



# TRAMWAY de Montréal

**PHASE 2**  
Étude de faisabilité de la première ligne





# PHASE 2 – ÉTUDE DE FAISABILITÉ DE LA PREMIÈRE LIGNE

Volume B2 – Calendrier du projet

## TRAMWAY DE MONTREAL

15 juin 2011

090802	25	B2	ALL	RAP	CGS	01	2.0
Projet	Phase	Livrable	Lieu	Forme	Émetteur	Numéro	Version



## SIGNATURES

	Rédigé par	Vérfié par
Prénom, Nom	Francois Lajarige	Vincent Ermatinger, ing., M.Sc.A. OIQ: 140097
Fonction	Élaboration du calendrier	Responsable planification
Signature		

	Validé par	Approuvé par
Prénom, Nom	Claude Messier, ing. MBA OIQ: 35856	Pierre-André Dugas, ing. OIQ 25694
Fonction	Directeur Technique adjoint	Directeur de projet
Signature		

## VERSIONS

Version	Date	Nature du document
1.0	2010-12-15	Document préliminaire
2.0	2011-06-15	Rapport final

### Référence complète

Consortium GENIVAR - SYSTRA (2009) PHASE 2 – ÉTUDE DE FAISABILITÉ DE LA PREMIÈRE LIGNE, Volume B2 – Calendrier du projet pour la Ville de Montréal, Montréal, 18 pages et annexes.

\\SERV-REL-DATA1\projets\Montreal\M1140XX\M114012\01-Structure\25 Phase 2\B Objectifs generaux\B2 Calendrier projet\70 Livrables\20110620 - v2 - Rapport final\090802\_25\_B2\_ALL\_RAP\_CGS\_01\_v2.0\_CalendrierProjet\_20110615.doc



## MISE EN GARDE GÉNÉRALE

Le présent rapport fait partie d'une série de volumes réalisés par le consortium Genivar-Systra dans le cadre de l'étude de faisabilité de la première ligne du tramway de Montréal, et ce, pour le compte de la Ville. Cette étude de faisabilité est la seconde phase du projet et fait suite à l'analyse du réseau initial (phase 1).

La phase 2 avait pour but de définir le cadre technique du projet avec un volet important portant sur l'insertion urbaine du tramway. L'étude a permis de qualifier et quantifier les principaux impacts, les coûts, l'échéancier de réalisation et d'autres aspects propres à un projet de tramway afin de définir sa faisabilité et ainsi fournir à la Ville de Montréal et à ses partenaires les renseignements pertinents pour statuer sur la poursuite du projet.

Il importe de mentionner que les résultats présentés dans les différents volumes produits par le consortium Genivar-Systra n'ont pas été approuvés par les instances de la Ville. De plus, il convient de rappeler que tous les résultats doivent être considérés comme préliminaires et seront complétés, corrigés ou validés lors de la phase suivante, soit l'avant-projet.

## PREAMBULE

Le présent document constitue le volume B2 "Calendrier du projet" de l'étude de faisabilité de la première ligne de tramway de Montréal.

Il s'insère dans le cadre plus large des objectifs généraux (rubrique B), dont il représente l'un des thèmes.

Le volume B2 présente l'échéancier général de la 1<sup>ère</sup> ligne du tramway de Montréal. L'objet de ce volume est de mettre à jour le calendrier établi en phase 1 tout en précisant les principales échéances de la réalisation des études et des travaux.

Le corps de texte explicite et justifie les hypothèses prises en compte pour constituer l'échéancier.

## SYNTHÈSE

Le calendrier du projet de phase 2 présenté dans ce volume est un échéancier technique de réalisation de 6 ans, optimisant les phases de concertation et de construction. Il a été élaboré en respectant les principales hypothèses suivantes :

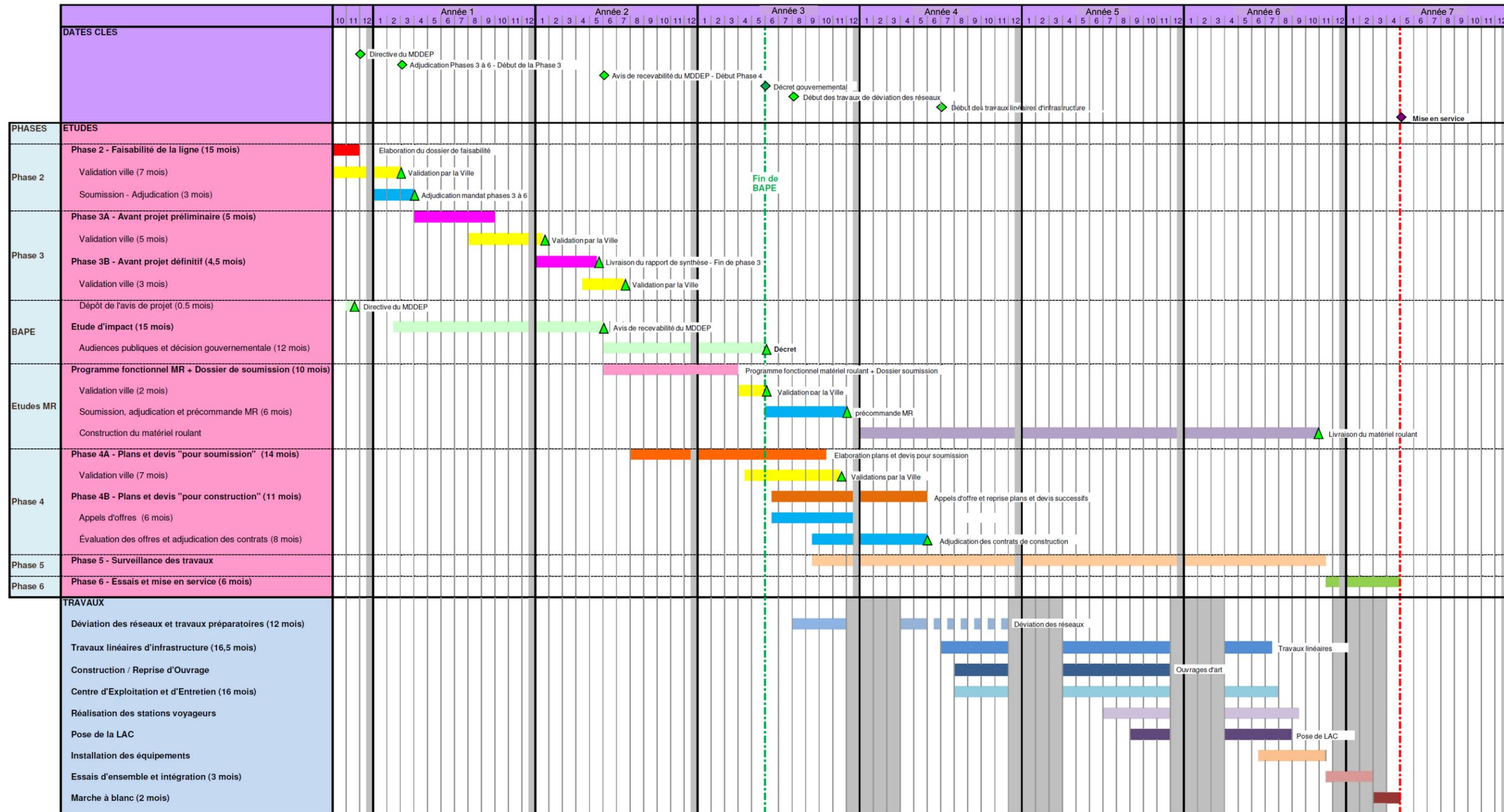
- Les études d'avant-projet débutent en année 1,
- Le chevauchement de plusieurs activités est autorisé si celles-ci peuvent être menées en parallèle,
- Le passage d'une phase du projet à une autre ne tient pas compte des délais et retards éventuels liés aux étapes décisionnelles pour autoriser les différentes phases du projet,
- Les travaux de construction du tramway de Montréal doivent tenir compte de plusieurs facteurs particuliers québécois : période d'hiver sans travaux, travaux plus importants pour le hors gel, etc.
- Les travaux de construction doivent être terminés pour l'année 10 pour le 375<sup>ème</sup> anniversaire de la Ville de Montréal.

Selon l'analyse de la première ligne de tramway de Montréal il apparaît que les principales dates jalons du projet sont :

- Année 0 : Directive du MDDEP;
- Année 1 : Adjudication du contrat pour les phases 3 à 6. Début de l'Avant Projet;
- Année 2 : Avis de recevabilité du MDDEP;  
Validation de l'Avant Projet. Début des Plans et Devis pour « Soumission »;
- Année 3 : Décret gouvernemental de fin de processus environnemental  
Début des appels d'offre, des Plans et Devis pour « Construction »,  
Début des travaux de déviation des réseaux,
- Année 4 : Début des travaux linéaires d'infrastructure,
- Années 5-6 : Fin des travaux linéaires d'infrastructure. Pose de LAC, installation des équipements.
- Année 7 : Essais d'ensemble et marche à blanc,  
Mise en service de la ligne

La réalisation de cet échéancier nécessite un processus décisionnel efficace du début à la fin. Cet échéancier sera révisé dès le début de l'avant-projet (phase 3).

Calendrier du projet





## TABLE DES MATIERES

<b>A.</b>	<b>Calendrier de projet.....</b>	<b>1</b>
<b>1.0</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
1.1	Objet.....	3
1.2	Abréviations.....	3
<b>2.0</b>	<b>Planification des activités nécessaires à la réalisation du projet .....</b>	<b>3</b>
2.1	Rappel de l'échéancier des études envisagé en phase 1.....	3
2.2	Phase 2 – Faisabilité de la 1 <sup>ère</sup> ligne .....	3
2.3	Phase 3 – Avant projet de la 1 <sup>ère</sup> ligne .....	3
2.4	Processus d'évaluation environnemental – BAPE.....	4
2.5	Phase 4 – Plans et Devis .....	4
2.6	Etudes matériel roulant .....	5
2.7	Phases 5 et 6 – Surveillance des travaux, essais et mise en service .....	5
2.8	Dates jalon du calendrier des études.....	5
<b>3.0</b>	<b>Planification des travaux .....</b>	<b>7</b>
3.1	Organisation générale des travaux .....	7
3.2	Les conditions de réalisation des travaux .....	8
3.3	Données constitutives de la planification .....	9
3.4	Points-clés du planning travaux .....	10
3.5	Calendrier travaux mode de représentation chemin de fer (phase 3) .....	10

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Cheminement du processus d'évaluation environnemental .....	4
Tableau 2	Calendrier des études .....	6
Tableau 3	Calendrier des travaux .....	11



# A. CALENDRIER DE PROJET



## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 OBJET

Les analyses réalisées en phase 1 ont permis de dresser un calendrier préliminaire dont les principales dates jalon sont:

- Années 1 - 2 : études
- Années 3 - 6 : travaux (déviations des réseaux, plateforme, équipements, voirie, CdEE, aménagement paysagers)
- Année 7 : essais et mise en service

L'objet du présent volume est de mettre à jour ce calendrier en fonction des résultats des études réalisées au cours de la phase 2 et de préciser les principales échéances de la réalisation des études et des travaux en fonction d'hypothèses réalistes pour les délais d'approbation et l'obtention des autorisations requises.

Les principales hypothèses utilisées pour cadrer l'élaboration du calendrier sont les suivantes :

- Les études d'avant-projet débutent en année 1,
- Le chevauchement de plusieurs activités est autorisé si celles-ci peuvent être menées en parallèle,
- Le passage d'une phase du projet à une autre ne tient pas compte des délais et retards éventuels liés aux étapes décisionnelles pour autoriser les différentes phases du projet.
- Les travaux de construction doivent être terminés pour l'année 6.

Le calendrier du projet présenté dans ce volume est donc un échéancier technique de réalisation de 6 ans, optimisant les phases de concertation et de construction.

### 1.2 ABRÉVIATIONS

BAPE	Bureau des Audiences Publiques sur l'Environnement
MDDEP	Ministère de Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs
CDEE	Centre d'Exploitation et d'Entretien
GLO	Gabarit Limite d'Obstacle
LAC	Ligne Aérienne de Contact

## 2.0 PLANIFICATION DES ACTIVITÉS NÉCESSAIRES À LA RÉALISATION DU PROJET

### 2.1 RAPPEL DE L'ÉCHÉANCIER DES ÉTUDES ENVISAGÉ EN PHASE 1

Le calendrier des études établi à l'issue de la phase 1 envisageait la fin de la phase 3 en année 2, suivie des Plans et Devis en année 2 à 4, permettant d'envisager un début des travaux en année 3.

L'échéancier proposé était le suivant :

- Année 0 : phase 1, études amont (analyse du réseau initial de tramway) ;
- Année 1 : phase 2, études de faisabilité de la 1<sup>ère</sup> ligne ;
- Années 1 - 3 : phase 3, études d'avant-projet de la 1<sup>ère</sup> ligne ;
- Année 2 - 4 : phase 4, plans et devis et contractualisation de la 1<sup>ère</sup> ligne ;
- Années 3 - 7 : phases 5 et 6, construction, essais et mise en service de la 1<sup>ère</sup> ligne.

Les études de faisabilité de la phase 2 ayant débuté plus tardivement que prévu et ayant été plus longues que la durée envisagée en phase 1, le planning études proposé ci-dessus nécessite donc une révision, avec comme finalité de déterminer une nouvelle date de début des travaux.

### 2.2 PHASE 2 – FAISABILITÉ DE LA 1<sup>ÈRE</sup> LIGNE

L'hypothèse retenue pour l'élaboration du calendrier considère le début de la phase 3 du projet de tramway en année 1, immédiatement après la validation de l'étude de faisabilité par la Ville.

### 2.3 PHASE 3 – AVANT PROJET DE LA 1<sup>ÈRE</sup> LIGNE

Cette phase est découpée en deux étapes :

- Phase 3A – Avant Projet Préliminaire
- Phase 3B – Avant Projet Définitif

Étant donné le niveau avancé de détail des études de phase 2, nous considérons qu'une durée de 5 mois est suffisante pour réaliser l'avant projet préliminaire. La durée de validation est néanmoins maintenue à 5 mois pour des raisons d'appropriation de l'étude par les intervenants techniques des autorités impliquées, au niveau municipal et provincial.

La durée de l'avant projet définitif est estimée à 4,5 mois suivie d'une période de validation de la Ville de 3 mois.

L'optimisation des interactions entre les phases d'études et les étapes de validation nous montre que la phase 3 pourrait être réalisée sur une durée totale de 17 mois, année 1 à année 2.

## 2.4 PROCESSUS D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTAL – BAPE

Le projet est assujéti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement par le Bureau des Audiences Publiques sur l'Environnement (BAPE), définie par la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2).

Ce processus s'échelonne sur une durée d'une trentaine de mois, et vise l'obtention des autorisations environnementales requises pour la réalisation du projet. Le processus d'évaluation environnemental est aussi une étape majeure de consultation approfondie du public.

En présumant le dépôt de l'avis de projet en année 1, le décret marquant la fin du processus environnemental pourrait être émis au courant d'année 2.

Les dates cibles des grandes étapes de ce processus sont présentées dans le Tableau 1 ci-dessous.

**Tableau 1 Cheminement du processus d'évaluation environnemental**

Étapes	Durée (mois)	Dates cibles
Dépôt de l'avis de projet		année 0
Directive du MDDEP	0,5	année 0
Dépôt de l'étude d'impact (version préliminaire)	12,0	année 2
Recevabilité (questions et commentaires)	2,0	année 2
Dépôt l'étude d'impact (version finale)	2,0	année 2
Avis de recevabilité du MDDEP	1,0	année 2
BAPE – Mandat d'information - consultation	0,75	année 2
BAPE – Période d'information – Consultation (fin)	1,5	année 2
BAPE – Audiences publique - Décision	1,0	année 2
BAPE – Mandat d'audiences publiques	1,0	année 2
BAPE - Audiences publiques et rapport	4,0	année 3
Analyse environnementale – Dépôt du rapport	2,0	année 3
<b>Décision gouvernementale - Décret</b>	<b>2,0</b>	<b>année 3</b>

Le cheminement présenté ici impose de respecter l'échéancier des études d'avant projet. L'avant-projet préliminaire de la 1<sup>ère</sup> ligne constitue de fait l'intrant essentiel de l'étude d'impact. Toute dérive du programme de phase 3 présente un risque pour le calendrier du processus environnemental, dont le décret final permet d'enclencher les plans et devis pour construction et lancer les travaux.

## 2.5 PHASE 4 – PLANS ET DEVIS

### 2.5.1 Phase 4A – Plans et Devis pour Soumission

La durée des plans et devis « pour soumission » est estimée à 14 mois. Nous avons supposé que cette phase démarre immédiatement après la validation de l'Avant Projet Définitif, hypothèse qui semble raisonnable au regard du processus environnemental dont l'avis de recevabilité du MDDEP aura été émis deux mois plus tôt.

Attendre le décret final du processus environnemental pour lancer les plans et devis « pour soumission » aurait pour effet de retarder le début des travaux d'environ un an.

En tout état de cause, réaliser la phase 4A en 14 mois nécessite d'importants moyens d'ingénierie et une coordination sans faille, car il s'agit de produire une quinzaine de dossiers qui seront révisés séparément « au fil de l'eau » par le maître d'ouvrage puis validés globalement en fin de production. Ces dossiers sont :

- travaux préparatoires
- voirie et aménagements, y compris équipements
- plateforme et voie ferrée
- production de l'énergie : traction et basse tension
- distribution de l'énergie : Ligne Aérienne de Contact
- signalisation ferroviaire
- réseaux multi services
- télécommunications
- systèmes d'exploitation et d'information
- billettique
- vidéosurveillance
- équipements du centre d'exploitation et de d'entretien
- bâtiments
- signalisation routière
- éclairage public
- etc.

De nombreuses interfaces sont traitées pour assurer la cohérence des dossiers entre eux.

Nous supposons une durée de validation globale de 7 mois commençant 8 mois après le début de la phase 4A, soit dès la production du 1<sup>er</sup> dossier. Ceci représente la validation de 2 à 3 dossiers par mois, avec une durée d'un mois maximum par dossier.

Afin d'optimiser l'échéancier, et permettre le début des consultations immédiatement après le décret marquant la fin du processus environnemental, nous proposons de lancer les appels d'offre en 2 vagues successives, la 1<sup>ère</sup> vague contenant les infrastructures (travaux préparatoires, voirie et aménagements, plateforme et voie ferrée, distribution de l'énergie - LAC), la 2<sup>ème</sup> vague comprenant tout le reste. Cette stratégie permet de réduire les délais, mais nécessitera un suivi plus serré afin de limiter les risques de dépassement de l'échéancier.

La première consultation d'entreprise peut ainsi débuter au plus tôt 10 mois après le début de la phase 4A. Elle marque le démarrage officiel de la phase 4B.

### 2.5.2 Phase 4B – Plans et Devis pour Construction

La durée la phase de préparation des plans et devis « pour construction » est estimée à 11 mois.

On suppose une durée de consultation de 5 mois, entre le moment où un appel d'offre est remis à une entreprise et le moment où son marché est notifié.

On conserve le principe des 2 vagues d'appels d'offres pour les attributions de marché, en supposant qu'elles suivent toutes un processus normal. L'échéancier ne prend donc pas en compte le fait que ces appels d'offres puissent être infructueux, mais ce risque est faible si les lots sont bien identifiés et les interfaces bien traitées.

La fin de la phase 4B correspond à l'adjudication à un entrepreneur du dernier lot de travaux.

## 2.6 ETUDES MATERIEL ROULANT

La conception du programme fonctionnel du matériel roulant et du dossier de consultation des entreprises est une activité qui dure de 6 à 12 mois. Nous retenons une durée de 10 mois dans notre étude.

Le programme fonctionnel du matériel roulant pourrait commencer dès l'avis de recevabilité du MDDEP, en année 1, pour se terminer en année 2. De cette manière, en considérant un délai de validation de 2 mois, l'appel d'offre pour la construction du matériel roulant pourrait être remis aux entreprises immédiatement après le décret final du processus environnemental.

En supposant une durée de consultation de 6 mois, la construction du matériel roulant pourrait démarrer dès année 3.

## 2.7 PHASES 5 ET 6 – SURVEILLANCE DES TRAVAUX, ESSAIS ET MISE EN SERVICE

La phase 5 consiste à effectuer la surveillance de toutes les étapes des travaux de construction de la ligne de tramway et d'installation des équipements. Cette phase s'échelonne sur 38 mois et sera suivie de la phase 6 qui durera environ 6 mois et qui consistera à effectuer le suivi des essais et de la mise en service de la ligne.

Le contenu de ces deux phases est détaillé à la section « Planification des travaux » de ce rapport.

## 2.8 DATES JALON DU CALENDRIER DES ÉTUDES

Le calendrier des études est présenté dans le Tableau 2. Les principales dates jalon de ce calendrier sont les suivantes:

- Année 0 : Directive du MDDEP;
- Année 1 : Adjudication du contrat pour les phases 3 à 6. Début de l'Avant Projet;
- Année 2 : Avis de recevabilité du MDDEP;  
Validation de l'Avant Projet. Début des Plans et Devis pour « Soumission »;
- Année 3 : Décret gouvernemental de fin de processus environnemental  
Début des appels d'offre, des Plans et Devis pour « Construction »,  
Début des travaux de déviation des réseaux,
- Année 4 : Début des travaux linéaires d'infrastructure,
- Années 5-6 : Fin des travaux linéaires d'infrastructure. Pose de LAC, installation des équipements.
- Année 7 : Essais d'ensemble et marche à blanc,  
Mise en service de la ligne



## 3.0 PLANIFICATION DES TRAVAUX

### 3.1 ORGANISATION GÉNÉRALE DES TRAVAUX

#### 3.1.1 Principes de réalisation des travaux

Le principe directeur est que les travaux sont cadencés par les travaux linéaires, le chemin critique étant constitué par les travaux de plateforme voie ferrée.

Sont considérés comme "travaux linéaires" les ouvrages et équipements qui sont réalisés et mis en œuvre sur toute la longueur du tracé : par exemple, les terrassements et le bétonnage de la plateforme, la pose de la voie ferrée, la réalisation de la voirie, etc.

Le démarrage de ces travaux est conditionné par la disponibilité du support de la plateforme. Cette disponibilité se traduit par la mise à disposition de secteurs, par exemple une fois les déviations de réseaux effectuées.

L'ordonnement de travaux linéaires est matérialisé sous la forme de fronts de travaux.

Les travaux de construction de plateforme et de pose de voies sont les plus contraignants car ils nécessitent des emprises importantes, des linéaires suffisants autorisant un avancement continu, des mesures de circulations fortes, des moyens logistiques lourds et du personnel en abondance. L'ordonnement de ces travaux est peu flexible et ils peuvent difficilement être interrompus linéairement, sous peine de lourdes pertes de rendement.

En conséquence, ce sont les travaux de plateforme voie ferrée qui déterminent les fronts de travaux et les cadences de l'ensemble des travaux linéaires.

#### 3.1.2 Déroulement des opérations

La construction d'une infrastructure linéaire de surface et de ses équipements nécessite des interventions successives qui ont chacune leur propre logique d'utilisation de l'espace dans le temps et qui présentent des degrés d'occupation différents de l'environnement. Ces interventions sont essentiellement :

- Les déviations de réseaux et travaux préparatoires ;
- Les travaux de voirie ;
- La construction de la plateforme et la pose des voies ferrées ;
- La construction des ouvrages non linéaires ;
- La mise en place des systèmes et équipements ;
- Les travaux d'aménagement de surface.

Ces opérations sont interdépendantes et font appel à des techniques et des moyens de mise en œuvre très variés. L'organisation des travaux est donc particulièrement complexe.

#### 3.1.3 Modalité de réalisation des travaux

##### *DEVIATIONS DE RESEAUX ET TRAVAUX PREPARATOIRES*

Les déviations de réseaux concernent le déplacement des canalisations enterrées ou aériennes en dehors de l'emprise plateforme.

Les réseaux déviés sont de nature très diverse : eau potable, assainissement, gaz, électricité haute tension (Hydro-Québec), CSEM (Hydro-Québec moyenne tension, câblodistribution, signalisation, éclairage et autres), téléphone (Bell), éclairage public, signalisation routière lumineuse, fibre optique, etc.

Chaque gestionnaire de réseau fait appel à des entreprises spécialisées agréées par son administration propre, ce qui amène à coordonner entre elles de nombreuses entreprises. Les réseaux, entre eux, ont de plus des contraintes techniques de profondeur, superposition et voisinage qui imposent un ordre précis d'exécution et de relocalisation.

Il s'agit donc d'une phase de co-activité forte, entre concessionnaires ou entre un concessionnaire et les travaux d'infrastructure voirie et/ou de plateforme voie. Cette situation demande un ordonnancement rigoureux et une gestion précise.

L'emprise des chantiers est de l'ordre de 5 mètres de largeur en moyenne et varie généralement entre 4 et 8 mètres.

L'objectif de ces travaux préparatoires est de préparer l'intervention des équipes de chantier et de mettre les sites traversés au futur gabarit. L'objet de la mise au gabarit est d'optimiser l'insertion des chantiers : disposer d'un maximum d'espace tout en maintenant des conditions générales de circulation convenables.

Afin de pouvoir développer leurs activités, les chantiers demandent des installations provisoires qui sont démontées à la fin des travaux. Ces installations servent à la vie des personnels, à la gestion et la conduite des travaux, ainsi qu'aux livraisons d'équipements et de matériaux.

Ces installations sont constituées de 3 espaces fonctionnels principaux :

- Les installations sanitaires et sociales ;
- Les zones de stockage ;
- Les zones tampon.

##### *LES TRAVAUX DE VOIRIE*

Les travaux de voirie comprennent les terrassements éventuels de la plateforme voirie, la réfection des chaussées et trottoirs, la réalisation des revêtements de voirie.

Les chantiers sont organisés par phases longitudinales en maintenant toujours un régime de circulation minimal. L'emprise des chantiers est clairement balisée réglementairement.

Les chantiers de voirie sont traités avec les mêmes précautions que ceux de la plateforme. Des ponts routiers peuvent être nécessaires, ainsi que la mise en place de passerelles piétonnes devant certains accès riverains ou en passage de carrefours pendant le bétonnage des trottoirs par exemple.

Les approvisionnements se font par le front d'avancement pour ne pas encombrer les couloirs latéraux.

Deux possibilités de phasage peuvent être envisagées pour les travaux de voirie :

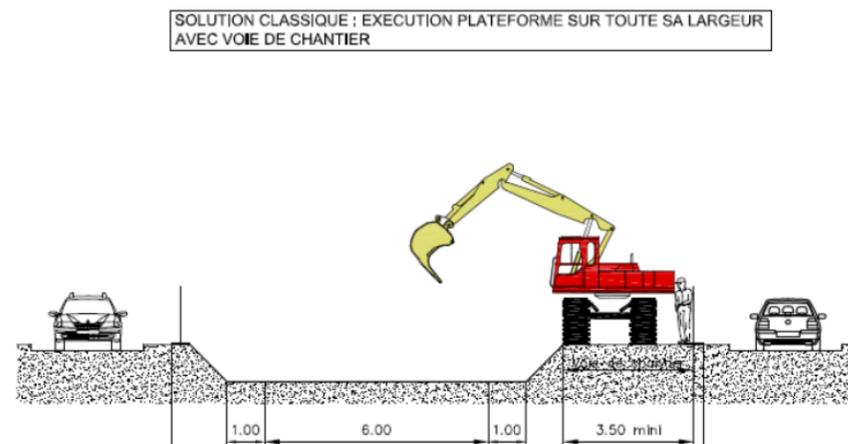
- Réalisation de la voirie avant l'arrivée de la plate forme et des voies.
- Réalisation de la voirie après le passage de la plate forme et des voies.

### LA PLATEFORME VOIE FERREE

Les travaux comprennent le terrassement de la plateforme, le bétonnage du support (plateforme proprement dite et les multitubulaires), la distribution des traverses, la pose des rails, leur soudure, le réglage de la voie ainsi que la réalisation des revêtements de plateforme.

Comme représenté sur le schéma conceptuel ci-dessous, l'emprise du chantier occupe généralement toute la largeur du futur site propre, multitubulaires comprises, plus une voie latérale dite "de chantier", qui facilite le terrassement de la plateforme et permet de desservir le chantier pour les approvisionnements. La largeur requise pour cette voie est de l'ordre de 4 mètres, avec un minimum de 3,50 m. En station, cette voie est supprimée au profit des emplacements des futurs quais.

Les emprises de chantiers peuvent varier selon les axes et feront l'objet d'analyses plus spécifiques dans les phases ultérieures.



### LES OUVRAGES NON LINEAIRES

Il s'agit des ouvrages de génie civil du système de transport et du Centre d'Exploitation et d'Entretien.

Ils sont réalisés de manière à assurer la mise en place des systèmes et équipements en continuité.

Chaque ouvrage est un prototype dont la réalisation est un cas particulier. Selon leur durée et leur localisation, ces travaux sont organisés ou non en chantiers indépendants, avec leur propre installation de chantier.

### LA MISE EN PLACE DES SYSTEMES ET EQUIPEMENTS

Il s'agit des ouvrages d'alimentation et de distribution d'énergie traction et auxiliaire ainsi que des systèmes du tramway.

Ces travaux sont assez divers mais on peut les classer en 3 grandes catégories :

- le montage des poteaux supports des lignes aériennes de traction électrique, leur armement et le tirage de la ligne aérienne ;
- le tirage des câbles ;
- la mise en place sur le terrain (montage, raccordement) des équipements des systèmes (courants faibles, signalisation ferroviaire).

Ces travaux sont moins pénalisants et moins dangereux pour l'environnement, que les opérations précédentes.

Suivant les cas et les emplacements, le levage des poteaux peut se faire de nuit de manière à ne pas gêner la circulation. La mise en place de la ligne aérienne est réalisée par engin rail/route qui circule sur la voie. La zone sur laquelle repose au sol le fil avant son levage est balisée et protégée.

### LES TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE SURFACE

Les aménagements définitifs de surface viennent terminer les interventions lourdes. Pendant ces derniers travaux, on procède à :

- la mise en place de la signalisation routière verticale et horizontale définitive ;
- la mise à niveau des émergences (bouches d'égout, regards ...) ;
- la réalisation des revêtements définitifs de voirie ;
- la mise en œuvre des derniers équipements et mobiliers de stations ;
- la pose des mobiliers urbains ;
- la réalisation des plantations,...

## 3.2 LES CONDITIONS DE RÉALISATION DES TRAVAUX

L'organisation des travaux doit être gérée avec soin et précision. Le déroulement des travaux est un ensemble d'opérations enchaînées et interdépendantes dont tout désordre peut entraîner des retards ou des arrêts de travaux.

En plus de la nature et du volume des travaux à réaliser, le planning doit tenir compte des conditions de réalisation :

- Contraintes liées au phasage envisagé : possibilité de disposer d'une piste de chantier, traitement en deux demi-plateformes, nombre de carrefours simples ou complexes à traverser. Le traitement d'un carrefour phasé conduit à une augmentation de délai de 10 jours environ pour un carrefour simple et de 15 à 20 jours pour un carrefour complexe,
- L'environnement d'exécution des travaux : nature et volume du trafic circulant au voisinage, fonctionnalités urbaines du secteur et contraintes associées aux travaux.

### 3.2.1 Contraintes travaux identifiées en phase 2

L'objectif principal étant de garantir la continuité de l'activité de pose de voie, il s'agit donc d'éviter les zones potentiellement problématiques ou dont la mise à disposition est incertaine. Les contraintes travaux identifiées au niveau de la phase 2 sont les suivantes :

- Contraintes foncières : les acquisitions foncières concernent principalement le futur site du CDEE et les bâtiments en façade de rue sur Jean Talon. Les négociations devront commencer suffisamment tôt afin d'éviter de retarder la pose de la voie sur cette section du tracé.
- Déviations des réseaux : les points durs concernent principalement le réseau TransEnergie d'Hydro-Québec. Il est donc préférable d'organiser les fronts de travaux de manière à retarder au maximum l'activité de pose de voie sur ces portions là.
- Ouvrages d'art : les ouvrages constituent des interruptions dans les fronts de travaux. Deux ouvrages sont à réaliser dans le cadre du projet : le mur de soutènement rue Berri et le renforcement de la dalle place Ville Marie.
- Autres contraintes techniques structurantes :
  - Les travaux extérieurs sont interrompus en hiver pendant 4 mois, de début décembre à fin mars. Ces interruptions constituent des contraintes fortes sur les travaux, car elles coupent réellement les activités de pose de voie en deux parties.

- Interaction avec la circulation : de manière à limiter l'impact des travaux sur les axes routiers les plus achalandés (René-Levesque notamment, forte circulation voiture et bus), il pourrait être exigé de retarder au maximum l'arrivée des travaux sur certaines séquences.
- Projets en interface : les travaux de réalisation du tramway devront être parfaitement coordonnés avec les projets en interface, notamment les projets de réaménagement de l'échangeur Remembrance et de la place du Canada, et la mise à niveau de l'autoroute Bonaventure...
- Prise en compte des événements et périodes de fêtes : la principale contrainte consiste à limiter au maximum les travaux dans le Vieux Montréal pendant les mois d'été, de juin à août, en haute saison touristique.

### 3.2.2 Fronts de travaux

Les fronts de travaux se caractérisent par leur longueur. Celle-ci doit être suffisante pour éviter des déplacements successifs d'équipe. Ainsi, un front de travaux ne devra pas avoir une longueur inférieure à 1000 mètres.

Un calcul itératif nous conduit à imaginer la mise en place de 7 fronts de travaux, soit une longueur moyenne d'environ 1950 m/front, puisque la 1<sup>ère</sup> ligne du réseau de tramway fait 13,6 km de long (arrière gares et retournements compris).

L'emplacement et la longueur exacte des fronts de travaux seront déterminés en phase 3 compte tenu de l'ensemble des conditions de réalisation identifiées.

De manière générale, il paraît souhaitable de démarrer les travaux dans des zones faisant subir moins de contraintes et d'aborder progressivement les difficultés plus lourdes. Le fait de démarrer dans des zones plus simples à maîtriser permettra également aux entreprises de mieux préparer les zones délicates en leur laissant plus de temps (courbe d'apprentissage). Les travaux débuteront soit à un point du tracé où la gêne est minimale pour l'environnement, soit au point d'entrée de la circulation dans le centre-ville de sorte à limiter l'ampleur des encombrements et permettre les opérations de déviations des réseaux dans des conditions acceptables.

## 3.3 DONNÉES CONSTITUTIVES DE LA PLANIFICATION

### 3.3.1 Déviations des réseaux et travaux préparatoires

La règle générale suivie est que les déviations de réseaux devront démarrer au plus tôt de façon à :

- anticiper les dérives traditionnelles rencontrées avec la multiplicité des intervenants des entreprises chargées des travaux par les concessionnaires de réseaux secs et humides et la complexité d'interfaçages de ces intervenants,
- permettre de réaliser les travaux de voirie avant plateforme chaque fois que possible.

La synthèse des réseaux a permis de mettre en avant un certain nombre de zones pour lesquelles les durées de travaux risquent de s'avérer longues. Le démarrage des travaux de déviation de réseaux est programmé à partir de l'année 3, soit deux mois après le décret marquant la fin du processus d'évaluation environnemental.

La durée totale des travaux de déviation des réseaux est estimée à 12 mois, 4 mois en année 3 et 8 mois en année 4. La durée des travaux préparatoires retenue ici est de 1 mois.

On considère que les travaux linéaires d'infrastructure démarrent 7 mois après le début des travaux de déviations, soit en année 4.

### 3.3.2 Travaux linéaires d'infrastructure

La durée des travaux linéaires en un point donné de la ligne oscille généralement entre 6 à 7 mois :

- de 1,5 à 2 mois pour les terrassements et revêtements hors GLO ;
- environ 1,5 mois pour la préparation de la plateforme ;
- environ 1,5 mois pour la pose de voie ferrée ;
- de 1,5 à 2 mois pour revêtements dans le GLO.

On considère une durée de 6,5 mois dans notre étude.

Le rendement pris en compte pour estimer la durée des travaux de linéaires est de 200 ml /mois en moyenne. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice retenue à ce stade qui tient compte des différents types de pose de voie, des délais de traitement des carrefours phasés, mais aussi de la possibilité d'interruptions des travaux (intempéries...).

Connaissant la longueur du front (environ 1950 m), sa vitesse de progression (200m par mois) et sa durée en un point donné (6,5 mois), on en déduit la durée totale des travaux linéaires d'infrastructure, du premier terrassement de voirie à la pose du dernier revêtement dans le GLO : 16 mois et demi.

### 3.3.3 Ouvrages d'art

Les ouvrages de génie civil à réaliser dans le cadre des travaux sont le mur de soutènement rue Berri et le renforcement de la dalle au niveau de la Place Ville Marie. Au niveau de la phase 2, l'hypothèse retenue est de considérer une durée de 12 mois nécessaire à la réalisation de ces ouvrages. Ainsi, le début des travaux pourrait intervenir au cours de l'année 4 et se terminer dans l'année 5.

Les études de phase 3 permettront de préciser les durées des travaux relatifs aux ouvrages d'art.

### 3.3.4 Centre d'Exploitation et d'Entretien

Le démarrage des travaux du CDEE devrait intervenir courant de l'année 4 et durer environ 16 mois. Les études de phase 3 permettront de préciser ces durées et les modalités de réalisation des travaux.

### 3.3.5 Stations-Voyageurs

Les durées de travaux des stations sont prévues d'être de 6 mois par station (y compris la pose du mobilier). Les premiers travaux de stations interviendront environ 8 mois après le début des travaux linéaires.

### 3.3.6 Sous-stations

La durée des travaux des sous stations est répartie de la façon suivante:

- 3 mois pour les travaux de gros œuvre.
- 3 mois pour les équipements.

### 3.3.7 Ligne Aérienne de contact

La pose des poteaux LAC est un chantier situé en aval des travaux linéaires d'infrastructure et durant 1,5 mois en moyenne.

La cadence des travaux de ligne aérienne est d'environ 8 semaines par tirs de 1300 m pour l'armement et le déroulage/réglage des lignes aériennes.

### 3.3.8 Installation des équipements

L'installation des équipements du système tramway (notamment les équipements de carrefours, les installations d'éclairage public et les systèmes centraux) s'effectue généralement en parallèle avec les travaux linéaires d'infrastructure et de LAC mais elle se termine toujours plus tard. Nous supposons ici une fin 2,5 mois après la pose de LAC, et une durée d'ensemble de 5 mois.

### 3.3.9 Les essais et réceptions

Ils ont lieu au fur et à mesure du constat d'achèvement des contrats de travaux de réalisation des ouvrages, et de leur intégration dans les ensembles fonctionnels correspondants.

Les déviations de réseaux et les voiries font l'objet de mises à disposition dès que les mises en service correspondantes sont effectuées.

Les ouvrages et installations du système tramway font l'objet de réceptions partielles par type de prestations mais la réception globale de l'ouvrage n'est prononcée qu'après les essais d'ensemble et le contrôle des fonctionnalités en situation réelle avec mouvements du matériel roulant.

Le délai global retenu pour les essais d'ensemble est de 3 mois.

### 3.3.10 La marche à blanc

La période de marche à blanc permet à l'exploitant de terminer la formation de son personnel, de le familiariser avec le site et de mettre au point ses procédures d'exploitation avant la mise en service commerciale. Le délai retenu pour la marche à blanc est de deux mois.

## 3.4 POINTS-CLÉS DU PLANNING TRAVAUX

Les principales dates jalons du calendrier des travaux sont les suivantes:

- Année 3 : Début des travaux de déviation des réseaux
- Année 4 : Début des travaux linéaires d'infrastructure
- Année 6 : Fin des travaux linéaires d'infrastructure, de la pose de LAC et des équipements.
- Année 7 : Essais d'ensemble et marche à blanc
- Année 7 : Mise en service de la ligne.

## 3.5 CALENDRIER TRAVAUX MODE DE REPRÉSENTATION CHEMIN DE FER (PHASE 3)

Le planning des travaux au niveau de la phase 2 est un seul et même planning Gantt. Le contenu de la partie dédiée aux travaux est présenté sur le Tableau 3.

En phase 3, la représentation « Chemin de fer » associée sera réalisée sous la forme d'un document unique pour l'ensemble de la ligne afin d'améliorer la vision d'ensemble des travaux sur la globalité de la ligne.

Le planning chemin de fer est l'outil principal permettant d'effectuer une réflexion concernant la meilleure approche à utiliser pour l'exécution des travaux de construction complexes, comportant souvent plusieurs fronts de travaux et l'interaction de plusieurs intervenants. Il est d'autant plus utile lorsque ces travaux sont effectués en milieu urbain où le maintien des services (circulation et services publiques) devient un enjeu.

Le planning chemin de fer deviendra en phase de réalisation l'outil du pilotage en temps réel des chantiers. Ce mode de représentation met au premier plan la dimension spatiale de l'ouvrage et de facto, figure les portions de la ville (boulevards empruntés, rues transversales, points particuliers) traversées par le système de transport.

Tableau 3 Calendrier des travaux

