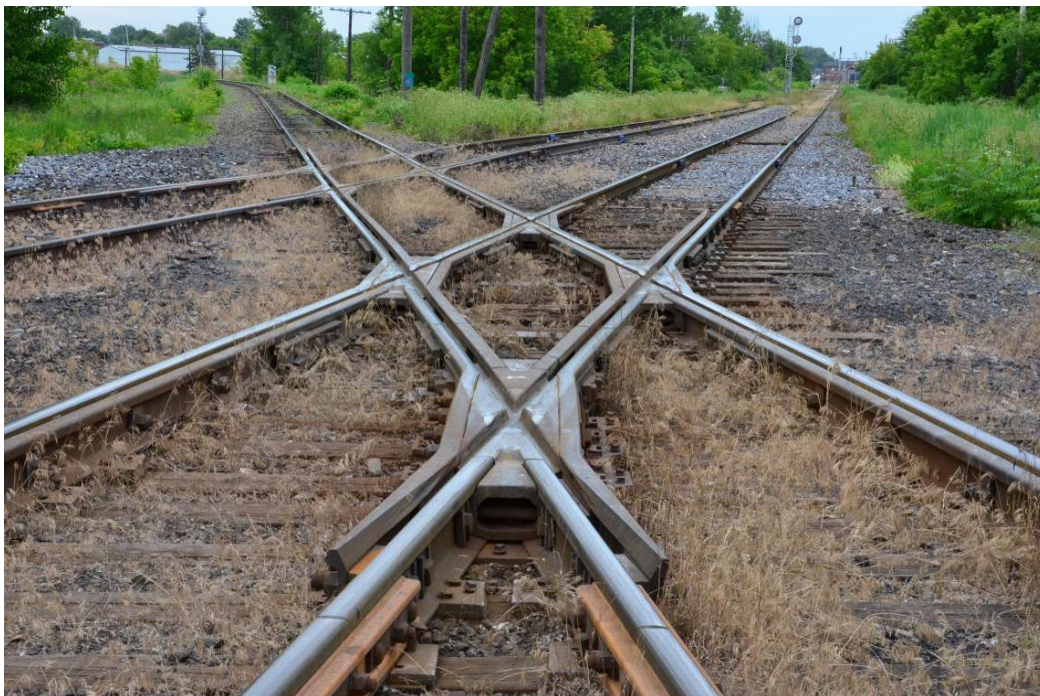


Figure 34 – Cœur de traversée de la voie du CP au P.M. 23,17

À l'approche de la ville de St-Jean, passé le cœur de traversée avec la voie du CP (**Figure 34**), le nombre de passages à niveau publics augmente fortement. Entre les P.M. 23,0 et 24,0, six passages à niveau équipés de feux et de cloches sont distants de 0,11 milles (175 mètres) en moyenne (**Figure 35**).



Figure 35 – Passages à niveau des rues St-Jacques et Cousins Nord
(photo prise à partir du boul. du Séminaire, P.M. 22,71)

À certains endroits dans la ville de St-Jean, des bâtiments privés s'approchent à moins de quatre mètres de la voie (**Figure 36**).



Figure 36 – Bâtiment privé sur la rue Laurier, P.M. 22,3

En plus des passages à niveau publics dans la ville de St-Jean-sur-Richelieu, le club de golf St-Jean Ltée offre aux joueurs deux passages à niveau non-protégés pour passer d'un trou à l'autre.



Figure 37 – Passage à niveau privé au Club de Golf de St-Jean au P.M. 20,44

Une fois la ville de St-Jean passée, le tracé du CN sur la subdivision Rouses Point est entièrement rectiligne jusqu'à l'approche de la gare de Rouses Point dans l'État de New York.



Figure 38 – Usure de l'épaulement vers le P.M. 20,0

Au sud de la ville de St-Jean se trouve une section de rail soudé.



Figure 39 – Tronçon de rail soudé vers le P.M. 19,0



Figure 40 – Passage à niveau de la rue Principale à Saint-Blaise-sur-Richelieu, P.M. 15,71



Figure 41 – Passage à niveau public de la Montée de l'Église à Saint-Blaise-sur-Richelieu, P.M. 15,38



Figure 42 – Train Adirondack d’Amtrak approchant le passage à niveau du chemin 3^e ligne, P.M. 10,78

L’aiguillage de l’embranchement de la subdivision Swanton est normalement orienté pour les mouvements allant dans la même direction, et non pour les mouvements continuant sur la subdivision Rouses Point (Deuxième aiguille visible sur la **Figure 43**).

Ceci entraîne que tout train allant vers Rouses Point doit s’arrêter avant l’embranchement, afin qu’un opérateur descende pour tourner l’aiguillage en direction de Rouses Point. Une fois que le train a franchi l’embranchement, l’opérateur doit redescendre du train afin de remettre l’aiguillage dans sa direction normale, avant de poursuivre sa route.

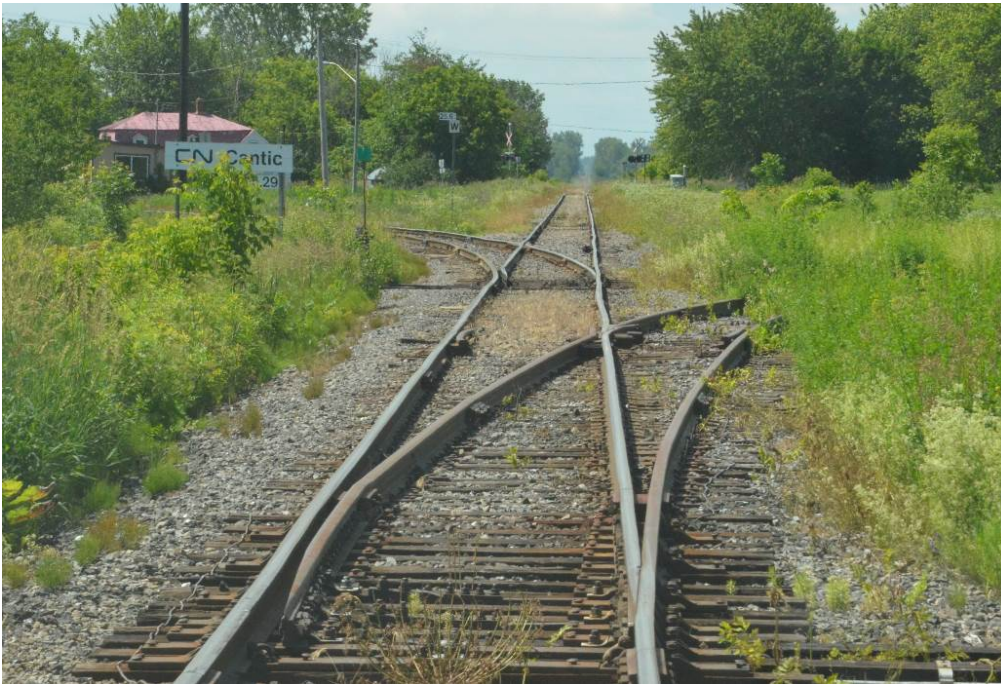


Figure 43 – Branchements successifs de l'antenne industrielle Lacolle (démantelée) et de la subdivision Swanton à Cantic au P.M. 5,3
(vue vers le sud, antenne Lacolle à droite)



Figure 44 – Vue à partir de la frontière Canada-États-Unis vers le sud

2.2.2.3 Subdivision Swanton

La subdivision Swanton prend naissance à la jonction avec la subdivision Rouses Point à Cantic (P.M. 25,6) et se termine au sud de la frontière américaine au P.M. 15,6, où elle rejoint le New England Central Railroad (NECR), propriété de Genesee & Wyoming Inc. Il s'agit d'une courte subdivision dans un secteur essentiellement rural.

La subdivision Swanton ne présente que des vitesses de 25 et de 10 mi/h. Des défauts d'espacement des rails, de qualité de la surface de roulement, ainsi que de qualité du ballast et des traverses sont apparents sur toute sa longueur.

Une zone problématique de la subdivision Swanton se retrouve au niveau de son pont tournant enjambant la rivière Richelieu au P.M. 24,3 (**Figure 45** à **Figure 48**), qui n'est pas signalisé et qui ne dispose pas d'un mécanisme de commande à distance.

Le pont est toujours en position ouverte pour permettre la circulation maritime, et à l'approche d'un train, l'employé (le pontier) opère le pont à partir de son bureau au sommet de la superstructure pour lui créer un accès. Quand le pontier n'est pas en fonction, le train doit s'arrêter pour permettre la vérification de la position du pont avant de s'y engager. De plus la vitesse maximale permise sur ce pont est de 10 mi/h, ce qui représente un réel défi pour l'augmentation de la vitesse des trains aux alentours du pont.



Figure 45 – Pont tournant au P.M. 24,3



Figure 46 – Pont tournant au P.M. 24,3
(vu de la route 202)

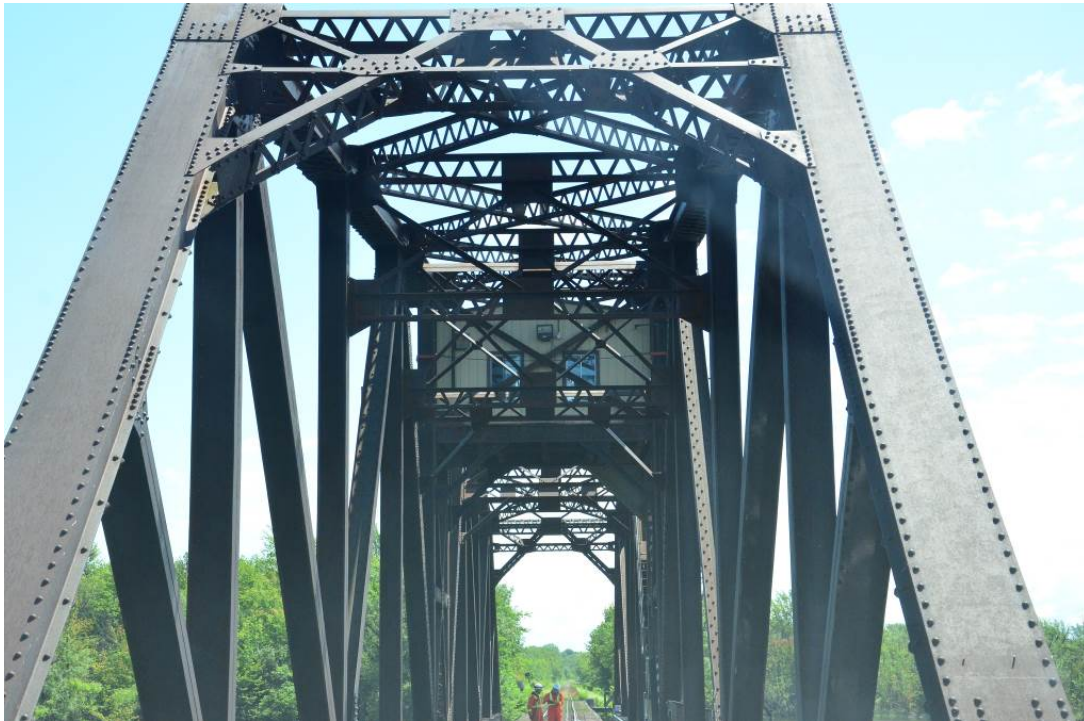


Figure 47 – Cabane du pontier au sommet de la superstructure du pont

De plus, le pont tournant présente des équipements propres à sa nature qui pourrait nécessiter une remise à niveau advenant l'instauration de limites de vitesses accrues.



Figure 48 - «Coin» de rail utilisé

Le tracé emprunte ensuite des structures avant d'atteindre la frontière américaine :

- Le pont enjambant les deux bras de la rivière Richelieu au P.M. 24,3 et 24,1;
- Les passages à niveau avec feux et cloches installés aux quatre intersections soit :
 - o Le ch. Du Bord de l'eau;
 - o La route 225;
 - o Le ch. De la Concession 4;
 - o Le chemin Wolfe Ridge, au P.M. 18,8 (soit 0,1 P.M. au Nord de la frontière).

Pour finir le tracé passe à travers cinq passages à niveau publics en sol américain dans la subdivision Swanton, jusqu'au P.M. 15,51.

Outres les passages à niveau publics, deux passages à niveau privés sont à signaler : celui de la Marina (ch. McGee), au P.M. 24,5 et celui de la Montée Létourneau, au P.M. 21,0.

2.2.2.4 Antenne Massena

Contrairement à la subdivision Swanton qui se trouve en zone rurale, l'antenne Massena est située en territoire urbain. Son extrémité nord rejoint la subdivision Rouses Point au P.M. 36,3. Elle traverse successivement, du nord au sud, les villes de Brossard, La Prairie, Candiac et Delson.

Des passages à niveau publics se situent aux boul. Des Prairies et Matte (**Figure 49**), aux points milliaires 83,7 et 83,3 respectivement, dans un secteur résidentiel et industriel. Un pont enjambe la rivière St-Jacques au P.M. 82,8.



Figure 49 – Passage à niveau au boul. Matte, P.M. 83,3

À partir du passage à niveau du ch. de St-Jean (route 104) le tracé de l'antenne passe entre deux zones distinctes: une zone industrielle du côté est et une zone résidentielle du côté ouest. De part et d'autre de ce passage à niveau, on retrouve deux passages piétonniers aménagés pour les cyclistes avec chicane et indicateur de passage à niveau, aux points milliaires 82,30 et 81,48 (**Figure 50**).



Figure 50 – Chicane pour vélos au passage piétonnier du P.M. 82,30

Suivent les passages à niveau des chemins St-José et Goyer (P.M. 80,78 et 80,25), puis celui de la rue Montcalm, qui coïncide à peu près avec le pont autoroutier de l'autoroute 15 (P.M. 79,51 et 79,40), visible à la **Figure 51**.



Figure 51 – Pont routier de l'autoroute 15, P.M. 79,40



Figure 52 – Passage à niveau rue des Flandres, P.M. 78,79



Figure 53 – Pont ferroviaire enjambant la route 132 au P.M. 78,38



Figure 54 – Cœur de croisement auto-protégé au P.M. 78,22

Les voies du CN qui croisaient celles du CP à Delson ont été démantelées à quelques dizaines de mètres de celles-ci (**Figure 55**).



Figure 55 – Fin de l'antenne Massena, au P.M. 77,24, avec voies et signaux du CP en arrière-plan

2.2.3 Courbes

Tracé principal

Le tracé du CN présente dans sa partie nord un nombre élevé de courbes relativement contraignantes, alors que dans sa partie sud, à partir de la ville de St-Jean-sur-Richelieu jusqu'à la frontière, on n'en compte aucune (**Tableau 6**).

Dès la sortie de la gare Centrale, le tracé rencontre une courbe de 6 *degrés par 100 pieds*⁴ suivie d'une autre courbe de même magnitude qui mène ensuite au pont Victoria.

Le pont Victoria comporte deux voies de façon à ne pas interrompre les opérations ferroviaires lors du passage d'un navire dans l'écluse de St-Lambert. La voie divergente présente des courbes très prononcées également.

Sur la rive-sud du fleuve St-Laurent, quatre courbes de première importance jalonnent le tracé du CN jusqu'à la ville de St-Jean, soit celles de l'embranchement avec la subdivision Rouses Point (P.M. 42,69), du boul. Gaétan-Boucher (P.M. 39,97), de l'embranchement avec l'antenne Massena (P.M. 36,28) et de la rue Jacques-Cartier à St-Jean-sur-Richelieu (P.M. 22,25).

⁴ Voir encart à la section 2.1.3 portant sur l'unité de mesure du degré de courbure

Courbes CN			
Subdivision	Mille début	Mille fin	Degré de courbure (deg./100pi)
CN-St-Hyacinthe	73.40	73.63	6.00
	73.25	73.28	3.00
	72.62	73.09	6.00
	72.26	72.29	2.00
	72.15	72.25	5.00
	71.97	72.02	2.00
	70.23	70.26	3.20
	69	69.9	0.50
CN-Rouses Point	42.67	42.69	5.07
	42.52	42.67	7.25
	39.54	39.95	4.82
	38.47	38.59	2.38
	38.29	38.43	2.60
	37.55	37.76	2.92
	35.89	36.28	2.97
	30.73	31.01	2.32
	22.50	22.65	1.98
	22.29	22.39	0.50
	22.05	22.25	6.42
	21.96	22.31	1.40
	21.66	21.89	2.00
	21.48	21.63	2.38
CN-Swanton	25.29	25.57	4.48
	24.8	25.28	1.00
	24.72	24.77	0.13
	23.5	24.01	0.97
	21.56	22.07	0.97
CN-Antenne Massena	82.59	82.61	6.00
	82.15	82.59	2.00
	81.5	81.78	2.00
	77.89	78.09	2.00
	76.36	76.4	2.03

Tableau 6 : Position des courbes sur le tracé CN

L'antenne Massena et la subdivision Swanton présentent chacune quelques courbes qui pourraient avoir une incidence sur la vitesse des trains, dont dans chaque cas la courbe à la plus près du branchement avec la

subdivision Rouses Point, soit au P.M. 82,6 de l'antenne industrielle Massena, et au P.M. 25,29 de la subdivision Swanton.

2.2.4 Aiguillages

Tracé principal

Les aiguillages empruntés en sens *divergeant* sont ceux qui peuvent affecter la vitesse des trains. Sur le tracé du CN, outre les aiguillages servant à changer de voie sur voie multiple, les embranchements importants sont ceux situés à la jonction des subdivisions Rouses Point et St-Hyacinthe ainsi que celui à la jonction des subdivisions Rouses Point et Swanton. Ce dernier aiguillage présente un intérêt particulier : bien que sa direction divergente soit celle de l'embranchement Swanton, il est dans sa position *normale* lorsqu'il est dans sa position divergente. Ceci signifie que si le train se déplaçant en direction sud désire rester sur la subdivision Rouses Point au sud de l'embranchement, comme c'est présentement le cas avec le train Adirondack, l'aiguillage doit être manœuvré avant et après le passage du train. S'il veut emprunter la subdivision Swanton, il n'a pas à s'arrêter mais doit ralentir à la vitesse prescrite pour cet aiguillage.

Tracés alternatifs

Outre les aiguillages les reliant au tracé principal du CN, ni l'antenne Massena ni la subdivision Swanton ne présentent d'aiguillages ayant une incidence sur les vitesses permises.

2.2.5 Passages à niveau

Tracé principal

Sur la partie empruntée par le train Adirondack, la subdivision St-Hyacinthe ne compte qu'un passage à niveau public, équipé de feux, d'un avertisseur sonore et de barrières. Ensuite le tronçon de la subdivision Rouses Point menant à la ville de St-Jean-sur-Richelieu en compte quatorze, dont un bon nombre est équipé de barrières ().

Dans le **Tableau 7**, les passages à niveau publics protégés uniquement par un *indicateur de passage à niveau* sont marqués **CSA** (Croix de St-André), par des feux et un avertisseur sonore **FS** et ceux protégés par des feux, un avertisseur sonore et une ou plusieurs barrières sont marqués par **FSB**.

Un système de détection est aussi lié au passage à niveau. On distingue deux principales catégories : les détecteurs à distances d'approche fixes (**DAF**)⁵ ainsi que les détecteurs à temps constant (**DTC**)⁶

CN Passages à niveau publics					
Subdivision	Point milliaire	Municipalité	Voie traversée ou plus proche	Type de détection	Type de Protection
CN-St-Hyacinthe	69.51	Longueuil	Rue St-Georges		FSB
CN-Rouses Point	42.59	Longueuil	Bretelle nord 116	DAF	FSB
	42.55	Longueuil	Bretelle sud 116	DAF	FSB
	41.64	Longueuil	Rue Soucy	DAF	FSB
	40.74	Longueuil	Montée St-Hubert	DAF	FSB
	40.51	Longueuil	Rue Aurèle (piétons)	DTC	FS
	39.87	Longueuil	Boul. Maricourt	DAF	FS
	39.16	Longueuil	Boul. Payer	DTC	FSB
	38.61	Longueuil	Boul. Grande-allée	DAF	FSB
	37.62	Brossard	Rue Lapinière	DTC	FSB
	37.04	Brossard	Boul. Rome	DTC	FSB
	35.99	Brossard	Boul. des Prairies	DAF	FS
	35.57	Brossard	Boul. du Quartier	DTC	FSB
	33.97	La Prairie	Chemin Fontarabie	N/A	CSA
	31.62	La Prairie	Chemin de la Bataille	DAF	FS
	29.03	St-Jean-sur-Richelieu	Chemin Ruisseau des Noyers	DAF	FS
	28.49	St-Jean-sur-Richelieu	Chemin Grand-Prés	DTC	FSB
	24.58	St-Jean-sur-Richelieu	Bd Grand Bernier	DTC	FSB

⁵ Les détecteurs à distances d'approche fixe sont composés de système DC ou système AC-DC

⁶ Les détecteurs à temps constant sont aussi connus sous le nom de constant warning time (CWT) en anglais.

CN Passages à niveau publics (suite)

Subdivision	Point milliaire	Municipalité	Voie traversée ou plus proche	Type de détection	Type de Protection
CN-Rouses Point	23.99	St-Jean-sur-Richelieu	Boul. Industriel	DTC	FSB
	23.47	St-Jean-sur-Richelieu	Rue St-Louis	DTC	FSB
	22.71	St-Jean-sur-Richelieu	Rue St-Jacques	DAF	FS
	22.67	St-Jean-sur-Richelieu	Rue Cousin	DAF	FS
	22.53	St-Jean-sur-Richelieu	Rue Bouthillier	DAF	FS
	22.38	St-Jean-sur-Richelieu	Rue Mercier	DAF	FS
	22.30	St-Jean-sur-Richelieu	Rue Laurier	DAF	FS
	22.15	St-Jean-sur-Richelieu	Rue Frontenac	DAF	FS
	21.57	St-Jean-sur-Richelieu	Rue Vannier	DTC	FSB
	20.10	St-Jean-sur-Richelieu	Rue Carillon	DAF	FSB
	19.59	St-Jean-sur-Richelieu	Bd du séminaire	DAF	FS
	17.91	St-Blaise	Montée de la cannerie	DAF	FS
	15.71	St-Blaise	Rue Principale	DAF	FS
	15.38	St-Blaise sur Richelieu	Montée de l'église	DAF	FS
	13.38	St-Blaise	Chemin 2e ligne	DAF	FS
	10.78	St-Valentin	Chemin 3e ligne	DAF	FS
	9.68	St-Valentin	Chemin 4e ligne	DAF	FS
	9.10	St-Valentin	Rang St-Georges	DAF	FS
	7.61	St-Valentin	Montée Hay	DAF	FS
	7.33	St-Valentin	Rang Pierreville Nord	DAF	FS
	6.23	St-Valentin	Rang Pierreville Sud	DAF	FS
	5.67	Notre Dame du Mont-Carmel	Montée Bowman	DAF	FS
	5.37	Lacolle	Route 202	DAF	FS
	5.12	Lacolle	Route #223	-	FS
	3.54	Lacolle	Rang d'Odelton	-	FS
	1.20	Lacolle	Rang d'Edgerlon	-	FS

CN Passages à niveau publics (fin)					
Subdivision	Point milliaire	Municipalité	Voie traversée ou plus proche	Type de détection	Type de Protection
CN-Swanton	25.38	Lacolle	Route 223	DAF	FS
	23.87	Noyan	Chemin bord de l'eau	DAF	FS
	22.88	Noyan	Chemin 3e concession	DAF	FS
	21.76	Noyan	Chemin 4e concession	DAF	FS
	18.81	Clarenceville	Chemin Wolfe Ridge	DAF	FS
CN-Antenne Massena	83.71	Brossard	Boul. des Prairies	DAF	FS
	83.30	Brossard	Boul. Matte	DTC	FSB
	82.30	La Prairie	Rue de la Mennais (piétons)	N/A	CSA
	81.66	La Prairie	Chemin St-Jean (route 104)	DTC	FS
	81.48	La Prairie	Rue Levée (piétons)	N/A	CSA
	80.78	La Prairie	Rue St-José	DAF	FS
	80.25	La Prairie	Boul. Goyer	DAF	FS
	79.51	Candiac	Boul. Montcalm	DTC	FS
	78.79	Candiac	Rue des Flandres	DTC	FSB
	78.15	Candiac	Rue la liberté	DAF	FS
	77.93	Delson	Boul. St-François Xavier	DAF	FS
	77.62	Delson	Rue Principale	DAF	FS

Tableau 7 : Liste des passages à niveau public sur le tracé du CN

La ville de St-Jean-sur-Richelieu elle-même en compte également quatorze, dont six sur le tronçon situé entre les P.M. 22,71 et 22,15, soit à une distance moyenne de 180 mètres les uns des autres, et dont aucun n'est équipé de barrières.

La densité des passages-à-niveau publics est illustrée au moyen d'un graphique montrant leur nombre par mille de voie (**Figure 56** Nombre de passages à niveau privés sur le tracé CN (subdivision Rouses Point). Leur nombre atteint 6 par mille entre les P.M. 8 et 9.

Autres tracés

La subdivision Swanton compte cinq passages à niveau publics tous équipés de feux et d'un avertisseur sonore. L'antenne Massena en compte une plus grande concentration, soit douze sur ses 7 milles (11.2 km), dont deux équipés de barrières.

En ce qui concerne les passages à niveau privés et de fermes, leur nombre est moindre sur le tracé du CN que sur le tracé du CP, mais reste considérable néanmoins, atteignant sur certains tronçons une densité de cinq passages à niveau et plus par mille (**Figure 57**).

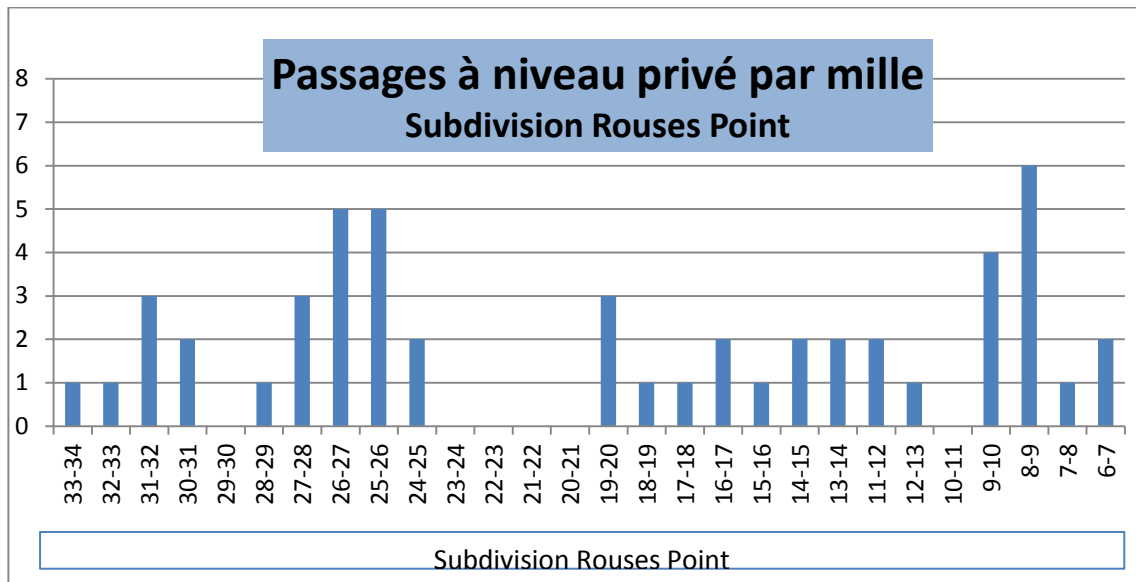


Figure 56 Nombre de passages à niveau privés sur le tracé CN (subdivision Rouses Point)

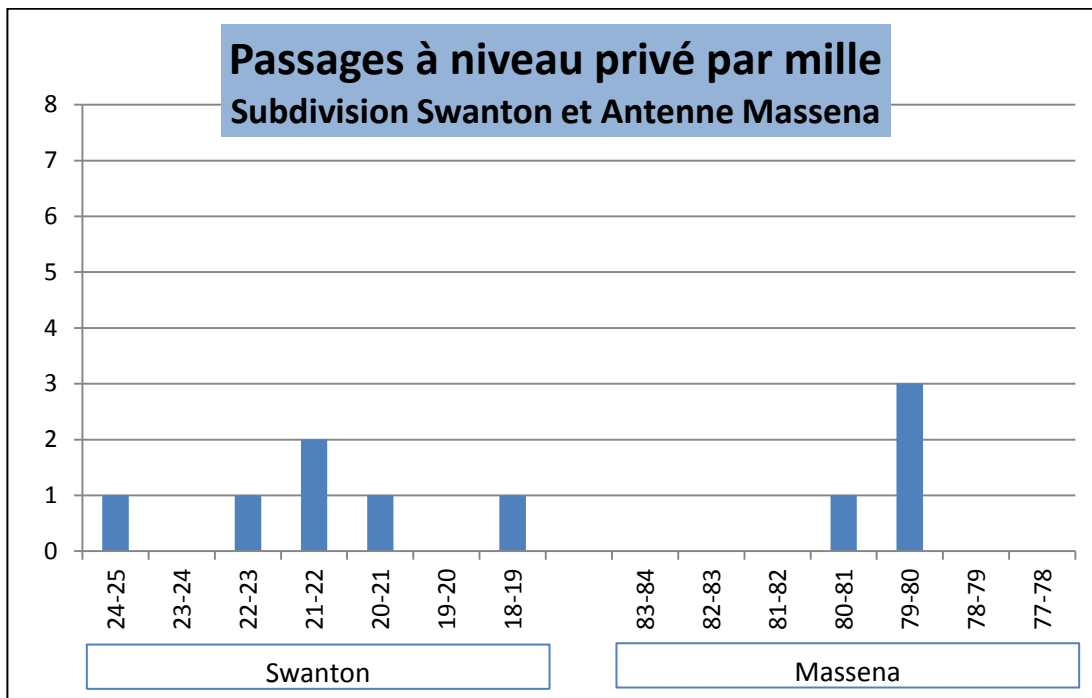


Figure 57 – Liste des passages à niveau privé sur le tracé CN (subdivision Swanton et antenne Massena)

2.2.6 Ponts et structures

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des ponts, routiers et ferroviaires, sur le tracé du CN.

Tableau récapitulatif des ponts du CN				
Subdivision	Point milliaire	Obstacle franchi	Longueur totale (m)	Ferroviaire ou routier
CN-St-Hyacinthe	73.94	Rue St-Antoine	34*	F
	73.88	Rue St-Jacques	22*	F
	73.79	Rue Notre-Dame	22*	F
	73.76	Rue St-Maurice	21*	F
	73.71	Rue St-Paul	17*	F
	73.65	Rue William	18*	F
	73.57	Rue Ottawa	18*	F
	73.45	Rue Wellington	35*	F
	73.42	Rue Smith & Ann	26*	F
	73.37	Rue Peel/de la Commune	74*	F
	73.19	Canal Lachine	114*	F
	73.15	Piste cyclable		F
	72.92	Rue Bridge	22*	F
	72.8	Voies ferrées	19*	F
	72.7	Passage fermé		F
	72.35	Passages piétonniers		F
	72.16	Route #112		F
	72.03	Autoroute B		F
	71.4	Fleuve St-Laurent	2 060*	F
	70.65	Route 132	61*	F
	70.61	Rue Riverside	16*	F
	70.42	Piste cyclable		F
	70.31	Rue Prince-Arthur	22*	F
	70.21	Av. Victoria	24*	F
	69.29	Boul. Taschereau		R

(*) Longueur estimée

Tableau récapitulatif des ponts du CN (suite)

Subdivision	Point milliaire	Obstacle franchi	Longueur totale (m)	Ferroviaire ou routier
CN-Rouses Point	42.57	Route 116	50*	R
	39.97	Bd Gaétan Boucher	30*	R
	37.55	Autoroute 10	20* & 15*	R
	35.08	Autoroute 30	2 x 30*	R
	35	Ruisseau Brosseau	12*	F
	34.3	Ruisseau	20*	F
	32.59	Chemin St-Jean (rte 104)	18*	R
	31.2	Ruisseau	8*	F
	28.7	Ruisseau l'Acadie	30*	F
	27.9	Ruisseau Pine bush	20*	F
	26.96	Ruisseau	12*	F
	22.80	Boul. du Séminaire	10*	F
	21.5	Ruisseau	12*	F
	20.8	Ruisseau Montgomery	18*	F
	9.9	Ruisseau Stottsville	12*	F
	7.5	Ruisseau Pierreville	18*	F
	5.6	Rivière Lacolle	30*	F
CN-Swanton	24.3	Rivière Richelieu	300*	F
	24.1	Rivière Richelieu	75*	F
	19.6	Ruisseau	12*	F
CN-Antenne Massena	82.8	Rivière St-jacques	30*	F
	79.4	Route 15		R
	78.38	Route 132	100*	F
	77.7	Rivière la tortue	29*	F

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des ponts sur le tracé CN

(*) Longueur estimée

De tous les ponts présentés au **Tableau 8**, le plus important de par sa longueur ainsi que de par son impact opérationnel est le pont Victoria. La vitesse sur le pont Victoria est basse et la circulation y est d'autant plus complexe qu'il se trouve sur le tronçon de voie du CN le plus achalandé de la région de Montréal et que les mouvements maritimes dans l'écluse doivent être pris en compte.

D'autres ponts ferroviaires sont importants et à citer dans le cadre de ce rapport, notamment ceux enjambant les routes 112-116 près de Southwark et celui du boul. du Séminaire à St-Jean.

2.2.7 Configuration des voies

À la sortie de la gare Centrale, le train Adirondack d'Amtrak doit emprunter l'une des trois voies côté « Nord » menant aux voies de quai 13 à 22; les autres voies étant réservées à l'usage des trains de banlieue. À partir de la rue Wellington, les voies disponibles aux trains passagers sont au nombre de deux, et la subdivision St-Hyacinthe demeure en voie double sur toute sa longueur. Les autres tronçons du CN étudiés ici sont tous en voie simple. La subdivision Rouses Point dispose de deux voies d'évitement, à L'Acadie 5 780 pieds (1.76 km) et St-Jean 5 200 pieds (1.58 km).

2.2.8 État de la signalisation et des communications

Un système de contrôle des trains par enclenchement, soit un système automatisé permettant de coordonner de façon sécuritaire les mouvements des trains entre eux ainsi qu'avec des facteurs extérieurs tels les mouvements sur la Voie maritime et l'état de la diversion du pont Victoria, est en service pour tous les mouvements sur la subdivision St-Hyacinthe entre la gare Centrale et la gare de St-Lambert. La subdivision St-Hyacinthe est pourvue de Commande Centralisée de la Circulation (CCC) sur le reste de sa longueur. La subdivision Rouses Point profite d'un prolongement du système CCC qui régit la subdivision St-Hyacinthe jusqu'à Cannon, soit sur 0,2 milles (320 m). Pour le reste du trajet jusqu'au P.M. 2,0, le régime de régulation de l'occupation de la voie (ROV), est en vigueur. À l'approche de la frontière et de la jonction avec les voies du CP à Rouses Point, la permission doit être obtenue du contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) du CP avant de procéder.

La subdivision Swanton est contrôlée au moyen d'un système ROV. L'antenne Massena opère également selon un système ROV.

Le système de télécommunications est constitué d'une infrastructure de radio permettant une communication en simplex avec le CCF, mais également entre les équipes de trains et les équipes d'entretien directement, mais cette dernière couverture n'est pas disponible sur une partie du territoire.

2.2.9 État de l'infrastructure voie

La voie sur la subdivision St-Hyacinthe est de catégorie 5, la plus haute catégorie pour des voies ferrées au Canada. Cela implique une haute qualité de l'infrastructure et des pratiques d'entretien maximales. Ceci n'a pas pu être vérifié sur place cependant, puisqu'il a été impossible de faire l'inspection de la voie sur cette subdivision.

La subdivision Rouses Point, de catégorie 3, présente quelques défauts d'infrastructure qui devraient être corrigés pour permettre le passage de trains plus rapides. Des lacunes au niveau de la fondation de la voie sont nombreuses, telles la contamination du ballast, l'usure des épaulements de la voie et des traverses défectueuses. De plus, les nombreuses sections de rail courtes ont des conséquences sur la qualité de la surface de roulement.



Figure 58 – Dégradation de l'assise de la voie sous l'action du pompage sur la subdivision Rouses Point



Figure 59 – Pompage et présence de boue et de végétation vers le P.M. 37,0



Figure 60 – Effet de la succession de courtes sections boulonnées sur le profil de la surface de roulement vers le P.M. 35,55



Figure 61 – Usure visible de l'épaulement due au passage de véhicules récréatifs, P.M. 32,0



Figure 62 – Surface de roulement inégale vers le P.M. 27,0



Figure 63 – Surface de roulement inégale et sections de rail courtes vers le point milliaire 5,0



Figure 64 – État dégradé de la fondation de la voie au P.M. 3,5

La subdivision Swanton est entretenue suivant des normes qui semblent cohérentes avec une voie de catégorie 2. Un certain nombre de défauts ont cependant été observés sur cette subdivision également, dont de fréquentes traverses défectueuses.



Figure 65 – Ballast contaminé et traverses marquées pour être remplacées vers le P.M. 25,0

L'antenne Massena, de catégorie 1, présente une qualité de voie et d'infrastructure acceptable. On y retrouve cependant également des éléments d'infrastructure, par exemple les cœurs de croisement à patte de lièvre inappropriés qui devraient être changés si l'on veut y augmenter la vitesse des trains.

2.2.10   tat de l'électrification actuelle

La seule section de voie électrifiée sur le tracé du CN se situe dans la gare Centrale et au sud de celle-ci, jusqu'au point milliaire 73,28 de la subdivision St-Hyacinthe.

2.2.11 Récapitulation des limites de vitesses actuelles

Le **Tableau 9** ci-dessous recense les limites de vitesse présentement en vigueur sur le tracé du CN.

Vitesse limite – Trains passagers					
Subdivision	Mille début	Mille fin	Direction	Vitesse limite (mi/h)	Vitesse limite (km/h)
CN-St-Hyacinthe	74.25	73.90	2 sens	10	16
	73.90	73.70	2 sens	20	32
	73.70	70.30	2 sens	30	48
	70.30	69.51	Ascendant	75	120
	70.30	69.51	Descendant	60	96
	69.51	68.90	2 sens	75	120
	68.90	68.10	2 sens	95	152
CN-Rouses Point	42.70	42.59	Ascendant	50	80
	42.70	42.59	Descendant	10	16
	42.59	42.50	Ascendant	10	16
	42.59	42.50	Descendant	50	80
	42.50	42.20	Ascendant	15	24
	42.50	42.20	Descendant	50	80
	42.20	40.06	2 sens	50	80
	40.06	39.90	Ascendant	50	80
	40.06	39.90	Descendant	15	24
	39.90	39.60	2 sens	15	24
	39.60	36.30	2 sens	50	80
	36.30	35.90	2 sens	15	24
	35.90	24.60	2 sens	50	80
	24.60	22.70	2 sens	35	56
	22.70	22.00	2 sens	10	16
	22.00	5.67	2 sens	50	80
	5.67	5.37	2 sens	40	64
	5.37	5.29	Descendant	50	80
	5.29	5.11	Descendant	10	16
	5.37	5.11	Ascendant	25	40
	5.11	5.11	2 sens	10	16
	5.11	1.20	2 sens	50	80
	1.20	0.00	2 sens	10	16

Vitesse limite – Trains passagers					
Subdivision	Mille début	Mille fin	Direction	Vitesse limite (mi/h)	Vitesse limite (km/h)
Swanton	24.30	24.30	2 sens	10	16
	24.30	18.70	2 sens	25	40
CN-Antenne Massena	83.97	83.90	2 sens	10	16
	83.90	81.40	2 sens	25	40
	81.40	80.70	2 sens	10	16
	80.70	77.30	2 sens	25	40

Tableau 9 : Limites de vitesse sur le tracé CN

2.2.12 Endroits problématiques pour l'augmentation de vitesse

Les emplacements problématiques en ce qui concerne l'augmentation des vitesses sont les suivants :

- Toute la partie de la subdivision St-Hyacinthe, comprise entre le pont Victoria et la gare Centrale, principalement en raison de la forte courbure des voies et de la difficulté à les rectifier en raison de l'environnement urbain avoisinant;
- Le pont Victoria lui-même, en raison des restrictions imposées et du fort achalandage qui tend à uniformiser les vitesses des trains qui y circulent;
- La courbe à l'embranchement de la subdivision St-Hyacinthe et Rouses Point, étant donné le pont ferroviaire qui limite les possibilités de la réaligner;
- La courbe à l'embranchement de l'antenne Massena et de la subdivision Rouses Point, en raison du développement résidentiel à l'intérieur de la courbe;
- Toute la zone densément peuplée de Saint-Jean-sur-Richelieu, étant donnés les nombreux passages à niveau et les bâtiments situés très près de la voie.

2.2.13 Exploitation actuelle

L'utilisation actuelle des voies est très variable selon le tronçon observé :

- La section immédiatement au sud de la gare Centrale (CN-St-Hyacinthe - gare Centrale à Cape) voit 59 trains en exploitation par jour (seulement des trains de passagers);
- Sur le tronçon suivant (CN-St-Hyacinthe - Cape à Southwark), 53 trains sont en exploitation (dont 27 trains de passagers et 26 trains de marchandises qui empruntent le pont Victoria);
- Les subdivisions Rouses Point, Swanton et l'antenne Massena ne reçoivent que peu de trains.

Le **Tableau 10** donne des détails de l'utilisation des voies du CN.

Exploitation actuelle						
Subdivision	AMT - Mont-St- Hilaire	VIA - Est	VIA - Ouest	Amtrak	Marchandises	Total
CN-St-Hyacinthe - gare Centrale à Cape	14	11	32	2	0	59
CN-St-Hyacinthe - Cape à Southwark	14	11	0	2	26	53
CN - Rouses Point - Southwark à Brossard	0	0	0	2	8	10
CN - Rouses Point - Brossard à Cantic	0	0	0	2	8	10
CN - Rouses Point - Cantic à Rouses Point	0	0	0	2	8	10
CN – Swanton	0	0	0	0	4	4
CN – Massena	0	0	0	0	2	2

Tableau 10 : Utilisation des voies du CN

2.2.14 Différences observées depuis 2003

Depuis 2003, plusieurs changements ont eu lieu sur le tracé du CN. Le plus important, le nombre de trains de banlieue empruntant la subdivision St-Hyacinthe a presque doublé, et le nombre de trains de marchandises a également augmenté. Le nombre de trains parcourant le tronçon de voie entre la gare Centrale et le secteur Pointe Saint-Charles, où sera construit le centre d'entretien de l'AMT, est appelé à connaître encore une augmentation considérable de son achalandage.

Un certain nombre de passages à niveau ont été remplacés, particulièrement dans le secteur de Brossard.

Plusieurs tronçons de voie ont été démantelés: l'antenne Lacolle, qui apparaît comme la continuation de la subdivision Swanton à l'ouest de Cantic, ainsi que le croisement de l'antenne Massena avec les voies du CP à Delson, l'antenne se terminant aujourd'hui à l'est des voies de la subdivision Lacolle, au P.M. 77,1. L'embranchement Granby également, dont il ne reste que la courbe homonyme à l'endroit où se trouvait le branchement. Également, les limites de vitesse ont été relevées sur le pont Victoria et sur certaines sections de la subdivision St-Hyacinthe.

Enfin, l'environnement physique de l'emprise du tracé a considérablement changé en maints endroits : certaines voies se trouvant au milieu de champs en 2003 sont maintenant en zone urbaine. L'autoroute 30 a été construite, ce qui a aussi pour effet de contraindre la voie ferrée à son emprise actuelle, limitant les possibilités de modification à sa géométrie.

2.2.15 Diagrammes de synthèse

Les diagrammes de synthèse présentés à l'annexe A1 résument pour l'essentiel l'information présentée dans ce rapport. Les informations marquées « Présent » se veulent une représentation schématique des principaux éléments de l'infrastructure et de l'exploitation affectant les vitesses sur le tracé ainsi que les possibilités d'y apporter des modifications.

3 PROBLÉMATIQUES ET MESURES CORRECTRICES ENVISAGÉES

L'exploitation d'une ligne de chemin de fer en territoire rural, suburbain et urbain pose un certain nombre de défis liés à des problématiques ayant un impact sur les vitesses de circulation sécuritaire des trains. Cette section vise à fournir quelques notions qui permettront de mieux comprendre ces enjeux dans la suite du présent rapport.

3.1 COURBES

Un tracé de chemin de fer peut être décrit comme étant une suite de sections de voies rectilignes jointes entre elles par des courbes. Ces courbes, lorsqu'elles se trouvent sur des voies principales, comportent généralement un minimum de trois sections :

- La première, dite spirale d'entrée, où la courbure de la voie passe progressivement de nulle à maximale;
- La seconde où la courbure de la voie est constante à sa valeur maximale;
- La troisième où la courbure passe de sa valeur maximale à une valeur nulle, pour rejoindre l'alignement du prochain tronçon rectiligne.

Les chemins de fer imposent des limites de vitesse sur les courbes pour diverses raisons, notamment lorsqu'il y a des obstacles à l'intérieur d'une courbe, mais aussi, et principalement, en raison de l'effet de la force centrifuge qui s'applique sur les véhicules ferroviaires. La force centrifuge exerce une poussée sur tout objet se déplaçant selon une trajectoire courbe vers l'extérieur de celle-ci. Dans le cas d'un train circulant au niveau d'une courbe, elle peut représenter un danger tant pour l'intégrité de l'infrastructure que pour le matériel roulant, sans parler de l'effet qu'elle peut avoir sur le confort des voyageurs.

L'intensité de la force centrifuge exercée sur un train est fonction de la sévérité de la courbe ainsi que de la vitesse et du poids du train se déplaçant le long de celle-ci. Pour compenser une force centrifuge trop élevée pour la capacité de la voie à la contrer, les concepteurs de voies font généralement appel au dévers : une pente dans l'axe latéral de la voie descendant vers l'intérieur de la courbe.

La figure 66 ci-dessous illustre un train se déplaçant au niveau d'une courbe tout en mettant en exergue le bilan des forces s'appliquant sur le véhicule.

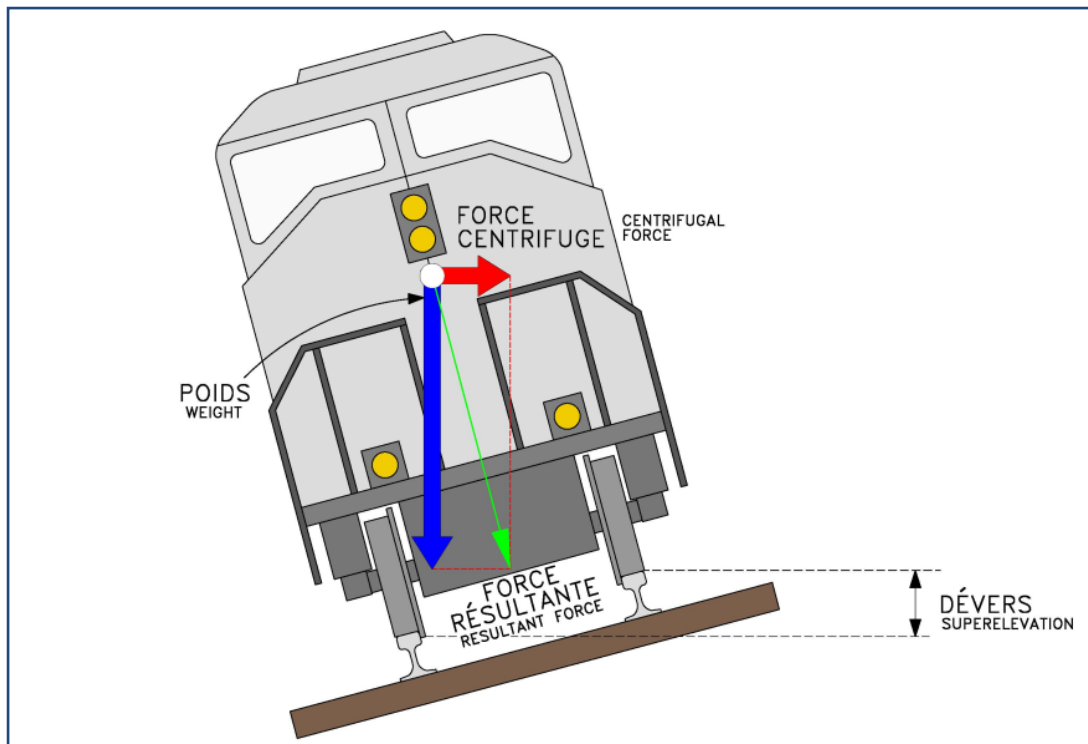


Figure 66 – Bilan des forces exercées sur un train au niveau d'une courbe

Pour une vitesse de conception donnée, dite « vitesse d'équilibre », la résultante du poids du véhicule ferroviaire et de la force centrifuge s'exerce de façon tout-à-fait perpendiculaire à la surface de roulement, ce qui a pour effet d'annuler toute force latérale sur les composantes de l'infrastructure et du matériel roulant. Il y a cependant une limite pratique au dévers que l'on peut ajouter à une courbe de voie ferrée : la hauteur supplémentaire donnée au rail extérieur est soumise à des normes de l'industrie. La conception doit aussi prendre en compte le fait que les trains de marchandises empruntent aussi la voie : cela a une influence sur le choix du dévers car ces trains se déplacent plus lentement, ils ne sont donc pas soumis à une aussi grande force centrifuge que celle des trains de passager. Une surestimation du dévers causerait alors une rotation de la force résultante vers l'intérieur de la courbe causant ainsi une usure importante du rail non surélevé.

L'insuffisance du dévers constitue la différence entre le dévers nécessaire pour qu'un train roule à l'équilibre sur une courbe et à une vitesse donnée et le dévers qu'on y trouve. Les chemins de fer ont chacun leurs normes sur le sujet, mais une insuffisance de dévers de 3 pouces est généralement considéré adéquate.

Le **Tableau 11** ci-dessous donne pour une insuffisance de dévers de 3 pouces la vitesse de circulation maximale admissible en mi/h pour une courbure de la voie (en degrés par 100 pieds) donnée.

Table des vitesses en fonction du degré de courbure

Insuffisance de dévers : trois pouces

Degré de courbure (degrés)	Dévers (en pouces)												
	0	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
	Vitesse de circulation maximale admissible (mi/h)												
0:30	93	100	107	114	120	126	131	137	142	147	152	156	161
1:00	66	71	76	80	85	89	93	96	100	104	107	110	113
1:15	59	63	68	72	76	79	83	86	89	93	96	99	101
1:30	54	58	62	66	69	72	76	79	82	85	87	90	93
1:45	50	54	57	61	64	67	70	73	76	78	81	83	86
2:00	46	50	54	57	60	63	66	68	71	73	76	78	80
2:15	44	47	50	54	56	59	62	64	67	69	71	74	76
2:30	41	45	48	51	54	56	59	61	63	66	68	70	72
2:45	40	43	46	48	51	54	56	58	60	62	65	66	68
3:00	38	41	44	46	49	51	54	56	58	60	62	64	66
3:15	36	39	42	45	47	49	52	54	56	58	59	61	63
3:30	35	38	40	43	45	48	50	52	54	56	57	59	61
3:45	34	37	39	41	44	46	48	50	52	54	55	57	59
4:00	33	35	38	40	42	45	46	48	50	52	54	55	57
4:30	31	33	36	38	40	42	44	46	47	49	51	52	54
5:00	29	32	34	36	38	40	42	43	45	46	48	49	51
5:30	28	30	32	34	36	38	40	41	43	44	46	47	48
6:00	27	29	31	33	35	36	38	40	41	42	44	45	46
6:30	26	28	30	31	33	35	37	38	39	41	42	43	45
7:00	25	27	29	30	32	34	35	37	38	39	40	42	43
8:00	23	25	27	28	30	32	33	34	36	37	38	39	40
9:00	22	24	25	27	28	30	31	32	34	35	36	37	38
10:00	21	22	24	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36
11:00	20	21	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34
12:00	19	20	22	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Tableau 11 : Vitesses de circulation maximales des trains à 3 pouces d'insuffisance de dévers en fonction du degré de courbure et du dévers en pouces⁷

⁷ Tableau issu du règlement sur la sécurité de la voie (RSV) 25 Novembre 2011.

3.2 BRANCHEMENTS

Les branchements sont des éléments de voie de chemin de fer qui permettent de diriger le train sur l'une ou l'autre des deux voies divergentes. Ils sont minimalement composés d'un aiguillage, d'un cœur de croisement ainsi que de rails permettant de passer d'une voie à l'autre.

Des deux directions possibles, l'une est considérée comme la direction *normale*, et l'autre la *divergente*. Le choix de la direction se fait en déplaçant les pointes de l'aiguillage d'une voie à l'autre.

En général, dans la direction normale, la présence de l'aiguillage ne provoque pas un changement important dans la direction du train et ne nécessite pas, de ce fait, de limite de vitesse particulière.

Par contre dans la direction divergente, le train subit un changement de direction plus important. Ce changement de direction se fait suivant l'angle formé par la lame d'aiguille et répond aux mêmes principes que ceux énoncés à la section sur les courbes. La **Figure 67** ci-dessous illustre la configuration d'un branchement.

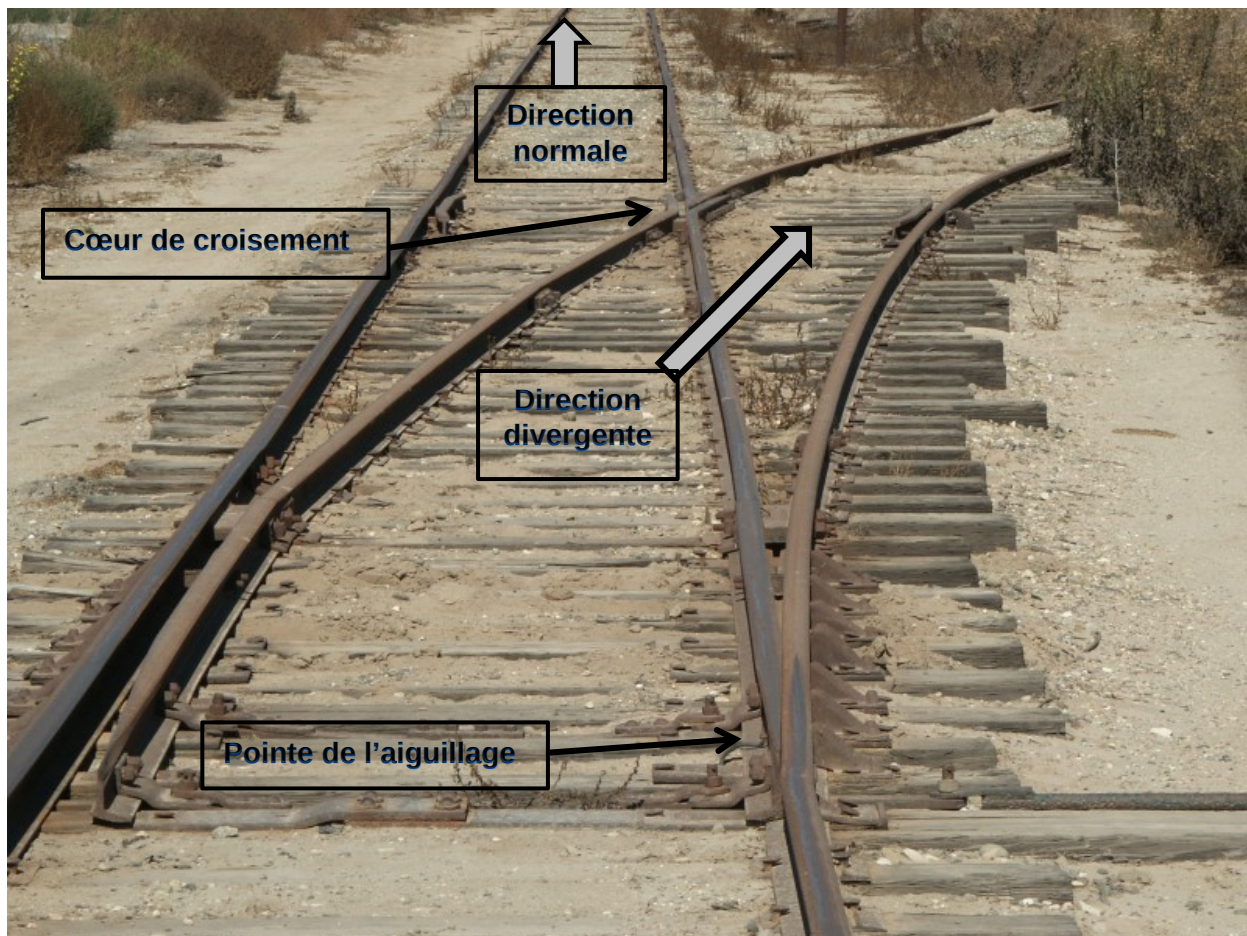


Figure 67 – Éléments d'un branchement.

Les aiguillages construits en utilisant des lames plus longues disposent d'une plus grande distance pour effectuer le changement de direction, tandis que ceux formés avec des lames plus courtes donnent lieu à des degrés de courbure plus grands et nécessitent de ce fait des limites de vitesse plus contraignantes dans la direction divergente. Ce sont les limites de vitesse dans la direction divergente qui font des aiguillages des éléments essentiels à considérer lorsqu'il est question d'examiner la vitesse des trains.

3.3 PASSAGES À NIVEAU RAIL-ROUTE

On entend par passage à niveau tout croisement des voies ferrées avec d'autres voies de transport qui ne se fait pas à l'aide d'un *étagement*. Notons que le croisement de ces voies se fait au même niveau, ce qui empêche les mouvements simultanés sur les deux voies. On distingue trois catégories distinctes de passages à niveau :

- **Le passage à niveau public**, où l'emprise du chemin de fer croise une voie publique. Celle-ci est alors soumise à des normes strictes imposées par les autorités gouvernementales. Ces dernières imposent entre autres des inspections à intervalle régulier sur les passages à niveau afin de vérifier l'historique des incidents qui y sont survenus et émettre des ordres à l'exploitant quant à la configuration permise ou le type de protection applicable pour chaque passage à niveau.
- **Le passage à niveau dit « de ferme »**, qui est créé lorsqu'une nouvelle voie ferrée traverse un terrain privé. L'exploitant du chemin de fer est obligé de maintenir l'intégrité de ce passage à niveau afin que le propriétaire puisse accéder de part et d'autre de la voie. Les passages à niveau de ferme sont généralement composés d'un accès à l'emprise de chaque côté de celle-ci et d'une plateforme, souvent constituée de traverse disposés parallèlement à la voie.
- **Le passage à niveau privé**, dont fait partie le passage à niveau de ferme, mais qui englobe tous les passages à niveau situés dans l'emprise d'une propriété privée. Ces derniers sont également encadrés par les règlements gouvernementaux, mais les conditions d'exploitation sont régies par une entente commerciale entre les deux parties (l'exploitant du chemin de fer et le particulier).

Les problématiques liées aux passages à niveau publics dans le contexte de l'augmentation de la vitesse des trains de passagers concernent autant le système de détection de l'arrivée d'un train que celui des mesures prises pour avertir l'usager non-ferroviaire du passage à niveau de l'arrivée du train (système de protection). Aux fins de la présente étude, les passages à niveau privés et ceux dits *de ferme* seront considérés comme présentant les mêmes problématiques.

Systèmes de détection

Deux principaux types de systèmes de détection sont à considérer dans le cadre de ce projet :

D'une part on distingue les systèmes de détection de **proximité**, les plus simples en usage aujourd'hui, qui enregistrent l'arrivée imminente d'un train en détectant sa présence à proximité du passage à niveau. Ils déclenchent immédiatement les mesures de protection du passage à niveau, ce qui peut parfois s'avérer trop tôt, ou trop tard, selon la distance de détection et la vitesse du train. C'est un système relativement peu onéreux mais qui ne convient pas aux voies à grande vitesse où les écarts de vitesse entre les trains les plus rapides et le plus lents sont trop importants.

D'autre part, les systèmes plus sophistiqués détectent non seulement la présence du train à une certaine distance du passage à niveau, mais également sa vitesse. Il s'agit de systèmes **de détection à temps constant**, qui déclencheront les mécanismes de protection du passage à niveau au moment idéal, ce qui permettra de ce fait le passage de trains à des vitesses très variées. Le coût de ces systèmes est plus important, mais il est mieux adapté aux voies à haute vitesse.

Systèmes de protection

On entend par système de protection les indications de passage à niveau (croix de Saint-André), les avertisseurs sonores (cloches), les feux ainsi que les barrières qui avertiront le franchissement imminent d'un train au niveau du passage à niveau. Le choix du système de protection se fait en fonction de l'achalandage du passage à niveau, de la vitesse des trains, ainsi que de la configuration géométrique du croisement.

Les passages à niveau privés ne sont généralement pas équipés de systèmes de protection ni de détection. Cependant, lorsque la visibilité le long de l'emprise d'un passage à niveau privé ne permet pas un franchissement sécuritaire du train, on considérera la mise en place d'un système de protection sous la forme d'un feu.

Il est important de signaler qu'avec l'augmentation des limites de vitesses, plusieurs passages à niveau devront être améliorés. En effet, même ceux dont la nature du système convient aux nouvelles vitesses devront être ajustés pour permettre une augmentation des vitesses de circulation des trains.

3.4 PONTS ET STRUCTURES

Plusieurs ponts jalonnent les tracés du CN et du CP. La capacité portante de la structure d'un pont ferroviaire est peu affectée par l'augmentation de la vitesse des trains de passagers. En effet, les charges dynamiques induites par des impacts plus forts dus aux vitesses accrues de ces trains restent nettement en deçà des charges induites par les trains de marchandises pour lesquels ces ponts ont été conçus. En ce sens, ce rapport n'abordera pas la capacité des ponts individuels à accueillir des trains de passagers à des vitesses allant jusqu'à 100 mi/h.

Tablier ouvert vs tablier ballasté

Sans qu'il s'agisse d'une condition nécessaire à l'augmentation de la vitesse des trains, la nature du tablier d'un pont doit être mentionnée ici comme un facteur d'une certaine importance dans l'élaboration d'un plan d'augmentation des vitesses. Il existe deux grands types de tabliers de pont ferroviaire :

- Les tabliers ouverts, où les traverses sont directement fixées à la structure du pont (donc pas de déplacement longitudinal des rails permis);
- Les tabliers ballastés, où les traverses sont déposées sur une structure rocheuse permettant un certain mouvement de celles-ci par rapport au pont (concept similaire au cas d'une emprise sur la terre ferme).

Dans le cas d'un pont muni d'un tablier ouvert, le point de jonction entre la voie ballastée et le segment de voie non-ballasté donne lieu à des impacts qui, tout en étant sans conséquence pour la structure, peuvent être inconfortables pour les passagers d'un train. Aussi, cette configuration peut contribuer à l'usure prématurée des pièces d'un train de passagers, réputées moins résistantes que celles des trains de marchandises.

L'opportunité de modifier le tablier d'un pont pour en faire un tablier ballasté ne peut être évaluée qu'à la suite d'une analyse exhaustive de sa structure ainsi que de la géométrie de la voie environnante. Ces analyses plus élaborées ne font pas partie de la présente étude, mais pourraient être envisagées lors d'une étude complémentaire portant sur l'amélioration du service des trains de passagers à des vitesses de circulation augmentées. D'autres mesures visant à alléger les impacts dus à la transition entre la voie ballastée et la voie sur un tablier ouvert sont également possibles. Par exemple, il serait possible d'augmenter la transition (distance) entre les deux types de support de voie ce qui permet d'en diminuer le choc.

Ponts sur le Saint Laurent

Sur chaque tracé étudié (CN & CP) il y a un pont traversant le fleuve Saint-Laurent. Les causes des limites de vitesse basse en vigueur sur ces ponts sont nombreuses notamment :

- La capacité portante des structures;
- La densité de la circulation des trains;
- La géométrie des portions mobiles et des déviations;
- L'instabilité due au vent.

Toutes ces causes créent des contraintes sur l'exploitation des trains aux alentours des ponts qui sont difficilement estimables actuellement car l'analyse ainsi que la complexité des mesures d'atténuation débordent le cadre de la présente étude.

3.5 CAPACITÉ DE LA VOIE

Effet de l'introduction de trains à haute vitesse

Une représentation classique de la capacité d'une voie de chemin de fer est présentée à la **Figure 68** – Représentation du mouvement d'un train sur un diagramme temps-distance ci-dessous. Une ligne diagonale traverse une distance d représentée sur l'axe vertical en un temps t représenté sur l'axe horizontal. Dans un tel diagramme, plus un train se déplace rapidement et plus l'orientation de la ligne qui le représente s'approche de la verticale, le temps pour parcourir la distance donnée étant de plus en plus court.

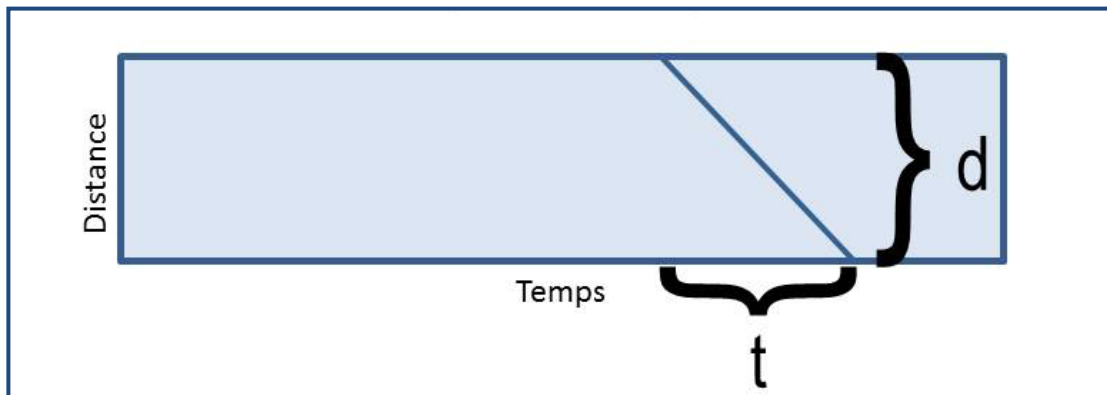


Figure 68 – Représentation du mouvement d'un train sur un diagramme temps-distance

Dans la **figure 69** ci-dessous, la capacité de cette voie idéale est représentée par la succession de trains qui la traversent en étant séparés par la distance minimale dictée par le système de signalisation. L'introduction d'un train à vitesse plus élevée (trait rouge continu) parmi les autres trains (trait bleu continu) a pour effet de diminuer la capacité de la voie. En effet, selon le diagramme ci-dessous, deux trains à vitesse moyenne (trait bleu discontinu) ont dû être déplacés pour permettre l'exploitation du train rapide.

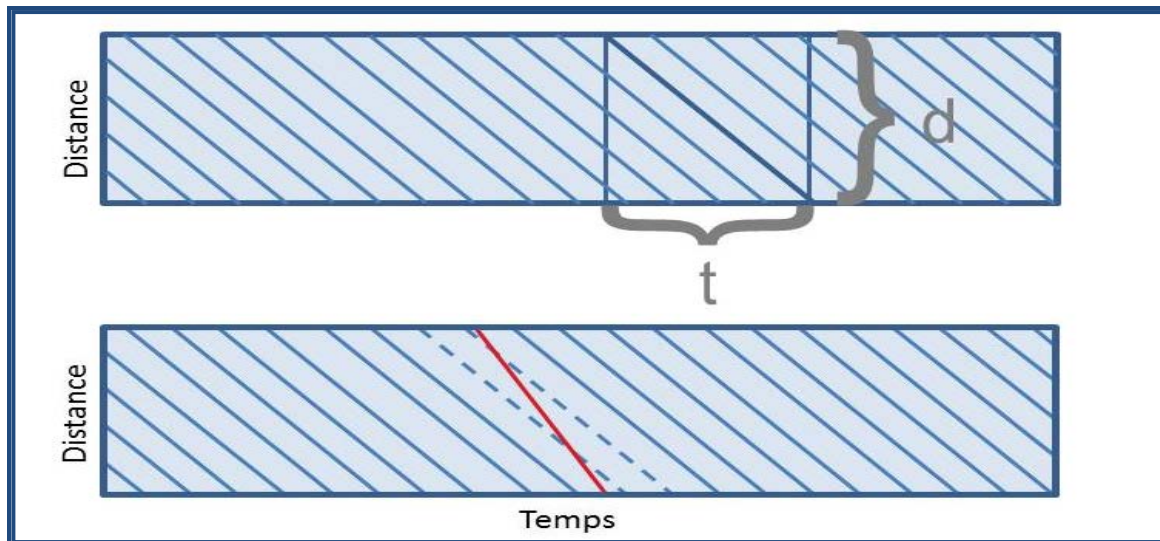


Figure 69 – Effet de l'introduction d'un train à vitesse plus élevée sur la capacité d'une voie

L'explication ci-dessus manque certainement de nuance, mais illustre bien l'effet théorique de l'ajout d'un train rapide à une succession de trains uniformément plus lents. Dans la réalité de l'exploitation d'un chemin de fer, la diminution de capacité se traduit plutôt par une augmentation des délais aux trains dus aux interactions accrues qui résultent de cette addition.

Mesures d'atténuation de l'impact d'un train à vitesse plus élevée sur la capacité de la voie

Une configuration de tracé comportant des voies d'évitement permettant les dépassements entre les trains se déplaçant dans une même direction crée une flexibilité minimisant les délais dus à l'ajout d'un train plus rapide que la moyenne. Il peut s'avérer nécessaire d'ajouter ce type d'infrastructures à certains endroits sur le tracé sélectionné pour retrouver la fluidité originale dans la circulation des trains.

L'analyse détaillée de la capacité de la voie ne fait pas partie du présent mandat, cependant une analyse qualitative de la situation est présentée et des mesures correctrices sont proposées pour examen ultérieur.

3.6 SIGNALISATION ET COMMUNICATIONS

3.6.1 Systèmes de signalisation

Un système par règle d'occupation de la voie (ROV) est en vigueur pour les deux tracés dans les secteurs les moins achalandés. Ce système permet au contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) de diriger la circulation en :

- Émettant à un usager des voies des feuilles de libération sur certaines portions du territoire (les cantons), ce qui alloue l'usage exclusif de ce canton à l'usager qui la reçoit;
- Puis en enregistrant l'annulation de la feuille de libération par leur occupant actuel pour que canton soit disponible au train suivant.

Il s'agit d'un processus nécessitant de nombreux échanges radio pour chaque section de voie allouée puis libérée. Le CCF est souvent aidé d'un système informatique permettant d'enregistrer les feuilles de libération et interdisant une double allocation de la même portion de voie. Étant donné qu'il nécessite de longs échanges entre le CCF et l'équipage de chaque train, ce système n'est pas approprié lorsque les vitesses des trains et/ou l'achalandage sont grands.

Un système de commande centralisée de la circulation (CCC) est présentement utilisé sur les deux tracés dans les secteurs les plus achalandés. Plutôt que des communications radio à la pièce comme ce qui a lieu sous un système de ROV, la communication entre le CCF et l'équipage du train se fait essentiellement au moyen de la signalisation, ici par des signaux lumineux. Le CCF sélectionne les cantons à allouer au train, la séparation des trains est assurée de façon automatique, et l'autorisation d'occuper la voie est transmise à l'équipage de train au moyen des signaux. Ce système est en application dans tous les marchés nord-américains à fort achalandage. La **Figure 70** représente les éléments majeurs d'un système CCC typique.

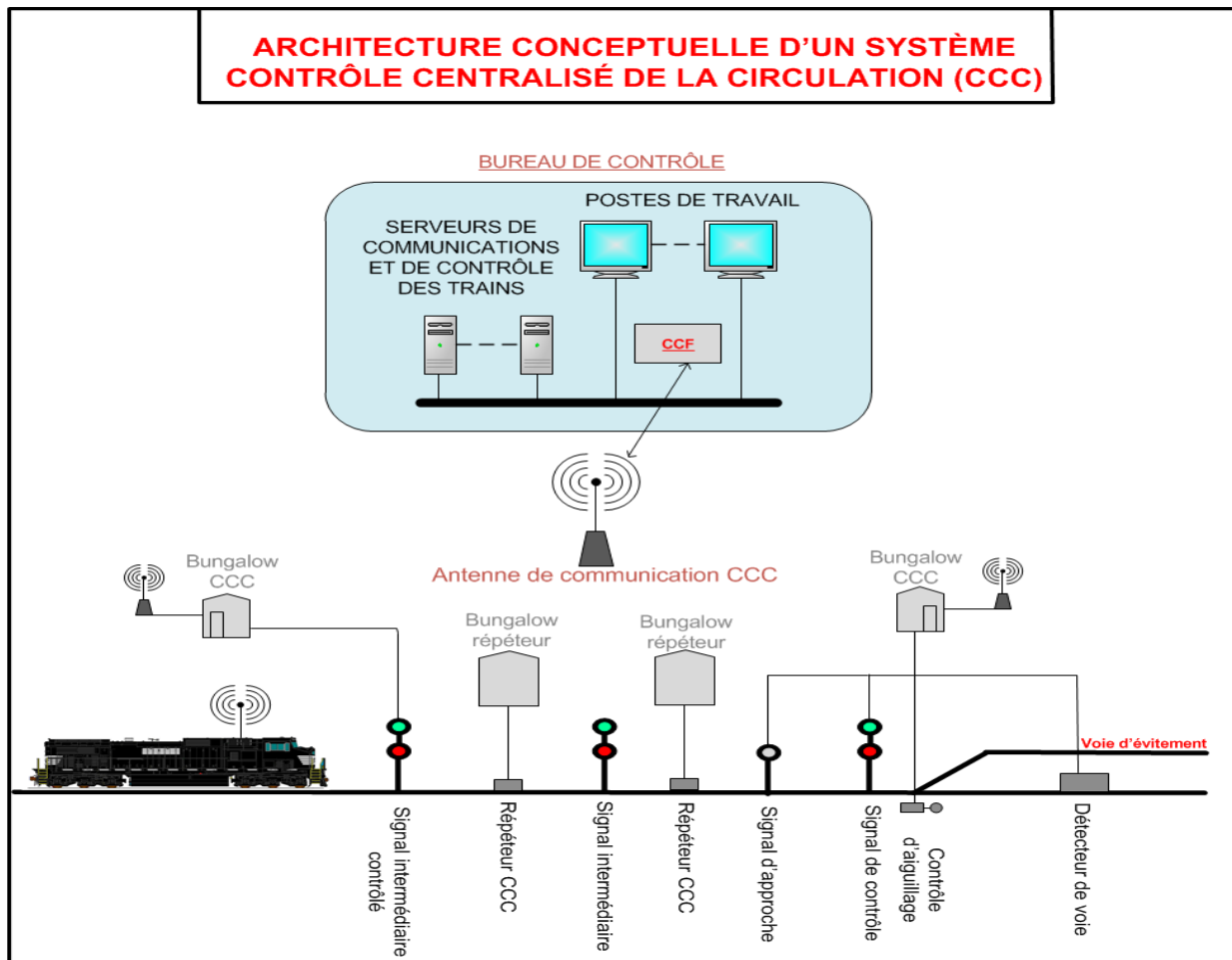


Figure 70 – Architecture conceptuelle d'un CCC

Certains systèmes CCC utilisent, plutôt que des signaux lumineux, une signalisation embarquée, où une représentation en cabine de la signalisation remplace ou complète la simulation en voie.

Ces systèmes offrent généralement l'avantage de provoquer un arrêt ou un ralentissement automatique du train si les limites des cantons alloués au train sont outrepassées ou si la limite de vitesse du train est excédée. La réglementation américaine de la « *Federal Railroad Administration* » (FRA) exige que tout train circulant à une vitesse supérieur à 79 mi/h soit équipé d'un tel système embarqué. Il n'y a pas d'exigence semblable au Canada. La **Figure 71** montre un exemple de règle d'allocation des cantons matérialisée par la signalisation guidant le train. On constate qu'il y a toujours au minimum un canton de sécurité entre les trains.

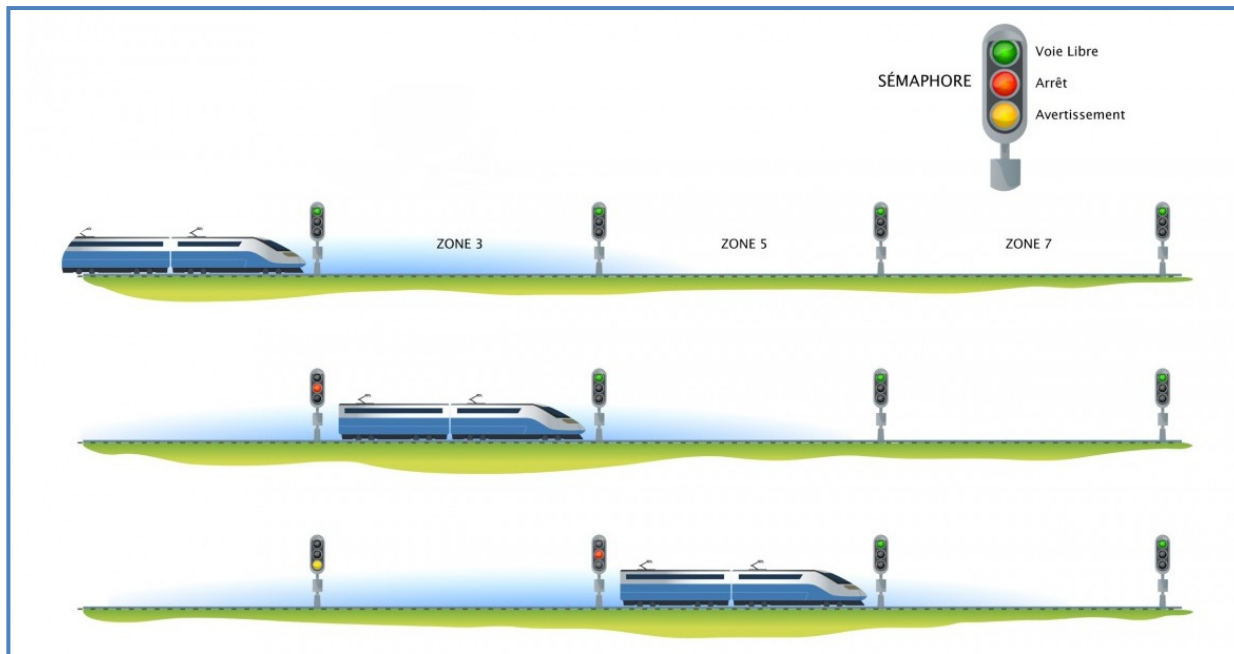


Figure 71 – Signalisation respectant l'allocation des cantons

Aux États-Unis, une loi entrée en vigueur en janvier 2010 prévoit un nouveau type de signalisation : le « **Positive Train Control** » (PTC). Ce système emprunte plusieurs éléments aux systèmes de CCC avec signalisation embarquée. Avec l'objectif principal de renforcer la sécurité à bord des trains, il leur ajoute cependant un degré d'automatisation basé sur le fait que l'unité logique embarquée est informée en tout temps de :

- La position exacte du train;
- La vitesse du train;
- Les limites des cantons qui lui ont été alloués.

Ces informations lui permettent de réagir à une situation potentielle de dépassement des limites de vitesse des trains avant même qu'elle ne se produise. Par exemple, si le train approche la limite du territoire qui lui est réservé à une vitesse plus grande que ce qui est considéré normal, et que la capacité de freinage du train est insuffisante, le système avertira l'opérateur du train. Si celui-ci ne réagit pas dans les délais prescrits, il appliquera de façon autonome les freins de façon à arrêter le train avant que celui-ci ne se retrouve hors de son canton alloué.

Enclenchements

Enfin, certains endroits appelés enclenchements se distinguent par un ensemble de branchements de voie et de systèmes de signalisation configurés pour empêcher certains mouvements lorsque d'autres sont en cours. Ces systèmes peuvent aussi être utilisés lorsqu'il est nécessaire de coordonner les mouvements de trains avec des activités extérieures. Des systèmes par enclenchement sont notamment utilisés sur les tracés du CN et du CP là où les voies passent sur des ponts mobiles en territoire signalisé.

3.6.2 Télécommunications

Les besoins en systèmes de télécommunications sont largement tributaires du système de contrôle de la circulation choisi. Pour un système non-signalisé, le ROV par exemple, un système relativement simple de télécommunication par radio vocale peut-être suffisant. Les systèmes radio sont utilisés pour émettre et recevoir les feuilles de libération du CCF. Il s'agit généralement de systèmes simplex (un seul interlocuteur peut parler à la fois) où les informations des feuilles de libération sont échangées entre l'équipage du train et le CCF. Dans certains cas les équipages de train pourront communiquer directement entre eux, ou avec des équipes de maintenance.

Pour un système de contrôle plus sophistiqué, par exemple le CCC, l'ajout d'un système de télécommunication reliant les signaux et les aiguillages au bureau du CCF est nécessaire. Cette communication peut se faire au moyen de systèmes radios, ou encore par fibre optique. Dans les cas des deux chemins de fer qui nous concernent, des services de fibre optique sont déjà présents d'un bout à l'autre sur l'emprise des tracés, ce qui présente parfois une opportunité de réduction des coûts pour l'installation de l'infrastructure. Ne pouvant présumer de la disponibilité de bande passante au niveau de la fibre existante, l'option de télécommunications présentée ici (la moins onéreuse) sera les communications radio.

3.6.3 Infrastructure de voie

Catégorie de voie

Au Canada comme aux États-Unis, les voies de chemins de fer sont classées par catégories. Au Canada, Transport Canada est responsable de l'application de ces règlements, alors qu'aux États-Unis, la responsabilité en incombe à la FRA. La catégorie de la voie dicte la vitesse maximale permise sur cette voie et impose des normes quant à la qualité de l'infrastructure et le niveau de l'entretien qui est fait sur la voie. Dans tous les cas où des changements aux limites de vitesse seront proposés, la catégorie de la voie concernée devra être examinée et réévaluée au besoin, ce qui entraînera des changements dans les normes minimales de qualité d'équipements et de pratiques d'entretien.

Limites de vitesse de circulation des trains en fonction de la catégorie de voie		
Catégorie de voie	Vitesse maximale/ trains marchandises	Vitesse maximale/ trains voyageurs
Catégorie 1	10 mi/h (16 km/h)	15 mi/h (24 km/h)
Catégorie 2	25 mi/h (40 km/h)	30 mi/h (48 km/h)
Catégorie 3	40 mi/h (64 km/h)	60 mi/h (96 km/h)
Catégorie 4	60 mi/h (96 km/h)	80 mi/h (128 km/h)
Catégorie 5	80 mi/h (128 km/h)	95 mi/h (152 km/h)*
Catégorie 6	110 mi/h (176 km/h)	110 mi/h (176 km/h)

* Pour les trains LRC : 100 mi/h (160 km/h).

Tableau 12 : Vitesse limite de circulation des trains en fonction de la catégorie de voie

Les tableaux suivants (13 et 14) présentent des exemples de normes pour l'entretien et la qualité de la voie en fonction de la catégorie de la voie. Il s'agit d'un échantillonnage, l'ensemble de ces normes, telles que prescrites par Transport Canada étant plus élaboré que ce qui est présenté ici.

Tracé de la voie ⁸

Catégorie de voie	Voie en tangente	Voie en courbe	
	Flèche ⁹ maximale sur une ligne de 62 pieds	Flèche maximale sur une ligne de 31 pieds	Flèche maximale sur une ligne de 62 pieds
Catégorie 1	5 po	S.O ³	5 po
Catégorie 2	3 po	S.O ³	3 po
Catégorie 3	1 ^{3/4} po	1 ^{1/4} po	1 ^{3/4} po
Catégorie 4	1 ^{1/2} po	1 po	1 ^{1/2} po
Catégorie 5	3/4 po	1/2 po	5/8 po
Catégorie 6	1/2 po	-	3/8 po

Tableau 13 : Flèche maximale des voies en fonction de la catégorie de voie.

La catégorie 6 existait dans la version 2008 des normes de TC, mais cette catégorie n'existe plus dans la version actuelle (2012). Il est tout de même possible d'exploiter des trains à des vitesses plus hautes que celles de catégories 5 sous réserve d'une dérogation (comme aux États-Unis où il y a 8 catégories).

Éléments de voie

Catégorie de voie	Nombre de traverses / 39 pieds	Rails et selles de rail reposant sur au moins ¹
Catégorie 1	5	S.O
Catégorie 2	8	S.O
Catégorie 3	10	8 traverses sur 10 consécutives
Catégorie 4	12	8 traverses sur 10 consécutives
Catégorie 5	12	8 traverses sur 10 consécutives
Catégorie 6	14	8 traverses sur 10 consécutives

¹ Selles de rail équipées de traverses en bois

Tableau 14 : Éléments de la voie en fonction de la catégorie de la voie

En plus des normes concernant la qualité des éléments de voie tel que présenté ci-dessus, ces normes précisent également la fréquence de différents types d'inspection qui doivent avoir lieu en fonction de la catégorie et de la circulation sur la voie. Le **Tableau 15** présente le nombre d'inspections à pied requises pour chaque catégorie de voies.

⁸ Source : The Railway Association of Canada (RAC) « rules respecting track safety » TC number E-30 revision Mars 2008

⁹ Déviation mesurée de l'alignement par rapport à l'alignement théorique sur une distance précise

Fréquences minimales pour l'inspection à pied				
Catégorie de voie	< 5 MTB	5 – 15 MTB	15 –35 MTB	>35 MTB
Catégorie 1	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Catégorie 2	Tous les 3 ans	Tous les 3 ans	Tous les 2 ans	Tous les ans
Catégorie 3	Tous les 2 ans	Tous les 2 ans	Tous les ans	Tous les ans
Catégorie 4	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans
Catégorie 5	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans
Catégorie 6	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans

MTB: Tonnage annuel (millions de tonnes brutes - MTB)

Tableau 15 : Fréquence minimale des inspections à pied par catégorie de voie

Il est à noter que les compagnies de chemin de fer adoptent leurs propres normes qui suivent minimalement celles des instances du pays où se trouve la voie, mais peuvent également l'excéder.

Effet de l'augmentation de la vitesse

Pour répondre aux exigences des règlements relatifs à la catégorie de la voie, l'infrastructure des voies devra être remise en état pour répondre aux exigences propre à la nouvelle catégorie correspondante.

4 ANALYSE DES LIMITATIONS DE VITESSE ET PROPOSITIONS DE MESURES CORRECTRICES

4.1 CALCUL DES COÛTS

Les sections suivantes examinent les problématiques individuellement sur chaque tracé ainsi que les mesures correctrices envisagées. Le coût estimé est calculé à partir de grilles de coûts unitaires présentées aux annexes C et D. Ces estimations comprennent les composantes voie et infrastructure voie, signalisation et communication, ainsi que structure. Les coûts liés à des enjeux environnementaux tels que d'éventuels coûts de décontamination n'ont pas été pris en compte dans ces calculs.

4.2 TRACÉ DU CP

Dans cette section il est question d'explorer les opportunités d'amélioration du réseau du CP en vue du rehaussement des limites de vitesse aux valeurs visées.

4.2.1 Sites problématiques et solutions envisagées

4.2.1.1 Subdivision Westmount – P.M. 0,10 à 4,60

Catégorie de voie

La limite de vitesse sur la subdivision Westmount est de 60 mi/h (96 km/h) sur presque toute sa longueur. Ceci correspond à la catégorie de voie 3. Il n'y a aucune raison spécifique menant à cette limite, sinon qu'elle convient à l'exploitation actuelle des trains de l'AMT. L'intérêt d'un rehaussement de la vitesse à 100 mi/h (160 km/h) est assez relatif puisque la longueur de moins de cinq milles entre la jonction avec la South Junction Lead et la gare Lucien-L'Allier ne permet pas aux trains d'atteindre une vitesse de plus de 85 mi/h (136 km/h).

Solutions proposées

Pour rehausser la limite de vitesse à 79 mi/h (127 km/h) et à 100 mi/h (127 km/h), un programme de mise à niveau des voies serait nécessaire dans la mesure où le rail n'a pas bénéficié d'un entretien équivalent à celle d'une voie de catégorie 3 ou plus; cela, en dépit du fait que le rail soit adéquat pour supporter des trains aux vitesses cibles.

Mise à niveau des voies subdivision Westmount			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	39	\$ 2,120,000	3.26
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	47	\$ 2,120,000	2.71

Tableau 16 : Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies de la subdivision Westmount

Coût / temps de déplacement gagné

Le tableau ci-dessus présente les coûts et bénéfices associés à cette amélioration. Il confirme également qu'il n'y a pas un grand avantage à passer d'une limite de 79 mi/h (127 km/h) à une limite de 100 mi/h (160 km/h) étant donnée la courte distance parcourue.

Les coûts connexes à considérer comprennent des travaux associés à la signalisation et aux passages à niveau sans lesquels la vitesse ne pourra être augmentée.

Enjeux

La circulation intense des trains de l'AMT cause à cet endroit une incertitude quant à la capacité de la voie à accueillir des trains plus rapides. Une étude de capacité de la voie devra être réalisée afin de vérifier la possibilité d'y faire circuler des trains à plus grande vitesse. Aussi, une vérification de la signalisation CCC actuelle devra être entreprise pour s'assurer qu'elle est compatible avec les vitesses proposées.

4.2.1.2 Branchement des subdivisions Westmount et South Junction Lead – Westmount, P.M. 4,6

Type de branchement

On trouve un branchement avec une limite de vitesse divergente de 15 mi/h (24 km/h) juste à l'ouest de la gare Montréal-Ouest.

Solution proposée

Ce branchement pourrait être remplacé par un branchement plus rapide présentant une vitesse de 25 mi/h (40 km/h), la vitesse de la voie permise sur la courbe de la South Junction Lead.

Changement du branchement avec la South Junction Lead			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	5	\$ 350,000	4.20
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	6	\$ 350,000	3.50
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	7	\$ 350,000	3.00

Tableau 17 : Estimation des coûts-bénéfices du changement du branchement avec la South Junction Lead

Coût / temps de déplacement gagné

Le tableau ci-dessous montre que prise isolément, cette amélioration ponctuelle n'aurait qu'un léger impact à toutes vitesses à l'étude. Étudiée conjointement avec l'amélioration de la vitesse sur la subdivision Westmount, l'amélioration se montrera alors pertinente : sans elle en effet, le train ne pourra atteindre la vitesse de 25 mi/h de la voie sur la courbe de la South Junction Lead.

4.2.1.3 Subdivision Adirondack entre la sortie du pont ferroviaire Saint-Laurent et l'embranchement avec la subdivision Lacolle à Delson – Adirondack P.M. 40,00 à 35,10

Catégorie de voie

La voie est classée catégorie 3 sur ce tronçon et la vitesse maximale y est présentement de 50 mi/h (80 km/h). Ne présentant pas de courbe significative, la vitesse des trains y circulant pourrait être augmentée.

Solution proposée

Il est proposé d'effectuer les travaux de mise à niveau sur ce tronçon pour atteindre la vitesse ciblée sur au moins l'une des deux voies. En effet l'analyse présentée ici ne concerne que l'exploitation du train de passager, ne nécessitant qu'une seule voie.

Coût / temps de déplacement gagné

Le tableau ci-dessous montre que cette amélioration peut avoir un impact sensible pour toutes les vitesses envisagées, y compris la vitesse actuelle. Leur coût total devra comporter, en plus de la mise à niveau de la voie, des travaux à la signalisation et aux passages à niveau pour les ajuster à la nouvelle vitesse.

Mise à niveau des voies subdivision Adirondack entre le pont Lasalle et Delson

Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	114	\$ 5,260,000	2.77
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	129	\$ 5,260,000	2.45

Tableau 18 : Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies entre le pont ferroviaire Saint-Laurent et Delson

4.2.1.4 Reconfiguration des courbes à Delson – Adirondack P.M. 35,60 à Lacolle P.M. 25,60

Succession de trois courbes dont la boucle de Delson

La boucle que forme la voie à Delson présente une courbure de 7 degrés / 100 pi, ce qui limite la vitesse de circulation des trains. De plus, il y a au sud de cette dernière deux autres courbes, composées de plus de 2 degrés, ce qui prolonge la restriction de vitesse.

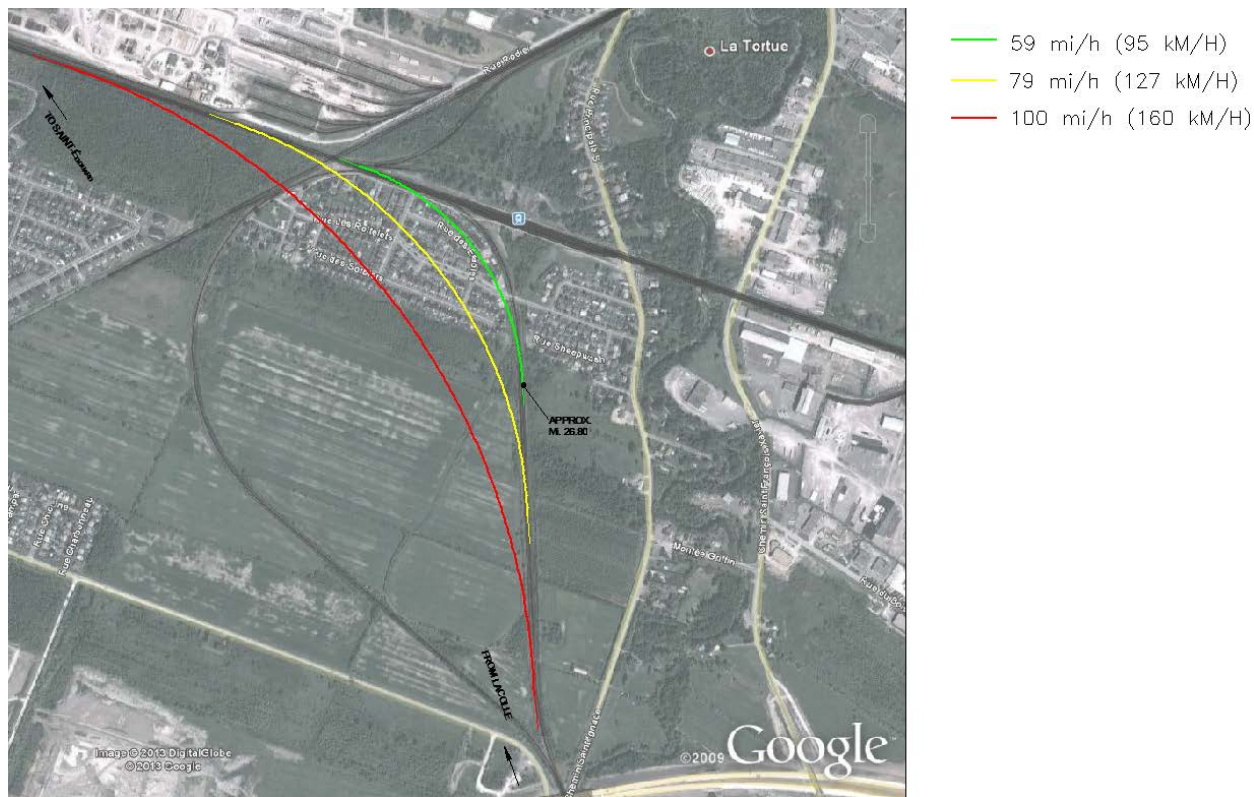


Figure 72 : Boucle à Delson

Il serait plus intéressant de construire une voie de contournement qui passerait à l'ouest de la ville, évitant du coup les limites de vitesse liés à la boucle. Cette option est illustrée à la **Figure 73**.

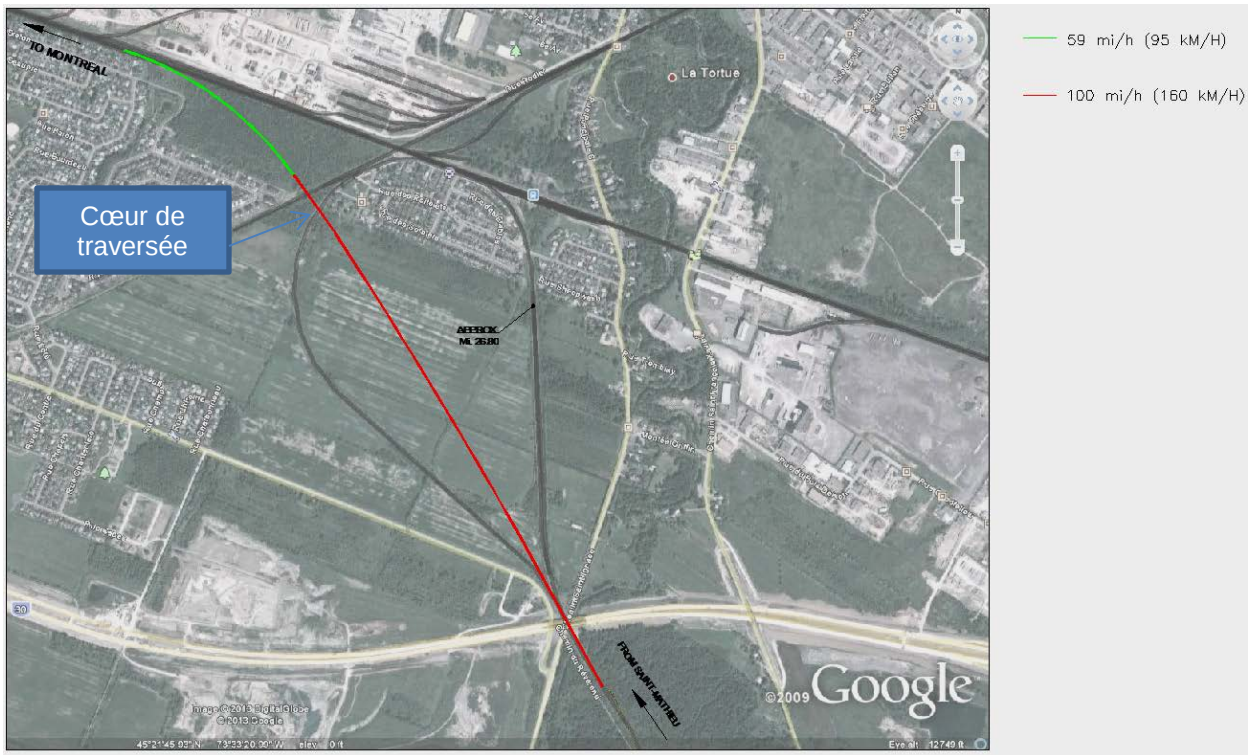


Figure 73 : Courbes de vitesses au niveau du contournement de la boucle à Delson

Solutions proposées

Une reconfiguration de la courbe passant par l'intérieur de la boucle (voir figure ci-dessus) permettrait d'atteindre une plus grande vitesse. Cependant si la boucle originale devait rester en place, une limitation liée au cœur de traversée entre la courbe redessinée et la boucle originale subsisterait. Le cas de la cohabitation du nouveau tracé et de la boucle existante, donc comprenant la présence du cœur de traversée est celui traité ici en termes de coûts et de temps de parcours.

Reconfiguration des courbes à Delson			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	184	\$ 5,020,000	1.64
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	211	\$12,910,000	3.67
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	224	\$12,910,000	3.46

Tableau 19 : Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration des courbes à Delson

Coût / temps de déplacement gagné

La différence des coûts entre l'option à 59 mi/h et celle à 79mi/h s'explique principalement par le fait qu'à 59 mi/h la première des deux courbes au sud de la boucle n'a pas à être modifiées.

Même avec la contrainte inhérente au maintien du croisement avec la voie actuelle de la boucle de Delson, les gains résultant de cette amélioration sont considérables. Le démantèlement de la voie et l'absence de ce croisement permettrait de retrancher encore 7, 19 et 29 secondes respectivement pour les vitesses visées de 59, 79 et 100 mi/h (95, 127, 160 km/h).

4.2.1.5 Reconfiguration de la courbe à Napierville – Lacolle P.M. 12,24 à 12,52

Courbe à reconfigurer pour les vitesses de 79mi/h (127 km/h) et 100 mi/h (160 km/h)

La courbe formée par la voie au croisement avec la rue de l'Église à Napierville ne limite la vitesse permise qu'au-delà de 79 mi/h (127 km/h). Le dévers permis sur la courbe sera faible étant donnée la présence du passage à niveau de la rue de l'Église au milieu.

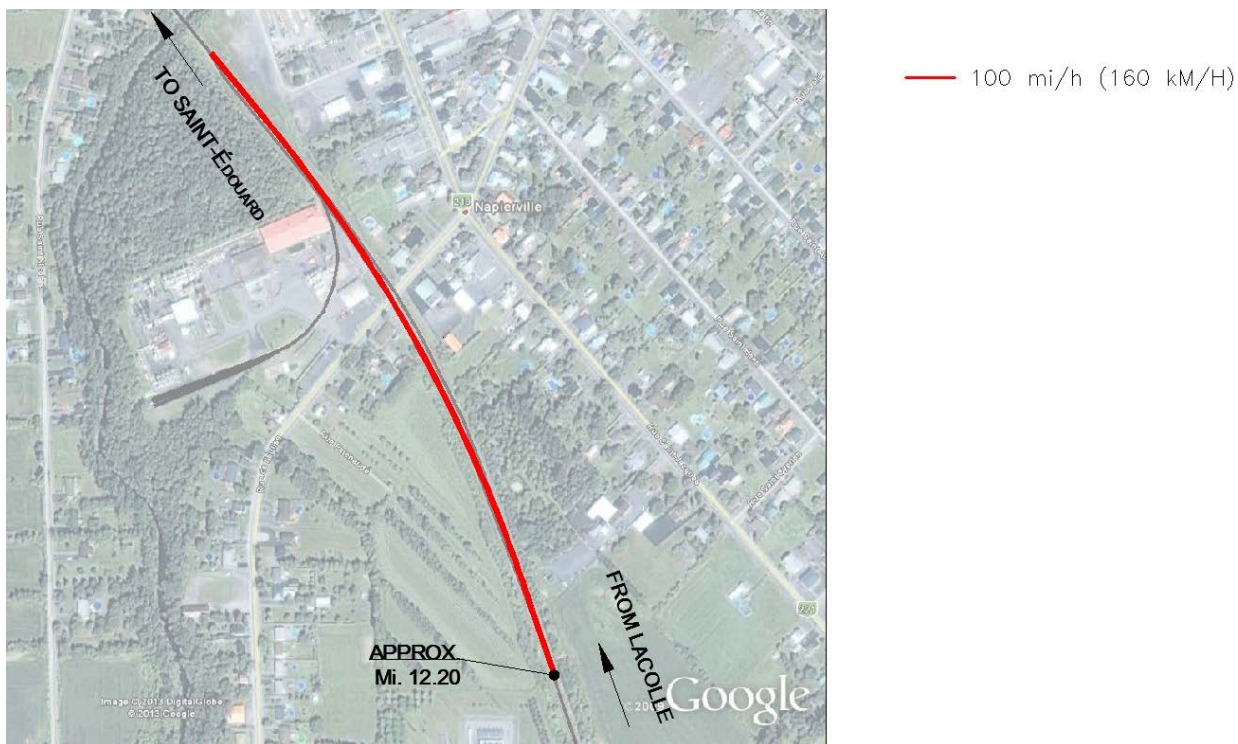


Figure 74 : Reconfiguration de la courbe à Napierville – Lacolle P.M. 12,24 à 12,52

Solution proposée

Reconfigurer la courbe en l'allongeant pour qu'elle soit moins prononcée. Cette solution ne sera pas triviale puisqu'à cet endroit on retrouve une voie d'évitement en plus d'un passage à niveau public. De plus, la présence d'un branchement de service industriel sur la courbe devra être considérée dans l'élaboration de la solution finale.

Coût / temps de déplacement gagné

Le temps de parcours gagné avec une rectification de la courbe pour la vitesse cible de 79 mi/h semble peu conséquent.

Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	2	\$ 210,000	6.30
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	9	\$ 1,570,000	10.47
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	38	\$ 1,830,000	2.89

Tableau 20 : Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration de la courbe à Napierville

4.2.1.6 Mise à niveau de la subdivision Lacolle – P.M. 0,00 à 27,10

Catégorie de voie

La voie de la subdivision Lacolle répond aux normes d'une voie de catégorie 3.

Solution proposée

Un programme de mise à niveau des voies pour rehausser les limites de vitesses de 40 mi/h à 59 mi/h (95 km/h), ou encore pour atteindre les catégories 4 et 6, propres aux vitesses de 79 (127 km/h) et 100 mi/h (160 km/h).

Coût / temps de déplacement gagné

Nos calculs de temps de parcours pour ce scénario présument d'une vitesse égale ou inférieure à 79 mi/h (127 km/h) sur la courbe de Napierville. On constate dans le tableau ci-dessous que les économies de temps sont considérables pour tous les scénarios d'augmentation des vitesses envisagés, et ceci à un ratio coût/bénéfice avantageux.

Mise à niveau de la voie de la subdivision Lacolle

Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	760 (12,5min)	\$21,290,000	1.68
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	1154 (19,25 min)	\$33,530,000	1.74
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	1350 (22,5 min)	\$52,950,000	2.35

Tableau 21 : Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies de la subdivision Lacolle

4.2.2 Signalisation

Un système de Contrôle Centralisé de la Circulation (CCC) est en vigueur sur le tracé du CP entre la gare Lucien-L'Allier et Delson. La subdivision Lacolle est par contre régie par un système de Régulation de l'Occupation de la Voie (ROV). Étant donnée la faible circulation sur la subdivision Lacolle, ce système est donc adéquat pour une vitesse de 59 mi/h (95 km/h). Par contre il devient nécessaire de remplacer le système existant par un système CCC sur l'ensemble du tracé pour des vitesses supérieures à 59 mi/h (95 km/h).

Installation d'un système de CCC sur la subdivision Lacolle

Amélioration	Coût signalisation	Coût communication	Coût total
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	\$ 6,750,000	\$ 1,240,000	\$ 7,990,000
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	\$ 6,960,000	\$ 1,240,000	\$ 8,200,000

Tableau 22 : Estimation des coûts d'un système de CCC à Lacolle

Les coûts présentés au tableau ci-dessus prennent en compte la signalisation d'une voie d'évitement additionnelle que nous proposons à la section portant sur la capacité de la voie pour les vitesses supérieures à 59 mi/h. Le détail du calcul du coût, présenté en annexe, montre également que des provisions sont faites pour l'installation d'un signal de passage à niveau de ferme ainsi qu'un détecteur de défaut de roue supplémentaire.

4.2.3 Passages à niveau

Pour permettre l'augmentation sécuritaire des vitesses sur la voie, nous proposons que tous les passages à niveau publics soient munis de systèmes de détection à temps constant avec cloches, feux et barrières.

L'augmentation des coûts avec la vitesse cible que l'on peut constater dans le tableau ci-après découle de la complexité de l'interaction entre les passages à niveau, qui augmente avec la vitesse, et non du nombre de passages à niveau touchés, qui lui ne varie pas d'une option l'autre.

Passages à niveau munis de systèmes de détection à temps constant, cloches, feux et barrières	
Amélioration	Coût amélioration
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	\$ 5,730,000
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	\$ 10,570,000
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	\$ 16,200,000

Tableau 23 : Estimation des coûts de passages à niveau

4.2.4 Capacité de la voie

La capacité de la voie sera affectée par l'introduction d'un train à vitesse relativement élevée sur le tracé du CP qui ne compte aujourd'hui aucun train de passager sur la subdivision Lacolle. Pour mitiger cet effet, il est suggéré d'envisager la construction d'une voie d'évitement assez longue pour un train de marchandises typique, possiblement vers le P.M 15. Une autre option qui permettrait d'atteindre une plus grande flexibilité dans la circulation des trains serait d'allonger la voie d'évitement à Lacolle, P.M.4,30.

Le coût de la signalisation d'une nouvelle voie d'évitement ayant été pris en compte à la section signalisation, il ne figure pas dans les coûts montrés ici.

Voie d'évitement sur la subdivision Lacolle	
Amélioration	Coût amélioration
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	\$ 8,990,000
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	\$ 8,990,000
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	\$ 8,990,000

Tableau 24 : Estimation des coûts de voie d'évitement sur la subdivision Lacolle

Le coût montré ci-dessus est une estimation sur la base d'une nouvelle voie d'évitement de 10 000 pieds entre les P.M 13.2 et 15.1. Bien entendu, seule une analyse de la capacité de la voie détaillée, tenant en compte la circulation actuelle et projetée sur la subdivision, permettra de vérifier la pertinence de cette voie d'évitement.

Section mobile sur le pont Saint-Laurent

Il est de mise de mentionner que le tracé du CP comporte, sur le pont enjambant la voie maritime du Saint-Laurent, une section mobile contrôlée à distance par le CCF. Le pont du CP n'offre pas l'alternative d'une déviation à la circulation ferroviaire lorsqu'une de ses deux sections mobiles n'est pas positionnée pour le passage des trains. La circulation s'en trouve à risque d'être perturbée par le passage de navires.

4.3 TRACÉ DU CN

Cette section présente les éléments qui devront être modifiés sur le tracé du CN pour atteindre les vitesses cibles de 59, 79 et 100 mi/h. L'une des particularités du tracé du CN est qu'il est composé de plusieurs courbes dont plusieurs posent des difficultés techniques liées soit à l'environnement urbain avoisinant, soit à la présence de passages à niveau. La courbe présente à Saint-Jean-sur-Richelieu (Saint-Jean) compte également au nombre des difficultés particulières de ce tracé.

4.3.1 Sites problématiques et solutions envisagées

4.3.1.1 La courbe sur le pont ferroviaire de la route 112-116 sur la subdivision Rouses Point entre Southwark et Cannon – Rouses Point P.M 42,5 – 42,69

La courbe et l'approche de la subdivision St-Hyacinthe et les deux passages à niveau

La vitesse en direction nord (ouest) de la jonction entre la subdivision Rouses Point et la subdivision St-Hyacinthe se fait à 10 mi/h (16 km/h), alors que la limite à cet endroit en direction sud (est) est de 50 mi/h (80 km/h). Ceci est probablement dû au fait qu'en direction nord on quitte un territoire contrôlé par ROV pour entrer sur la voie principale du CN dans la région de Montréal, contrôlée par CCC. De plus, le pont ferroviaire actuel ne permettrait pas une courbe plus rapide que l'actuelle.

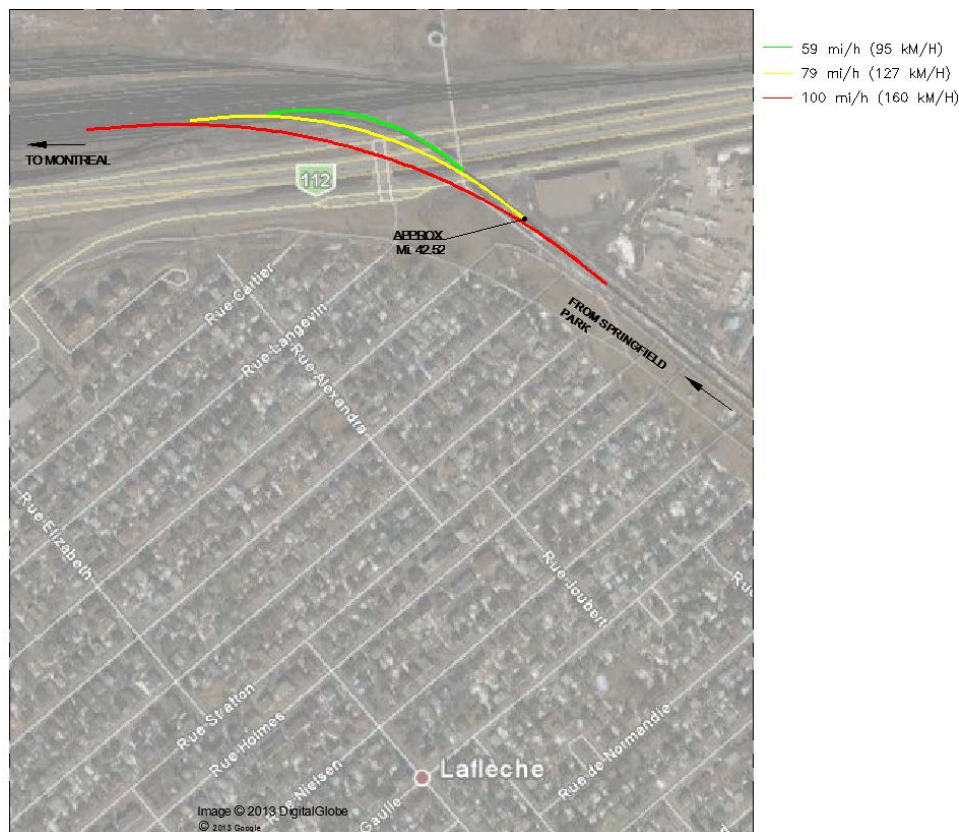


Figure 75 – Courbes de vitesse sur le pont ferroviaire de la route 112-116 (P.M 42,5 – 42,69)

Solutions proposées

La construction d'un nouveau pont permettant l'étagement de la voie au-dessus des voies de la route 112. Les bénéfices associés à cette mesure supposent que le système de contrôle de type CCC est étendu sur au moins quelques kilomètres sur la subdivision Rouses Point et que les questions de capacité locale à la jonction de deux subdivisions permettent une vitesse accrue sur l'embranchement.

Pont détagement au dessus de la route 112-116			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	30	\$ 28,680,000	57.36
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	128 (2min 8sec)	\$ 28,880,000	13.54
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	292 (4min 52sec)	\$ 51,120,000	10.50

Tableau 25 : Estimation des coûts-bénéfices du pont d'étagement au-dessus de la route 112-116

Coût / temps de déplacement gagné

Les bénéfices en temps d'une telle mesure sont substantiels, mais les coûts associés à la construction d'un pont d'étagement au-dessus de la route 112 à cet endroit sont également très élevés.

4.3.1.2 Mise à niveau de la voie - Subdivision Rouses Point

La condition de la voie

La limite de vitesse est généralement de 50 mi/h (80 km/h) sur la subdivision Rouses Point. Ce qui correspond à une voie de catégorie 3. Il faudra prévoir une mise à niveau de la voie pour toute augmentation de vitesse étant donnée la condition générale de la voie.

Solutions proposées

Un programme de mise à niveau de la voie devra être entrepris pour en améliorer la condition et en changer la catégorie.

Coût / temps de déplacement gagné

Tel que montré au tableau ci-dessous, l'augmentation de la vitesse produit sur ce tronçon des résultats minimes dus à la courte distance entre Southwark et la courbe de Castle Gardens et leurs limites de vitesse respectives. Sans amélioration à Castle Gardens, toute augmentation de la limite de vitesse à plus de 79 mi/h (127 km/h) est sans bénéfice observable.

Mise à niveau des voies subdivision Rouses Point			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	366 (6min 6sec)	\$ 33,510,000	5.49
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	802 (13min 22sec)	\$ 53,250,000	3.98
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	983 (16min 23sec)	\$ 76,580,000	4.67

Tableau 26 : Estimation des coûts-bénéfices de la mise à niveau des voies sur la subdivision Rouses Point

4.3.1.3 Reconfiguration de la courbe Castle Gardens – Rouses Point P.M. 39,54 – 39,95

Une courbe de près de 5 degrés / 100 pi

Cette courbe longe un secteur résidentiel et serait très onéreuse à modifier. De plus, toute modification du tracé actuel entraînerait la mise en place de nouveaux passages à niveau, qui auraient pour effet de limiter le dévers envisageable et de rallonger encore plus les courbes nécessaires. Dans ce contexte, un pont ferroviaire sur l'ensemble de la courbe proposée devient la seule solution envisageable.

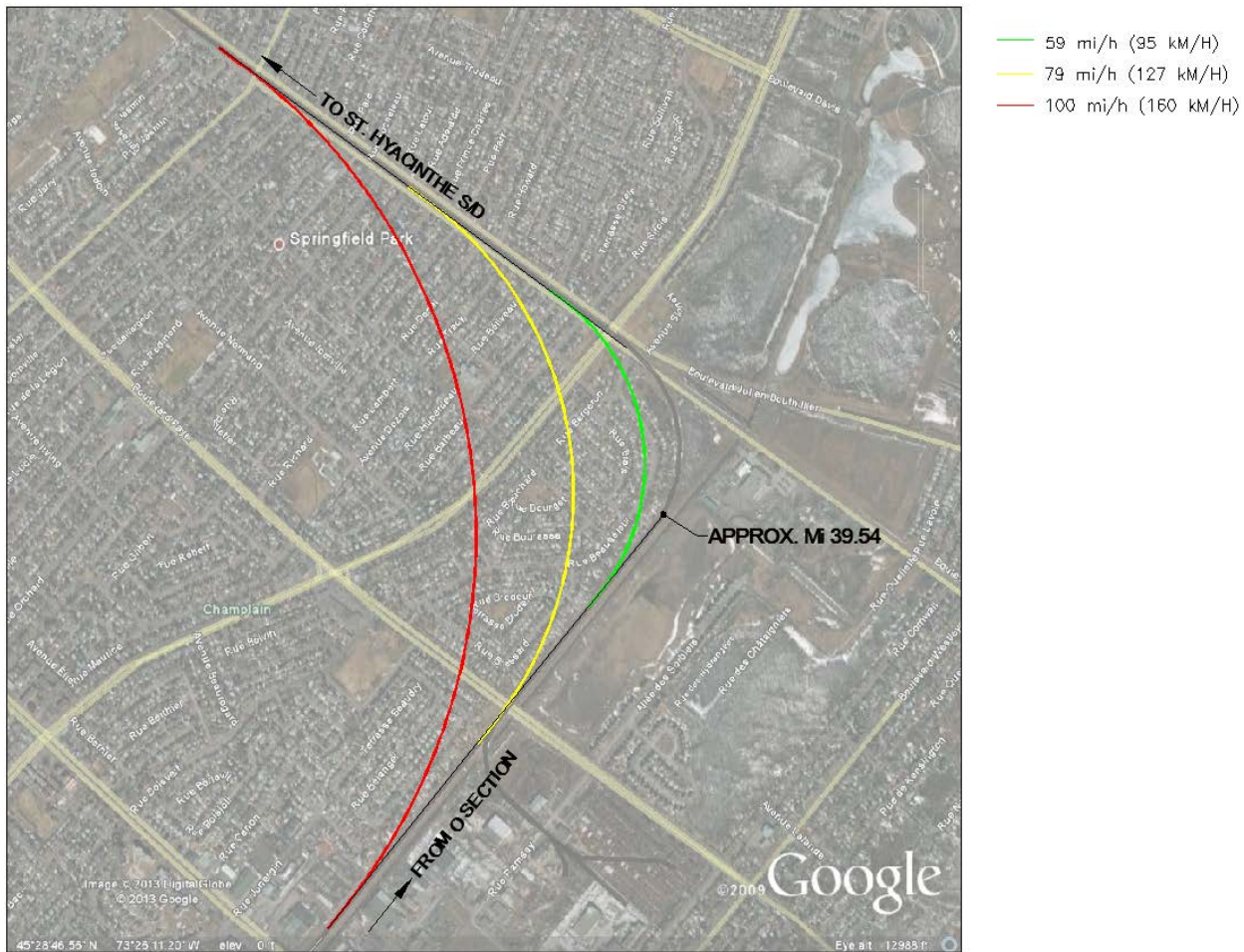


Figure 76 – Reconfiguration de la courbe Castle Gardens – Rouses Point P.M. 39,54 – 39,95

Solutions proposées

Avec l'ajout d'un dévers plus important, on pourrait viser sur cette courbe une vitesse de 30 mi/h (48 km/h) sans en modifier la longueur. Pour atteindre de plus hautes vitesses, l'importance des travaux requis seraient d'un autre ordre.

Coût / temps de déplacement gagné

L'économie de temps associée à une vitesse de 30 mi/h (48 km/h) en courbe serait de 24 secondes. Elle a été présentée dans le tableau ci-dessous pour la vitesse cible de 59 mi/h (95 km/h). Pour les autres vitesses cibles, les bénéfices viennent à un prix considérablement plus élevé au vu des travaux de relocalisation résidentiels qui devraient avoir lieu.

Reconfiguration de la courbe Castle Gardens			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h Vitesse en courbe limitée à 30 mi/h.	24	\$ 71,420,000	178.55
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	128 (2min 8sec)	\$ 82,480,000	38.66
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	292 (4min 52sec)	\$ 105,070,000	21.59

Tableau 27 : Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration de la courbe Castle Gardens

4.3.1.4 Reconfiguration de la courbe – Rouses Point P.M. 38,47 – 38,59

Courbes en « S » de 2 degrés / 100 pi

Comme pour toutes les courbes dans ce secteur, celle-ci est bordée de rues résidentielles. De plus, on trouve le passage à niveau du boulevard Grande-Allée à son extrémité nord.



Figure 77 – Reconfiguration de la courbe – Rouses Point P.M. 38,47 – 38,59

Solutions proposées

La courbe ne pose pas de problème pour la vitesse actuelle de 50 mi/h (80 km/h) et sa longueur serait adéquate pour une vitesse de 59 mi/h (95 km/h) également. Un allongement de la voie sera à considérer pour des vitesses plus élevées.

Coût / temps de déplacement gagné

Le tableau suivant montre que si les coûts associés au rehaussement à 59 mi/h (95 km/h) sont faibles, les bénéfices en sont faibles également.

Reconfiguration de la courbe au sud du boulevard Grande-Allée			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	2	\$ 630,000	18.90
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	17	\$ 1,220,000	4.31
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	50	\$ 2,010,000	2.41

Tableau 28 : Estimation des coûts de reconfiguration de la courbe au sud du boulevard Grande-Allée

4.3.1.5 Reconfiguration de la courbe au boulevard Lapinière– Rouses Point P.M. 37,55 – 37,76

Une courbe de 3 degrés / 100 pi

Le tracé de cette courbe dispose d'un bon dégagement malgré le pont routier de l'autoroute 10. La vitesse sur cette courbe est présentement de 50 mi/h (80 km/h).

Solutions proposées

La présence d'un passage à niveau au milieu de la courbe rend impossible le rehaussement des vitesses à cet endroit à l'aide de modifications au dévers seulement. Tout changement à cette courbe nécessitera donc une modification à l'alignement et un déplacement du passage à niveau du boulevard Lapinière.

Coût / temps de déplacement gagné

Reconfiguration de la courbe au boulevard Lapinière			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	2	\$ 630,000	18.90
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	17	\$ 1,760,000	6.21
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	50	\$ 2,520,000	3.02

Tableau 29 : Estimation des coûts-bénéfices de reconfiguration de la courbe au boulevard Lapinière

4.3.1.6 Reconfiguration de la courbe Brossard – Rouses Point P.M. 35,89 – 36,28

Une courbe de 3 degrés / 100 pi

Cette courbe se situe en bordure d'une zone résidentielle nouvellement construite. Elle comporte un passage à niveau au chemin des Prairies. La limite de vitesse y est de 30 mi/h (48 km/h).

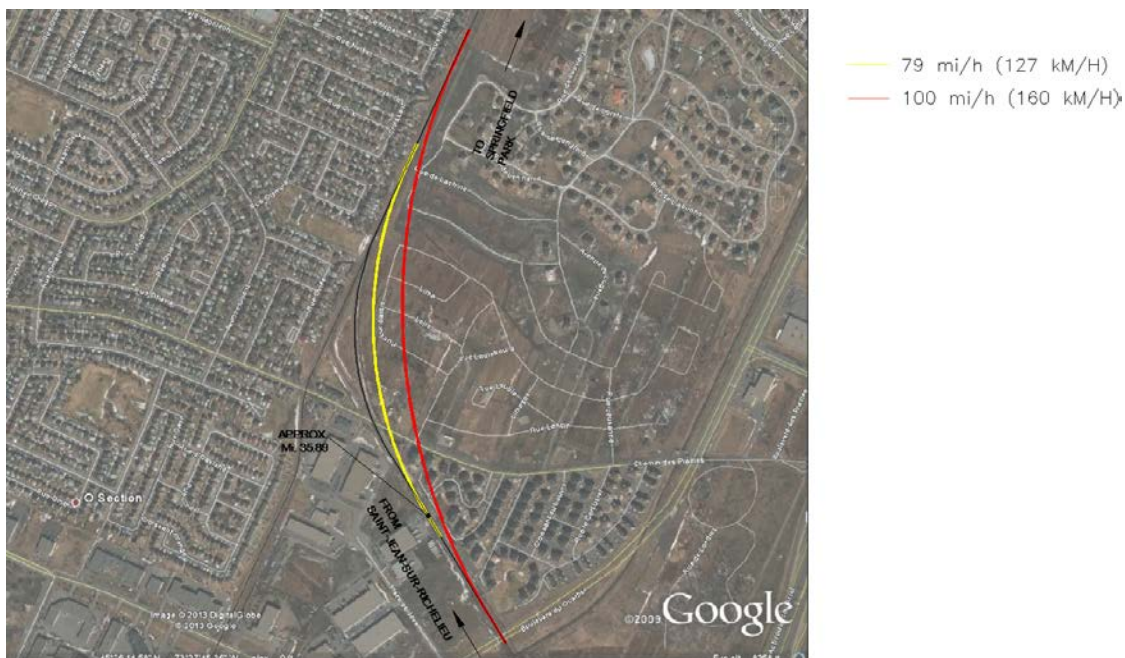


Figure 78 – Reconfiguration de la courbe Brossard – Rouses Point P.M. 35,89 – 36,28

Solutions proposées

Le passage à niveau empêche le rehaussement du dévers, un allongement de la courbe devient dès lors nécessaire à l'augmentation des vitesses. À défaut d'un pont ferroviaire passant au-dessus du quartier résidentiel montré sur l'illustration ci-dessous, des réaménagements de propriétés résidentiels seraient à prévoir pour parvenir à augmenter la vitesse sur ce tronçon.

Coût / temps de déplacement gagné

Tel qu'on le voit dans le tableau ci-dessous, étant donnée l'ampleur des travaux nécessaires, les coûts associés aux améliorations des limites de vitesse sont substantiels.

Reconfiguration de la courbe à Brossard			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	16	\$ 240,000	0.90
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	40	\$ 24,200,000	36.30
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	78	\$ 99,120,000	76.25

Tableau 30 : Estimation des coûts-bénéfices de la reconfiguration de la courbe à Brossard

4.3.1.7 Reconfiguration de la courbe – Rouses Point P.M. 30,73 – 31,01

Une courbe de 2,3 degrés / 100 pi

La limite de vitesse à cet endroit est présentement de 50 mi/h (80 km/h). Le degré de courbure et l'absence de passage à niveau permet d'envisager une vitesse de 59 mi/h (95 km/h) sans modifications à sa longueur.

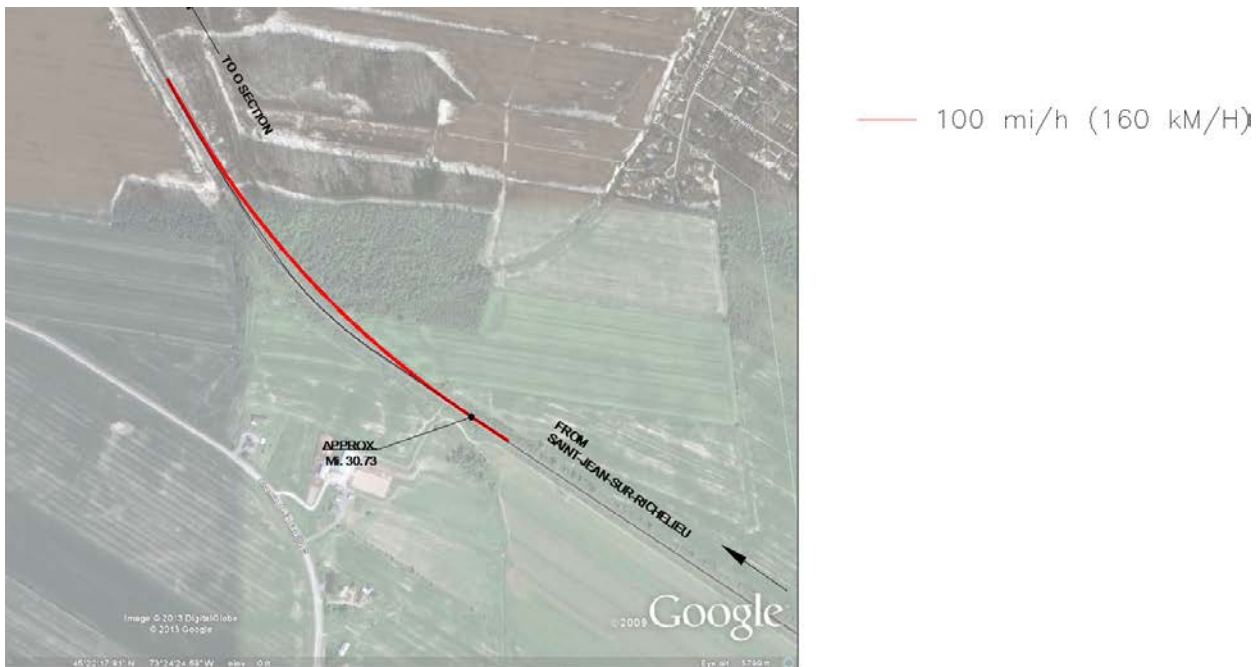


Figure 79 – Reconfiguration de la courbe – Rouses Point P.M. 30,73 – 31,01

Solutions proposées

Reconfiguration de la courbe pour une vitesse supérieure à 79 mi/h (127 m/h).

Coût / temps de déplacement gagné

Reconfiguration de la courbe, Subdivision Rouses Point, P.M. 30,73-31.01			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 100 mi/h	15	\$ 2,410,000	9.64

Ni l'allongement, ni l'introduction d'un dévers ne posent ici de difficulté particulière, mais son utilité n'est pas très grande non plus, ne permettant qu'une économie de 15 secondes pour la vitesse cible de 100mi/h (160km/h).

4.3.1.8 Saint-Jean-sur-Richelieu – Rouses Point P.M. 21,48 – 22,65

Une courbe de 6,5 degrés / 100 pi dans la ville, succession d'autres courbes autour, passages à niveau publics très rapprochés – proximité d'habitations résidentielles.

Une limite de vitesse de 10 mi/h (16 km/h) est en vigueur sur la section la plus problématique du tronçon traversant Saint-Jean, où se trouve la courbe de 6,5 degrés. Étant donnée la densité de la population et le coût associé aux expropriations dans les limites de la ville de Saint-Jean, nous ne considérons aucune augmentation de la limite de vitesse dans cette zone sur le tracé actuel.

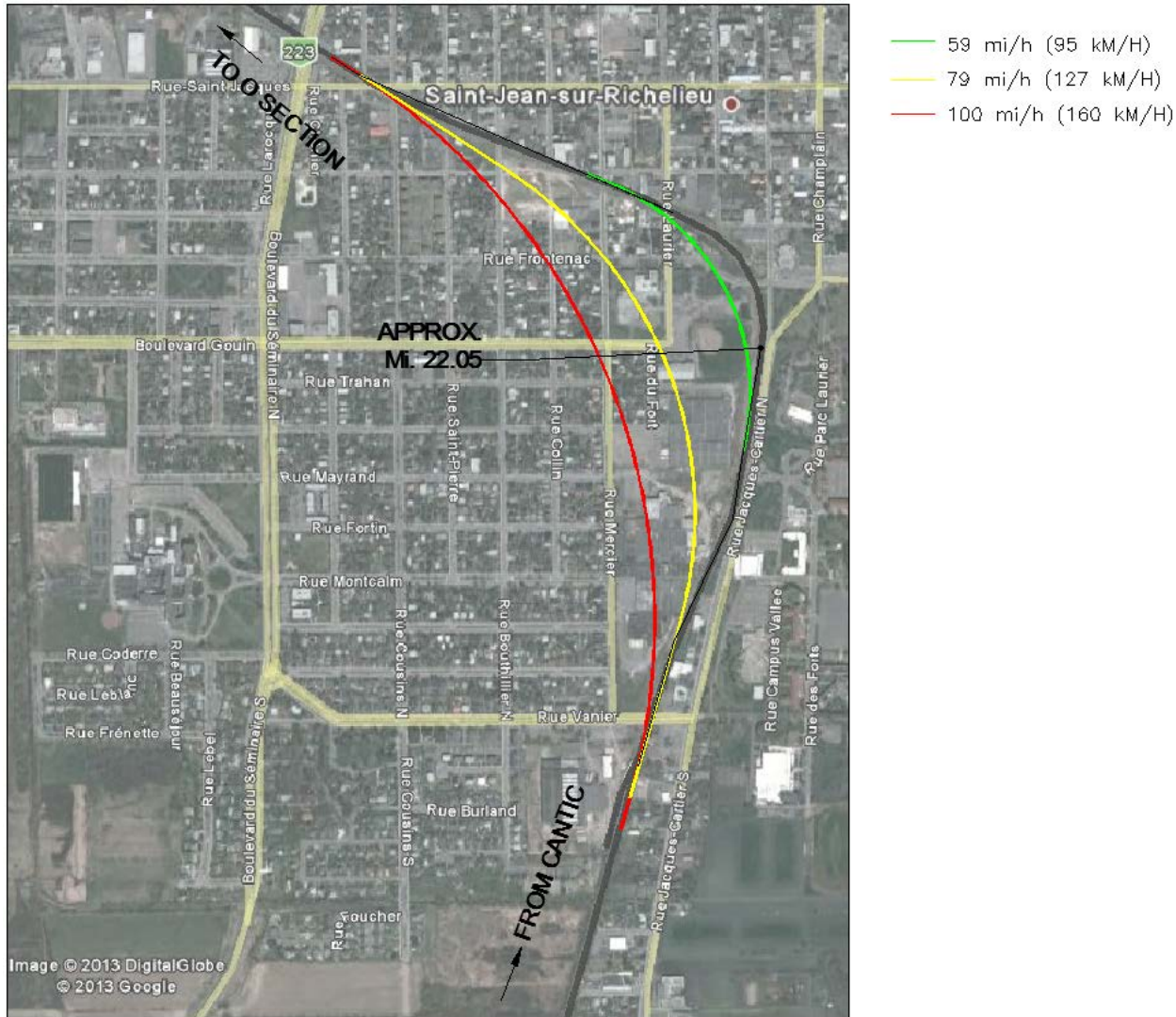


Figure 80 – Courbes de vitesses à Saint-Jean-sur-Richelieu – Rouses Point P.M. 21,48 – 22,65

Solutions proposées

Nous proposons la construction d'une voie de contournement qui passerait à l'ouest de la ville, évitant du coup les limites de vitesse liées aux courbes et aux passages à niveau.



Figure 81 – Courbe de vitesse au contournement à Saint-Jean-sur-Richelieu
– Rouses Point P.M. 21,48 – 22,65

Coût / temps de déplacement gagné

Le tracé présenté ci-dessus ne comporte aucune courbe limitant la vitesse à 100 mi/h (160 km/h). Il implique cependant la construction d'un nouveau pont ferroviaire et l'aménagement de passages à niveau. Il est impossible de prévoir si le CN jugerait opportun de se départir de sa voie actuelle, les revenus liés à la vente de terrains, le coût du démantèlement de la voie ainsi que celui de la récupération des matériaux n'ont donc pas été tenus en compte dans le calcul des coûts globaux.

Coût / temps de déplacement gagné

Les économies de temps de parcours de ce tableau sont calculées en comparaison du temps de parcours actuel entre les limites du nouveau tracé proposé.

Voie de contournement à Saint-Jean			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	560 (9min20sec)	\$ 7,900,000	6.20
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	582 (9min42sec)	\$ 57,900,000	5.97
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	826 (13 min 46sec)	\$ 57,900,000	4.21

Tableau 31 : Estimation des coûts de la voie de contournement à Saint-Jean

4.3.1.9 Aiguillage manuelle à Cantic

Au branchement avec la subdivision Swanton se trouve un aiguillage manuel dont la position normale, celle où il se trouve habituellement entre le passage de deux trains et qui permet la plus grande vitesse de passage, est celle de la direction de la subdivision Swanton. Ceci implique que chaque train passant sur la subdivision Rouses Point en direction de Rouses Point doit s'arrêter à l'approche de cet aiguillage, un membre de l'équipage du train doit en descendre, actionner l'aiguillage pour le mettre en direction Rouses Point. Le train doit alors avancer jusqu'à ce que le dernier wagon ait dépassé l'aiguillage, arrêter de nouveau, attendre que l'aiguillage soit manœuvré de nouveau pour le remettre dans sa position originale, et enfin attendre que le membre d'équipage regagne le train, ce qui, dans le cas d'un train de passager, est habituellement fait par l'arrière du dernier wagon, évitant au moins au train d'attendre qu'il ne marche toute la longueur du train pour le réintégrer par la locomotive.

Sous réserve d'en venir à une entente avec le CN pour effectuer un changement à cette configuration, le fait d'éviter cet arrêt est sans doute l'une des mesures ponctuelles pouvant procurer à l'exploitation de trains de passagers le plus grand bénéfice pour le coût encouru.

Aiguillage de la subdivision Swanton à Cantic			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h	152	\$ 210,000	0.08

Aiguillage de la subdivision Swanton à Cantic			
Amélioration	Temps gagné (s)	Coût amélioration	Coût bénéfice (M\$/min)
Vitesse cible 59 mi/h	152	\$ 210,000	0.08

Tableau 32 Estimation des coûts du changement de l'aiguillage à Cantic

Il est à noter que les bénéfices associés à cet arrêt et à la manœuvre manuelle de l'aiguillage n'apparaissent dans le tableau ci-dessus qu'à la vitesse de 59mi/h. En effet, conformément avec notre hypothèse de base, l'implantation de CCC aux vitesses cibles de 79 et de 100mi/h entraînerait l'installation d'un aiguillage motorisé à cet endroit, dont les coûts et les bénéfices sont déjà inclus dans les estimations des travaux d'infrastructure et de signalisation.

4.3.1.10 Antenne Massena

L'antenne Massena a été analysée pour sa capacité à accueillir un train de passagers dans le cadre de l'exploitation d'un tracé mixte entre Montréal et la frontière. L'embranchement relie la subdivision Rouses Point du CN au niveau de la courbe à Brossard à la subdivision Lacolle du CP à Delson.

Le long de l'antenne Massena se trouvent des courbes contraignantes qui devront être modifiées pour atteindre des vitesses supérieures. De plus, la vitesse maximale actuelle de 40 km/h et 10 km/h indique que la voie devra y subir des améliorations profondes pour tout rehaussement de vitesse.

Ci-dessous les tracés des courbes et les coûts associés aux modifications recommandées.

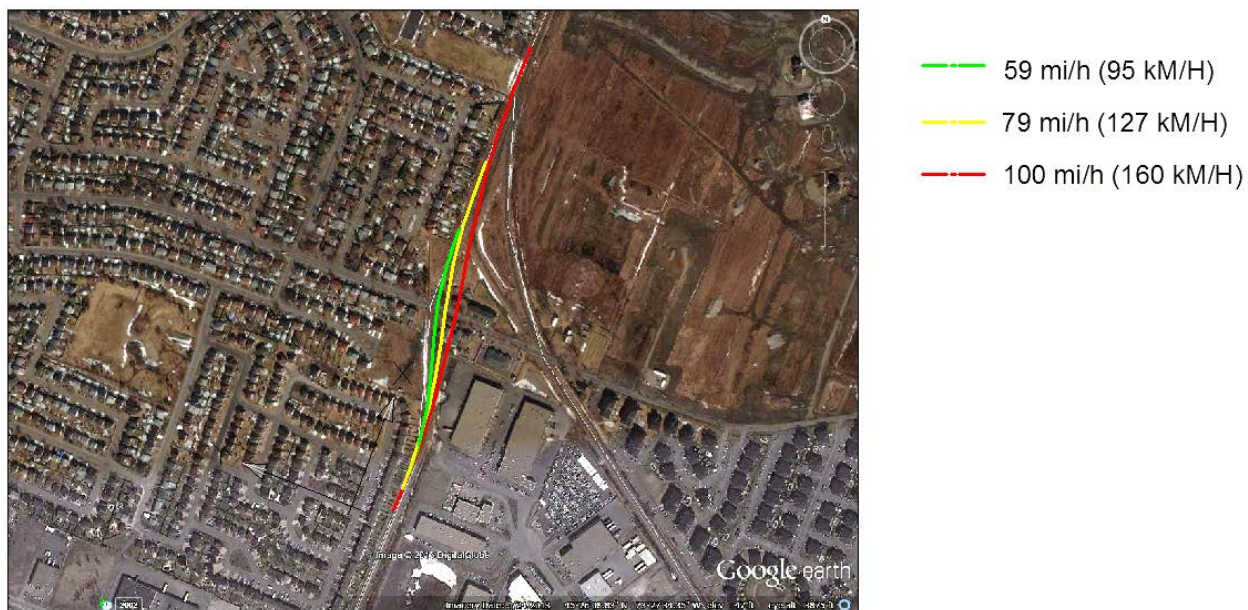


Figure 82 Courbes sur l'antenne Massena, P.M. 83.7



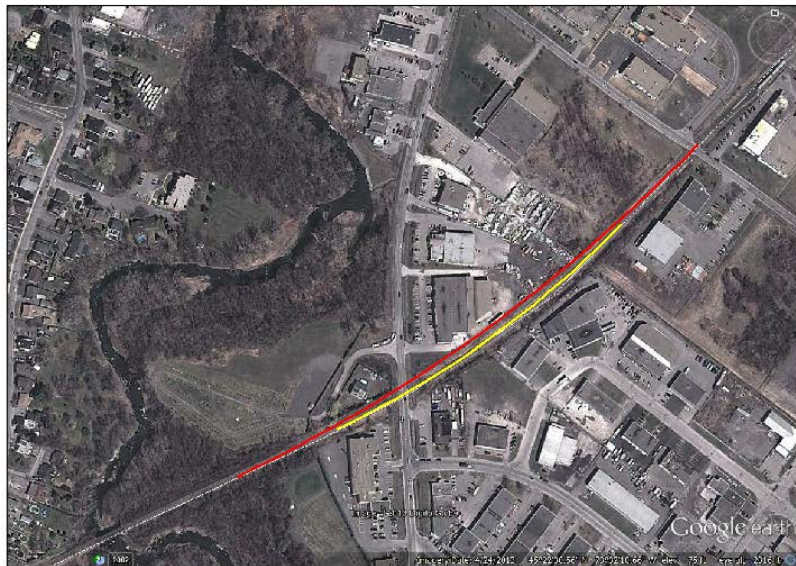
79 mi/h (127 km/H)
100 mi/h (160 km/H)

Figure 83 Courbe à l'antenne Massena, P.M. 82.4



79 mi/h (127 km/H)
100 mi/h (160 km/H)

Figure 84 Courbe à l'antenne Massena, P.M. 81.6



— 79 mi/h (127 km/h)
— 100 mi/h (160 km/h)

Figure 85 Courbe à l'antenne Massena, P.M. 78,0

Reconfiguration des courbes, Antenne Massena			
Amélioration	Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)
P.M. 83,7 (Courbes inversées)	\$ 960,000	\$ 2,160,000	\$ 3,120,000
P.M. 82,4	\$ 130,000	\$ 2,440,000	\$ 33,100,000
P.M. 81,6	\$ 110,000	\$ 980,000	\$ 3,250,000
P.M. 78,0	\$ 110,000	\$ 810,000	\$ 1,330,000

Tableau 33 Estimation des coûts de la reconfiguration des courbes, Antenne Massena

Les bénéfices en temps de parcours associés aux reconfigurations des courbes sur l'antenne Massena sont considérés dans le cadre des scénarios intégrés dans la section 5.4.

Mise à niveau de la voie

Pour rehausser le niveau de la voie sur l'antenne Massena, il a été évalué qu'à partir de la vitesse cible de 59mi/h, 50% du rail devra être changé. À la vitesse de 100 mi/h 100% du rail devra être changé. Les coûts estimés associés à ces travaux sont présentés ci-dessous pour deux options. La première option reprend la configuration en place par le passé où la voie du CN croisait celle du CP à Delson au moyen d'un cœur de croisement la reliant à la courbe ouest de la boucle de Delson, cœur de croisement démantelé depuis. L'option 2 remplace le cœur de croisement par un pont d'étagement.

Mise à niveau des voies, Antenne Massena			
Amélioration	Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)
Option 1, coeur de traversée	\$ 16,600,000	\$ 18,550,000	\$ 20,510,000
Option 2, pont d'étagement	\$ 28,930,000	\$ 30,880,000	\$ 32,840,000

Tableau 34 Estimation des coûts de la mise à niveau des voies, Antenne Massena

4.3.2 Signalisation

La subdivision St-Hyacinthe est régie par un système de Contrôle Centralisé de la Circulation (CCC) par contre la subdivision Rouses Point est régie par un système de Régulation de l'Occupation de la Voie (ROV). Étant donnée la faible circulation sur cette subdivision, nous ne proposons son remplacement par un système CCC sur l'ensemble du tracé que pour des vitesses supérieures à 59 mi/h (km/h).

CCC sur la subdivision Rouses Point (tracé actuel)			
Amélioration	Coût amélioration	Coût connexes	Coût total
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	\$12,320,000	\$ 1,240,000	\$,560,000
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	\$12,320,000	\$ 1,240,000	\$ 13,560,000

Tableau 35 Estimation de coûts CCC sur la subdivision Rouses Point (tracé actuel)

Les coûts présentés au tableau ci-dessus prennent en compte la signalisation d'une voie d'évitement additionnelle que nous proposons à la section portant sur la capacité de la voie pour les vitesses supérieures à 59 mi/h.

CCC sur la subdivision Rouses Point (tracé contournant St-Jean)			
Amélioration	Coût amélioration	Coût connexes	Coût total
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	\$11,678,000	\$ 1,240,000	\$ 12,918,000
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	\$12,104,000	\$ 1,240,000	\$ 13,344,000

Tableau 36 : Estimation de coûts CCC sur la subdivision Rouses Point (sur le contournement de Saint-Jean)

4.3.3 Passages à niveau

Pour permettre l'augmentation sécuritaire des vitesses sur la voie, nous proposons que tous les passages à niveau publics soient munis de systèmes de détection à temps constant avec cloches, feux et barrières. Il est à noter qu'étant donné que nous ne proposons aucune augmentation de vitesse sur le tracé à l'intérieur de la ville Saint-Jean, aucun coût n'a été associé à ces passages à niveau. De plus, contrairement à l'installation du CCC dont le coût demeure sensiblement le même sur le tracé original et sur le tracé contournant la ville de Saint-Jean, nous présentons ici pour les vitesses de 79 mi/h et 100 mi/h les coûts associés à chaque tracé, le nombre et la nature des travaux à faire en lien avec les passages à niveau qui varient considérablement de l'un à l'autre.

L'augmentation des prix constatés dans le tableau ci-après découle de la complexité de l'interaction entre les passages à niveau qui augmente avec la vitesse, et non du nombre de passages à niveau touchés, qui lui ne varie pas.

Passages à niveau (tracé actuel)	
Amélioration	Coût amélioration
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	\$ 13,100,000
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	\$ 15,950,000
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	\$ 19,100,000

Tableau 37 : Passages à niveau sur le tracé actuel

Passages à niveau (tracé contournant St-Jean)	
Amélioration	Coût amélioration
Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	\$ 13,100,000
Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	\$ 13,600,000
Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)	\$ 16,500,000

Tableau 38 : Passages à niveau sur le contournement de Saint-Jean

4.3.4 Capacité de la voie

Pour mitiger l'effet sur la capacité de la voie de l'introduction de trains à vitesse plus élevée que les autres sur la subdivision Rouses Point, nous croyons qu'il est à prévoir la construction d'une voie d'évitement assez longue pour un train de marchandises typique entre Saint-Jean-sur-Richelieu et Cantic.

Sections mobiles sur le Pont Victoria

Les sections mobiles opérant en parallèle sur le pont Victoria (**Figure 25**) permettent une circulation ferroviaire et maritime en simultanée de part et d'autre de l'écluse de Saint-Lambert, sans jamais forcer un arrêt total de la circulation ferroviaire sur le pont. Toutefois il est important de noter la limitation de vitesse moins élevée sur le circuit dévié du pont ouest par rapport à celle du trajet rectiligne.

4.4 SUBDIVISION SWANTON ET PROLONGEMENT VERS LACOLLE

Cette section présente les coûts et bénéfices associés à l'exploitation d'un train en direction de Boston via la subdivision Swanton du CN ainsi que son prolongement vers Lacolle pour les scénarios empruntant le tracé du CP.

Les courbes sur ce tronçon, exception faite de la courbe rejoignant la subdivision Rouses Point ou Lacolle, selon le cas, ne posent pas de difficulté pour ce qui est de la vitesse permise. Par contre, ce tracé emprunte un pont pivotant pour traverser la rivière Richelieu. La structure de ce pont devra faire l'objet d'une étude approfondie pour déterminer si son état peut permettre une vitesse supérieure à la vitesse actuellement permise de 10 mi/h. Pour les fins de l'étude des temps de parcours, nous avons posé l'hypothèse que la fixation de la travée pivotante du pont permettrait une vitesse de 25mi/h sur le pont.



Figure 86 Liaison Lacolle-Cantic vers Swanton (Prolongement de la subdivision Swanton jusqu'à Lacolle)

La liaison emprunte un tracé autrefois connu sous le nom d'Antenne Industrielle Lacolle, aujourd'hui transformée en piste cyclable et appartenant au MTQ et à la municipalité de Lacolle. Le coût estimé pour la construction de ce lien est de 4,41M\$.

Aucune courbe n'existe à la jonction avec la voie du CP à cet endroit, et aucun élément d'emprise ne peut y être récupéré. Nous avons posé l'hypothèse que dans le scénario de base elle serait configurée avec le même rayon que la courbe du CN entre la subdivision Swanton et la subdivision Rouses Point à Cantic.

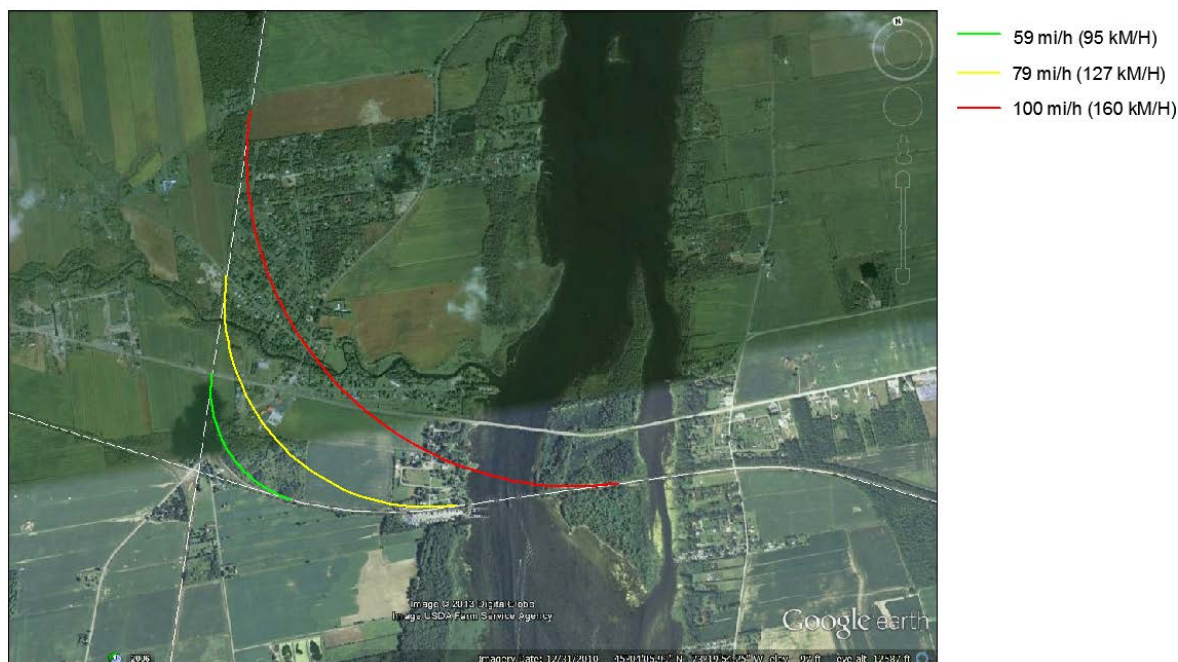


Figure 87 Courbe au branchement des subdivisions Rouses Point et Swanton à Cantic

Mise à niveau des voies et courbes, Subdivision Swanton			
Amélioration	Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)	Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)	Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)
Branchement à Cantic	\$ 8,110,000	\$ 12,890,000	\$ 159,160,000
Branchement à Lacolle	\$ 9,880,000	\$ 16,910,000	\$ 21,800,000

Tableau 39 Estimation des coûts liés à la mise à niveau des voies et à la reconfiguration des courbes, Subdivision Swanton

Le coût élevé de la reconfiguration pour 100 mi/h à Cantic s'explique en majeure partie par la nécessité, selon la géométrie nécessaire, de construire un nouveau pont sur la Richelieu à cette vitesse.

Contrôle à distance du pont mobile sur la Richelieu près de Cantic

Le pont mobile enjambant la rivière Richelieu près de Cantic est présentement opéré par un pontier en fonction pendant certaines heures de la journée en période estivale. La procédure veut que lorsque le pontier n'est pas de fonction, les trains doivent s'arrêter et vérifier que le pont est bien dans la bonne position avant de s'engager sur celui-ci, ce qui entraîne forcément des délais.

Pour éviter ces délais, le pont devra être équipé de circuits de voie et de détecteurs de continuité pour permettre la détection de son état à distance. Il faudra également traiter le pont comme un enclenchement, ce qui nécessitera l'installation de signaux de part et d'autre du pont, d'un système de communication avec le CCF et des modifications au bureau du CCF.

À un tel système, un contrôleur à distance du moteur de rotation du pont pourra aussi être ajouté, de même qu'un signal lumineux pour la circulation maritime, par exemple sous forme de feux avertisseurs lors de la rotation imminente du pont.

Le coût estimé d'un tel système, en l'absence de signalisation de type CCC sur la subdivision Swanton, serait de l'ordre de 2,9M\$ en supposant un lien de communication par cellulaire ou par téléphonie terrestre avec le CCF. Non inclus dans cette estimation, tout système de contrôle, en vidéo en circuit fermé ou autre, visant à assurer la sécurité des usagers de la voie maritime à cet endroit et l'opération sans entrave du pont tournant autre que le signal lumineux mentionné plus haut.

5 SCÉNARIOS D'AMÉLIORATIONS INTÉGRÉES – DIRECTION ROUSES POINT - NYC

Les scénarios présentés dans cette section présentent les options de tracé reliant Montréal, Québec, à Rouses Point, New York, en direction de la ville de New York. Les variantes de ces scénarios à direction de Boston via la subdivision Swanton du CN sont présentées dans la section suivante.

Les scénarios présentés ci-dessous sont le résultat de l'amalgame des diverses solutions examinées individuellement précédemment. Ces solutions présentent, en fonction de la vitesse cible citée, les combinaisons jugées les plus appropriées en termes de coût-bénéfice et de faisabilité.

Dans l'élaboration de tous les scénarios présentés ci-dessous, un certain nombre de principes ont été retenus et observés :

Système de contrôle des trains

Quoi qu'il existe des cas où des vitesses supérieures soient en vigueur sans système de contrôle des trains de type CCC, nous préconisons l'installation de celui-ci sur tout corridor où la limite de vitesse est de 79 mi/h (127km/h) et plus pour les trains de passagers.

Passages à niveau

L'étude exhaustive de chacun des passages à niveau présents sur les tracés dépassant largement le cadre de cette étude, il a été établi que pour toute augmentation de la vitesse le long de l'un ou l'autre des tracés, une mise à niveau de la protection aux passages à niveau pour faire de la totalité de ceux-ci des systèmes avec détecteur à temps constant comportant barrières, feux et cloches serait prévue. De plus, en ce qui concerne les passages à niveau privés et de ferme, nous en avons prévu l'élimination progressive à raison d'un tiers par incrément de vitesse cible, c'est-à-dire que pour tout scénario à 59 mi/h (95 km/h), les coûts liés à l'élimination d'un tiers des passages à niveau privés et de ferme sont inclus dans les coûts totaux; pour la vitesse de 79 mi/h (127 km/h), ce sont les coûts de l'élimination des deux tiers qui sont inclus, et les coûts liés à l'élimination de la totalité des passages à niveau privés et de ferme sont inclus dans les coûts totaux des scénarios pour la vitesse cible de 100 mi/h (160 km/h).

Infrastructure de la voie

Pour l'essentiel, les voies des deux tracés principaux répondent présentement aux normes des voies de catégorie 3. Au Canada, ces normes régissent l'état du rail, des systèmes d'attache et de la surface de roulement de la voie, ainsi que les pratiques d'entretien régulières de celles-ci. Nous prévoyons, pour une augmentation à 95 km/h qui correspond toujours à la catégorie de voie 3, une mise à niveau minimale de l'infrastructure de la voie, avec un remplacement ponctuel du rail. Pour la vitesse de 79 mi/h (127 km/h), une mise à niveau de la voie avec un remplacement de 50% du rail a été retenue. Pour la vitesse de 100 mi/h (160 km/h), la solution retenue prévoit un remplacement du rail en plus de la mise à niveau de l'infrastructure. Il est à noter que le coût rapporté dans ce rapport ne comporte que les éléments liés à l'investissement en

capital, et non les coûts d'exploitation additionnels qui pourraient résulter des améliorations proposées, qui dépendent d'éléments ne figurant pas dans le cadre de la présente étude.

La mesure du rapport coût/bénéfice

Le ratio M\$/minute gagnée a été adopté pour quantifier le rapport coût bénéfice associé à chaque scénario d'amélioration intégré. Ce ratio est obtenu en divisant le coût total estimé du scénario, exprimé en millions de dollars, par le temps de voyage gagné, en minutes. Il s'agit dans le cas présent d'un indicateur utile pour comparer entre eux des scénarios comparables, mais il ne saurait remplacer d'autres considérations importantes telles le coût total des améliorations, l'acceptabilité sociale, l'intérêt portée par la compagnie de chemin de fer pour l'amélioration proposée, etc. dans le choix final de l'option à privilégier.

5.1 TRACÉ CN EXISTANT

Aucune modification n'est proposée sur la subdivision St-Hyacinthe du tracé du CN. Celle-ci est déjà de catégorie 5 et la densité de la circulation qui s'y trouve déjà, en plus de la complexité apportée par une géométrie contrainte par un environnement urbain dense, ne permet pas d'envisager de changements à l'alignement actuel.

En ce qui concerne l'agglomération de Saint-Jean-sur-Richelieu, aucun rehaussement de la vitesse n'y est envisageable tant les défis en termes de sécurité des riverains et de géométrie de l'emprise y semblent grands. Dans cette section du tracé existant du CN, nous n'incluons donc aucun changement aux limites de vitesse actuelles. Dans la variante du tracé du CN où nous proposons un nouvel alignement contournant l'agglomération de Saint-Jean-sur-Richelieu, les contraintes relatives au rehaussement de la vitesse sont moindres et les vitesses obtenues substantiellement plus élevées.

Le temps de parcours de référence utilisé pour le calcul des gains en temps pour les tracés sur les voies du CN est de 1:23:09.

Liste des scénarios intégrés - Tracé CN actuel Direction Rouses Point							
Variante	Description	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coûts voie/structure (M\$)	Coûts signalisation (M\$)	Coût total (M\$)	M\$/minute
Vitesse cible 95km/h (59 MPH)							
CNA1	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	01:17:03	00:06:06	33.51	13.08	46.59	7.64
CNA2	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	01:16:41	00:06:28	34.51	13.08	47.59	7.36
Vitesse cible 127km/h (79 MPH)							
CNA3	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	01:09:47	00:13:22	53.25	29.55	82.80	6.19
CNA4	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	01:09:10	00:13:59	54.30	29.55	83.85	6.00
CNA5	Courbes Castle Garden, Gr. Allée, Lapinière, Brossard CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	01:06:25	00:16:44	183.46	29.55	213.01	12.73
Vitesse cible 160km/h (100 MPH)							
CNA6	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	01:06:46	00:16:23	76.58	32.69	109.27	6.67
CNA7	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) et RP, PM 30 CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	01:05:36	00:17:33	79.42	32.69	112.11	6.39
CNA8	Courbes Castle Garden, Gr. Allée, Lapinière, Brossard et RP, PM 30 CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	01:01:14	00:21:55	324.84	32.69	357.53	16.31
		01:23:09	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE				

Tableau 40 : Scénarios intégrés - tracé CN existant

Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)

Aucune modification importante à l'alignement de la voie n'est suggérée pour cette vitesse cible sur le tracé actuel du CN. En effet, l'examen de chacune des courbes du tracé démontre que pour la vitesse de **59 mi/h (95 km/h)** et le faible avantage en termes de temps de parcours, soit le coût de la modification apparaît prohibitif pour le bénéfice encouru, soit la géométrie actuelle se prête, sans modification importante, à la vitesse visée. Les gains en termes de temps de parcours obtenus sont donc tributaires d'une augmentation de la limite de vitesse suivant le rehaussement de la qualité de l'infrastructure et des passages à niveau. Le scénario CNA2 du tableau ci-haut détaille les coûts et les gains associés au scénario privilégié. Un gain de temps de 6:28 au coût de 47,6 M\$ y figure, pour un ratio M\$/min de 7,36.

Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)

Pour la vitesse de 79 mi/h (127 km/h), l'incrément de coût par rapport au scénario précédent provient en grande partie de l'ajout du système de contrôle de la circulation des trains CCC. À celui-ci s'ajoute l'allongement proportionnel des courbes aux boulevards Grande Allée et Lapinière, mais la courbe Brossard, qui serait très coûteuse à modifier en raison du quartier nouvellement construit à l'intérieur de la courbe, serait laissé dans sa configuration conforme à la vitesse de 95 km/h. Ce scénario CNA4 présente, pour un coût de 83.9 M\$, un grain de temps de 13:59, et un ratio \$M/min de 6,00.

Vitesse cible 100 mi/h (160km/h)

Le scénario CNA7 représente à nos yeux le choix le plus judicieux sur ce tracé pour la vitesse cible de 100 mi/h (160km/h). Il présente un gain de temps de 17:33 pour un coût total de 112,1 M\$ et un ratio de 6,39M\$/min. Au prolongement des courbes aux boulevards Grande Allée et Lapinière s'ajoute dans ce scénario une modification à la courbe au P.M. 30 de la subdivision Rouses point. Le gain de temps associé à la vitesse de 100 mi/h (160km/h) sur ce tracé est limité par la proximité des courbes qui implique une limitation de vitesse difficilement surmontable.

Observations générales

Pour ce tracé, il apparaît que les investissements nécessaires à la vitesse de 79 mi/h sont ceux offrant le meilleur rapport coût/bénéfice tel que mesuré. La vitesse cible de 59 mi/h ne présentant que peu de gain de temps, les investissements néanmoins nécessaires à l'uniformisation des vitesses y trouvent moins de justification que ceux visant la vitesse cible de 79 mi/h. Quant aux résultats obtenus avec la vitesse cible de 100mi/h, ils sont moins performants étant donnés les obstacles majeurs à une circulation aussi rapide qui demeurent sur le tracé.

5.2 TRACÉ CN CONTOURNANT SAINT-JEAN-SUR-RICHELIEU

Dans les scénarios présentés dans la section précédente, aucune amélioration à la géométrie de la voie à Saint-Jean-sur-Richelieu n'est proposée. La situation dans cette ville où se trouvent concentrés un environnement urbain dense, un grand nombre de passages à niveau ainsi qu'une courbe très prononcée rend toute modification hasardeuse. La solution que nous proposons prend la forme d'un contournement de la ville à l'aide d'une déviation de la voie. Le tracé proposé de cette déviation, qui devrait par ailleurs faire l'objet d'une étude détaillée spécifique, a pour effet, en plus de raccourcir le tracé de 5,0km, d'éviter toutes les sources de ralentissement à Saint-Jean-sur-Richelieu. Exception faite des modifications à la courbe au P.M. 30, les modifications proposées pour chaque vitesse cible sont identiques à celles proposées pour le tracé CN actuel.

Liste des scénarios intégrés - Tracé CN avec contournement de Saint-Jean-sur-Richelieu - Direction Rouses Point

Variante	Description	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coûts voie/structure	Coûts signalisation	Coût total	M\$/minute
Vitesse cible 95km/h (59 MPH)							
CNB1	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	01:07:43	00:15:26	83.78	12.49	96.27	6.24
CNB2	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	01:07:23	00:15:46	84.70	12.49	97.19	6.17
Vitesse cible 127km/h (79 MPH)							
CNB3	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	01:00:05	00:23:04	103.60	26.57	130.17	5.64
CNB4	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:59:45	00:23:24	105.65	26.57	132.22	5.65
CNB5	Courbes Castle Garden, Gr. Allée, Lapinière, Brossard CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:57:50	00:25:19	231.62	26.57	258.19	10.20
Vitesse cible 160km/h (100 MPH)							
CNB6	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:53:00	00:30:09	124.53	29.85	154.38	5.12
CNB7	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:52:40	00:30:29	126.41	29.85	156.26	5.13
CNB8	Courbes Castle Garden, Gr. Allée, Lapinière, Brossard CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:49:08	00:34:01	370.10	29.85	399.95	11.76
		01:23:09	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE				

Tableau 41 : Scénarios intégrés - tracé CN dévié

Vitesse cible 59 mi/h (95km/h)

Au coût de 97,2 M\$, le scénario CNB2 ci-dessus présente pour la vitesse cible de 59 mi/h (95km/h) un gain en temps de parcours de 15:46, pour un ratio de 6,17 M\$/min.

Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)

Le scénario CNB3, privilégié à la vitesse cible de 79 mi/h (127 km/h) permet de gagner 23:04 minutes pour un coût de 130,2 M\$ et un ratio de 5,64 M\$/min.

Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)

À la vitesse cible de 100 mi/h (160km/h), l'économie de temps de 30:09 au coût de 154,4 M\$ du scénario CNB6 est la plus avantageuse, présentant le ratio le plus bas de tous les tracés empruntant uniquement les voies du CN.

Observations générales

Les investissements nécessaires à la mise en place de ce tracé sont d'entrée de jeu plus élevés que pour le tracé actuel du CN, étant donné le tronçon de nouvelle voie de plusieurs kilomètres qu'il est nécessaire de construire. Les résultats à la vitesse cible de 79 mi/h en sont néanmoins meilleurs que ces derniers parce que le temps de parcours est encore plus raccourci et que des obstacles majeurs à la circulation des trains sont enlevés. En fait, dans ce cas-ci, et c'est le seul tracé qui présente cette particularité, les meilleurs résultats en termes de ratio coût-bénéfice sont obtenus à la vitesse cible de 160 km/h. Ceci est dû à la faible différence entre l'investissement pour le tronçon de nouvelle voie pour la vitesse de 79mi/h comparé à la vitesse cible de 100mi/h. Les coûts de construction restent pratiquement les mêmes sur ce tronçon, mais la vitesse est augmentée de façon significative.

5.3 TRACÉ CP

Le tracé du CP est plus court que celui du CN de 10,1 km. Il présente aussi des sections sur l'île de Montréal propice à une augmentation de la vitesse sans modifications à la géométrie de la voie, et moins de courbes sévères sur la portion à l'extérieur de Montréal. Une fois passées les courbes à la sortie du pont ferroviaire St-Laurent, seule la courbe à Delson, au branchement entre les subdivisions Adirondack et Lacolle, présente une difficulté importante. Le temps de parcours de référence utilisé pour le tracé du CP est de 1:10:41.

Vitesse cible 59 mi/h (95km/h)

Le scénario retenu pour cette vitesse cible est celui ne présentant aucune amélioration à l'alignement des voies. Le scénario CP1 ci-dessus permet une économie de temps de 18:08 pour un coût total de 27,0 M\$, soit un ratio M\$/min de 1,49.

Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)

Les améliorations à la signalisation et aux passages à niveau requis pour la vitesse de 79 mi/h (127 km/h) ont forcément un impact important sur le coût, mais les améliorations au temps de parcours sont substantielles. Avec un gain en temps de parcours de 26:38 pour un coût de 59,5 M\$, le scénario CP3 présente un gain intéressant sans imposer de changement à l'alignement de la voie.

Vitesse cible 100 mi/h (160km/h)

À cette vitesse cible, le scénario CP6 ne présentant aucun changement à l'alignement est encore celui qui produit le meilleur ratio \$M/min, 2,81, pour un gain de 30:06 et un coût de 84,7 M\$.

Observations générales

Le tracé du CP offre l'avantage d'un trajet plus court et de moins de courbes sévères, ce qui permet d'office des temps de parcours plus courts. Les ratios coût/bénéfice pour ce tracé sont calculés en fonction du temps de parcours de référence pour ce trajet, qui est 13 minutes de moins que le temps de parcours de référence utilisé pour les tracés à destination de la gare Centrale, et les ratios apparaissent tout de même avantageux par rapport à ces derniers. On remarque ici que les investissements les plus faibles sont ceux offrant le meilleur retour sur l'investissement. En effet, les améliorations à la voie pour atteindre 59 mi/h, étant donnée la vitesse actuelle sur la subdivision Lacolle de seulement 40mi/h, permettent un gain de temps substantiel à un faible coût.

Liste des scénarios intégrés - Tracé du CP - Direction Rouses Point

Variante	Description	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coûts voie/structure	Coûts signalisation	Coût total	M\$/minute
Vitesse cible 95km/h (59 MPH)							
CP1	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	00:52:33	00:18:08	21.29	5.73	27.02	1.49
CP2	Branchement SJL et courbe Napierville Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	00:52:27	00:18:14	22.22	5.73	27.95	1.53
Vitesse cible 127km/h (79 MPH)							
CP3	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:44:03	00:26:38	40.91	18.55	59.46	2.23
CP4	Branchement SJL et courbe Napierville et courbe Delson CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:40:16	00:30:25	54.71	18.55	73.26	2.41
CP5	Branchement SJL, courbe Napierville et courbe Delson et pont d'étagement à Delson CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:39:57	00:30:44	64.43	18.55	82.98	2.70
Vitesse cible 160km/h (100 MPH)							
CP6	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:40:35	00:30:06	60.34	24.39	84.73	2.81
CP7	Branchement SJL et courbe Napierville et courbe Delson CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:36:50	00:33:51	74.40	24.39	98.79	2.92
CP8	Branchement SJL, courbe Napierville et courbe Delson et pont d'étagement à Delson CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:36:21	00:34:20	86.47	24.39	110.86	3.23
		01:10:41	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE				

Tableau 42 Scénarios intégrés - tracé CP

5.4 TRACÉ MIXTE CN/CP

Le tracé partant de la gare Centrale et empruntant les subdivisions St-Hyacinthe et Rouses Point jusqu'à Brossard, puis l'antenne Massena jusqu'à Delson et continuant sur la subdivision Lacolle du CP jusqu'à Rouses Point a également été examiné dans le cadre de la présente étude. Les résultats des scénarios intégrés sont présentés dans le tableau ci-dessous. Le temps de parcours de référence utilisé pour en évaluer les gains a été établi à 1:23:09, par volonté de cohérence avec les autres scénarios intégrés qui rallient la gare Centrale.

Liste des scénarios intégrés - Tracé mixte (CN via Massena, Delson, CP jusqu'à Rouses Point) - Direction Rouses Point

Variante	Description	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coûts voie/structure	Coûts signalisation	Coût total	M\$/minute
Vitesse cible 95km/h (59 MPH)							
M1	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	01:04:33	00:18:36	44.70	13.30	58.00	3.12
M2	courbe Napierville, courbes Gr allée et Lapinière et les courbes sur Massena Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	01:04:07	00:19:02	47.77	13.30	61.07	3.21

Vitesse cible 127km/h (79 MPH)							
M3	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:56:38	00:26:31	68.54	31.81	100.35	3.78
M4	Courbe Napierville, courbes Gr allée et Lapinière et les courbes sur Massena (à 59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:56:25	00:26:44	85.61	31.81	117.42	4.39
M5	Courbe Napierville et courbe Delson et pont d'étagement à Delson, Courbes Castle Garden, Gr. Allée, Lapinière, Massena à 79 CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:53:11	00:29:58	225.10	31.81	256.91	8.57

Vitesse cible 160km/h (100 MPH)							
M6	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:53:13	00:29:56	93.29	38.81	132.10	4.41
M7	Courbe Napierville, courbes Gr allée et Lapinière et les courbes sur Massena (à 59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:50:55	00:32:14	110.45	38.81	149.26	4.63

M8	Courbe Napierville et courbe Delson et pont d'étagement à Delson, Massena à 100; Courbes Castle Garden, Gr. Allée, Lapinière à 100 CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:47:40	00:35:29	370.01	38.81	408.82	11.52
		01:23:09	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE				

Tableau 43 Scénarios intégrés - tracé mixte

Vitesse cible 59 mi/h (95 km/h)

Le scénario M1 ne faisant appel à aucun changement à l'alignement des voies présente pour cette vitesse cible le meilleur résultat en terme de ratio coût/bénéfice : 3,12 M\$/min pour un gain de 18:36 et un coût de 58,0M\$.

Vitesse cible 79 mi/h (127 km/h)

De la même façon à la vitesse cible de 79 mi/h (127 km/h), le scénario M3 ne présentant aucune modification à l'alignement permet d'atteindre un ratio de 3,78 M\$/min, un temps de parcours économisé de 26:31 et un coût total de 100,4 M\$.

Vitesse cible 100 mi/h (160 km/h)

À cette vitesse cible, le scénario M6 ne présentant aucun changement à l'alignement est encore celui qui produit le meilleur ratio \$M/min, à 4,41, pour un gain de 29:56 et un coût s'élevant à 132,1 M\$.

Observations générales

Les avantages obtenus sur le tracé sont semblables à ceux obtenus en contournant la ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, et les temps de parcours n'en sont pas très éloignés, par contre les investissements nécessaires y sont beaucoup plus faibles. Des tracés à destination de la gare Centrale, ce sont ceux empruntant l'antenne Massena qui offrent le meilleur ratio coût/bénéfice.

6 SCÉNARIOS D'AMÉLIORATIONS INTÉGRÉES – DIRECTION SWANTON - BOSTON

Le mandat de l'étude comporte un volet visant l'analyse d'une alternative de tracé ralliant Montréal à Boston via la subdivision Swanton du CN. Cette section présente les résultats de cette analyse.

Deux tracés sont examinés: l'un rejoint Cantic sur la subdivision Rouses Point du CN en suivant l'alignement actuel de la voie du CN. L'autre tracé ajoute à la subdivision Swanton un prolongement proposé le long de l'emprise démantelée de l'ancienne antenne industrielle Lacolle pour rejoindre la subdivision Lacolle du CP. L'emprise de cette antenne a été vendue à la ville de Lacolle et au MTQ.

Les résultats proposés ici ne concernent que les coûts associés aux améliorations sur la subdivision Swanton au Québec et son prolongement jusqu'à la subdivision Lacolle s'il y a lieu. Dans tous les cas, les calculs de temps de parcours ont été faits avec comme hypothèse que l'aiguillage avec la voie principale du CN ou du CP se fait au moyen d'un aiguillage propre à une vitesse de 72 km/h (45mi/h) et que l'orientation normale de celle-ci est dans le sens des mouvements sur les subdivisions Lacolle et Rouses Point. Notons que dans les tableaux ci-dessous, les coûts des investissements présentés ne concernent que les travaux effectués au Québec, mais les temps de parcours incluent quant-à-eux toute la distance entre East Alburgh et la voie du CN ou du CP, selon le cas.

Le scénario le plus onéreux pour l'option présentée ci-après, SWCNT7 comprend les coûts d'un nouveau pont enjambant la rivière Richelieu.

Liste des scénarios intégrés - Cantic - Direction Swanton							
Variante	Description	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coûts voie/structure	Coûts signalisation	Coût total	M\$/minute
Vitesse cible 95km/h (59 MPH)							
SWCNT1	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	00:12:00	00:13:20	5.32	1.72	7.04	0.53
SWCNT2	Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement, pont mis-a-niveau pour 25mi/h	00:11:26	00:13:54	6.36	1.72	8.08	0.58
Vitesse cible 127km/h (79 MPH)							
SWCNT3	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:11:02	00:14:18	11.47	4.06	15.53	1.09
SWCNT4	CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS, pont mis-a-niveau pour 25mi/h	00:10:18	00:15:02	12.87	4.06	16.93	1.13
Vitesse cible 160km/h (100 MPH)							
SWCNT5	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:09:41	00:15:39	13.53	4.54	18.07	1.15
SWCNT6	CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS, pont mis-a-niveau pour 25mi/h	00:08:47	00:16:33	16.10	4.54	20.64	1.25
SWCNT7	CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS, nouveau pont sur le Richelieu	00:07:56	00:17:24	147.73	4.54	152.27	8.75
		00:25:20	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE				

Tableau 44 Scénarios intégrés - tracé Cantic - Swanton

La vitesse maximale actuelle sur la subdivision Swanton étant 40km/h, le scénario de base pour chacune des vitesses cible montre un gain en temps de parcours appréciable. À la vitesse cible de 59mi/h (95km/h) (scénario SWCNT1), pour un coût de 7M\$, celui-ci s'élève à 13:20. À 100 mi/h (160km/h), le scénario de base ne permet qu'un gain supplémentaire de 2:19 malgré un coût de plus du double. Notons que la construction d'un nouveau pont selon la courbe nécessaire à la vitesse de 100 mi/h (160km/h), scénario SWCNT7, ne permet pas un gain supplémentaire très important étant donnée la présence d'un aiguillage ou d'un cœur de traversée, selon le cas, au niveau de la voie de la subdivision Rouses Point du CN.

Liste des scénarios intégrés - Lacolle - Direction Swanton							
Variante	Description	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coûts voie/structure	Coûts signalisation	Coût total	M\$/minute
Vitesse cible 95km/h (59 MPH)							
SWLAC1	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	00:14:38	00:13:09	8.45	1.72	10.17	0.77
SWLAC2	Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement, pont mis-a-niveau pour 25mi/h	00:12:33	00:15:14	9.89	1.72	11.61	0.76
Vitesse cible 127km/h (79 MPH)							
SWLAC3	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:12:35	00:15:12	14.59	4.74	19.33	1.27
SWLAC4	CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS, pont mis-a-niveau pour 25mi/h	00:11:47	00:16:00	16.41	4.74	21.15	1.32
Vitesse cible 160km/h (100 MPH)							
SWLAC5	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:11:01	00:16:46	16.66	5.22	21.88	1.30
SWLAC6	CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS, pont mis-a-niveau pour 25mi/h	00:10:07	00:17:40	19.65	5.22	24.87	1.41
SWLAC7	CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	00:09:17	00:18:30	19.25	5.22	24.47	1.32
		00:27:47	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE				

Tableau 45 Scénarios intégrés - tracé Lacolle - Swanton

Les résultats pour les tracés rejoignant la subdivision Lacolle du CP sont conséquents en tous points avec ceux se terminant à la voie du CN hormis le remplacement très onéreux du pont enjambant la rivière Richelieu qui n'est plus considéré dans ce scénario, puis qu'il n'est plus nécessaire du point de vue de la géométrie des voies.

Observations générales

Le lien en direction de Boston via la subdivision Swanton au Québec bénéficie grandement d'une mise à niveau des voies à 59mi/h. Malgré la présence du pont tournant près de Cantic et de la courbe importante à l'emplacement de la jonction avec les voies du CN ou du CP, la géométrie de la voie permet d'atteindre des vitesses qui justifient ces investissements.

Mentionnons que l'option retenue dans l'analyse ci-dessus pour éliminer le délai qui incombe aux trains circulant sur le pont tournant enjambant la Richelieu lorsque le pontier n'est pas en fonction est celle de la

fixation de la section tournante du pont, au coût estimé de 0,4M\$. Cette option a pour effet d'interrompre la circulation maritime à cet endroit. Pour le cas où l'option d'un contrôle à distance et d'une signalisation adéquate du pont de façon à permettre la circulation maritime est privilégiée, le coût de 2,9M\$ présenté à la section 4.4 doit être substitué au coût de 0,4M\$ dans l'analyse des coûts, i.e. les coûts envisagés doivent être augmentés de 2,5M\$.

Temps de parcours

Les temps de parcours présentés dans cette section prennent leur sens lorsqu'ajoutés aux temps de parcours associés aux scénarios équivalents entre Cantic ou Lacolle et Montréal. En l'occurrence, un ajustement doit être fait au temps combiné pour compenser le temps de parcours correspondant à la distance Cantic-Rouses Point ou Lacolle-Rouses Point qui doit être soustrait de la somme des temps de parcours des variantes choisies. Ces ajustements, pour les tracés sur la subdivision Rouses Point et sur la subdivision Lacolle, sont de l'ordre de 10 à 12 minutes.

7 RECOMMANDATIONS PORTANT SUR LES SCÉNARIOS D'AMÉLIORATION

L'analyse des scénarios présentés dans la section précédente permet de dégager des pistes pour la priorisation des travaux à entreprendre dans le but d'augmenter la vitesse des trains de passagers entre Montréal et la frontière américaine. Les temps de parcours discutés ci-dessous sont à mettre en lien avec le temps de référence de 1h 23min tel qu'établi selon les caractéristiques du parcours actuel. Dans l'analyse qui suit, nous n'avons exploré que les options en direction de New York. Pour le cas de l'ajout de trajets en direction de Boston au cas de base analysé ici, le coût pour rejoindre la subdivision Swanton serait de 10% à 15% plus élevé à partir des voies du CP à Lacolle qu'à partir de celles du CN à Cantic.

7.1 TRACÉS AVEC TERMINUS À LA GARE CENTRALE

Le tableau 46 présente un sommaire des scénarios ayant pour terminus la gare Centrale en ordre croissant de ratio M\$/minute épargnée. Quelques observations s'imposent: d'abord, les options présentant le ratio M\$/minute le moins favorable sont celles proposant une vitesse cible de 59mi/h sur le tracé actuel du CN. Ceci s'explique par le fait que la vitesse sur le Rouses Point étant déjà de 50mi/h, l'amélioration en temps de parcours, si on se limite à 59mi/h, est très faible. De plus, l'investissement menant à une économie de temps plus importante s'en trouve substantiel. Suivant ce tracé, l'option présentant le plus faible coût à 46,6M\$ ne permet qu'une économie de temps de parcours de 6 minutes, et il faut dépenser au-delà de 100M\$ pour économiser plus de 15 minutes.

Scénarios intégrés - Terminus à la gare Centrale

Variante	Tracé	Description	Vitesse cible	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coût total (Millions \$)	M\$/minute
				01:23:09	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE		
M1	Tracé mixte (CN via Massena, Delson, CP jusqu'à Rouses Point) - Direction Rouses Point	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	01:04:33	00:18:36	58.00	3.12
M2	Tracé mixte (CN via Massena, Delson, CP jusqu'à Rouses Point) - Direction Rouses Point	courbe Napierville, courbes Gr allée et Lapinière et les courbes sur Massena Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	01:04:07	00:19:02	61.07	3.21
M3	Tracé mixte (CN via Massena, Delson, CP jusqu'à Rouses Point) - Direction Rouses Point	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	00:56:38	00:26:31	100.35	3.78
M4	Tracé mixte (CN via Massena, Delson, CP jusqu'à Rouses Point) - Direction Rouses Point	Courbe Napierville, courbes Gr allée et Lapinière et les courbes sur Massena (à 59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	00:56:25	00:26:44	117.42	4.39
M6	Tracé mixte (CN via Massena, Delson, CP jusqu'à Rouses Point) - Direction Rouses Point	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (99 MPH)	00:53:13	00:29:56	132.10	4.41
M7	Tracé mixte (CN via Massena, Delson, CP jusqu'à Rouses Point) - Direction Rouses Point	Courbe Napierville, courbes Gr allée et Lapinière et les courbes sur Massena (à 59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (99 MPH)	00:50:55	00:32:14	149.26	4.63
CNB6	Tracé CN avec contournement de Saint-Jean-sur-Richelieu - Direction Rouses Point	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (99 MPH)	00:53:00	00:30:09	154.38	5.12
CNB7	Tracé CN avec contournement de Saint-Jean-sur-Richelieu - Direction Rouses Point	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (99 MPH)	00:52:40	00:30:29	156.26	5.13

Variante	Tracé	Description	Vitesse cible	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coût total (Millions \$)	M\$/minute
				01:23:09	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE		
CNB3	Tracé CN avec contournement de Saint-Jean-sur-Richelieu - Direction Rouses Point	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	01:00:05	00:23:04	130.17	5.64
CNB4	Tracé CN avec contournement de Saint-Jean-sur-Richelieu - Direction Rouses Point	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	00:59:45	00:23:24	132.22	5.65
CNA4	Tracé CN actuel Direction Rouses Point	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	01:09:10	00:13:59	83.85	6.00
CNB2	Tracé CN avec contournement de Saint-Jean-sur-Richelieu - Direction Rouses Point	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	01:07:23	00:15:46	97.19	6.17
CNA3	Tracé CN actuel Direction Rouses Point	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	01:09:47	00:13:22	82.80	6.19
CNB1	Tracé CN avec contournement de Saint-Jean-sur-Richelieu - Direction Rouses Point	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	01:07:43	00:15:26	96.27	6.24
CNA7	Tracé CN actuel Direction Rouses Point	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard(59MPH) et RP, PM 30 CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (99 MPH)	01:05:36	00:17:33	112.11	6.39
CNA6	Tracé CN actuel Direction Rouses Point	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (99 MPH)	01:06:46	00:16:23	109.27	6.67
CNA2	Tracé CN actuel Direction Rouses Point	Courbes Gr. Allée, Lapinière, Brossard Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	01:16:41	00:06:28	47.59	7.36
CNA1	Tracé CN actuel Direction Rouses Point	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	01:17:03	00:06:06	46.59	7.64

Tableau 46 Sommaire des scénarios intégrés avec terminus à la gare Centrale

Deuxième observation: en tête de liste des tracés à destination de la gare Centrale se retrouvent les options empruntant l'antenne industrielle Massena. En effet, ce tracé jouit du parcours plus court sur la subdivision Lacolle et évite Saint-Jean-sur-Richelieu tout en faisant l'économie de la construction d'une voie de contournement. On peut voir ce parcours comme donnant accès par l'antenne Massena à une partie des économies de temps propres au parcours du CP. Les coûts de l'option la moins onéreuse sur ce tracé sont plus élevés que ceux de l'option la moins chère sur le tracé actuel du CN, mais offrent une économie de temps de parcours de 18 minutes. Pour 100M\$, l'économie est de l'ordre de 26 minutes.

Enfin l'option consistant à emprunter un parcours contournant la ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, et par le fait même raccourcissant la longueur du trajet, mais à un coût plus élevé que celui empruntant l'antenne Massena, apparaît au milieu du tableau. Il permet d'éviter les trajets mixtes et une courbe importante dans le tracé du CN, mais nécessite des investissements importants. L'option la moins onéreuse y est de 96M\$ pour un gain en temps de parcours de 15 minutes.

7.2 TRACÉS AVEC TERMINUS À LA GARE LUCIEN L'ALLIER

Le tracé du CP entre Montréal et la frontière américaine est plus court que celui du CN de quelques 10 kilomètres, et le temps de parcours d'un train de passagers selon les limites de vitesse actuelles y serait d'environ 13 minutes plus court que sur le tracé du CN, soit d'environ 1h 10m. La vitesse sur la subdivision Lacolle étant présentement de 40 mi/h, le scénario à la vitesse de 59mi/h présente des économies de temps importantes par rapport au scénario de base. De plus, comportant moins de courbes sévères, il y est relativement facile de faire circuler des trains à plus haute vitesse.

Les désavantages liés à ce terminus sont d'abord le fait que la gare Lucien-L'Allier est conçue comme une gare de trains de banlieue : elle n'offre pas les services, de restaurations et autres, normalement attendus dans un lieu où transitent un nombre potentiellement important de voyageurs intercités. Elle ne permet pas non plus de lien direct avec les trains de VIA.

Pour le tracé à destination de Rouses Point, un investissement de l'ordre de 27M\$ permet un temps de parcours de 53 minutes entre la frontière et la gare Lucien L'Allier. 60 M\$ l'abaissent à 44 minutes et 85 M\$ à 40 minutes.

Scénarios intégrés - Terminus à la gare Lucien-L'Allier							
Variante	Tracé	Description	Vitesse cible	Temps de parcours (minutes)	Temps gagné (minutes)	Coût total (M\$)	M\$/minute
CP1	Tracé CP	Pas de CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	00:52:33	00:18:08	27.02	1.49
CP2	Tracé CP	Branchement SJL et courbe Napierville Pas de CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et remplacement ponctuel du rail seulement	95km/h (59 MPH)	00:52:27	00:18:14	27.95	1.53
CP3	Tracé CP	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	00:44:03	00:26:38	59.46	2.23
CP4	Tracé CP	Branchement SJL et courbe Napierville et courbe Delson CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	00:40:16	00:30:25	73.26	2.41
CP5	Tracé CP	Branchement SJL, courbe Napierville et courbe Delson et pont d'étagement à Delson CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	127km/h (79 MPH)	00:39:57	00:30:44	82.98	2.70
CP6	Tracé CP	CCC, pas changements à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (100 MPH)	00:40:35	00:30:06	84.73	2.81
CP7	Tracé CP	Branchement SJL et courbe Napierville et courbe Delson CCC, changements mineurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (100 MPH)	00:36:50	00:33:51	98.79	2.92
CP8	Tracé CP	Branchement SJL, courbe Napierville et courbe Delson et pont d'étagement à Delson CCC, changements majeurs à l'alignement, mise à niveau des voies et pose de LRS	160km/h (100 MPH)	00:36:21	00:34:20	110.86	3.23
				01:10:41	=> TEMPS DE RÉFÉRENCE		

Tableau 47 Sommaire des scénarios intégrés avec terminus à la gare Lucien-L'Allier

8 MODES D'ACCÈS ALTERNATIF AU CENTRE-VILLE

En plus des tracés empruntant des voies existantes pour accéder au centre-ville de Montréal, nous présentons ici quelques solutions originales à cette problématique. Le but de la section, loin d'être de quantifier les coûts et bénéfices de chaque solution, est plutôt de porter à l'attention du lecteur des moyens alternatifs pouvant éventuellement mener à une solution novatrice tirant profit de la compréhension des réseaux exposée dans ce rapport. L'annexe D présente en vue d'ensemble le tracé des accès alternatifs proposés.



Figure 88: Accès alternatifs au centre-ville

8.1 ACCÈS À LA GARE CENTRALE PAR LE TUNNEL MONT-ROYAL

Une solution portée à notre attention voudrait que l'on tire avantage du tracé plus court du CP tout en permettant aux trains de passagers d'atteindre la gare Centrale en contournant le Mont-Royal par la subdivision Adirondack du CP, et en rejoignant la subdivision Deux-Montagnes du CN au nord du Mont-Royal, accédant ainsi à la gare de la même façon que le font les trains actuels de la ligne Deux-Montagnes de l'AMT.



Figure 89 Accès par le tunnel Mont-Royal

Les avantages de cette solution sont de permettre l'accès à la gare actuellement utilisée par les trains de VIA, et donc de rendre plus facile les correspondances entre les trains de VIA et ceux d'Amtrak, tout en empruntant pour l'essentiel le tracé du CP jusqu'à l'embranchement avec la subdivision South Junction Lead, plus court et plus rapide.

Les désavantages en sont le grand détour que ce tracé implique, soit un rallongement de leur parcours de l'ordre de 7,5 km, ainsi que le passage dans le tronçon déjà très achalandé de la subdivision Deux-Montagnes

au nord de la gare Centrale. La géométrie de la voie de raccordement en milieu fortement urbain entre les subdivisions Adirondack et Deux-Montagnes poseraient également des défis d'ingénierie, certains entraînant des coûts de construction considérables.

8.2 ACCÈS À LA GARE CENTRALE AU MOYEN D'UN VOIE DE LIAISON ENTRE LE CN ET LE CP À L'INTERSECTION DES SUBDIVISION ADIRONDACK (CP) ET MONTRÉAL (CN)

Un parcours plus direct entre le tracé du CP et la gare Centrale pourrait être envisagé avec la construction d'un lien entre la subdivision Adirondack du CP et la subdivision Montréal du CN, permettant un trajet du nord au sud partant de la gare Centrale, empruntant la subdivision Montréal du CN vers l'ouest, puis les subdivisions Adirondack et Lacolle du CP jusqu'à la frontière.

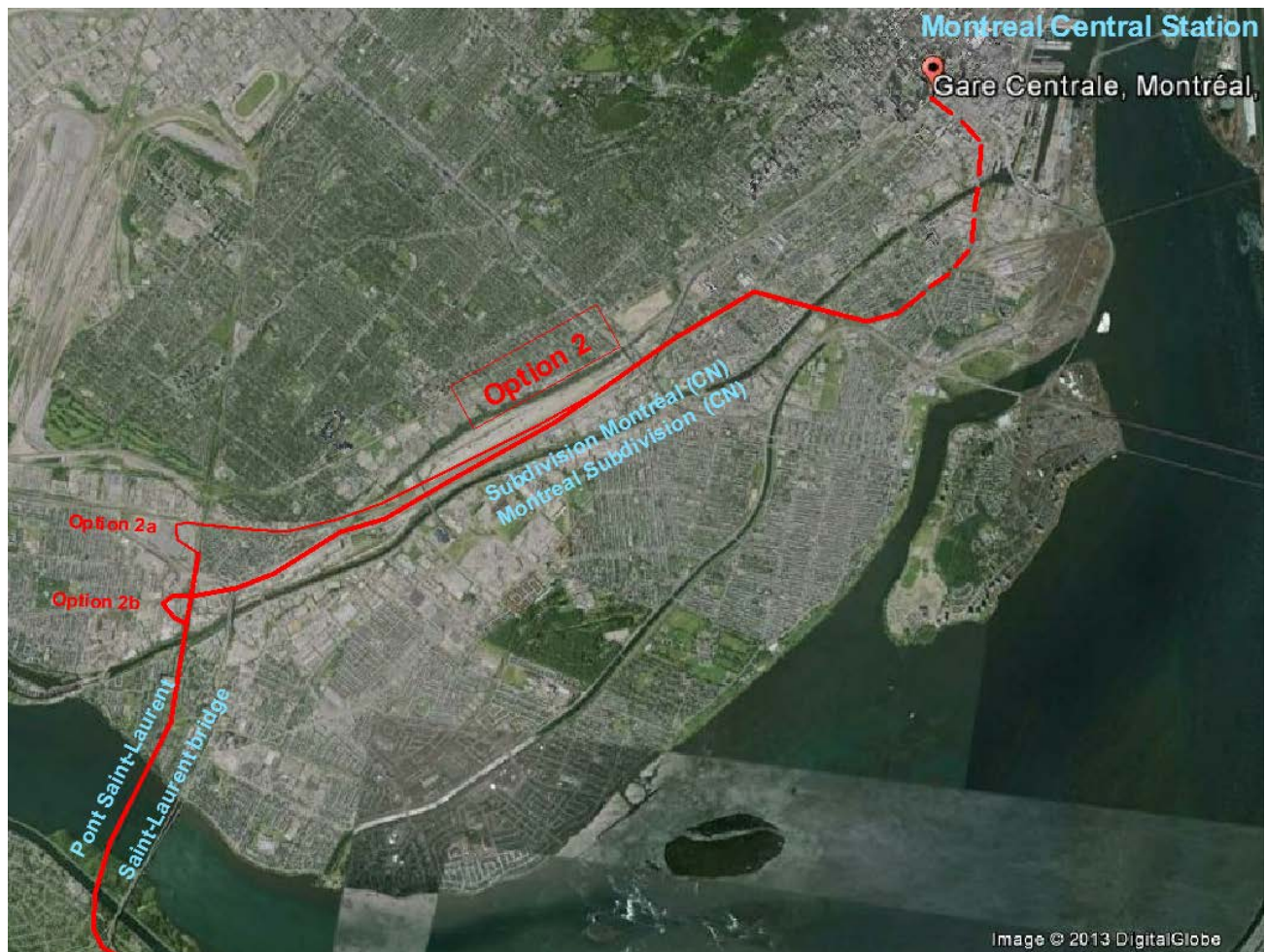


Figure 90 Accès via la subdivision Montréal

Deux options se présentent pour cette alternative. D'abord, un lien à la géométrie complexe empruntant un tracé assez long sur le terrain des installations industrielles au nord de l'autoroute 20 entre la 1^e avenue à l'ouest et l'emprise de la subdivision Adirondack à l'est. Également envisageable, un raccordement

empruntant la voie jouxtant la rue Victoria à partir de la voie du CP et rejoignant la subdivision Montréal près du boulevard Angrignon. L'avantage de ces solutions est de permettre le trajet le plus court et plus rapide entre la gare Centrale et la frontière américaine. Leur désavantage est de nécessiter des géométries de liaison complexes avec des courbes serrées, en plus de faire appel aux voies du CN au sud de la Gare Centrale qui présentent des limites quant à leur capacité à accueillir des trains supplémentaires. Il est à noter que cette solution mériterait d'être examinée à la lumière des travaux d'ingénierie en cours dans le cadre du réaménagement de l'échangeur Turcot. En effet, il est possible que lors de ces travaux, le tracé des voies de chemin de fer dans ce secteur soit appelé à être modifié. Ceci pourrait présenter des opportunités jusqu'ici inconnues qui pourraient servir au raccordement entre les voies du CP et celles du CN discuté plus haut. Ceci pourrait également rendre impossible les connexions ici proposées. Dans tous les cas, un arrimage avec le projet en cours semble souhaitable.

8.3 ACCÈS AU CENTRE-VILLE DE MONTRÉAL AU MOYEN DU SLR DU PONT CHAMPLAIN

Dans la mouvance des discussions publiques au sujet de l'avenir du pont Champlain et de la possibilité mise de l'avant par certaines parties de faire circuler un train léger sur rail sur le pont, nous proposons qu'il pourrait être avantageux de construire un terminal douanier à l'une des futures gares desservant le SLR, par exemple dans le stationnement Brossard/Chevrier de l'AMT près de l'intersection des boulevards Lapinière et Chevrier. Un tel emplacement, adjacent à la subdivision Rouses Point du CN, permettrait d'accéder à la frontière soit par le tracé du CN, actuel ou contournant Saint-Jean-sur-Richelieu, soit par le tracé mixte décrit plus haut empruntant la subdivision Lacolle et l'antenne Massena.

Les avantages de cette solution seraient de retrancher approximativement 20 minutes au trajet actuel de train, de permettre une desserte directe de la clientèle ayant pour origine ou destination la Rive-Sud de Montréal, et de donner accès, avec le SLR, au centre-ville de Montréal au moyen d'une installation moderne opérant selon un horaire avantageux. De plus, cette option a l'avantage de décongestionner l'une ou l'autre des gares du centre-ville à une époque où celles-ci sont toutes les deux de plus en plus sollicitées par les opérations de trains de banlieue.



Figure 91 Accès via SLR pont Champlain

Les désavantages sont l'inconnu autour de la réalisation même du SLR ainsi que de l'emplacement de son terminal à Montréal. Aussi, pour les voyageurs à destination de Montréal, il s'agirait d'un arrêt et d'un transfert supplémentaire avant de rejoindre les trains de la gare Centrale ou le système de métro.

8.4 TERMINUS DU TRAIN À LA GARE DE SAINT-LAMBERT

Enfin, toujours dans la perspective de libérer les gares de Montréal des trains d'Amtrak, il pourrait être envisagé de construire le terminus des trains à destination de la frontière américaine à la gare de Saint-Lambert. Cet emplacement permettrait de plus d'éviter le goulot d'étranglement que constitue la subdivision Saint-Hyacinthe sur le pont Victoria et jusqu'à la gare Centrale. Elle aurait cependant le désavantage certain d'ajouter un transfert aux voyageurs à destination de Montréal, et l'horaire des trains de banlieue à cet endroit ne permettrait pas de fournir un service approprié entre la gare de Saint-Lambert et la gare Centrale. De plus, les trains devraient être déplacés vers des installations fournissant les services d'entretien de wagons de passagers et des locomotives, qui sont présentement offerts à la gare Centrale.



Figure 92 Accès via gare Saint-Lambert

9 RECOMMANDATIONS POUR DES ÉTUDES SUBSÉQUENTES

Une étude de préfaisabilité telle que celle-ci ne saurait répondre à toutes les questions que les différentes solutions proposées peuvent soulever. HMM propose que des études plus pointues soient menées sur un nombre plus restreint d'options, choisies à la lumière des informations présentées ici.

- **Faisabilité de la connexion CN-CP au croisement des subdivisions Montréal (CN) et Adirondack (CP) et analyse plus poussée des bénéfices:** Cette option comporte des avantages certains, empruntant un parcours presque aussi court que celui du CP tout en ayant pour terminus la Gare Centrale. Le branchement à construire pour joindre les deux tracés ne serait pas facilement réalisable et nécessiterait un examen approfondi, surtout en tenant compte des nombreux travaux en cours dans le secteur de l'échangeur Turcot.
- **L'option proposée d'implanter la gare intermodale train-SLR sur le tracé du SLR** mérite d'être examinée étant donné ses avantages en termes de temps de parcours et de libération des gares du centre-ville. L'achalandage que générerait un tel changement de service, l'appariement des horaires du SLR et du train de banlieue et aussi la possibilité même de la construction d'un système de SLR devraient être revues.
- **Toute solution entraînant des travaux aux coûts jugés importants devra être étudiée plus en profondeur.** Dans le cadre de cette étude, malgré les efforts importants pour fournir les évaluations les plus précises possibles des coûts et des bénéfices, un certain nombre d'hypothèses ont dû être posées sur les coûts de remise à niveau des voies, l'état des structures, la condition et les paramètres liés à chaque passage à niveau, etc. La solution retenue devra nécessairement reprendre certaines analyses et valider les hypothèses posées ici.
- **Une analyse de la capacité des voies** devra probablement être entreprise conjointement avec les chemins de fer concernés pour vérifier que l'utilisation de la voie par des trains de plus haute vitesse ne cause pas un effet irréconciliable avec l'exploitation actuelle et future du chemin de fer.