

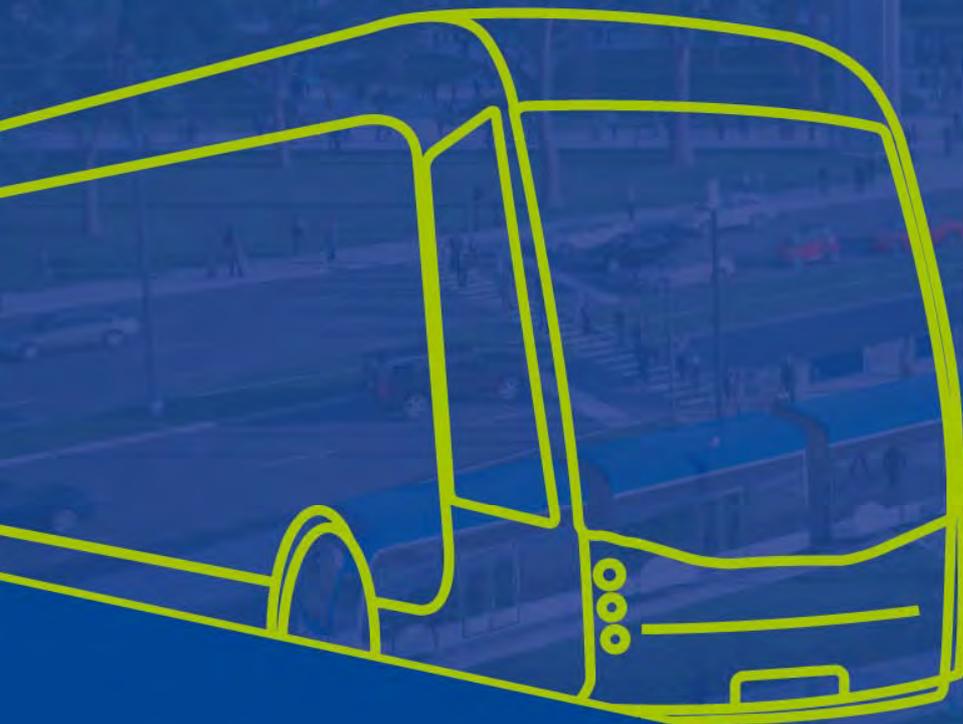
BUREAU D'ÉTUDE SRB DE QUÉBEC ET LÉVIS



Dossier Bureau
d'étude : P-16-900-04

SERVICE RAPIDE PAR BUS ENTRE QUÉBEC ET LÉVIS

COMPLÉMENT À L'ANNEXE 1.6 DU LIVRABLE PROJET DE RÉFÉRENCE



1015, av. Wilfrid-Pelletier
Québec QC Canada
G1W 0C4

Téléphone : 418 654-9600
Télécopieur : 418 654-9699

GRUPEMENT SRB QUÉBEC-LÉVIS



TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Documents de référence	2
1.2	Description du réseau SRB	2
1.3	Les stations	5
1.3.1	<i>Distance entre les stations</i>	5
1.3.2	<i>Élévation</i>	6
1.4	Les pôles d'échange	6
1.5	Schéma et stratégie d'exploitation	8
2	HYPOTHÈSES.....	9
2.1	Conditions opérationnelles	9
2.2	Capacité de recharge	10
2.3	Temps de cycle	12
2.4	Phasage	13
3	DESCRIPTION DES SCÉNARIOS DU STATUT DE LA CHARGE DES BATTERIES	15
4	DESCRIPTION DU CONCEPT D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE	17
5	ANALYSE ET OBSERVATIONS.....	19
5.1	Généralités	19
6	ANALYSE COMPARATIVE DES COÛTS	21
6.1	Comparaison des coûts d'immobilisation pour l'option autobus hybride diesel et l'option autobus 100 % électrique.....	21
6.2	Coûts d'exploitation et d'entretien	23
6.3	Coûts du diesel autobus hybride	25
6.4	Coûts d'électricité autobus tout électrique	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Lignes proposées du système SRB	3
Tableau 1.2	Identification des pôles d'échange	7
Tableau 2.1	Capacité en fonction des intervalles et temps de parcours	13
Tableau 5.1	Nombre de stations de recharge	20
Tableau 6.1	Coût d'immobilisation	23
Tableau 6.2	Coût du diesel.....	25
Tableau 6.3	Coût de l'électricité et du remplacement des batteries	26
Tableau 6.4	Tableau de la puissance appelée.....	27
Tableau 6.5	Tableau de l'énergie consommée en moyenne annuellement	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1.2	Synoptique du scénario d'exploitation proposé (en heure de pointe).....	8
Figure 2.1	Courbe d'énergie résiduelle de quatre (4) trajets du parcours Est-Ouest long.....	12

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A

Tableau des distances, différence d'élévations, pentes et différentiel d'énergie potentielle entre les stations

ANNEXE B

Extrait du Sous-Livrable

4.1 *Stratégie d'exploitation*

B1 Configuration de recharges rapides aux pôles (Annexe 9)

B2 Achalandage maximal et temps d'échanges voyageurs (Annexe 7)

ANNEXE C

Tableau du scénario de recharge des autobus

ANNEXE D

Tableau des charges et branchements électriques

ANNEXE E

Concept d'alimentation électrique aux stations

ANNEXE F

Différence des coûts d'immobilisation hybride diesel versus autobus 100% électrique

F1 Tableau des hypothèses

F2 Tableau des coûts d'immobilisation

ANNEXE G

Coûts d'exploitation et d'entretiens

G1 Tableau des hypothèses opération (THO)

G2 Tableau des hypothèses entretien (THE)

DOCUMENT DE TRAVAIL

Note au lecteur en préambule

À la suite du retrait complet de la Ville de Lévis et au repositionnement de la Ville de Québec en avril 2017 face au projet de SRB Québec-Lévis, le mandat d'origine attribué par voie d'appel d'offres public au Groupement SRB de Québec et Lévis a été modifié afin de clore, à des niveaux d'avancement différents, des livrables et sous-livrables prévus au mandat d'origine. Le lecteur est avisé que le présent document peut, de ce fait, présenter un état d'avancement différent de celui attendu selon le Devis au Contrat ayant découlé de l'appel d'offres public P-16-900-04. Le Groupement SRB de Québec et Lévis et le Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis se dégagent de toute responsabilité liée à la réutilisation du présent document qui serait faite à d'autres fins sans leur consentement respectif.

Note B: En raison de l'état d'avancement de ce livrable au moment du retrait de la Ville de Lévis du projet SRB, il a été convenu **entre le Groupement SRB Québec-Lévis et le Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis** de conserver les informations concernant **la Ville de Lévis** afin de ne pas dénaturer l'ensemble du texte **et de refléter le mandat d'origine**.

PRÉPARÉ PAR : Jean Fournier, ing.

Alain Arsenault, ing.

APPROUVÉ PAR : Claude Lavallé, ing., chargé de projet

NUMÉRO DU DOCUMENT		
RÉV.	DATE	TYPE DE RELÂCHE
PA	9 janvier 2017	Version préliminaire pour commentaires client
PB	20 juin 2017	Version préliminaire tel que prévu à l'entente de clôture du 29 mai 2017
PC	7 juillet 2017	Version préliminaire finale tel que prévu à l'entente de clôture du 29 mai 2017

DÉFINITIONS

CEE :	Le centre d'exploitation et d'entretien est l'endroit où se font la gestion, l'entretien et le remisage du matériel roulant.
Corridor :	Délimitation géographique d'une largeur totale d'un (1) kilomètre environ et dont les extrémités sont fixées.
Ligne :	Axe opérationnel (défini avec un horaire d'opération) utilisant une partie, un ou plusieurs tracé(s) (infrastructures) spécifiquement aménagé(s) pour l'usage du transport en commun.
Plateforme :	Chaussée, accotements, bordures et infrastructures destinés généralement à l'usage exclusif du SRB.
Pôle d'échanges :	Point de convergence et d'échange des usagers du SRB avec le réseau d'autobus ou avec tout autre mode de transport; le centre d'échange peut être un terminus d'autobus, un stationnement incitatif pour automobiles, un stationnement pour un système d'auto partage, un stationnement pour vélo ou un regroupement total ou partiel de toutes ces fonctions.
Site banal :	Les deux (2) voies du SRB sont utilisées par les véhicules particuliers.
Site mixte :	Une des deux voies du SRB est utilisée par les véhicules particuliers.
Site propre :	Les voies du SRB sont exclusivement utilisées par le SRB (et les véhicules d'entretien du système SRB).
Sous-station :	Local ou bâtiment regroupant les équipements électriques d'acquisition MT, production/distribution traction, commande/contrôle, basse tension.
SRB :	Service rapide par autobus. Mode de transport rapide sur pneumatiques qui fait appel à des stations, des véhicules, des voies de circulation et à un plan d'exploitation souple dans le but d'offrir un service de qualité supérieure axé sur la clientèle, qui se révèle rapide, fiable, confortable et rentable.
Station :	Point d'embarquement ou de débarquement des usagers du SRB le long du tracé.
Tracé :	Infrastructure physique spécifiquement aménagée pour l'usage du transport en commun.

1 INTRODUCTION

La présente note technique vise à définir un concept préliminaire du système d'alimentation électrique, basé sur des hypothèses techniques et opérationnelles, menant à l'implantation d'un système à recharge des batteries d'autobus électrique permettant l'exploitation d'un SRB 100% électrique. Ce concept préliminaire vise aussi à définir les orientations pour la conception du système d'alimentation électrique des stations, pôles et CEE et donner une orientation à l'utilité publique Hydro-Québec, afin de lui permettre d'analyser les impacts sur son réseau de distribution électrique existant et de lui permettre de planifier les ouvrages qui seront requis afin d'alimenter un système qui supporterait un SRB électrique.

Ce concept préliminaire sert également à quantifier un scénario réaliste du nombre et type de recharges électriques qui seraient requis le long des lignes SRB et ainsi quantifier un ordre de grandeur des coûts à $\pm 30\%$ du système d'alimentation électrique.

Ce concept se veut flexible. Ultiment, le choix des autobus électriques, de leurs batteries et de la conception du système d'alimentation électrique serait fait en étroite collaboration avec le fournisseur du lot d'achat des autobus électriques et du système d'alimentation électrique, et en fonction du déploiement des autobus électriques sur l'ensemble ou certaines des lignes du réseau SRB. Cette conception dépendra des choix technologiques faits par les fournisseurs potentiels et du schéma d'exploitation final.

1.1 Documents de référence

Les documents de référence reliés au projet suivant ont servi à la préparation de ce document.

- La plus récente version du Livrable 1.0 – Projet de Référence (document 639057-01-0A00-40ER-0001).
- La plus récente version du Livrable 2.0 – Critères de Conception (document 01-0A00-40ER-0002).
- La plus récente version du rapport de conception des stations (document 639057-03-0F00-40ER-0001).
- La plus récente version des Critères de Conception des Pôles d'échange (document 639057-03-0^F00-40EC-0001).
- La plus récente version du sous-livrable 4.1 Stratégie d'Exploitation du Système (document 639057-04-0G00-40ER-0001).
- Note technique *Estimation de la consommation annuelle de carburant et du kilométrage parcouru des autobus sur le tracé du SRB en 2016 et 2041 (réf. QRT 017) v.2 datée 2017-02-10.*
- Le Procès-verbal de la réunion sur les CEE's et la robustesse de l'alimentation électrique du 20 mars 2017 (639057-04-0J00-47MC-GR-0001).

Les documents de référence externes suivants ont également servi à la préparation de ce document.

- *Battery Design for successful Electrification in Public Transit, Energies 2015.*
- *Advanced Clean Transit Battery Cost for Heavy-duty Electric Vehicles, California Environmental Protection Agency, August 2016.*
- *Quelle technologie pour les autobus électriques : recharge lente ou recharge rapide?, Pierre Langlois, Ph.D, 4 mars 2017.*
- *Les Communications et informations reçues du Fournisseur ABB pour le système TOSA et couverts d'un avis de confidentialité.*

1.2 Description du réseau SRB

Le tracé, la localisation des stations, la localisation des pôles d'échange et la localisation des CEE sont présentés à la figure 1.1 et décrits au tableau 1.1.

Étant donné que les livrables reliés au présent document ont été interrompus à des stades d'avancement différents, une mise à jour de l'ensemble de tous les documents et du tracé serait requise avant la finalisation de la stratégie d'alimentation électrique.

Tableau 1.1 Lignes proposées du système SRB

Ligne		Description	Longueur (km)	Intervalle en pointe	Stations / Pôles
A	Nord-Sud (longue)	Pôle 41 ^e Rue au pôle Grand-Théâtre	6,4	6 min	14
B	Nord-Sud (courte)	Pôle Saint-Roch au pôle Grand-Théâtre	2,9	6 min	5
C	Est-Ouest-Sud (longue)	Pôle Cégep Lévis-Lauzon au pôle Grand-Théâtre	31,3	6 min	38
D	Est-Ouest-Sud (courte)	Pôle Du Sault (Concorde) au pôle Grand-Théâtre	17,3	6 min	23
E	Ouest-Est (longue)	Pôle Des Rivières au pôle D'Estimauville	22,7	6 min	38



Figure 1.1 Le tracé, la localisation des stations, la localisation des pôles d'échange et la localisation des CEE

1.3 Les stations

Les stations sont utilisées comme repères entre lesquels les autobus consomment de la charge électrique. Les stations sont également des endroits potentiels pour la localisation de recharge ultra rapide d'une durée de +-20 secondes. Leur application est surtout bénéfique sur les longues lignes et lorsque le temps de battement requis pour une recharge complète en terminus n'est pas une contrainte acceptable aux opérations.

1.3.1 *Distance entre les stations*

Les distances entre les stations utilisées pour fin d'analyse sont celles définies lors de la préparation du Projet de Référence et sont résumées au tableau à l'annexe A. La distance parcourue entre les stations Du Sault/De la Concorde (ligne est-ouest longue) et Marie Victorin (ligne est-ouest courte) jusqu'à la station Saint Louis a été estimée à partir de Google Earth. Celles-ci devront faire l'objet de révisions finales après que le processus d'insertion des tronçons aura été complété.

DOCUMENT DE TRAVAIL

1.3.2 *Élévation*

La différence d'élévation entre les stations a été obtenue à l'aide de Google Earth. Les variations d'élévations entre les stations n'ont pas été considérées dans l'analyse (elles ont été considérées comme négligeables). Celles-ci devront être revues "final" après que le processus d'insertion des tronçons aura été complété.

La différence en élévation est importante dans le calcul du profil de charge. Par exemple dans le cas de la ligne 23 à Genève. Il y a 8 recharges sur le tracé de 12 km en pente ascendante et 4 sur la pente descendante.

Dans le présent cas, en tenant compte de la différence d'élévation et de nos hypothèses, il faut 9 stations de recharge ultra rapide de plus dans les deux sens sur le parcours de la ligne C Est-Ouest longue et de 5 stations de recharge ultra rapide de plus dans les deux sens sur le parcours de la ligne E Est-Ouest courte, comparativement à un parcours en terrain plat.

Sur les lignes Nord-Sud courtes et longues, aucune station supplémentaire n'est requise.

1.4 Les pôles d'échange

Les pôles d'échange sont des endroits stratégiques pour effectuer une recharge à coût plus économique que les recharges ultra rapide en station. Les recharges rapides en pôle prennent de l'ordre de 6.0 minutes. Compte tenu leur durée, elles impliquent nécessairement un temps de battement, ce que les recharges ultras rapides ne nécessitent pas.

Une distinction est à apporter entre les pôles en bout de ligne (Terminus) et les pôles d'échange localisés le long du tracé. Les pôles de recharge en terminus permettent un battement et une recharge rapide des autobus, ce que les pôles d'échange ne permettent pas.

Tableau 1.2 Identification des pôles d'échange

Identification du Pôle	Ligne	Type de Pôle
Estimauville	D – Est-Ouest Courte	Terminus
41e	A – Nord-Sud longue	Terminus
Saint Roch	B – Nord-Sud Courte A – Nord-Sud longue	Terminus et Échange
Grand Théâtre	A, B, C	Terminus (recharge requise pour la ligne C)
Université Laval	C – Est-Ouest Longue D – Est-Ouest Courte	Pôle d'Échange
Lavigerie (Sainte-Foy Ouest)	C – Est-Ouest Longue D – Est-Ouest Courte	Pôle d'Échange
Des Rivières	D – Est-Ouest Courte	Terminus
Du Sault	C – Est-Ouest Longue	Échange, Terminus selon phasage
Desjardins	C – Est-Ouest Longue	Pôle d'Échange
Cégep Lévis-Lauzon	C – Est-Ouest Longue	Terminus

DOCUMENT

1.5 Schéma et stratégie d'exploitation

Le schéma d'exploitation présenté figure 1.2 a été retenu lors du développement de la stratégie d'exploitation préliminaire présentée dans plus récente version du sous-livrable 4.1 Stratégie d'Exploitation du Système 639057-04-0G00-40ER-0001. La définition du nombre et des types de quais servant aux recharges des autobus aux pôles ainsi que l'évaluation des temps de stationnement aux stations en fonction de l'achalandage tirées de la stratégie d'exploitation sont présentées à l'annexe B.

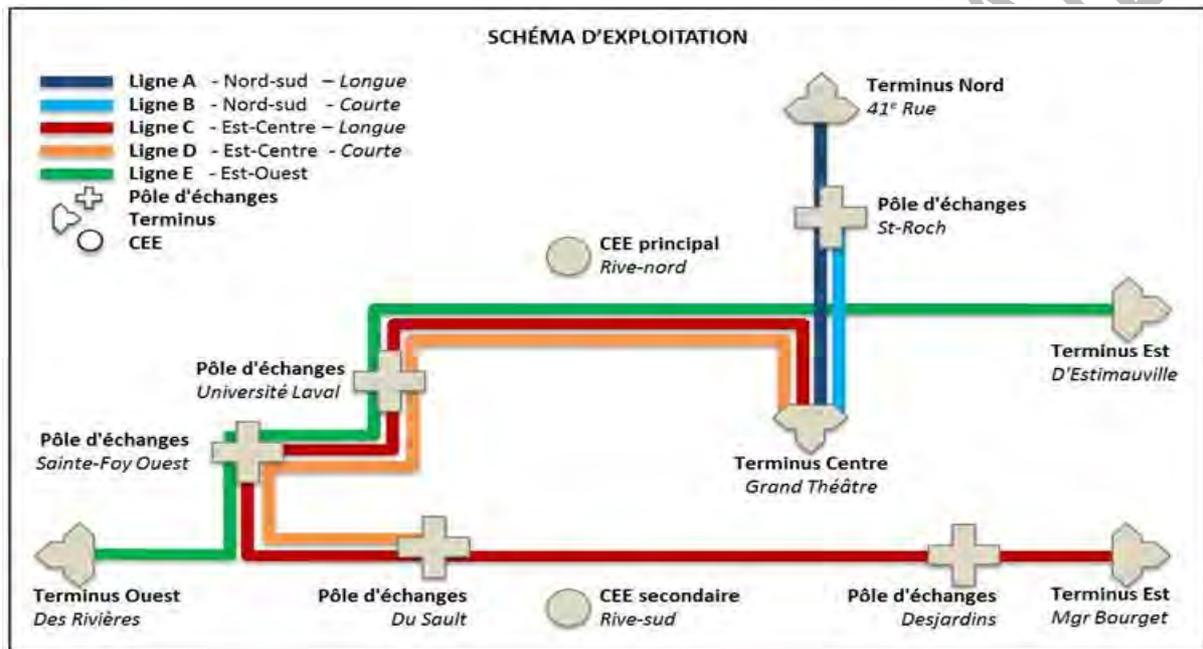


Figure 1.2 Synoptique du scénario d'exploitation proposé (en heure de pointe)

2 HYPOTHÈSES

2.1 Conditions opérationnelles

Il a été considéré que les autobus commenceraient leur parcours à pleine charge à partir des CEEs, intégreront les voies réservées et débiteront leur service immédiatement. La distance étant de l'ordre de 600 mètres entre les CEEs et la voie SRB, il est présumé que la consommation de la charge lors de ce parcours ($\pm 2,5$ kWh) sera facilement compensée lors de la première recharge au pôle Terminus.

La capacité des batteries utilisées pour les simulations est de 128 kWh comme étant optimale pour un autobus de 24 mètres. Cette hypothèse confère un facteur de sécurité à l'estimation du nombre de recharges et limite l'impact négatif potentiel sur le poids des autobus à ± 3000 kg et l'espace requis pour l'installation des batteries dans l'autobus. Au moment de l'appel d'offres pour les autobus, l'équipementier devra trouver la meilleure solution économique en fonction du progrès dans le développement des batteries.

Il est prévu de conserver une énergie résiduelle de 50 % de la capacité des batteries (± 64 kWh). L'hypothèse de 50 % de la capacité résiduelle des batteries est un choix robuste pour assurer une durée de vie correspondant à la moitié de la vie utile des autobus (16 à 20 ans). Une durée de vie de 10 ans signifie que la résistance interne de la batterie double est que la capacité de la batterie passe de 100 % à 80 %. Les batteries sont calculées pour opérer entre 50 % et 90 %. Dans le projet TOSA, il y a 24 000 cycles de recharge par ans et la durée de vie des batteries garantie est de 10 ans. Les batteries ne sont pas sensibles aux recharges partielles livrées par les recharges ultra rapides.

La consommation d'énergie prévue est 4,2 kW/km. Une consommation conservatrice qui suppose l'utilisation des systèmes auxiliaires de climatisation. La consommation électrique dans les différentes conditions d'opérations est estimée comme étant :

- Traction et auxiliaires associés à la conduite : 3,2 kW/km
- Traction et auxiliaires associés à la conduite + climatisation et chauffage limités: 3,8 kW/km
- Traction et auxiliaires associés à la conduite + climatisation et chauffage 100 % : 4,2 kW/km

Bien qu'il soit plus avantageux d'utiliser une source d'alimentation autre qu'électrique pour le chauffage ou la climatisation (exemple chauffage Webasto en appoint), nous avons respecté la demande du Bureau de Projet de considérer une solution 100 % électrique.

L'ajout du chauffage et de la climatisation électriques a un impact important sur le nombre de stations de recharge ultra rapide sur les longs parcours, nécessitant 10 recharges de plus sur la ligne C Est-Ouest longue et 6 recharges de plus sur la ligne E Est-Ouest courte.

Nous n'avons pas considéré les effets de température dans nos analyses. Un calcul de vérification dans le cas d'exploitation à très faible température serait requis ultérieurement.

La différence d'énergie potentielle entre les stations attribuable à la différence d'élévation est calculée en utilisant l'équation d'énergie potentielle.

$$\Delta E_{\text{pot. req}} = \frac{m \times g \times (h_n - h_{n-1})}{3600}$$

où :

E est en whr

m en kg correspond au poids nominal de l'autobus, c'est-à-dire 45 000 kg (poids vide de 26 000 kg)

$g = 9,81 \text{ m/sec}^2$

h = correspond à la différence de hauteur en mètre entre deux stations.

Il en résulte un gain d'énergie potentielle de 0,12 kWh par mètre de changement d'élévation. La différence d'élévation entre les différentes stations et l'énergie potentielle calculée entre stations est présentée au tableau à l'annexe A. En descente, une récupération de l'énergie potentielle de l'ordre de 50 % est considérée. Le différentiel d'énergie requis pour compenser l'énergie potentielle attribuable au changement d'élévation pour les lignes A, C et E est résumé au Tableau 2.1.

Tableau 2.1 Énergie potentielle à compenser par ligne

Ligne	Direction	Différentiel Élévation (m)		Pt Int.	Différence Énergie potentielle (kWh) aller/retour
		De	À		
Ligne A	De 41ième Avenue à Grand Théâtre	4	92	non montée graduelle	5,76
Ligne C	De Grand Théâtre à Cégep Lévis-Lauzon	92	90	Pt bas à el. 10 m à Saint Roch	24,53
Ligne E	De Estimauville à Des Rivières	7	54	non montée graduelle	13,00

2.2 Capacité de recharge

Le concept d'alimentation électrique préliminaire est fondé sur les hypothèses suivantes :

- Des recharges lentes sont prévues au CEE.
- Des recharges rapides sont prévues aux cinq (5) terminus.
- Des recharges ultras rapides (type Flash) sont prévues à plusieurs des stations pour maintenir les batteries chargées au-dessus du seuil de 50 % de leur capacité.

La technologie ultra rapide étant nouvelle et l'expertise d'ABB étant reconnues en la matière, nous avons retenu les données techniques et de coût du système TOSA pour effectuer notre analyse. Les caractéristiques techniques des différentes recharges utilisées sont les suivantes :

Recharges lentes au CEE

- Un système chargeur de dépôt de 45 kW permettant la recharge séquentielle de cinq (5) autobus (par prise et/ou par le système de pantographe au toit) d'une durée approximative de 45 minutes par autobus (recharge complète de cinq autobus en six heures maximum).

Recharges rapides aux terminus

- Équipement de recharge avec pantographe de 600 kW, sans accumulateurs avec une connexion basse tension (BT); (source ABB décembre 2016);
- Temps de recharge à l'autobus de six (6) minutes;
- La recharge correspondante à ces conditions est de 60 kWh.

Des recharges ultras rapides aux stations (type Flash de marque TOSA)

- Équipement de recharge avec pantographe de 600 kW avec une connexion BT de 80 kW et une fréquence des autobus aux trois (3) minutes;
- Temps de recharge à l'autobus de 20 secondes (avec accumulateurs);
- La recharge correspondante à ces conditions correspond à 82,5 % de la charge théorique de 3,33 kWh, c'est-à-dire 2,82 kWh.

Il a été démontré dans le projet de référence que des recharges Flash ultras rapides aux stations seraient requises, car compte tenu des longueurs de parcours, il serait impossible d'opérer les autobus le long des lignes Est-Ouest longue et Est-Ouest courtes sans ces recharges.

Par contre, pour les lignes Nord-Sud longue et courte, les recharges rapides en terminus de 60 kWh pourraient être suffisantes pour maintenir la charge des batteries des autobus au-dessus de 50 % de leur capacité sans recharges Flash intermédiaires.

Le graphique suivant montre que pour chacun des quatre (4) trajets du parcours Est-Ouest long (le plus contraignant), la recharge en terminus de 60 kWh permet de recharger les batteries à 95% et plus à chacun des allers et retours.

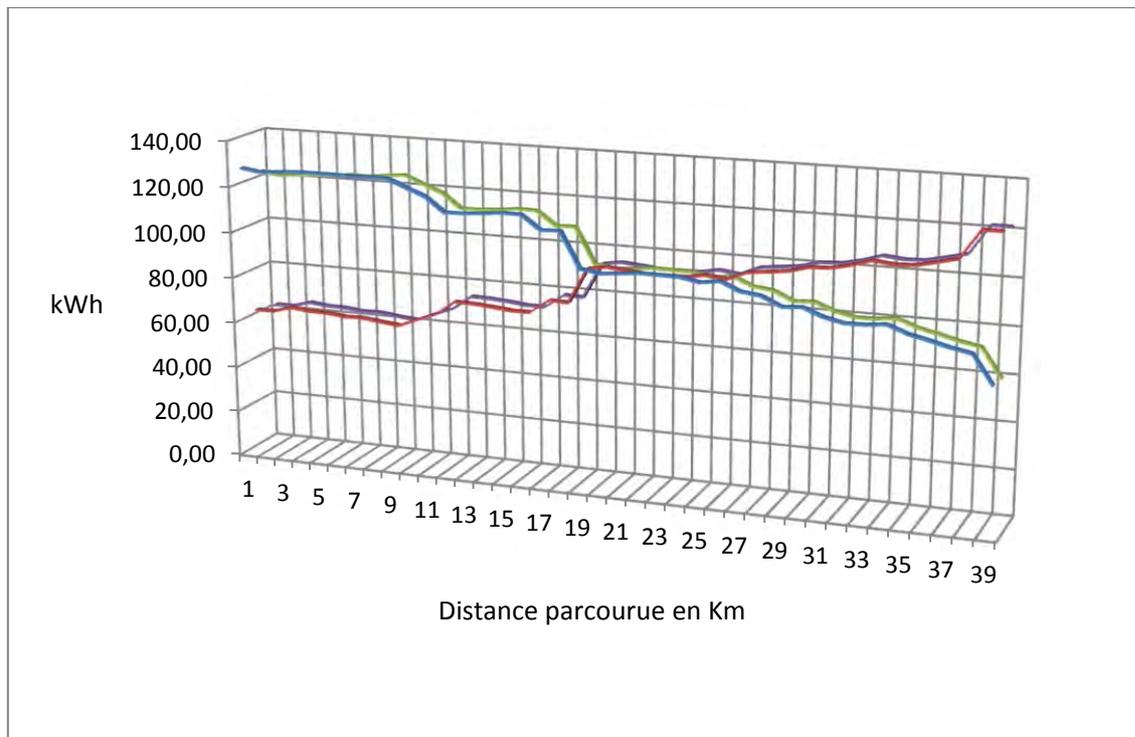


Figure 2.1 Courbe d'énergie résiduelle de quatre (4) trajets du parcours Est-Ouest long

Les résultats de l'analyse des scénarios de recharge pour les 4 lignes sont présentés au tableau à l'annexe C.

2.3 Temps de cycle

Les temps de cycle à utiliser ultérieurement pour calculer le nombre de cycles de charge/décharge par ligne présentés au tableau 5.5 du projet de référence et ceux déterminés dans le cadre de la version préliminaire du livrable 4.1 (exploitation du système) sont présentés au tableau ici-bas.

Le pantographe est sur le dessus de l'autobus. La potence est le poteau duquel est livrée l'énergie. Le temps de connexion et déconnexion du pantographe (robot) à la potence de recharge est de 3,5 secondes pour un cycle total de 23,5 secondes. Le robot vient se placer sur le pantographe au connecteur aérien pour l'alimentation électrique.

Les temps de parcours calculés dans le cadre du livrable 4.1 ont été ajustés pour considérer l'impact d'une recharge de 20 secondes à chaque poste de recharge ultra rapide et afin de prioriser une recharge en temps masqué, lorsque les portes sont ouvertes, aux endroits où le temps d'ouverture et de fermeture excède celui des recharges en période de pointe avec les données d'achalandage de 2041.

Un tableau préliminaire d'exploitation montrant les temps d'arrêt pour les stations en fonction de l'achalandage est inclus en annexe B. Cet exercice démontre l'impossibilité d'opérer en temps 100 % masqué, car des recharges ultras rapides doivent être installées à certaines stations où les temps d'embarquement et de débarquement seront inférieurs au temps de recharge.

Il est important de noter que la révision de ce document date d'après la version préliminaire du rapport concernant l'exploitation d'exploitation et que ce dernier devrait être mis à jour en fonction de la répartition des recharges ultras rapides à jour et du temps de recharge de 23,5 secondes.

Tableau 2.1 Capacité en fonction des intervalles et temps de parcours

Ligne	Version préliminaire (en cours) livrable 4.1
Ligne A Galerie Charlesbourg (41^e Rue) à Grand Théâtre	46 minutes
Ligne B Saint Roch à Grand-Théâtre	30 minutes
Ligne C Cégep Lévis-Lauzon à Grand Théâtre	2 heures 35 minutes
Ligne D Des Rivières à d'Estimauville	1 heure 50 minutes

2.4 Phasage

Les simulations considèrent le projet dans sa totalité. Il faudra éventuellement tenir compte de l'impact du phasage possible sur l'alimentation électrique, notamment :

- L'impact de construire ultérieurement la portion de la ligne C à partir de la station Concorde (Du Sault) et le terminus Cégep Lévis-Lauzon;
- L'impact de construire ultérieurement le tronçon de la ligne A entre le Terminus de la 41^e Rue jusqu'au Pôle Saint-Roch;
- L'impact de construire ultérieurement le tronçon de la ligne D entre la station Dorchester et le Terminus D'Estimauville.

Le phasage n'est pas considéré dans les simulations faites à ce stade. Le phasage aura un impact important sur la capacité de recharger les autobus si l'absence de ces terminus n'est pas compensée par l'ajout de recharges rapides au bout des lignes temporaires et l'impact résultant sur les opérations. De plus, l'impact sur le coût du concept d'alimentation électrique en fonction du phasage (Capex total et flux financier) n'est également pas analysé.

DOCUMENT DE TRAVAIL

3 DESCRIPTION DES SCÉNARIOS DU STATUT DE LA CHARGE DES BATTERIES

Des scénarios de calcul de charge résiduelle pour chacune des quatre (4) lignes d'exploitation envisagées ont été préparés. Ceux-ci sont présentés à l'annexe C. Certaines variantes ont été apportées en fonction des résultats de la simulation et de la sensibilité du système d'alimentation.

Il est important de souligner que ce scénario a été élaboré pour atteindre deux (2) objectifs :

- Définir la stratégie d'alimentation électrique globale à transmettre à Hydro-Québec, celle-ci devant être flexible pour permettre plusieurs scénarios d'alimentation électrique;
- Déterminer un nombre et une répartition plausible des recharges afin d'en évaluer les coûts d'immobilisation à une précision de +/-30 %.

Une répartition de recharges ultras rapides a été effectuée sur l'ensemble du réseau en fonction des considérations suivantes :

- Des recharges ultras rapides ont été positionnées à environ tous les 1,2 km (lorsque nécessaire pour maintenir le niveau de charge des batteries (sur les longs parcours);
- Autant que possible, les recharges ultras rapides sur le parcours ont été positionnées aux stations en fonction du tableau d'achalandage et de stationnement global, et ce, afin de réduire le plus possible les temps d'attentes dus à la recharge;
- Aux endroits où l'intervalle entre les autobus est de trois (3) minutes, des recharges ultras rapides ont été ajoutées aux quais doubles des stations pour permettre la recharge en trains, en particulier le long du boulevard Laurier (après la traversée du pont) et sur le boulevard Charest jusqu'à Dorchester. Dû au fait que deux (2) lignes d'autobus passent sur le même parcours, il a été considéré qu'à ces endroits, les autobus pourront être chargés en même temps, l'un derrière l'autre, à une même station, comme contingence afin de palier au fait qu'avec des intervalles moyens de trois (3) minutes, il est possible que deux (2) autobus se suivent à intervalle inférieur et que le deuxième autobus puisse nécessiter une recharge. Afin de maintenir un branchement BT à ces stations, deux (2) branchements électriques distincts, soit un sur chacun des quais de la station sont envisagés (selon la charge totale de la station);
- L'option d'éliminer les accumulateurs des charges ultras rapides et de raccorder ces charges au réseau MT d'Hydro-Québec a été écartée et celui-ci a confirmé la validité de cette approche lors d'une rencontre tenue le 12 décembre 2016;

- Le long des lignes Nord-Sud A et B, les recharges ultras rapides ne seront plus requises puisque les recharges rapides en terminus de 600 kW rechargent suffisamment l'autobus pour effectuer tout le parcours sans recharge intermédiaire.

La distribution des charges ultras rapide est illustrée sur le tableau de l'annexe C.

DOCUMENT DE TRAVAIL

4 DESCRIPTION DU CONCEPT D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

La méthodologie employée a consisté à simuler l'énergie consommée pour chacune des lignes définies par le schéma d'exploitation des différents scénarios afin de définir celui le plus conservateur et le plus probable permettant d'évaluer les coûts. Cet exercice se veut un complément à l'annexe 6 du projet de référence. Elle a pour but de permettre une meilleure compréhension des impacts opérationnels liés à l'alimentation électrique et permet d'obtenir un quantitatif des équipements de recharge représentant le plus près possible les conditions d'exploitation définies dans le projet de référence.

Le concept développé est basé sur les critères suivants :

- Le type de branchement Hydro-Québec pour les stations avec ou sans recharge ultra rapide sera du type BT 347/600 volts branché au réseau d'une capacité jusqu'à 400 ampères. Dans le cas de stations ayant une faible charge électrique (stations standards sans recharge ultra rapide), l'option de branchement à partir d'une station en amont ou en aval est considérée.
- Les branchements des terminus (et des stations si des recharges rapides sont installées) seront du type 347/600 V, 2000 à 3000 A avec transformateurs sur socle d'une capacité de 2000 à 3000 kVA compte tenu des charges qui y seront installées.

Il est recommandé d'installer des groupes électrogènes aux terminus pour maintenir les recharges rapides en cas de coupure d'alimentation électrique du réseau d'Hydro-Québec. La capacité varie de 1 600 à 2 500 kVA. Ces groupes électrogènes peuvent être fixes ou mobiles selon le niveau de robustesse souhaité en mode dégradé.

Les branchements aux centres d'exploitation et d'entretien (CEE) seront du type 347/600 V, avec transformateurs sur socle, d'une capacité à définir selon le besoin des charges qui y seront installées en incluant des systèmes de recharges lentes de 45 kW par cinq (5) autobus.

Des groupes électrogènes fixes seront installés aux CEE pour maintenir les opérations critiques du garage et du centre d'opération qui est le centre névralgique du SRB. Les systèmes de recharges lentes pourront être branchés sur le réseau d'urgence du CEE en totalité ou en partie selon le niveau de robustesse souhaité en mode dégradé.

Le choix d'une alimentation électrique BT aux stations a les impacts suivants :

- Coût d'installation réduit pour un branchement au réseau BT du distributeur versus un branchement à moyenne tension;

- Coût d'investissement réduit en éliminant un réseau électrique de 25 kV *propriétaire* pour alimenter chacune des stations et réduction de l'espace requis pour un transformateur à installer en station;
- La capacité de l'entrée électrique a un impact sur la capacité d'alimentation des accumulateurs. Dans le cas d'une fréquence d'autobus inférieure à trois (3) minutes, il est possible que la recharge disponible soit inférieure à la valeur de 2,82 kWh.

Le tableau des charges et branchements électriques des stations de l'annexe D montre les types de branchements requis et leur capacité selon le concept anticipé.

Le concept d'alimentation électrique anticipé pour les différents types de stations et terminus est illustré sur les schémas de l'annexe E.

DOCUMENT DE TRAVAIL

5 ANALYSE ET OBSERVATIONS

5.1 Généralités

L'analyse des simulations faites illustre les faits suivants :

Compte tenu de la distance parcourue, la consommation la plus importante en énergie sera pour la traversée du Pont de Québec jusqu'à la station Saint-Louis à partir des dernières stations (Du Sault/Concorde et Marie-Victorin), il sera donc nécessaire d'avoir des recharges ultras rapides de part et d'autre du pont de Québec. Dans le cas de la ligne Est-Ouest longue pour le scénario 1 étudié, la simulation démontre que les recharges aux terminus de 600 kW, combinées à 29 recharges ultras rapides, permettent de conserver une charge résiduelle d'environ 50 % de la charge originale après quatre (4) trajets (120 km);

Les recharges rapides aux terminus s'avèrent la solution la plus sûre et économique pour assurer la fiabilité du système. La recharge et la puissance de celles-ci aux terminus devrait être privilégiée dans la limite où la longueur des arrêts pour recharge n'affecte pas les opérations. L'ajout de recharges rapides au pôle Du Sault/Concorde s'avère une solution intéressante dans le contexte où cette station est préconisée comme un terminus temporaire dans le cas du phasage. Une telle solution nécessiterait un arrêt des autobus durant six (6) minutes à cet endroit. Le remplacement de la recharge rapide par des ultras rapides sera nécessaire lors du prolongement de cette ligne vers le terminus du Cégep Lévis/Lauzon;

L'impact de ne pas construire les lignes en totalité ainsi que l'ensemble des terminus (phasage possible) aura un impact majeur sur le concept d'alimentation électrique et l'exploitation du système;

L'élimination de longueurs de lignes réduit le nombre de Flash requis jusqu'à un point où il est envisageable de considérer une alimentation par recharge rapide à chacune des extrémités de ligne et seulement une à 2 recharges ultras rapides sur le parcours. À titre d'exemple, le trajet Saint-Louis/Grand Théâtre de 13 km correspond à une consommation de ± 65 kWh.

L'impact sur l'exploitation associé à la nécessité d'extension de durée de recharge rapide au-delà du six (6) minutes considéré requis pour recharger les batteries (en particulier sur les lignes longues) pourrait être analysé;

Compte tenu des faibles distances parcourues et de l'énergie consommée, soit 39.8 kWh pour la ligne Nord-Sud longue et 22.4 kWh pour la ligne Nord-Sud courte, les résultats de la simulation démontrent que l'utilisation de recharges rapides installées aux pôles durant six (6) minutes permet d'éliminer la nécessité des recharges ultras rapides pour les autobus du tracé Nord/Sud long et court.

Selon ce scénario, le nombre de stations de recharge évalué est :

Tableau 5.1 Nombre de stations de recharge

Description	Nombre
Station de recharge lente aux CEE	20
Station de recharge rapide	12
Station de recharge ultra-rapide	92

DOCUMENT DE TRAVAIL

6 ANALYSE COMPARATIVE DES COÛTS

Les hypothèses suivantes ont été retenues dans l'analyse comparative des coûts d'acquisition des équipements et d'exploitation en énergie entre l'utilisation d'autobus hybrides diesel et 100 % électrique. L'estimation présentée dans le cadre de cette analyse comparative est de l'ordre de 30 %.

Parmi les hypothèses importantes retenues pour cette analyse, mentionnons les suivantes :

6.1 Comparaison des coûts d'immobilisation pour l'option autobus hybride diesel et l'option autobus 100 % électrique

Nous avons préparé une analyse comparative des coûts d'immobilisation des équipements entre l'option hybride-diesel et l'option 100% électrique. Les hypothèses retenues sont résumées au tableau 5.1

Hypothèses retenues pour calculer les coûts d'immobilisation reliés à l'électrification

	Description	Option Hybride Diesel	Option 100 % Électrique	Commentaires
A	Coûts immobilisation			
1.0	Matériel Roulant			
1.1	Achat des Autobus	Idem	Idem	Nombre d'autobus considéré comme équivalent pour les deux options
1.2	Achat des Batteries	NA	X	Batteries 128 kWh à 1300\$US/kWh
2.0	Achat et installation des équipements de recharge			
2.1	Recharge ultra rapide <i>Flash</i> en station	NA	X	
2.2	Recharge rapide aux pôles	NA	X	
2.2a	Groupes Électrogènes aux pôles	NA	X	
2.2.				
3	Au CEE	NA	X	
3.0	Construction du CEE			
3.1	CEE Rive Nord	Idem	Idem	
3.1.				
1	Poste contrôle des Commandes	Idem	Idem	
3.1.				
2	Liason par fibre optique au poste de commande	Idem	Idem	
3.2	CEE Rive-Sud	Idem	Idem	

Le nombre d'autobus retenu pour évaluer les coûts d'acquisition dans les deux (2) scénarios est identique, c'est-à-dire 94 autobus tels que déterminés préliminairement dans le sous-livrable 4.1 Stratégie d'exploitation. Le taux de réserve inclus et identique pour les deux (2) options de motorisation.

Les coûts d'acquisition des autobus hybrides diesel sont considérés équivalents à ceux des autobus électriques à l'exception du coût des batteries pour les autobus 100 % électrique qui est considéré comme un ajout en sus du prix de l'autobus hybride avec batterie, car le type de batteries dans les autobus hybrides diesel est beaucoup moins onéreux. Des batteries de 128 kWh de type LTO sont utilisées dans l'analyse. Les batteries de type LTO sont préférées dans le cas de recharge rapide. Leur utilisation, comme celle des autobus avec recharge ultra rapide de type Flash, est à ses débuts. Les références en matière de coût d'achat, des tendances à la baisse dans l'avenir et de leur cycle de remplacement sont peu nombreuses et peu documentées. Elles ont un coût actuellement entre 800 \$USD/kWh et 2000 \$USD/kWh. Un coût de 1 300 \$ USD/kWh a été utilisé. Le coût de remplacement de ce type de batteries est peu documenté comparativement aux autres types de batteries. Nous avons considéré une décroissance du coût des batteries de 3,0 % par année à partir de 2022, année de mise en service des autobus.

Le choix d'une batterie de plus grande capacité permettrait de réduire le nombre de recharges ultras rapides. L'utilisation d'une batterie de capacité supérieure à 128 kW permettrait de réduire le nombre de cycles de recharge ce qui aurait un effet positif sur la durée de vie des batteries, cependant ceci aurait potentiellement un effet sur le poids de l'autobus et la capacité d'occupation.

Les coûts d'immobilisation et d'opération du CEE, du PCC et de la liaison au système SRB par fibre optique sont considérés comme étant identiques et imputés au même moment dans le projet;

Pour assurer la fiabilité de l'alimentation électrique des recharges rapides aux terminus, le coût d'installation d'un groupe électrogène refroidi à l'air dans un local fermé et la distribution électrique pour alimenter les recharges rapides aux pôles est présenté comme un coût d'immobilisation en option non inclus dans le total.

Les coûts d'immobilisation des équipements spécifiques à l'électrification (autobus, batteries, recharges) en sus des équipements associés à la solution hybride / diesel tels que décrits au tableau à l'annexe G sont résumés au tableau suivant. Ces coûts excluent les coûts d'adaptations aux stations, aux pôles d'échange et au CEE associée à l'électrification ou à la solution hybride-diesel et les coûts indirects tels les frais d'ingénierie, les contingences et les taxes.

Tableau 6.1 Coût d'immobilisation

Coût d'immobilisation	\$ CDN 2016
Coût des équipements de recharge	78 470 000 \$
Coût d'achat des batteries pour la flotte de 94 véhicules	20 334 080 \$ 20 280 000,00 \$
Coût immobilisation équipements reliés à l'électrification	98 804 080 \$
Coût optionnel groupe électrogène (en sus)	6 000 000,00 \$

6.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Les coûts d'entretien et d'opération (hors carburant et personnel de conduite) des véhicules hybrides diesel bi-articulés retenus sont ceux du livrable 1.14 indexés à 2 % par année, c'est-à-dire 2,35 \$/km. Cependant, ce coût n'a pas d'impact sur l'analyse comparative étant donné que le carburant est calculé à part et que le nombre d'heures chauffeurs est considéré le même;

Le nombre d'heures chauffeurs est considéré comme identique pour les deux (2) scénarios. Le temps supplémentaire imposé par la recharge des véhicules est considéré comme faisant partie du battement en terminus et de négligeable en station.

Les coûts du personnel de direction, d'exploitation et d'entretien (autres que ceux inclus dans le coût d'entretien du matériel roulant) sont considérés comme étant les mêmes pour les deux (2) options de motorisation.

Le nombre de kilomètres parcourus annuellement par le SRB utilisé correspond à 6 003 888 km par année, valeur correspondant à celle pour l'année 2041 de la note technique *Estimation de la consommation annuelle de carburant et du kilométrage parcouru des autobus sur le tracé du SRB en 2016 et 2041*. Sur cette base, les autobus parcourront plus de 60 000 km chacune/année.

Les hypothèses retenues pour calculer les coûts d'exploitation et d'entretien sont présentées à l'annexe H.

L'analyse comparative se limite donc aux coûts de diesel (solution hybride) versus les coûts d'électricité (solution 100 % électrique). Dans le cas de la solution 100 % électrique, le coût de remplacement des batteries doit également être considéré. Il est considéré que les batteries à l'intérieur des autobus et dans les recharges ultra-rapides seront remplacées au 8 ans. Le coût de remplacement des batteries risque d'évolué rapide tel qu'indiqué à la section 6.1. Le coût des batteries est calculé sur la base leur capacité. La capacité des batteries des recharges (3,3 kWh) est faible (2.5%) comparativement à celle des autobus (128 kWh) et elle est considérée comme étant incluse dans la marge d'erreur de l'estimation des coûts. Le cycle d'analyse pour les coûts d'énergie et donc 16 ans et comprends un remplacement des batteries. L'année 1 est considérée comme étant 2022, année de mise en service des autobus. Il est considéré que 100 % du réseau serait déployé.

Le RTC utilise 2 % d'indexation dans les deux (2) cas (diesel et électricité). Nous avons donc utilisé ces taux d'indexation.

6.3 Coûts du diesel autobus hybride

Le coût du diesel en 2016 utilisé correspond à 1,20 \$/l, 0,98 \$/l à la suite de la ristourne gouvernementale de 22 cents/l sous la forme de subvention. Ce coût a été indexé de 2 % par année jusqu'en 2022, année de mise en service des autobus.

La consommation de diesel utilisée pour l'autobus hybride bi-articulé est de 85 l/100 km.

Tableau 6.2 Coût du diesel

<i>Le coût annuel de diesel pour l'année 2022 et le premier cycle de 16 ans ainsi calculé est présenté au tableau 6.1 Coût du diesel</i>	2022	2022 à 2030	2030 à 2037	Total de 2022 à 2037
Coût du diesel	6 761 353,04 \$	58 032 483,84 \$	67 994 304,09 \$	126 026 787,93 \$
Coût du diesel (après ristourne) de 22 cents/l	5 521 771,65 \$	47 393 195,13 \$	55 528 681,67 \$	102 921 876,81 \$

Les coûts de diesel sont présentés avec et sans subventions pour permettre une comparaison avec les coûts d'électricité pour la solution 100% électrique étant donné qu'aucune subvention au tarif n'est considérée pour cette option.

6.4 Coûts d'électricité autobus tout électrique

Les coûts calculés qui suivent sont basés sur les conditions du tarif M de moyenne puissance d'Hydro-Québec en vigueur le 1^{er} avril 2016. Même si la puissance appelée totale dépasse 5000 kW, le tarif L de grande puissance ne peut s'appliquer étant donné que les branchements sont répartis sur plusieurs compteurs et points de branchement différents. L'estimation des coûts ne tient pas compte des ristournes ou subventions qui pourraient être disponibles.

La structure du tarif M s'applique à l'abonnement de moyenne puissance dont la puissance maximale appelée a été d'au moins 50 kW au cours d'une période de 12 mois. Les coûts sont de 14,37 \$ le kW de puissance à facturer, plus 0,0493 \$ le kWh pour les 210 000 premiers kWh et 0,0366 \$ pour le reste de l'énergie consommée.

Nous considérons dans notre calcul que sur une période de 30 jours, toutes les recharges ultras rapides en station et rapides en terminus, auront été utilisées à puissance maximale en même temps. Nous n'avons pas tenu compte d'aucun facteur de diversité pour la puissance appelée.

Nous considérons aussi que les recharges lentes aux CEE auront rechargé les 94 autobus en 6 heures maximum pour un total de 40,5 kWh par autobus (33,75 kWh x 1,2h / autobus), pour combler les kWh manquants sur les batteries à la fin du parcours.

Le coût annuel d'électricité pour l'année 2022 et le premier cycle de 16 ans ainsi calculé est présenté au tableau 6.3.

Tableau 6.3 Coût de l'électricité et du remplacement des batteries

Coût électricité	2022	2022 à 2030	2030 à 2037	Total de 2022 à 2037
Coût électricité	4 316 635,76 \$	37 049 551,10 \$	43 409 454,11 \$	80 459 005,22 \$
Coût remplacement des batteries	-	15 936 700,17 \$	-	12 490 282,93 \$
Total	4 316 635,76 \$	52 986 251,27 \$	43 409 454,11 \$	92 949 288,15 \$

Tableau 6.4 Tableau de la puissance appelée

Description	Nombre	Puissance appelée (kW)	Sous-total (kW)
Station de recharge ultrarapide simple	20	160	3 200
Station de recharge ultrarapide double	13	320	4 160
Station de recharge rapide 2 bus	4	1200	4 800
Station de recharge rapide 4 bus	1	1800*	1 800
CEE recharge lente	20	45	900
Total de la puissance appelée/30 jours			14 860
Coût de la puissance appelée/30 jours			14,37 \$/kW
30 jours		Coût total :	213 538 \$

* Trois (3) recharges rapides simultanées

Tableau 6.5 Tableau de l'énergie consommée en moyenne annuelle

Description	Nombre (km)	Consommation électrique (kWh/km)	Sous-total (kWh)
Total km parcourus « annuel »	6 003 888		
Total km parcourus/30 jours	493 469	4,2	2 072 569
CEE recharge lente 40,5 kWh/bus x 94 x 30 jours			114 210
Énergie totale consommée 30 jours			2 186 779
Premiers 210 000 kWh consommés			210 000 kWh
Coût première tranche	0,0493 \$/kWh		10 353 \$
Reste de l'énergie			1 976 779 kWh
Coût reste de l'énergie (Note 1)	0,0493 \$/kWh		97 455 \$
30 jours		Coût total :	107 808 \$

Note 1 : Nous considérons que la consommation d'énergie par station (par compteur H-Q) ne dépassera pas 210 000 kWh par période de 30 jours, donc le coût de l'énergie ne pourra être facturé à 0,0366\$/kWh.

Basé sur un total de 6 003 888 km parcourus par an avec 94 autobus, le coût de la consommation électrique s'élève donc à 213 538 \$ de puissance + 107 808 \$ d'énergie consommée, soit 321 346 \$ pour 30 jours et 3 909 710 \$ annuellement.

Un taux de remplacement des batteries aux huit (8) ans a été considéré dans les coûts d'exploitation, ce qui correspond à un (1) cycle de remplacement durant le cycle de vie de 16 ans. Le coût des batteries en 2022 utilisé est de 1 300 \$ USD/kWh, soit, 1 690 \$CND/kWh. Sur cette base, en utilisant une décroissance du coût des batteries de 3 % annuellement, le coût des batteries à la fin du cycle de vie des véhicules (en 2037) sera 61 % du coût actuel. À la huitième année (2029), le coût de remplacement des batteries sera 78 % du coût actuel soit, 1 019 \$ USD/kWh ou 1 325 \$ CND/kWh et 15 936 700 \$ pour l'ensemble de la flotte de 94 véhicules.

DOCUMENT DE TRAVAIL

ANNEXE A

Tableau des distances, différence d'élévations, pentes et différentiel d'énergie potentielle entre les stations

DOCUMENT DE TRAVAIL



Service rapide par bus de Québec et Lévis
Distance, différence d'élévation, pentes et différentiel de potentiel d'énergie entre les stations

Ligne	Stations (origine-destination)	Longueur (m)	Élev. origine (m)	Élev. destination (m)	pente moyenne (%) *	Aller		Retour		Potentiel Calculé KWH (aller retour)
						Différentiel Energie Potentiel en KWH	Potentiel Calculé KWH	Différentiel Energie Potentiel en KWH	Potentiel Calculé KWH	
Ligne A : Québec Nord-Sud		6409								
NS	Galerie Charlesbourg – Peupliers	544	4	4	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	
NS	Peupliers – Patro Roc-Amadour	577	4	6	0,3%	0,25	0,25	-0,25	-0,12	
NS	Patro Roc-Amadour – Eugène-Lamontagne	644	6	9	0,5%	0,37	0,37	-0,37	-0,18	
NS	Eugène-Lamontagne – Amphithéâtre	530	9	9	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	
NS	Amphithéâtre – Bibaud	735	9	7	-0,3%	-0,25	-0,12	0,25	0,25	
NS	Bibaud – Lee	384	7	5	-0,5%	-0,25	-0,12	0,25	0,25	
NS	Lee – St-Roch	535	5	5	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	
NS	St-Roch – Dorchester	718	5	12	1,0%	0,86	0,86	-0,86	-0,43	
NS	Dorchester – Dorchester/Charest	59	12	14	3,4%	0,25	0,25	-0,25	-0,12	
NS	Dorchester/Charest – Honoré-Mercier	745	14	45	4,2%	3,80	3,80	-3,80	-1,90	
NS	Honoré-Mercier – Centre des Congrès	448	45	77	7,1%	3,92	3,92	-3,92	-1,96	
NS	Centre des Congrès – Grand-Théâtre	488	77	92	3,1%	1,84	1,84	-1,84	-0,92	
					Total ligne A	10,79	11,04	-10,79	-5,15	5,89
Ligne C : Du Centre des Congrès à Cegep Lévis Lauzon		14261								
EO	Centre des Congrès – Grand-Théâtre	488	92	77	-3,1%	-1,84	-0,92	1,84	1,84	
EO	Honoré-Mercier – Centre des Congrès	448	77	45	-7,1%	-3,92	-1,96	3,92	3,92	
EO	Couronne/Charest – Honoré-Mercier	745	45	14	-4,2%	-3,80	-1,90	3,80	3,80	
EO	Dorchester – Langelier	455	12	15	0,7%	0,37	0,37	-0,37	-0,18	
EO	Langelier – de l'Aqueduc	633	15	10	-0,8%	-0,61	-0,31	0,61	0,61	
EO	de l'Aqueduc – Marie-de-l'Incarnation	437	10	15	1,1%	0,61	0,61	-0,61	-0,31	
EO	Marie-de-l'Incarnation – Joffre/Lescarbot	766	15	28	1,7%	1,59	1,59	-1,59	-0,80	
EO	Joffre/Lescarbot – Saint-Sacrement	536	28	25	-0,6%	-0,37	-0,18	0,37	0,37	
EO	Saint-Sacrement – Semple	916	25	26	0,1%	0,12	0,12	-0,12	-0,06	
EO	Semple – Frank-Carrel	897	26	19	-0,8%	-0,86	-0,43	0,86	0,86	
EO	Frank-Carrel – Pyramide	1196	19	71	4,3%	6,38	6,38	-6,38	-3,19	
EO	Pyramide – PEPS	398	71	79	2,0%	0,98	0,98	-0,98	-0,49	
EO	PEPS – De la Foresterie	751	79	93	1,9%	1,72	1,72	-1,72	-0,86	
EO	De la Foresterie – SSQ	897	93	89	-0,4%	-0,49	-0,25	0,49	0,49	
EO	PEPS – de l'Agriculture	1035	79	90	1,1%	1,35	1,35	-1,35	-0,67	
EO	de l'Agriculture – SSQ	691	90	89	-0,1%	-0,12	-0,06	0,12	0,12	
EO	SSQ – CHUL/Laurier	705	89	94	0,7%	0,61	0,61	-0,61	-0,31	
EO	CHUL/Laurier – de l'Église	458	94	92	-0,4%	-0,25	-0,12	0,25	0,25	
EO	de l'Église – Lavigerie	506	92	93	0,2%	0,12	0,12	-0,12	-0,06	
EO	Lavigerie – Saint-Louis	981	93	71	-2,2%	-2,70	-1,35	2,70	2,70	
EO	Saint-Louis – Pont de Québec	809	71	55	-2,0%	-1,96	-0,98	1,96	1,96	
					sous-total Ligne C Québec	-3,07	5,40	3,07	9,99	15,39
Côté Rive Sud		16166								
EO	Pont de Québec – Concorde	1977	55	34	-1,1%	-2,58	-1,29	2,58	2,58	
EO	Concorde – Ernest-Lacasse	913	34	39	0,5%	0,61	0,61	-0,61	-0,31	
EO	Ernest-Lacasse – 1ère Avenue	2181	39	45	0,3%	0,74	0,74	-0,74	-0,37	
EO	1ère Avenue – Taniata	692	45	27	-2,6%	-2,21	-1,10	2,21	2,21	
EO	Taniata – de Saint-Romuald	458	27	24	-0,7%	-0,37	-0,18	0,37	0,37	
EO	de Saint-Romuald – du Fleuve	531	24	20	-0,8%	-0,49	-0,25	0,49	0,49	
EO	du Fleuve – Saint-Laurent	619	20	28	1,3%	0,98	0,98	-0,98	-0,49	
EO	Saint-Laurent – des Îles	2133	28	43	0,7%	1,84	1,84	-1,84	-0,92	
EO	des Îles – Thomas Chapais	1425	43	53	0,7%	1,23	1,23	-1,23	-0,61	
EO	Thomas Chapais – Lamartine	1476	53	71	1,2%	2,21	2,21	-2,21	-1,10	
EO	Lamartine – du Président-Kennedy	494	71	73	0,4%	0,25	0,25	-0,25	-0,12	
EO	du Président-Kennedy – Dorval	430	73	84	2,6%	1,35	1,35	-1,35	-0,67	
EO	Dorval – Desjardins	708	84	109	3,5%	3,07	3,07	-3,07	-1,53	
EO	Desjardins – Saint-Omer	470	109	109	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	
EO	Saint-Omer – Macelle-Ferron	644	109	110	0,2%	0,12	0,12	-0,12	-0,06	
EO	Macelle-Ferron – Edmond J Massicotte	462	110	98	-2,6%	-1,47	-0,74	1,47	1,47	
EO	Edmond J Massicotte – Cégep Lévis-Lauzon	553	98	90	-1,4%	-0,98	-0,49	0,98	0,98	
					Sous-total ligne C (Levis)	4,29	8,34	-4,29	1,90	10,24
					Total Ligne C	1,23	13,73	-1,23	11,89	25,63

Service rapide par bus de Québec et Lévis
Distance, différence d'élévation, pentes et différentiel de potentiel d'énergie entre les stations

Ligne	Stations (origine-destination)	Longueur (m)	Élev. origine (m)	Élev. destination (m)	pente moyenne (%) *	Aller		Retour		Potentiel Calculé KWH (aller retour)
						Différentiel Energie Potentiel en KWH	Potentiel Calculé KWH	Différentiel Energie Potentiel en KWH	Potentiel Calculé KWH	
Tracé E : Estimaerville à Des Rivières		16116								
EO	d'Estimaerville – de Niverville	464	7	7	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	
EO	de Niverville – Bardy	525	7	8	0,2%	0,12	0,12	-0,12	-0,06	
EO	Bardy – Henri-Bourassa	357	8	8	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	
EO	Henri-Bourassa – CEGEP-Limoilou	790	8	7	-0,1%	-0,12	-0,06	0,12	0,12	
EO	CEGEP-Limoilou – Capucins	628	7	4	-0,5%	-0,37	-0,18	0,37	0,37	
EO	Capucins – Gare-du-Palais	1044	4	4	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	
EO	Gare-du-Palais – du Pont	374	4	8	1,1%	0,49	0,49	-0,49	-0,25	
EO	du Pont – Dorchester	515	8	12	0,8%	0,49	0,49	-0,49	-0,25	
EO	Dorchester – Langelier	455	12	15	0,7%	0,37	0,37	-0,37	-0,18	
EO	Langelier – de l'Aqueduc	633	15	10	-0,8%	-0,61	-0,31	0,61	0,61	
EO	de l'Aqueduc – Marie-de-l'Incarnation	437	10	15	1,1%	0,61	0,61	-0,61	-0,31	
EO	Marie-de-l'Incarnation – Joffre/Lescarbot	766	15	28	1,7%	1,59	1,59	-1,59	-0,80	
EO	Joffre/Lescarbot – Saint-Sacrement	536	28	25	-0,6%	-0,37	-0,18	0,37	0,37	
EO	Saint-Sacrement – Semple	916	25	26	0,1%	0,12	0,12	-0,12	-0,06	
EO	Semple – Frank-Carrel	897	26	19	-0,8%	-0,86	-0,43	0,86	0,86	
EO	Frank-Carrel – Pyramide	1196	19	71	4,3%	6,38	6,38	-6,38	-3,19	
EO	Pyramide – PEPS	398	71	79	2,0%	0,98	0,98	-0,98	-0,49	
EO	PEPS – de l'Agriculture	1035	79	90	1,1%	1,35	1,35	-1,35	-0,67	
EO	de l'Agriculture – SSQ	691	90	89	-0,1%	-0,12	-0,06	0,12	0,12	
EO	SSQ – CHUL/Laurier	705	89	94	0,7%	0,61	0,61	-0,61	-0,31	
EO	CHUL/Laurier – de l'Église	458	94	92	-0,4%	-0,25	-0,12	0,25	0,25	
EO	de l'Église – Lavigerie	506	92	93	0,2%	0,12	0,12	-0,12	-0,06	
EO	Lavigerie – Saint-Louis	981	93	71	-2,2%	-2,70	-1,35	2,70	2,70	
EO	Saint-Louis – Pont de Québec	809	71	55	-2,0%	-1,96	-0,98	1,96	1,96	
					Sous-total ligne E (Québec)	7,11	11,16	-7,11	-0,06	11,10
E: De D'estimaerville à Des Rivières		3847								
EO	Pont de Québec – du boul. Guillaume-Couture	625	55	46	-1,4%	-1,10	-0,55	1,10	1,10	
EO	du boul. Guillaume-Couture – Marie-Victorin	825	46	37	-1,1%	-1,10	-0,55	1,10	1,10	
EO	Marie-Victorin – Cayer	553	37	38	0,2%	0,12	0,12	-0,12	-0,06	
EO	Cayer – de l'Aquifère	956	38	31	-0,7%	-0,86	-0,43	0,86	0,86	
EO	de l'Aquifère – des Rivières	889	31	54	2,6%	2,82	2,82	-2,82	-1,41	
					Sous-total ligne E (Levis)	-0,12	1,41	0,12	1,59	3,00
					Total Ligne E	6,99	12,57	-6,99	1,53	14,10

* Source des élévations : GoogleEarth

ANNEXE B

Extrait du Sous-Livrable 4.1 *Stratégie d'exploitation*

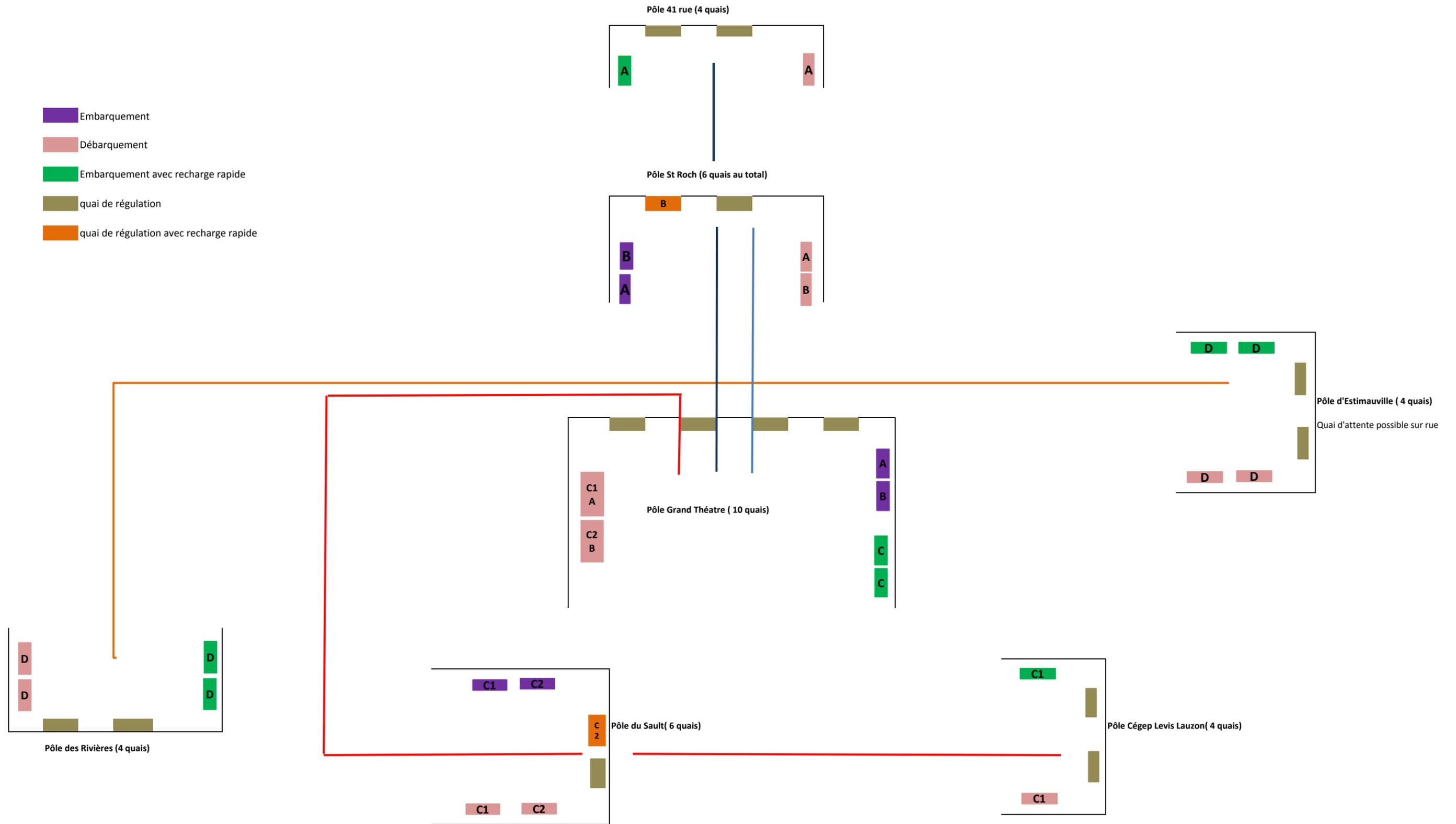
B1 Configuration de recharges rapides aux pôles (Annexe 9)

B2 Achalandage maximal et temps d'échanges voyageurs

(Annexe 7)

DOCUMENT DE TRAVAIL

Exploitation des pôles SRB



Pôle Cégep Lévis-Lauzon - Pôle Grand Théâtre

A A/10 (A/10)*0,35 ((A/10)*0,35)*1,75

	Emplacement Recharge Rapide/Flash	Nbre voyage	Ach_Hr_Max	Par voyage	Porte+ach	Tps (s) en fonction de l'achalandage	Tp d'ouverture/fermeture des portes	Tp de stationnement global	TPs Recharge Rapide/Flash (s)	Différence
1	Cegep Levis-Lauzon	Rapide	10	310	31,037	10,863	19	4	23	360
2	Edmond J Massicotte		10	0	0,000	0,000	0	4	4	
3	Marcelle-Ferron	Flash	10	67	6,746	2,361	4	4	8	20
4	Saint-Omer		10	59	5,932	2,076	4	4	8	
5	Pole Desjardins	Flash	10	0	0,000	0,000	0	4	4	20
6	Dorval		10	95	9,470	3,314	6	4	10	
7	President-Kennedy	Flash	10	288	28,837	10,093	18	4	22	20
8	Lamartine		10	67	6,718	2,351	4	4	8	
9	Thomas Chapais	Flash	10	155	15,496	5,423	9	4	13	20
10	des Iles	Flash	10	122	12,189	4,266	7	4	11	20
11	Saint-Laurent	Flash	10	20	2,045	0,716	1	4	5	20
12	du Fleuve		10	83	8,318	2,911	5	4	9	
13	de Saint-Romuald	Flash	10	120	12,011	4,204	7	4	11	20
14	Taniata		10	204	20,410	7,143	13	4	17	
15	1ere avenue (St-Romuald)	Flash	10	65	6,479	2,268	4	4	8	20
16	Ernest-Lacasse	Flash	10	93	9,296	3,254	6	4	10	20
17	Pole Concorde	Flash	10	620	62,047	21,717	38	4	42	20
18	Chemin St-Louis/des Hotels	Flash	10	79	7,921	2,772	5	4	9	20
19	Pole Lavigerie	Flash	10	846	84,619	29,617	52	4	56	
20	Route de l'Eglise	Flash	10	50	4,988	1,746	3	4	7	20
21	Laurier Quebec	Flash	10	155	15,484	5,419	9	4	13	
22	Laurier - SSQ	Flash	10	175	17,525	6,134	11	4	15	20
23	Pole de l'UL - de l'Agriculture		10	297	29,685	10,390	18	4	22	
24	Pole de l'UL - Foresterie	Flash	10	738	73,772	25,820	45	4	49	
25	PEPS (UL)	Flash	10	283	28,334	9,917	17	4	21	20
26	Pyramide	Flash	10	137	13,734	4,807	8	4	12	20
27	Frank-Carrel	Flash	10	17	1,658	0,580	1	4	5	20
28	Semple	Flash	10	249	24,910	8,719	15	4	19	
29	Charest/St-Sacrement	Flash	10	83	8,280	2,898	5	4	9	20
30	Joffre/Lescarbot	Flash	10	154	15,354	5,374	9	4	13	
31	Marie-de-l'Incarnation	Flash	10	115	11,480	4,018	7	4	11	20
32	de l'Aqueduc	Flash	10	51	5,116	1,791	3	4	7	
33	Langelier	Flash	10	142	14,208	4,973	9	4	13	20
34	Charest/Dorchester	Flash	10	229	22,910	8,018	14	4	18	20
35	Honore-Mercier/D'Aiguillon		10	340	33,962	11,887	21	4	25	
36	Centre des Congres		10	455	45,478	15,917	28	4	32	
37	Pole Grand-Theatre	Rapide	10	264	26,384	9,234	16	4	20	360

Pôle Grand Théâtre - Pôle Cégep Lévis-Lauzon

A A/10 (A/10)*0,35 ((A/10)*0,35)*1,75

	Emplacement Recharge Rapide/Flash	Nbre voyage	Ach_Hr_Max	Par voyage	Porte+ach	Tps (s) en fonction de l'achalandage	Tp d'ouverture/fermeture des portes	Tp de stationnement global	TPs Recharge Rapide/Flash (s)	Différence
1	Pole Grand-Theatre	Rapide	10	91	9,096	3,184	6	4	10	360
2	Centre des Congres		10	25	2,462	0,862	2	4	6	
3	Honore-Mercier/D'Aiguillon		10	148	14,839	5,194	9	4	13	
4	Charest/Dorchester	Flash	10	62	6,227	2,180	4	4	8	20
5	Langelier	Flash	10	122	12,203	4,271	7	4	11	20
6	de l'Aqueduc	Flash	10	133	13,332	4,666	8	4	12	
7	Marie-de-l'Incarnation	Flash	10	69	6,862	2,402	4	4	8	20
8	Joffre/Lescarbot	Flash	10	54	5,408	1,893	3	4	7	
9	Charest/St-Sacrement	Flash	10	42	4,189	1,466	3	4	7	20
10	Semple	Flash	10	64	6,440	2,254	4	4	8	
11	Frank-Carrel	Flash	10	19	1,911	0,669	1	4	5	20
12	Pyramide	Flash	10	22	2,222	0,778	1	4	5	20
13	PEPS (UL)	Flash	10	98	9,805	3,432	6	4	10	20
14	Pole de l'UL - Foresterie	Flash	10	332	33,161	11,606	20	4	24	
15	Pole de l'UL - de l'Agriculture		10	278	27,753	9,714	17	4	21	
16	Laurier - SSQ	Flash	10	102	10,189	3,566	6	4	10	20
17	Laurier Quebec	Flash	10	124	12,368	4,329	8	4	12	
18	Route de l'Eglise	Flash	10	42	4,162	1,457	3	4	7	20
19	Pole Lavigerie	Flash	10	178	17,837	6,243	11	4	15	
20	Chemin St-Louis/des Hotels	Flash	10	57	5,701	1,995	3	4	7	20
21	Pole Concorde	Flash	10	214	21,358	7,475	13	4	17	20
22	Ernest-Lacasse	Flash	10	62	6,188	2,166	4	4	8	20
23	1ere avenue (St-Romuald)	Flash	10	70	7,044	2,465	4	4	8	20
24	Taniata		10	75	7,477	2,617	5	4	9	
25	de Saint-Romuald	Flash	10	34	3,400	1,190	2	4	6	20
26	du Fleuve		10	8	0,840	0,294	1	4	5	
27	Saint-Laurent	Flash	10	3	0,272	0,095	0	4	4	20
28	des Iles	Flash	10	38	3,772	1,320	2	4	6	20
29	Thomas Chapais	Flash	10	41	4,113	1,439	3	4	7	20
30	Lamartine		10	53	5,297	1,854	3	4	7	
31	President-Kennedy	Flash	10	258	25,780	9,023	16	4	20	20
32	Dorval		10	82	8,213	2,874	5	4	9	
33	Pole Desjardins	Flash	10	163	16,299	5,705	10	4	14	20
34	Saint-Omer		10	5	0,513	0,179	0	4	4	
35	Marcelle-Ferron	Flash	10	5	0,517	0,181	0	4	4	20
36	Edmond J Massicotte		10	0	0,000	0,000	0	4	4	
37	Cegep Levis-Lauzon	Rapide	10	210	20,951	7,333	13	4	17	360

Pôle des Rivières - Pôle d'Estimauville

A A/10 (A/10)*0,35 ((A/10)*0,35)*1,75

		Emplacement Recharge Rapide/Flash	Nbre voyage	Ach_Hr_Max	Par voyage	Porte+ach	Tps (s) en fonction de l'achalandage	Tp d'ouverture/ fermeture des portes	Tp de stationnement global	TPs Recharge Rapide/Flash (s)	Différence
1	Pole des Rivieres	Rapide	10	1211	121,136	42,398	74	4	78	360	
2	de l'Aquifere	Flash	10	0	0,000	0,000	0	4	4	20	16
3	Cayer		10	259	25,908	9,068	16	4	20		
4	Marie-Victorin	Flash	10	68	6,833	2,392	4	4	8	20	12
5	Chemin St-Louis/des Hotels	Flash	10	94	9,359	3,276	6	4	10		
6	Pole Lavigerie	Flash	10	951	95,112	33,289	58	4	62	20	-42
7	Route de l'Eglise	Flash	10	31	3,126	1,094	2	4	6		
8	Laurier Quebec	Flash	10	100	10,042	3,515	6	4	10	20	10
9	Laurier - SSQ	Flash	10	179	17,881	6,258	11	4	15		
10	Pole de l'UL - de l'Agriculture		10	345	34,511	12,079	21	4	25		
11	Pole de l'UL - Foresterie	Flash	10	604	60,435	21,152	37	4	41	20	-21
12	PEPS (UL)	Flash	10	285	28,507	9,977	17	4	21		
13	Pyramide	Flash	10	119	11,908	4,168	7	4	11		
14	Frank-Carrel	Flash	10	13	1,283	0,449	1	4	5		
15	Semple	Flash	10	270	26,988	9,446	17	4	21	20	-1
16	Charest/St-Sacrement	Flash	10	60	5,987	2,095	4	4	8		
17	Joffre/Lescarbot	Flash	10	159	15,917	5,571	10	4	14	20	6
18	Marie-de-l'Incarnation	Flash	10	77	7,695	2,693	5	4	9		
19	de l'Aqueduc	Flash	10	77	7,651	2,678	5	4	9	20	11
20	Langelier	Flash	10	85	8,475	2,966	5	4	9		
21	Charest/Dorchester	Flash	10	178	17,815	6,235	11	4	15		
22	du Pont		10	181	18,114	6,340	11	4	15		
23	Gare du palais	Flash	10	283	28,337	9,918	17	4	21	20	-1
24	Capucins		10	40	4,031	1,411	2	4	6		
25	Cegep Limoilou	Flash	10	187	18,699	6,545	11	4	15	20	5
26	Henri-Bourassa		10	91	9,119	3,192	6	4	10		
27	Nicolet	Flash	10	67	6,690	2,341	4	4	8	20	12
28	Pole d'Estimauville	Rapide	10	126	12,567	4,399	8	4	12	360	

Pôle d'Estimauville - Pôle des Rivières

A A/10 (A/10)*0,35 ((A/10)*0,35)*1,75

		Emplacement Recharge Rapide/Flash	Nbre voyage	Ach_Hr_Max	Par voyage	Porte+ach	Tps (s) en fonction de l'achalandage	Tp d'ouverture/ fermeture des portes	Tp de stationnement global	TPs Recharge Rapide/Flash (s)	Différence
1	Pole d'Estimauville	Rapide	10	1407	140,660	49,231	86	4	90	360	
2	Nicolet	Flash	10	173	17,279	6,048	11	4	15	20	5
3	Henri-Bourassa		10	234	23,445	8,206	14	4	18		
4	Cegep Limoilou	Flash	10	405	40,461	14,161	25	4	29	20	-9
5	Capucins		10	215	21,509	7,528	13	4	17		
6	Gare du palais	Flash	10	291	29,144	10,201	18	4	22	20	-2
7	du Pont		10	109	10,886	3,810	7	4	11		
8	Charest/Dorchester	Flash	10	256	25,592	8,957	16	4	20		
9	Langelier	Flash	10	120	11,982	4,194	7	4	11		
10	de l'Aqueduc	Flash	10	133	13,340	4,669	8	4	12	20	8
11	Marie-de-l'Incarnation	Flash	10	47	4,745	1,661	3	4	7		
12	Joffre/Lescarbot	Flash	10	114	11,441	4,004	7	4	11	20	9
13	Charest/St-Sacrement	Flash	10	88	8,846	3,096	5	4	9		
14	Semple	Flash	10	154	15,359	5,376	9	4	13	20	7
15	Frank-Carrel	Flash	10	24	2,361	0,826	1	4	5		
16	Pyramide	Flash	10	66	6,567	2,298	4	4	8		
17	PEPS (UL)	Flash	10	351	35,055	12,269	21	4	25		
18	Pole de l'UL - Foresterie	Flash	10	292	29,162	10,207	18	4	22	20	-2
19	Pole de l'UL - de l'Agriculture		10	590	59,047	20,666	36	4	40		
20	Laurier - SSQ	Flash	10	251	25,111	8,789	15	4	19		
21	Laurier Quebec	Flash	10	242	24,180	8,463	15	4	19	20	1
22	Route de l'Eglise	Flash	10	53	5,327	1,864	3	4	7		
23	Pole Lavigerie	Flash	10	96	9,592	3,357	6	4	10	20	10
24	Chemin St-Louis/des Hotels	Flash	10	52	5,249	1,837	3	4	7		
25	Marie-Victorin	Flash	10	1	0,070	0,024	0	4	4	20	16
26	Cayer		10	5	0,533	0,187	0	4	4		
27	de l'Aquifere	Flash	10	0	0,000	0,000	0	4	4	20	16
28	Pole des Rivières	Rapide	10	42	4,207	1,473	3	4	7	360	

ANNEXE C

Tableau du scénario de recharge des autobus

DOCUMENT DE TRAVAIL

TABLEAU DU SCÉNARIO DE RECHARGE DES AUTOBUS

No	Nom	Type de Qual	Parcours	Type de station Direction D'Estimauville ou Grand Théâtre	Type de station Direction Des Rivières ou 41e Rue ou CEGEP	Distance approximative De la station Précédente (m)	Recharge Flash (2 directions)	Recharge Rapide	Trajet 1			Trajet 2			Trajet 3			Trajet 4		
									Energie utilisée (kWh)	Recharge Énergie Gagnée	24m Charge de batteries restante	Energie utilisée (kWh)	Recharge Énergie Gagnée	24m Charge de batteries restante	Energie utilisée (kWh)	Recharge Énergie Gagnée	24m Charge de batteries restante	Energie utilisée (kWh)	Recharge Énergie Gagnée	24m Charge de batteries restante
Ligne Est-Ouest longue																				
Tracé Est-Ouest Lévis																				
58	Pôle Cégep Lévis-Lauzon	N/A		Terminus	Terminus	0	Non	2	0,00	60	128,00	0,00	0	63,54	0,00	60,00	123,54	0,00	0	61,83
58	Retournement au pôle					285			1,20	0	126,80	1,20	0	63,54	1,20	0	122,34	1,20	0	61,83
57	Edmond J. Massicotte	simple		Standard B1	Standard B1	553	1	Non	2,32	2,82	127,30	2,32	2,82	65,86	2,32	2,82	122,84	2,32	2,82	64,15
56	Marcelle-Ferron	simple		Standard B1	Standard B1	462	1	Non	1,94	2,82	128,00	1,94	2,82	64,98	1,94	2,82	123,72	1,94	2,82	63,27
55	Saint-Omer	simple		Standard B1	Standard B1	644	1	Non	2,70	2,82	128,00	2,70	2,82	64,87	2,70	2,82	123,84	2,70	2,82	63,16
49	Desjardins	simple		Tempérée A1	Standard B1	470	1	Non	1,97	2,82	128,00	1,97	2,82	64,02	1,97	2,82	124,68	1,97	2,82	62,31
48	Dorval	simple		Standard B1	Standard B1	708	1	Non	2,97	2,82	127,85	2,97	2,82	64,18	2,97	2,82	124,53	2,97	2,82	62,46
47	Président-Kennedy	simple		Standard B1	Standard B1	430	1	Non	1,81	2,82	128,00	1,81	2,82	63,16	1,81	2,82	125,54	1,81	2,82	61,45
46	Lamartine	simple		Tempérée A1	Standard B1	494	1	Non	2,07	2,82	128,00	2,07	2,82	62,42	2,07	2,82	126,29	2,07	2,82	60,70
45	Thomas-Chapais	simple		Standard B1	Standard B1	1476	1	Non	6,20	2,82	124,62	6,20	2,82	65,80	6,20	2,82	122,91	6,20	2,82	64,08
44	Des Iles	simple		Tempérée A1	Standard B1	1425	1	Non	5,99	2,82	121,46	5,99	2,82	68,96	5,99	2,82	119,74	5,99	2,82	67,25
43	Saint-Laurent	simple		Standard B1	Standard B1	2133	1	Non	8,96	2,82	115,32	8,96	2,82	75,10	8,96	2,82	113,60	8,96	2,82	73,39
42	Du Fleuve	simple		Standard B1	Standard B1	619	1	Non	2,60	2,82	115,54	2,60	2,82	74,88	2,60	2,82	113,82	2,60	2,82	73,17
41	De Saint-Romuald	simple		Standard B1	Standard B1	531	1	Non	2,23	2,82	116,13	2,23	2,82	74,29	2,23	2,82	114,41	2,23	2,82	72,58
40	Taniata	simple		Tempérée A1	Standard B1	458	1	Non	1,92	2,82	117,02	1,92	2,82	73,39	1,92	2,82	115,31	1,92	2,82	71,68
39	1ère Avenue	simple		Standard B1	Standard B1	692	1	Non	2,91	2,82	116,94	2,91	2,82	73,48	2,91	2,82	115,22	2,91	2,82	71,77
54	Ernest-Lacasse	double		Standard B2	Standard B2	2076	1	Non	8,72	2,82	111,04	8,72	2,82	79,38	8,72	2,82	109,33	8,72	2,82	77,67
38	Concorde (Du Sault)	double		Tempérée A2	Tempérée A2	598	1	Non	2,51	2,82	111,35	2,51	2,82	79,07	2,51	2,82	109,63	2,51	2,82	77,36
16																				
Tracé Est-Ouest Québec																				
37	Saint-Louis	double		Standard B2	Standard B2	4311	2	Non	18,11	2,82	96,06	18,11	2,82	94,36	18,11	2,82	94,35	18,11	2,82	92,64
36	Lavigerie	double		Tempérée A2	Tempérée A2	975	2	Non	4,10	2,82	94,79	4,10	2,82	95,63	4,10	2,82	93,07	4,10	2,82	93,92
35	De l'Église	double		Standard B2	Standard B2	506	2	Non	2,13	2,82	95,48	2,13	2,82	94,94	2,13	2,82	93,77	2,13	2,82	93,22
34	CHUL/Laurier Québec	double		Tempérée A2	Tempérée A2	458	2	Non	1,92	2,82	96,38	1,92	2,82	94,04	1,92	2,82	94,66	1,92	2,82	92,33
33	Laurier-SSQ	double		Tempérée A2	Tempérée A2	705	2	Non	2,96	2,82	96,24	2,96	2,82	94,18	2,96	2,82	94,52	2,96	2,82	92,47
59	De l'Agriculture	double		Tempérée A2	Tempérée A2	691	2	Non	2,90	2,82	96,15	2,90	2,82	94,26	2,90	2,82	94,44	2,90	2,82	92,55
31	PEPS	double		Tempérée A2	Tempérée A2	1035	2	Non	4,35	2,82	94,63	4,35	2,82	95,79	4,35	2,82	92,91	4,35	2,82	94,08
30	Pyramide	double		Standard B2	Tempérée A2	398	2	Non	1,67	2,82	95,77	1,67	2,82	94,64	1,67	2,82	94,06	1,67	2,82	92,93
29	Frank-Carrel	double		Standard B2	Standard B2	1526	2	Non	6,41	2,82	92,19	6,41	2,82	98,23	6,41	2,82	90,47	6,41	2,82	96,52
28	Semple	double		Tempérée A2	Tempérée A2	897	2	Non	3,77	2,82	91,24	3,77	2,82	99,18	3,77	2,82	89,53	3,77	2,82	97,47
27	Saint-Sacrement	double		Standard B2	Standard B2	916	Non	Non	3,85	0	87,39	3,85	0	100,21	3,85	0	85,68	3,85	0	98,49
26	Joffre/Lescarbot	double		Tempérée A2	Tempérée A2	536	2	Non	2,25	2,82	87,96	2,25	2,82	102,46	2,25	2,82	86,25	2,25	2,82	100,74
25	Marie-de-l'Incarnation	double		Standard B2	Tempérée A2	766	Non	Non	3,22	0	84,74	3,22	0	102,85	3,22	0	83,03	3,22	0	101,14
24	De l'Aqueduc	double		Standard B2	Tempérée A2	437	Non	Non	1,84	0	82,91	1,84	0	104,69	1,84	0	81,19	1,84	0	102,98
23	Langelier	double		Standard B2	Tempérée A2	633	2	Non	2,66	2,82	83,07	2,66	2,82	107,35	2,66	2,82	81,36	2,66	2,82	105,64
10	Charest/Dorchester	double		Standard B2	Tempérée A2	455	2	Non	1,91	2,82	83,98	1,91	2,82	106,44	1,91	2,82	82,26	1,91	2,82	104,73
12	Honoré-Mercier	double		Standard B2	Tempérée A2	745	Non	Non	3,13	0	80,85	3,13	0	106,75	3,13	0	79,14	3,13	0	105,04
13	Centre des Congrès	double		Standard B2	Tempérée A2	448	Non	Non	1,88	0	78,97	1,88	0	108,63	1,88	0	77,25	1,88	0	106,92
14	Pôle Grand-Théâtre	N/A		Terminus	Terminus	500	Non	4	2,10	0	76,87	2,10	0	110,73	2,10	0	75,15	2,10	0	109,02
14	Retournement au pôle					385			1,62	0	75,25	1,62	0	73,54	1,62	0	73,54	1,62	0	71,83
Perte ou gain d'énergie en fonction de l'élévation (différence d'énergie potentielle)									12,26	60,00	122,99	12,26	60,00	122,99	12,26	60,00	123,54	12,26	60,00	121,28
31377									144,04			141,23			144,04			141,23		
Ligne Est-Ouest courte																				
Tracé Des Rivières Lévis																				
50	Pôle Des Rivières	N/A		Terminus	Terminus	0	Non	2	0,00	60	128,00	0,00	0	65,58	0,00	60	125,58	0,00	0	65,47
50	Retournement au pôle					835			3,51	0	124,49	3,51	0	65,58	3,51	0	122,07	3,51	0	65,35
51	De l'Aquifère	double		Standard B2	Standard B2	815	1	Non	3,42	2,82	123,89	3,42	2,82	69,00	3,42	2,82	121,47	3,42	2,82	68,78
52	Cayer	double		Standard B2	Standard B2	956	1	Non	4,02	2,82	122,69	4,02	2,82	70,20	4,02	2,82	120,28	4,02	2,82	69,97
53	Marie-Victorin	double		Standard B2	Standard B2	553	1	Non	2,32	2,82	123,19	2,32	2,82	69,70	2,32	2,82	120,77	2,32	2,82	69,48
	Boul. Guillaume-Couture	double		N/A	N/A	825	Non	Non	3,47	0	119,73	3,47	0	70,35	3,47	0	117,31	3,47	0	70,12
3																				
Tracé Est-Ouest Québec																				
37	Saint-Louis	double		Standard B2	Standard B2	2709	2	Non	11,38	2,82	111,17	11,38	2,82	81,72	11,38	2,82	108,75	11,38	2,82	81,50
36	Lavigerie	double		Tempérée A2	Tempérée A2	975	2	Non	4,10	2,82	109,89	4,10	2,82	83,00	4,10	2,82	107,47	4,10	2,82	82,77
35	De l'Église	double		Standard B2	Standard B2	506	2	Non	2,13	2,82	110,59	2,13	2,82	82,30	2,13	2,82	108,17	2,13	2,82	82,08
34	CHUL/Laurier Québec	double		Tempérée A2	Tempérée A2	458	2	Non	1,92	2,82	111,49	1,92	2,82	81,41	1,92	2,82	109,07	1,92	2,82	81,18
33	Laurier-SSQ	double		Tempérée A2	Tempérée A2	705	2	Non	2,96	0	108,52	2,96	0	81,55	2,96	0	106,10	2,96	0	81,32
59	De l'Agriculture	double		Tempérée A2	Tempérée A2	691	2	Non	2,90	2,82	108,44	2,90	2,82	84,45	2,90	2,82	106,02	2,90	2,82	84,23
31	PEPS	double		Tempérée A2	Tempérée A2	1035	2	Non	4,35	2,82	106,92	4,35	2,82	85,98	4,35	2,82	104,50	4,35	2,82	85,75
30	Pyramide	double		Standard B2	Tempérée A2	398	2	Non	1,67	0	105,24	1,67	0	84,83	1,67	0	102,82	1,67	0	84,60
29	Frank-Carrel	double		Standard B2	Standard B2	1526	2	Non	6,41	0	98,83	6,41	0	91,24	6,41	0	96,41	6,41	0	91,01
28	Semple	double		Tempérée A2	Tempérée A2	897	2	Non	3,77	2,82	97,89	3,77	2,82	95,01	3,77	2,82	94,89	3,77	2,82	94,78
27	Saint-Sacrement	double		Standard B2	Standard B2	916	Non	Non	3,85	0	94,04	3,85	0	96,03	3,85	0	95,92	3,85	0</	

TABLEAU DU SCÉNARIO DE RECHARGE DES AUTOBUS

Ligne Nord-Sud Longue

Tracé Nord-Sud Québec

22	Pôle 41e Rue	N/A		Terminus	Terminus	0	Non
22	Retournement au pôle					300	
21	Peupliers	simple		Tempérée A1	Standard B1	355	Non
20	Patro Roc-Amadour	simple		Standard B1	Standard B1	577	Non
19	Eugène-Lamontagne	simple		Standard B1	Standard B1	644	Non
18	Amphithéâtre	simple		Standard B1	Standard B1	530	Non
17	Bibaud	simple		Standard B1	Standard B1	735	Non
16	Lee	simple		Standard B1	Standard B1	384	Non
15	Pôle St-Roch	N/A		Pôle d'échange	Pôle d'échange	535	Non
9	Dorchester/Charest	double		Standard B2	Tempérée A2	777	Non
12	Honoré-Mercier	double		Standard B2	Tempérée A2	745	Non
13	Centre des Congrès	double		Standard B2	Tempérée A2	448	Non
14	Pôle Grand-Théâtre	N/A		Terminus	Terminus	500	Non
14	Retournement au pôle					385	Non

Perte ou gain d'énergie en fonction de l'élévation (différence d'énergie potentielle)
6915 0

Trajet 1		
Energie utilisée (kWh)	Recharge Energie Gagnée	24m Charge de batteries restante
0,00	60,00	128,00
1,26	0	126,74
1,49	0	125,25
2,42	0	122,83
2,70	0	120,12
2,23	0	117,89
3,09	0	114,81
1,61	0	113,20
2,25	0	110,95
3,26	0	107,68
3,13	0	104,56
1,88	0	102,67
2,10	0	100,57
1,62	0	98,96
10,79	0	88,17

39,83

Trajet 2		
Energie utilisée (kWh)	Recharge Energie Gagnée	24m Charge de batteries restante
0,00	0,00	101,83
1,26	0	101,83
1,49	0	103,33
2,42	0	105,75
2,70	0	108,45
2,23	0	110,68
3,09	0	113,77
1,61	0	115,38
2,25	0	117,63
3,26	0	120,89
3,13	0	124,02
1,88	0	125,90
2,10	0	128,00
1,62	34,80	128,00
-5,03		93,20

24,01

Ligne Nord-Sud Courte

Tracé Nord-Sud Québec

15	Pôle St-Roch	N/A		Pôle d'échange	Pôle d'échange	0	Non
9	Dorchester/Charest	double		Standard B2	Tempérée A2	777	Non
12	Honoré-Mercier	double		Standard B2	Tempérée A2	745	Non
13	Centre des Congrès	double		Standard B2	Tempérée A2	448	Non
14	Pôle Grand-Théâtre	N/A		Terminus	Terminus	500	Non
14	Retournement au pôle					385	Non

Perte ou gain d'énergie en fonction de l'élévation (différence d'énergie potentielle)
2855 0

Trajet 1		
Energie utilisée (kWh)	Recharge Energie Gagnée	24m Charge de batteries restante
0,00	0,00	128,00
3,26	0	124,74
3,13	0	121,61
1,88	0	119,73
2,10	0	117,63
1,62	0	116,01
10,42	0	105,59

22,41

Trajet 2		
Energie utilisée (kWh)	Recharge Energie Gagnée	24m Charge de batteries restante
0,00	0,00	120,89
3,26	0	120,89
3,13	0	124,02
1,88	0	125,90
2,10	0	128,00
1,62	17,20	128,00
-5,21		110,80

6,78

Charge électrique des stations

Standard (non-chauffée) : 4 kW
Tempérée : 33 kW
Recharge Flash : 80 kW
Recharge Rapide : 600 kW
Ajout pour quai double : 2kW

Énergie utilisée (kWh) : 4,2
Énergie de recharge ultra-rapide (kWh) : 2,82

40 Recharges Flash 1 Bus
52 Recharges Flash 2 Bus
33 Stations avec Recharge Flash
4 Terminus avec Recharge Rapide 2 Bus
1 Terminus avec Recharge Rapide 4 Bus

Distance Des CEE pour le calcul de la consommation électrique pour le transport à vide

CEE Verdun	à Pole 41ième	4,7
CEE Verdun	Pôle Saint Roch	2,6
CEE Verdun	Pôle Grand Théâtre	2,5
CEE Verdun	Pôle Université Laval	aucune recharge lente
CEE Verdun	Pôle Lavigerie	aucune recharge lente
CEE Verdun	à pôle d'Estimaerville	5,9

CEE Arthur Plante
à pôle Cégep Lévis-Lauzon
à Pôle Desjardins
à Pôle Concorde



DOCUMENT DE TRAVAIL

ANNEXE D

Tableau des charges et branchements électriques



TABLEAU DES CHARGES ET BRANCHEMENTS ÉLECTRIQUES

No	Nom	Type de Quai	Parcours	Type de station Direction D'Estimauville ou Grand Théâtre	Type de station Direction Des Rivières ou 41e Rue ou CEGEP	Distance approximative De la station Précédente (m)	Recharge Flash (2 directions)	Recharge Rapide	Charges Électriques (kW)	Capacité du Branchement (A)	Type de Branchement Hydro-Québec	Groupe Électrogène (kVA)	Commentaires
Tracé Est-Ouest Lévis													
58	Pôle Cegep Lévis-Lauzon	simple		Terminus	Terminus	0	Non	2	1350	2000	347/600V transfo sur socle	1600	
57	Edmond J. Massicotte	simple		Standard B1	Standard B1	553	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
56	Marcelle-Ferron	simple		Standard B1	Standard B1	462	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
55	Saint-Omer	simple		Standard B1	Standard B1	644	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
49	Desjardins	simple		Tempérée A1	Standard B1	470	1	Non	197	400	347/600V Réseau	Non	
48	Dorval	simple		Standard B1	Standard B1	708	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
47	Président-Kennedy	simple		Standard B1	Standard B1	430	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
46	Lamartine	simple		Tempérée A1	Standard B1	494	1	Non	197	400	347/600V Réseau	Non	
45	Thomas-Chapais	simple		Standard B1	Standard B1	1476	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
44	Des Iles	simple		Tempérée A1	Standard B1	1425	1	Non	197	400	347/600V Réseau	Non	
43	Saint-Laurent	simple		Standard B1	Standard B1	2133	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
42	Du Fleuve	simple		Standard B1	Standard B1	619	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
41	De Saint-Romuald	simple		Standard B1	Standard B1	531	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
40	Taniata	simple		Tempérée A1	Standard B1	458	1	Non	197	400	347/600V Réseau	Non	
39	1ère Avenue	simple		Standard B1	Standard B1	692	1	Non	168	400	347/600V Réseau	Non	
54	Ernest-Lacasse	double		Standard B2	Standard B2	2076	1	Non	172	400	347/600V Réseau	Non	Note 1
38	Concorde (Du Sault)	double		Tempérée A2	Tempérée A2	598	1	Non	230	400	347/600V Réseau	Non	Note 1
Tracé Des Rivières Lévis													
50	Pôle Des Rivières	double		Terminus	Terminus	0	Non	2	1350	2000	347/600V transfo sur socle	1600	
51	De l'Aquifère	double		Standard B2	Standard B2	815	1	Non	172	400	347/600V Réseau	Non	
52	Cayer	double		Standard B2	Standard B2	956	1	Non	172	400	347/600V Réseau	Non	
53	Marie-Victorin	double		Standard B2	Standard B2	553	1	Non	172	400	347/600V Réseau	Non	
Tracé Est-Ouest Québec													
37	Saint-Louis	double		Standard B2	Standard B2	3534 ou 4311	2	Non	166 + 166	2 x 400	347/600V Réseau	Non	Note 2
36	Lavigerie	double		Tempérée A2	Tempérée A2	975	2	Non	195 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	Note 2
35	De l'Église	double		Standard B2	Standard B2	506	2	Non	166 + 166	2 x 400	347/600V Réseau	Non	
34	CHUL/Laurier Québec	double		Tempérée A2	Tempérée A2	458	2	Non	195 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	Note 2
33	Laurier-SSQ	double		Tempérée A2	Tempérée A2	705	2	Non	195 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	
59	De l'Agriculture	double		Tempérée A2	Tempérée A2	691	2	Non	195 + 195	2 x 400	347/600V	Non	À valider si réseau Université-Laval - Note 2
31	PEPS	double		Tempérée A2	Tempérée A2	1035	2	Non	195 + 195	2 x 400	347/600V	Non	À valider si réseau Université-Laval - Note 2
30	Pyramide	double		Standard B2	Tempérée A2	398	2	Non	166 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	
29	Frank-Carrel	double		Standard B2	Standard B2	1526	2	Non	166 + 166	2 x 400	347/600V Réseau	Non	
28	Semple	double		Tempérée A2	Tempérée A2	897	2	Non	195 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	Note 2
27	Saint-Sacrement	double		Standard B2	Standard B2	916	Non	Non	12	200	347/600V Réseau	Non	
26	Joffre/Lescarbot	double		Tempérée A2	Tempérée A2	536	2	Non	195 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	Note 2
25	Marie-de-l'Incarnation	double		Standard B2	Tempérée A2	766	Non	Non	41	200	347/600V Réseau	Non	
24	De l'Aqueduc	double		Standard B2	Tempérée A2	437	Non	Non	41	200	347/600V Réseau	Non	
23	Langelier	double		Standard B2	Tempérée A2	633	2	Non	166 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	Note 2
10	Charest/Dorchester	double		Standard B2	Tempérée A2	455	2	Non	166 + 195	2 x 400	347/600V Réseau	Non	Note 2
8	Du Pont	double		Tempérée A2	Standard B2	515	Non	Non	41	100	347/600V Réseau	Non	
7	Gare-du-Palais	double		Tempérée A2	Tempérée A2	374	1	Non	230	400	347/600V Réseau	Non	Note 1
6	Capucins	double		Standard B2	Tempérée A2	1044	Non	Non	41	100	347/600V Réseau	Non	
5	CEGEP Limoilou	double		Standard B2	Tempérée A2	628	Non	Non	41	100	347/600V Réseau	Non	
4	Henri-Bourassa	double		Standard B2	Tempérée A2	790	Non	Non	41	100	347/600V Réseau	Non	
	St-Anne	double		Standard B2	Tempérée A2	552	Non	Non	41	100	347/600V Réseau	Non	
1	Pôle D'Estimauville	double		Terminus	Terminus	924	Non	2	1350	2000	347/600V transfo sur socle	1600	

TABLEAU DES CHARGES ET BRANCHEMENTS ÉLECTRIQUES

No	Nom	Type de Quai	Parcours	Type de station Direction D'Estimauville ou Grand Théâtre	Type de station Direction Des Rivières ou 41e Rue ou CEGEP	Distance approximative De la station Précédente (m)	Recharge Flash (2 directions)	Recharge Rapide	Charges Électriques (kW)	Capacité du Branchement (A)	Type de Branchement Hydro-Québec	Groupe Électrogène (kVA)	Commentaires
Tracé Nord-Sud Québec													
22	Pôle 41e Rue	simple		Terminus	Terminus	0	Non	2	1350	2000	347/600V transfo sur socle	1600	
21	Peupliers	simple		Tempérée A1	Standard B1	355	Non	Non	37	60	N/A	Non	Alimentation via Patro Roc-Amadour
20	Patro Roc-Amadour	simple		Standard B1	Standard B1	577	Non	Non	8	100	347/600V Réseau	Non	
19	Eugène-Lamontagne	simple		Standard B1	Standard B1	644	Non	Non	8	60	N/A	Non	Alimentation via Amphithéâtre
18	Amphithéâtre	simple		Standard B1	Standard B1	530	Non	Non	8	100	347/600V Réseau	Non	
17	Bibaud	simple		Standard B1	Standard B1	735	Non	Non	8	60	N/A	Non	Alimentation via Lee
16	Lee	simple		Standard B1	Standard B1	384	Non	Non	8	100	347/600V Réseau	Non	
15	Pôle St-Roch	simple		Pôle d'échange	Pôle d'échange	535	Non	Non	66	200	347/600V Réseau	Non	Station majeure 2 Bus? 2 abris tempérés?
9	Dorchester/Charest	double		Standard B2	Tempérée A2	777	Non	Non	41	200	347/600V Réseau	Non	
12	Honoré-Mercier	double		Standard B2	Tempérée A2	745	Non	Non	41	200	347/600V Réseau	Non	
13	Centre des Congrès	double		Standard B2	Tempérée A2	448	Non	Non	41	200	347/600V Réseau	Non	
14	Pôle Grand-Théâtre	double		Terminus	Terminus	500	Non	4	1950	3000	347/600V transfo sur socle	2500	Trois (3) recharges rapides simultanées

Charge électrique des stations

Standard (non-chauffée) : 4 kW
 Tempérée : 33 kW
 Recharge Flash : 80 kW
 Recharge Rapide : 600 kW
 Quai double (éclairage) : 2 kW

40 Recharges Flash 1 Bus

52 Recharges Flash 2 Bus

33 Stations avec Recharge Flash

4 Terminus avec Recharge Rapide 2 Bus

1 Terminus avec Recharge Rapide 4 Bus

61 Branchements Hydro-Québec au réseau 347/600V

5 Branchements Hydro-Québec Hors-Réseau avec transfo sur socle 25kv-347/600V

Notes :

1 - Le branchement considère l'ajout d'une seule recharge Flash future. Prévion de 80kW de plus. Maximum 3 recharges Flash par station.

2- Un branchement distinct prévu par quai



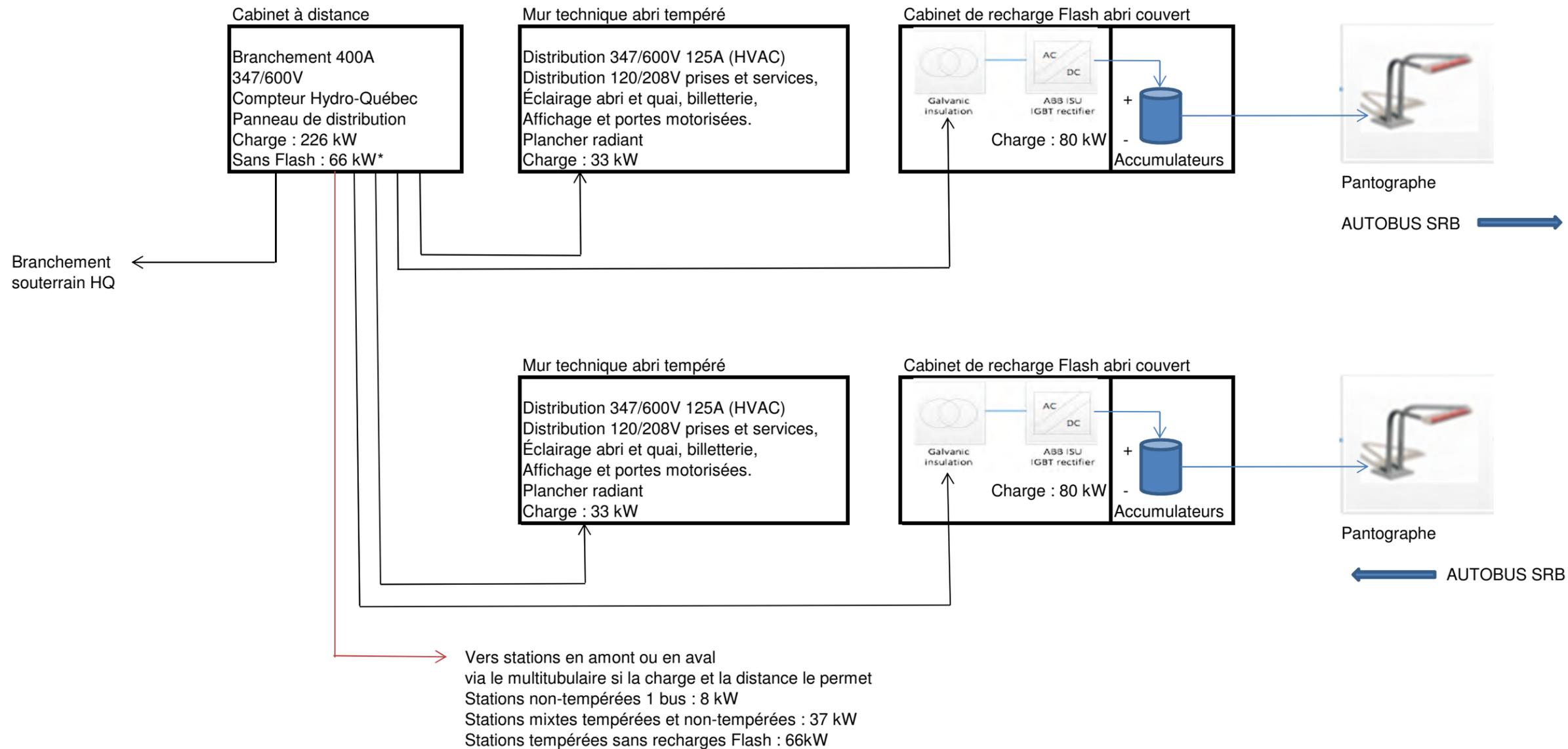
DOCUMENT DE TRAVAIL

ANNEXE E

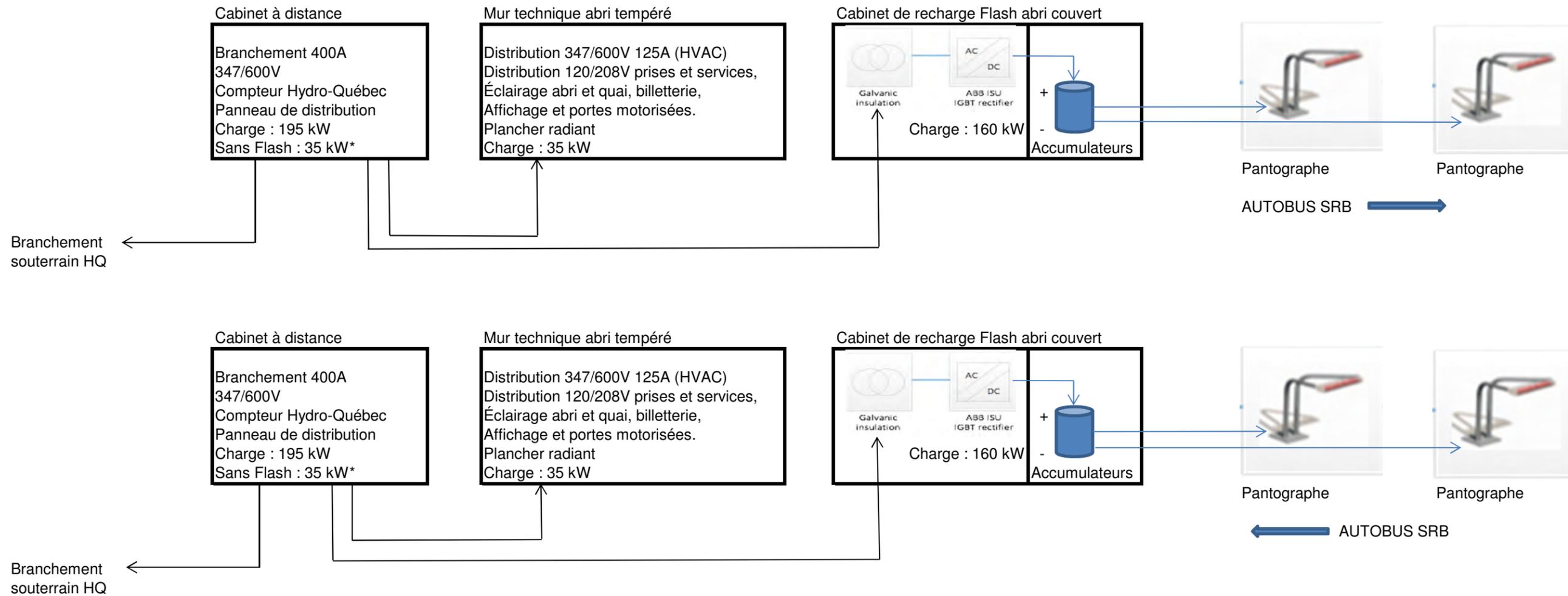
Concept d'alimentation électrique aux stations



TYPE A1 - STATION TEMPÉRÉE / 1 BUS

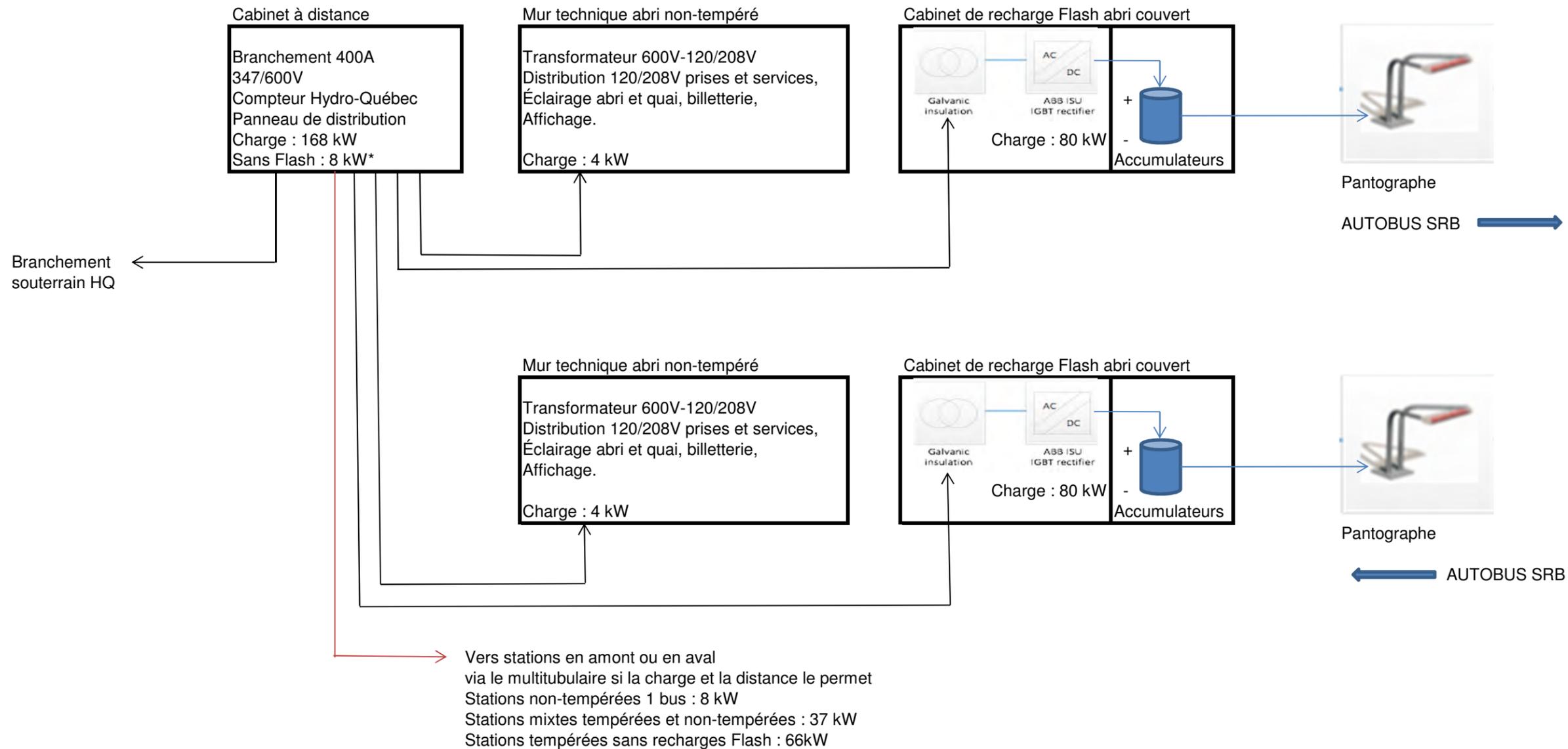


TYPE A2 - STATION TEMPÉRÉE / 2 BUS



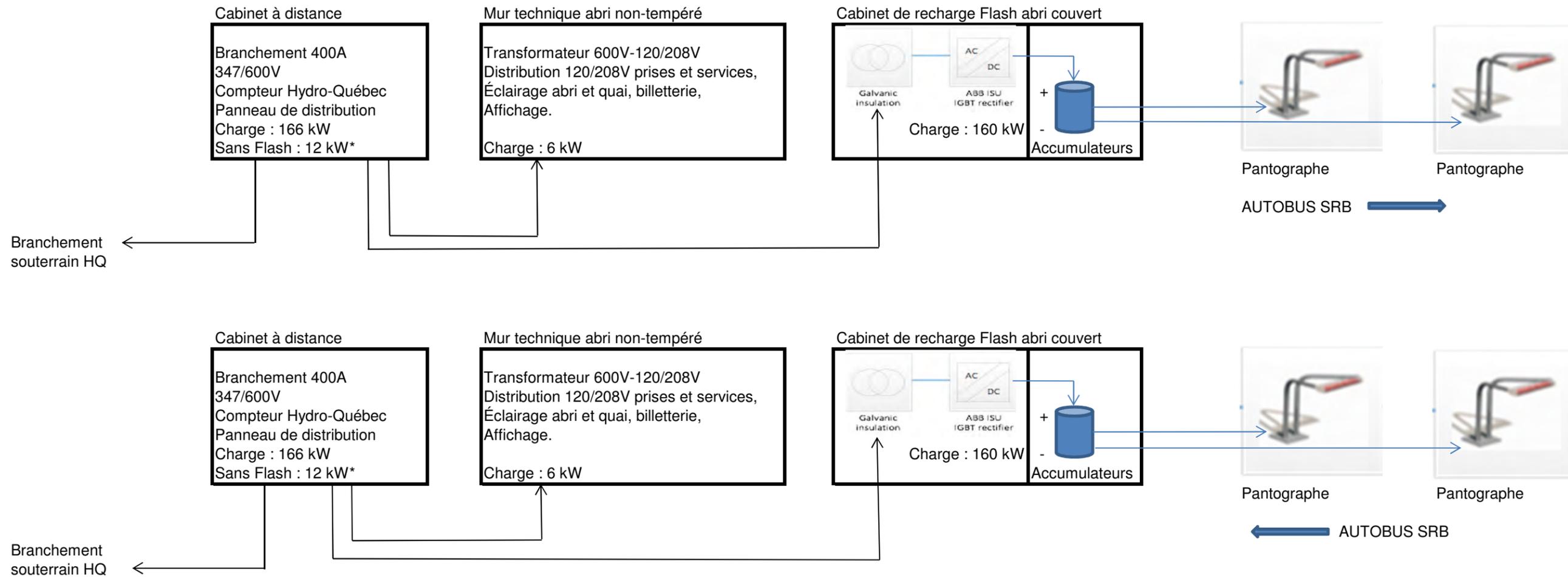
* S'il n'y a pas de recharge Flash, un seul branchement de 200A est acceptable.

TYPE B1 - STATION / 1 BUS



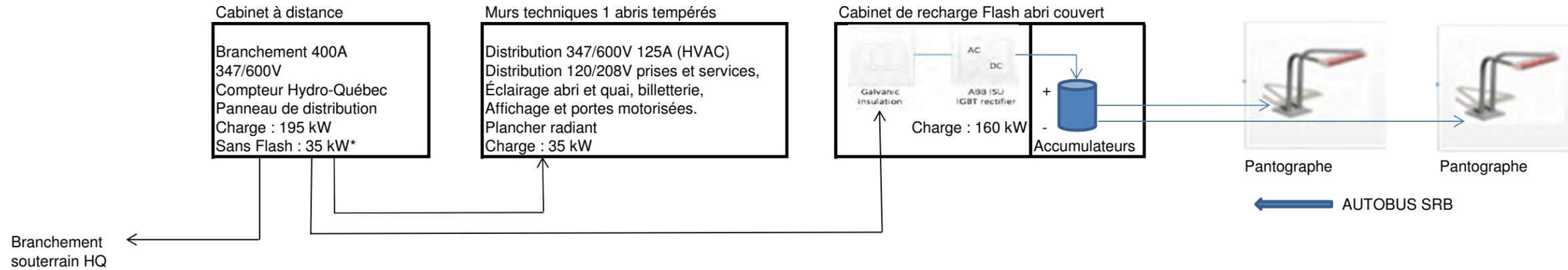
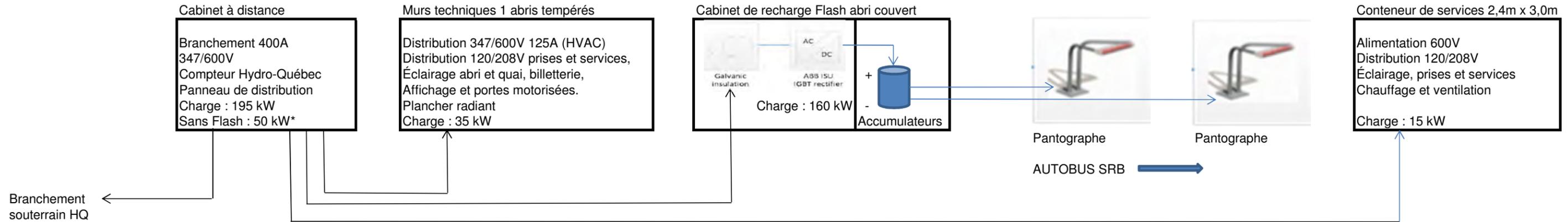
* S'il n'y a pas de recharge Flash, un branchement de 200A est acceptable.

TYPE B2 - STATION / 2 BUS



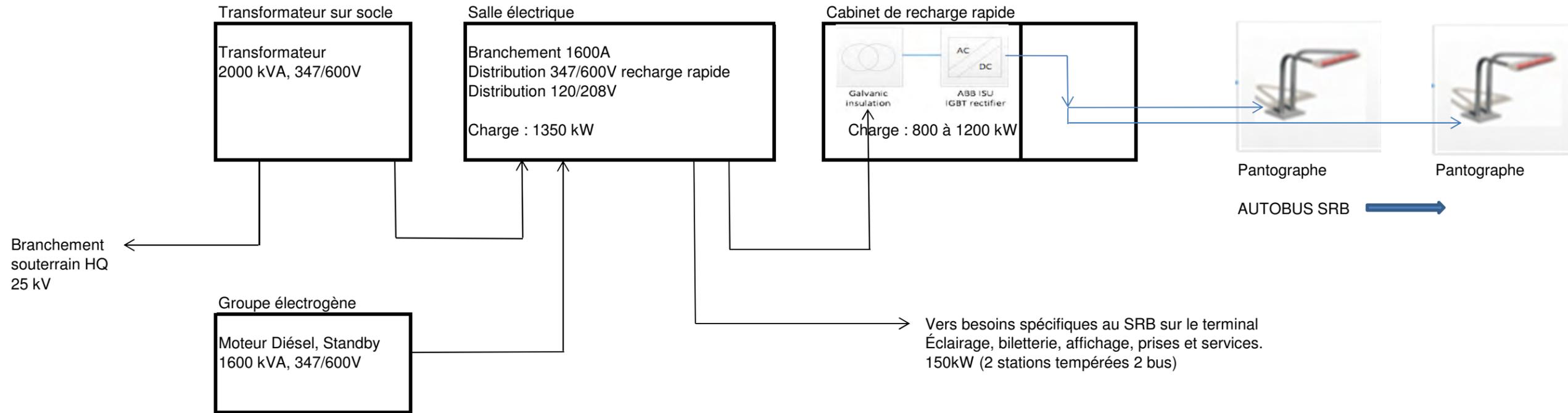
* S'il n'y a pas de recharge Flash, un branchement unique de 200A est acceptable.

STATION MAJEURE 2 BUS AVEC CONTENEUR DE SERVICES



* S'il n'y a pas de recharge Flash, un seul branchement de 200A est acceptable.

TERMINUS



ANNEXE F

**Différence des coûts d'immobilisation hybride diesel versus
autobus 100% électrique**

F1 Tableau des hypothèses

F2 Tableau des coûts d'immobilisation

DOCUMENT DE TRAVAIL

Hypothèses retenues pour calculer les coûts d'Immobilisation reliés à l'électrification

	Description	Option Hybride Diesel	Option 100% Électrique	Commentaires
A	<u>Coûts immobilisation</u>			
1.0	<u>Matériel Roulant</u>			
1.1	Achat des Autobus	Idem	Idem	Nombre d'autobus considéré comme équivalent pour les deux options
1.2	Achat des Batteries	NA	X	Bateries 128 kWh à 1300\$US/kWh
2.0	<u>Achat et installaiton des équipements de recharge</u>			
2.1	Recharge ultra-rapide <i>Flash</i> en station	NA	X	
2.2	Recharge rapide au Pôles	NA	X	
2.2a	Groupes Électrogènes au pôles	NA	X	
2.2.3	Au CEE	NA	X	
3.0	<u>Construction du CEE</u>			
3.1	CEE Rive Nord	Idem	Idem	
3.1.1	Poste contrôle des Commandes	Idem	Idem	
3.1.2	Liason par fibre optique au poste de commande	Idem	Idem	
3.2	CEE Rive sud	Idem	Idem	

GROUPEMENT SRB QUÉBEC-LÉVIS						
						
Estimation Préliminaires des Coûts d'alimentation du Système 639057-05-0D00-4QEA-0001_PC						
Item	Description	Nombre estimé	Coût Unitaire	Devis	Total (CDN \$)	Référence
1.0	Recharges					
1.1	Recharge Ultra-rapide (Flash) en Station					
	Coût de fourniture	92	475 000,00	CHF	56 810 000,00 \$	Prix budgétaire ABB
	Coût d'installation	92	25 000,00 \$	CDN	2 300 000,00 \$	1 équipe avec boom-truck et 3 hommes, 3 jours + bases de bétons pour pantographe et armoire
	Distribution électrique requise pour alimenter les recharge en station	33	50 000,00 \$	CDN	1 650 000,00 \$	Voir estimé des stations
1.2	Recharge rapide en Terminus					
	Coût de fourniture	12	500 000,00	CHF	7 800 000,00 \$	Prix budgétaire ABB
	Coût d'installation	12	25 000,00 \$	CDN	300 000,00 \$	
	Distribution électrique requise pour alimenter les recharge en terminus incluant le bâtiment par terminus)	6	500 000,00 \$	CDN	3 000 000,00 \$	
	Groupe électrogène pour sécuriser les recharge (par terminus) incluant agrandissement du bâtiment et de la distribution électrique (optionnel)	6	1 000 000,00 \$	CDN	6 000 000,00 \$	bâtiment de 6 x 12m, coût en option
1.3	Recharge lente au CEE					
	Nombre de Recharge total anticipé (95 bus /5 autobus par système + 1 de recharge)	20	235 000,00	CHF	6 110 000,00 \$	Prix budgétaire ABB
	Coût d'installation	20	25 000,00 \$	CDN	500 000,00 \$	
	Distribution électrique requise pour alimenter les recharge en terminus	voir note 1		CDN	non inclus	
Coût des Équipements de Recharge					78 470 000,00 \$	dollars Canadien avant taxes et contingences
2.0	Coût des Batteries à l'achat					
	Nombre de véhicules	94				
	Coût des batteries 128 KW par Véhicules (par kW)	128	1 300,00	USD	216 320,00 \$	
Coût de remplacement des batteries pour la flotte de véhicules à l'année 8					20 334 080,00 \$	dollars Canadien avant taxes et contingences
Coût Immobilisation équipements relié à l'électrification					98 804 080,00 \$	
					Coût optionel Groupe électrogène	6 000 000,00 \$ non inclus
Note 1.0: Les coûts des services électriques requis pour alimenter les recharges lentes aux CEE sont exclus et seront inclus dans le coût des services électriques de ces bâtiments.						
Note 2.0: Les taux de change utilisés sont les suivants						
			Taux de conversion			
	1 Franc suisse (CHF)		1,30		Canadien \$	
	1 Euro		1,40		Canadien \$	
	1 Dollar UD		1,30		Canadien \$	
Note 3.0: Contingences et précision à 30% non inclus						
Coût d'immobilisation		\$ CDN 2016				
	Coût des Équipements de Recharge	78 470 000,00 \$				
	Coût des batteries pour la flotte de 94 véhicules (différence entre coût d'un autobus électrique et d'un autobus hybride-diesel)	20 334 080,00 \$				
Coût Immobilisation équipements relié à l'électrification		98 804 080,00 \$				
	Coût optionel Groupe électrogène (en sus)	6 000 000,00 \$				

ANNEXE G

Coûts d'exploitation et d'entretiens

G1 Tableau des hypothèses opération (THO)

G2 Tableau des hypothèses entretien (THE)

DOCUMENT DE TRAVAIL

	Description	Option Hybride Diesel	Option 100% Électrique	Commentaires
1.0	Coûts Carburant/ électricité			
1.1	Coûts d'électricité aux stations			
1.1.a	Puissance souscrite	idem	idem	
1.1.a	Coûts de consommation électricité Flash aux stations	NA	X	
1.1.a	Coûts de consommation électricité stations hors Flash aux stations	Idem	idem	
1.2	Coûts d'électricité aux pôles			
1.2.a	Coûts de puissance souscrite d'électricité bâtiment pour recharge rapide aux pôles	idem	idem	
1.2.b	Coûts de consommation électrique pour recharge rapide aux pôles	NA	X	
1.2.b	Coûts de consommation électrique bâtiment pôles	Idem	idem	
1.3	Coûts d'Électricité au CEE			
1.3.a	Puissance souscrite	idem	idem	
1.3.b	Coûts d'électricité pour recharge	NA	X	
1.3.c	Coûts d'électricité bâtiment des CEE	Idem	idem	
1.4	Coûts de Diesel	X	NA	
2.0	Personnel			
2.1	Personnel Administratif au CEE			
2.1.1	Responsable de la division exploitation	idem	idem	
2.1.2	Adjoint au responsable pour la gestion Administrative	idem	idem	
2.1.3	Opérateurs PCC (superviseur,opérateurs et gardiens)	idem	idem	
2.1.4	Technicien et préposé aux horaires	idem	idem	
2.1.5	Quatre (4) Techniciens préposés aux assignations de véhicules	idem	idem	
3.0	Chauffeurs			
3.1	Superviseurs de Conducteurs	Idem	Idem	
3.2	Conducteurs de véhicules	Idem	Idem	
3.3	Commis aux uniformes	Idem	Idem	

	Description	Option Hybride Diesel	Option 100% Électrique	Commentaires	
A. Personnel					
1.0	Équipe de Direction de la Division Entretien				
1.1	Un responsable de l'Entretien	Idem	Idem		
1.2	Un adjoint au responsable pour la gestion administrative	Idem	Idem		
1.3	Un gestionnaire de documentation et archivage	Idem	Idem		
1.4	Un responsable des Méthodes et Maintenance	Idem	Idem		
1.5	Responsables de l'approvisionnement et des magasins	Idem	Idem		
2 Équipe Entretien des Véhicules					
2.1	Un contremaître	Idem	Idem		
2.2	Un technicien en planification et entretiens	Idem	Idem		
2.2a	Une unité de nettoyage et d'entretiens des SRB	Idem	Idem		
3.0 Équipe regroupant les systèmes, Courants faibles et installations fixes					
3.1	Système courant faible	Idem	Idem		
3.1.1	Entretiens hivernal et estival	Idem	Idem		
3.1.2	Entretiens de la plateforme	Idem	Idem		
3.2	Entretiens des stations	Idem	Idem		
3.3	Entretien des pôles	Idem	Idem		
3.4	Entretiens des CEE	Idem	Idem		
3.5	Entretiens des recharge	NA	X		Hypothèse PC. La différence est négligeable
B Entretien du matériel roulant					
1.0	Nettoyage des véhicules	Idem	Idem		
2.0 Entretien du matériel roulant					
2.a	Électricité	idem	idem + pantographe		
2.b	Électronique et Informatique	idem	idem		
2.c	Mécanique	plus grand	plus faible		
2.c.1	Articule	Idem	Idem		
2.c.2	Freins	Idem	idem		
2.c.3	Moteurs	X	NA		Hypothèse PC. La différence est négligeable
2.c.4	Différentiel/Transmission	NA	NA		
2.c.5	Batteries	Idem	Idem		
2.d	carrosserie	Idem	Idem		
2.e	sellerie	Idem	Idem		