

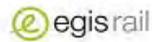


# Étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis

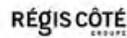


Dossier P-12-600-04

Consortium Tramway Québec-Lévis



et ses partenaires



Intitulé du document

**6<sup>E</sup> SOUS-LIVRABLE 1.4 –  
NOTE TECHNIQUE – MAINTENANCE ET DÉPÔT  
VOLET ÉQUIPEMENTS – HALLE D'EXPLOITATION ET  
D'ENTRETIEN DES CEE**

Numéro du document	Révision
<b>610879-0400-4CEN-0001</b>	<b>00</b>



**PRINCIPAUX COLLABORATEURS :**

**LAURENT Karine**

**BEN MAIMOUN Ahmed**

**CHOVIN Pascal**

**VÉRIFIÉ PAR : Ahmed BEN MAIMOUN**

---

**APPROUVÉ PAR : André GENDREAU**

---

**INDEX DES RÉVISIONS**

**RÉSERVÉ AU CONTRÔLEUR DE LA DOCUMENTATION**

<b>NUMÉRO DU DOCUMENT :</b>		<b>610879-0400-4CEN-0001</b>
<b>REV.</b>	<b>DATE</b>	<b>TYPE DE RELÂCHE</b>
PA	2013-04-05	Émission préliminaire pour commentaires
PB	2013-05-24	Émission préliminaire au RTC
00	2013-06-25	Émission finale au RTC incluant commentaires du RTC



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>OBJET.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>PARAMÈTRES DE CONCEPTION DU HALLE D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION.....</b>	<b>9</b>
2.1	PARAMÈTRES TECHNIQUES ET FONCTIONNELS.....	9
2.2	PARAMÈTRES D'ENTRETIEN DU MATÉRIEL ROULANT .....	10
<b>3</b>	<b>HALLE D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN PRINCIPAL .....</b>	<b>11</b>
3.1	SÉCURITÉ.....	11
3.2	DÉFINITIONS DES ACTIVITÉS.....	12
3.2.1	Activité station de service aspiration centralisée et lavage tramways.....	12
3.2.2	Activité Atelier d'entretien .....	12
3.2.3	Activité d'exploitation .....	12
3.3	FONCTIONS STATION-SERVICE ASPIRATION CENTRALISÉE ET LAVAGE TRAMWAYS.....	12
3.3.1	Description de la station-service.....	13
3.3.2	L'aspiration centralisée .....	14
3.3.3	Description de la machine à laver.....	15
3.4	FONCTION MAINTENANCE SUR MATÉRIEL ROULANT .....	16
3.4.1	Voie de dépose d'organe.....	16
3.4.2	Voie de levage .....	17
3.4.3	Voie de reprofilage.....	19
3.4.4	Voies sur pilotis.....	20
3.5	FONCTION MAINTENANCE EN ATELIERS.....	21
3.5.1	Description des ateliers de maintenance communs .....	21
3.5.2	Description des ateliers de maintenance matériel roulant.....	23
3.5.3	Description des ateliers de maintenance installations fixes .....	24
3.5.4	Locaux techniques communs .....	24
3.6	FONCTION STOCKAGE ET MANUTENTION.....	24
3.6.1	Magasin principal.....	24
3.6.2	Zone de stockage extérieur .....	25
3.6.3	Appareils de manutention .....	25

3.6.4	Autres gros équipements système.....	25
3.7	FONCTION EXPLOITATION.....	26
3.7.1	Localisation du Poste de Commande Centralisé (PCC).....	26
3.7.2	Description du PCC .....	26
3.8	ESPACE BUREAUX .....	26
3.8.1	Localisation .....	26
3.8.2	Locaux requis.....	27
<b>4</b>	<b>HALLE D’EXPLOITATION ET D’ENTRETIEN SECONDAIRE.....</b>	<b>28</b>
4.1	DÉFINITIONS DES ACTIVITÉS .....	28
	<b>ANNEXE 1 : PLANS D’AMÉNAGEMENT .....</b>	<b>29</b>
	<b>ANNEXE 2 : SPÉCIFICATION ÉQUIPEMENT DISTRIBUTION DE SABLE.....</b>	<b>32</b>
	<b>ANNEXE 3 : SPÉCIFICATION DE L’ASPIRATION CENTRALISÉE .....</b>	<b>35</b>
	<b>ANNEXE 4 : SPÉCIFICATION EQUIPEMENT LAVEUR .....</b>	<b>36</b>
	<b>ANNEXE 5 : SPÉCIFICATION EQUIPEMENT TOUR EN FOSSE.....</b>	<b>39</b>
	<b>ANNEXE 6 : SPÉCIFICATION EQUIPEMENT VÉRINS DE LEVAGE .....</b>	<b>41</b>
	<b>ANNEXE 7 : SPÉCIFICATION VÉHICULE DE MAINTENANCE RAIL-ROUTE .....</b>	<b>44</b>

## FIGURES

Figure 1	:Distributeur de sable et passerelle fixe.....	13
Figure 2	:Aspiration centralisée.....	15
Figure 3	:Exemple de Laveur Tramway .....	16

Figure 4 :Exemple du système de levage Bordeaux - France ..... 17

Figure 5 :Exemple de vérins de levage enfouis ..... 19

Figure 6 :Le tour en fosse de reprofilage ..... 19

Figure 7 :Exemple de tour mobile ..... 20

Figure 8 :Exemple cabine de peinture - Rouret-France ..... 22

## 1 OBJET

L'objet de cette note est de présenter l'aménagement et les équipements nécessaires pour l'entretien de la flotte de matériel roulant requis pour offrir le service aux usagers du tramway sur l'ensemble du réseau.

En général cette note décrit :

- l'aménagement de la halle de maintenance et des locaux requis pour l'entretien et l'exploitation du système;
- les principaux équipements nécessaires à l'entretien du matériel roulant et des installations fixes.

## 2 PARAMÈTRES DE CONCEPTION DU HALLE D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION

### 2.1 PARAMÈTRES TECHNIQUES ET FONCTIONNELS

Pour l'élaboration de cette note, les hypothèses suivantes ont été définies :

- pour le nombre de rames de tramway, en l'absence des informations sur l'achalandage et les études d'exploitation, nous prenons les hypothèses suivantes :
  - court terme : 45 rames de 33 m;
  - long terme : 70 rames de 43 m;
  - les rames ont une largeur de 2,65 m (gabarit statique);
  - le nombre de rames mentionné ci-devant tient compte de la réserve d'exploitation et d'entretien de 15 %; soit 10 des 70 rames mentionnées ci-devant; de façon générale 5 en réserve d'exploitation et 5 à l'entretien et de façon exceptionnelle jusqu'à 7 rames à l'entretien.
- il est actuellement prévu d'avoir à long terme deux Centres d'Exploitation et d'Entretien (CEE); soit :
  - un CEE principal sur le territoire de la ville de Québec. Ce CEE dispose de toutes les fonctionnalités nécessaires pour l'exploitation et l'entretien du système de tramway. Ce centre regroupe l'ensemble des fonctions organisationnelles pour effectuer l'entretien véhiculaire mineur et majeur, les grands travaux de carrosserie, du réseau LAC et du bâtiment. Le poste de commande centralisé du tramway y sera aussi localisé;
  - un CEE secondaire sur le territoire de la ville de Lévis. Le CEE secondaire, ne recrée pas toutes les fonctionnalités, mais doit permettre les révisions et entretiens journaliers;
  - pour la présente étude, il n'est pas prévu de mutualisation de services et /ou de locaux (PCC ou autres) avec les installations du réseau d'autobus du RTC.
- la localisation de ces centres n'est pas encore définie. Les principes d'aménagement proposés dans la présente version de la note technique seront donc revus, si requis, lorsque les sites seront connus.
- les équipements de ces deux CEE doivent assurer les opérations d'entretien et d'exploitation et être aménagés et localisés d'une manière à augmenter l'efficacité des installations. Les caractéristiques et performances attendues ainsi que les interfaces de ces équipements sont fournies dans ce document.

Des plans préliminaires d'aménagements généraux sont fournis à cette étape et des prédispositions sont étudiées sommairement pour tenir compte de l'évolution possible à moyen terme du parc du matériel roulant.

Les principales activités de la halle d'entretien et d'exploitation et les aires correspondantes sont représentées dans la suite de cette note.

Les principales fonctions sont les suivantes :

- inspection journalière des rames;
- préparation aux inspections des installations fixes;
- entretien des installations fixes;
- remisage et lavage (intérieur et extérieur) des rames de tramway;
- stockage des rechanges, consommables et outillages;
- maintenance courante/lourde de la flotte;
- mise à disposition de locaux pour le personnel et de locaux techniques;
- supervision de l'exploitation et gestion de la sécurité tramway;
- supervision de trafic et information client;
- prise de services conducteurs;
- gestion du centre.

## 2.2 PARAMÈTRES D'ENTRETIEN DU MATÉRIEL ROULANT

L'aménagement doit prendre en considération ces particularités au niveau du matériel roulant :

- la facilité de détection et de localisation des défaillances;
- la bonne accessibilité et la rapidité d'échange des sous-ensembles;
- le regroupement en toiture du maximum d'équipement.

L'aménagement doit garantir ainsi une optimisation des temps de maintenance préventive et la réduction des temps d'immobilisation pour les opérations de maintenance corrective.

## 3 HALLE D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN PRINCIPAL

### 3.1 SÉCURITÉ

Le CEE est, de façon générale, conçu pour assurer :

- la sécurité des personnes et des travailleurs : flux de circulation optimisés pour limiter les distances de marche et les conflits entre les différents modes et bien délimités, espace requis entre les voies de remisages, éclairage adéquat, système incendie, etc.;
- la protection des équipements : détection incendie, moyen de lutte contre un incendie, etc.;
- la surveillance du site : système anti-intrusion, vidéosurveillance, etc.

De façon plus particulière, la Halle d'exploitation et d'entretien, qui est l'objet de la présente Note technique, est un bâtiment industriel recevant des travailleurs, et doit de ce fait :

- respecter toutes les normes et codes existants pour ce type d'installation ; nombre, localisation et affichage des issues de secours, murs coupe-feu, éclairage, ventilation/aération, etc.;
- avoir des zones de stockages avec des aménagements pour les produits spécifiques (glycol, huile, batteries, etc.). Ces aménagements prennent en compte les caractéristiques des produits ; notamment en termes de ventilation/aération, coupe-feu des parois, revêtements de sol et parois pour rétention en cas de fuite, détection incendie, etc.;
- assurer la sécurité des personnes et travailleurs :
  - chaque baie de travail électrifiée par LAC, sera munie d'un système de consignation local;
  - des passerelles sécurisées seront disposées de part et d'autre des voies avec passerelles;
  - Là où requis, les voies de plain-pied équipées de colonne de levage en particulier, le matériel roulant sera alimenté par un système de prise appelé « stinger » au lieu de par la ligne aérienne de contact;
  - Le mouvement du pont sera muni d'un système d'inter-verrouillage avec l'alimentation de la ligne aérienne de contact pour éviter tout problème de sécurité;
  - Les voies à fosse seront sécurisées pour éviter d'y tomber tout en favorisant une évacuation rapide;
  - Flux de circulation optimisés pour limiter les déplacements du personnel et les conflits de ceux-ci avec les équipements mobiles;
  - Localisation des ateliers spécialisés à proximité des voies d'entretien (atelier bogie en face de la voie de plain-pied avec colonnes de levage, etc.);
  - Les différents locaux techniques doivent être à proximité des équipements de maintenance (silo de sable à proximité de la station-service, machinerie station de lavage à proximité de la machine à laver, etc.

## 3.2 DÉFINITIONS DES ACTIVITÉS

Le périmètre fonctionnel de la halle d'exploitation et de maintenance du tramway comprend les activités de lavage automatique, station-service, activité atelier d'entretien et exploitation.

### 3.2.1 Activité station de service aspiration centralisée et lavage tramways

Les zones station-service, aspiration centralisée et lavage sont des zones couvertes intégrées au bâtiment principal munies de locaux techniques, pour permettre le lavage automatique et renforcé, l'inspection journalière des tramways et complément des niveaux de sable, lave glace et lubrifiant.

### 3.2.2 Activité Atelier d'entretien

La notion d'atelier couvre l'ensemble des activités d'entretien du matériel roulant, les installations fixes (voies, caténaires, alimentation électrique, signalisations, communications, etc.) et bâtiment. L'atelier couvre les voies d'entretien, les équipements de maintenance, le magasin, l'atelier général (pour intervention sur les véhicules), les ateliers mécaniques, électriques et spécialisés (pour intervention sur des éléments déposés du matériel roulant ou des installations fixes), ainsi que les bureaux des responsables et agents d'entretien, des conducteurs, de l'équipe reliée aux opérations d'entretien (ingénierie, achat, contrôle de coût, etc.), de l'équipe reliée à l'exploitation (formation, PCC, qualité, contrôle, etc.).

### 3.2.3 Activité d'exploitation

Les activités suivantes se déroulent dans la halle du centre d'entretien et d'exploitation :

- prise de service conducteur;
- encadrement d'exploitation;
- formation des conducteurs;
- gestion du centre;
- supervision du trafic et information voyageur (à travers le PCC).

## 3.3 FONCTIONS STATION-SERVICE ASPIRATION CENTRALISÉE ET LAVAGE TRAMWAYS

De base, la fréquence de lavage est quotidienne au retour du service commercial, et peut être réduite à 2 jours à certaines périodes.

La station-service, aspiration centralisée et la station de lavage des tramways sont regroupées en un bâtiment unique jouxtant la halle de maintenance et pourvu d'une communication par double porte.

Cette zone est traversée par une voie (V1) équipée d'un système permettant :

- son alimentation en énergie de traction;
- sa mise à la terre et sa consignation;
- l'utilisation en toute sécurité des équipements relatifs à cette zone (ici, il s'agit du nettoyeur haute pression et des passerelles mobiles d'accès toiture).

L'ensemble « station-service et station de lavage » permet de procéder à l'inspection d'une rame sans attendre la fin du cycle de la machine à laver.

### 3.3.1 Description de la station-service

La station-service permet d'accueillir entièrement une rame afin de réaliser les opérations suivantes :

- inspections, visites et contrôles des principales fonctions du véhicule (captage courant par exemple);
- contrôle et mise à niveau des consommables (sable dans les sablières, réservoirs de graisse des graisseurs de boudin;
- lave-glace.



**Figure 1 : Distributeur de sable et passerelle fixe**

L'installation de distribution sable est composée d'équipement centraux et de point de distribution sable.

- sont inclus dans les équipements centraux le stockage et la filtration du sable ainsi que les compresseurs servant au transport du sable vers les différents points de distribution. Les équipements centraux sont regroupés dans un local technique, situé à proximité de la station-service;
- les points de distribution en sable sont installés au sein de la station-service, de part et d'autre de la voie ferrée. Chaque point sable est équipé de pistolets de distribution permettant l'écoulement du sable directement dans les sablières de la rame. Les pistolets sont conçus pour éviter de déverser du sable en dehors des sablières, ainsi que pour récupérer toute la poussière produite par la distribution, et la rediriger vers les équipements centraux afin qu'elle soit filtrée.

Les passerelles fixes d'accès toiture sont équipées d'escaliers à chaque extrémité. Une consignation de la LAC permet l'ouverture en passerelle des panneaux de protection transparents pour l'inspection des pantographes.

Le long de la station-service se trouvent les locaux techniques suivants :

- un silo de sable;
- un local technique remplissage sablières, comprenant le compresseur d'air pour la circulation du sable;
- un local de production d'air comprimé pour l'ensemble des ateliers;
- un local de stockage pour les consommables, nettoyeurs lave-glace, lubrifiant pour graisseurs de boudin;
- une locale technique station-service avec poste opérateur;
- un local d'alimentation station-service;
- un poste secondaire de distribution et poste de redressement.

Pour plus de détail sur l'aménagement de cette zone et les superficies approximatives des locaux, voir le plan d'aménagement en annexe 1.

Le temps de passage en station de service est de l'ordre de 7 minutes et comprend le remplissage des sablières (réalisé par 2 agents), le complément des réservoirs de graisseur de boudin et de lave-glace ainsi que les inspections sur le matériel roulant. Une position d'attente en entrée de station de service est prévue pour les cas où 2 rames se présentent consécutivement. Cette capacité de l'ordre de 8 trains par heure dépend toutefois de l'organisation mise en place par l'Exploitant.

### 3.3.2 L'aspiration centralisée

L'aspiration centralisée a pour fonction d'optimiser le nettoyage intérieur d'une rame en produisant un flux d'air au sein de celle-ci, entraînant avec lui les poussières et objets légers.

Lorsqu'une rame arrive en fin de service dans la station, le conducteur ouvre les portes arrière et avant de la rame. Le soufflet du système d'aspiration vient se plaquer autour de la porte avant de la rame, à l'aide de vérins pneumatiques. Une fois le soufflet en place, l'installation produit un flux d'air qui parcourt la rame de la porte arrière vers le soufflet. L'opérateur peut alors extraire et guider avec une soufflette l'ensemble des objets légers accumulés au sein de la rame pendant la journée d'exploitation, vers l'allée centrale où ils seront pris en charge par le flux d'air.



Figure 2 : Aspiration centralisée

### 3.3.3 Description de la machine à laver

La machine à laver permet d'effectuer le nettoyage extérieur des rames au défilé. Les surfaces extérieures du tramway sont nettoyées, grâce à des brosses rotatives. Le système est également équipé de brosses mobiles afin d'effectuer le nettoyage / brosse des faces avant et arrière des rames, en toute sécurité.

Le radier comporte un caniveau central, pour la récupération des eaux usées.

Le long de la machine à laver se trouvent les locaux techniques suivants :

- un local technique machine à laver, comprenant le rangement des produits de nettoyage associés;
- un local pour l'équipe de nettoyage tramways en remisage, comprenant un vestiaire et des sanitaires.

La machine à laver est placée dans une section de voie en alignement droit, suffisamment longue pour éviter la rotation d'une extrémité de caisse dans la zone de lavage. La machine et sa voie seront, de par leur longueur et implantation, exploitables sans gêner les entrées et sorties du centre d'exploitation et d'entretien.

Le passage des trains au lavage extérieur s'effectue au défilé à la vitesse de 3 km/h.



**Figure 3 :** Exemple de Laveur Tramway

Le nettoyage commercial s'effectue sur l'ensemble des voies de remisage, le personnel disposant de locaux intégrés au bâtiment principal et proche du remisage. Les cheminements bétons sont prévus pour permettre la circulation du matériel nécessaire à la réalisation des tâches de nettoyage par au moins un des deux côtés du tramway. Des pupitres d'alimentation en eau et électricité sont répartis sur la zone de remisage à raison d'au moins un pupitre par rame et de façon à permettre le passage des chariots de nettoyage et aspirateurs.

Le nettoyage extérieur renforcé (grand lavage) s'effectue en heures creuses au niveau de la machine à laver automatique. Ce type de nettoyage nécessite l'utilisation d'une plateforme latérale pour accéder à la partie toiture.

### 3.4 FONCTION MAINTENANCE SUR MATÉRIEL ROULANT

La partie du bâtiment principal dédiée à la fonction « atelier de maintenance » se compose de 2 zones (voir coupe des ateliers en annexe 1) :

- une zone de plain-pied équipée :
  - d'une voie de dépose d'organe de carrosserie (V2);
  - d'une voie de levage (V3);
  - d'une voie de reprofilage (V4);

Chacune de ces voies permet d'abriter deux trams de 43 m, l'entraxe des voies et leur position par rapport à la structure du bâtiment sont définis pour permettre la circulation des piétons et des engins de manutention.

- une zone pour les voies sur pilotis (V5, V6, V7 et V8), chacune de ces voies permet d'abriter une seule rame de 43 m.

La longueur électrifiée des LAC (ligne aérienne de contact) des voies de maintenance à l'intérieur du bâtiment doit être cohérente avec les manœuvres et programmes de maintenance.

#### 3.4.1 Voie de dépose d'organe

Cette voie (V2) permet d'exécuter des réparations ou échanges de modules de carrosserie, de vitrages, de portes, jupes, carénages et aménagements intérieurs. Les

éléments démontés réparables sont dirigés par chariot vers les ateliers spécialisés et les non-réparables vers la zone déchets.

Avant certaines opérations en toiture, la LAC est mise hors tension.

Une zone de rangement est aménagée pour permettre le stockage de 6 plateformes mobiles pour accès toiture pouvant être utilisées partout sur le CEE.

### 3.4.2 Voie de levage

Cette voie (V3) est équipée d'une ligne de levage complète, soit :

- 16 vérins synchronisés;
- un pupitre de commande;
- une table dépose bogie.

Cette voie est équipée d'un système permettant :

- son alimentation en énergie de traction;
- sa mise à la terre et sa consignation;
- l'utilisation en toute sécurité des équipements relatifs à cette zone (ici, il s'agit des vérins de levage).

Il est à noter qu'aux plans joints en annexe, il est prévu 2 positions sur la voie V3. Cette configuration est fonctionnelle, mais le taux d'utilisation de chaque position est moindre que dans le cas d'un poste par voie. Lorsque l'espace disponible sur terrain retenu pour le CEE principal sera connu, si requis, un ajustement pourra être fait.



Figure 4 : Exemple du système de levage Bordeaux - France

Une sécurité interdit d'actionner les colonnes si les LAC sont encore sous tension. La rame de tramway est élevée de façon à ce que la table dépose-bogie puisse être placée sous le bogie à démonter pour le réceptionner et l'abaisser.

Cette voie permet principalement de déposer un bogie puis de l'acheminer jusqu'au local de lavage bogie (situé dans le prolongement de la voie). Après passage au nettoyeur haute pression le bogie est acheminé vers l'atelier bogie équipé de 2 colonnes de levage bogie et des outillages spécifiques.

Les bogies sont déposés pour pouvoir effectuer les opérations suivantes (liste non exhaustive) :

- échanger les roues qui sont à la limite d'usure;
- effectuer les révisions partielles ou complètes de bogie;
- effectuer l'échange d'organes défectueux.

Le principe pour le levage de caisse est le suivant :

- l'ensemble caisse-bogie est soulevé au moyen de colonnes élévatrices mobiles, il y a 4 colonnes par bogie, donc 16 colonnes pour soulever une rame de 43 m;
- un chariot spécial guidé sur les rails équipé d'une table élévatrice, vient dessous le bogie à déposer;
- la table élévatrice vient supporter le poids du bogie en question;
- on désolidarise le bogie de la caisse en déconnectant les liaisons mécaniques caisse/bogie, et les liaisons électriques;
- puis le bogie est descendu et emmené au bout de la voie de levage, sous le pont roulant, pour être ensuite mis à pied d'œuvre sur les supports spéciaux de travail.

Ces colonnes élévatrices sont électriques et dotées d'un système d'iso-nivelage entre elles. De plus, elles sont conçues de telle manière que le système roue et vis sans fin soit irréversible, et sécuritaire de façon à ne créer aucun risque pour les employés et le matériel.

La table élévatrice hydraulique à capacité d'environ 600 kN à déplacement manuel permet la dépose des bogies. La voie de levage donne accès directement au local lavage bogie, équipé de nettoyeur haute pression à chaud, avec ventilation du local.

Le bogie nettoyé est ensuite ramené sous le pont roulant atelier organes, pour le positionner au poste de démontage bogie.

Selon la superficie de terrain choisi, il est possible d'aménager une voie de levage qui prend moins d'espace en largeur avec un système de vérins enfouis.



Figure 5 : Exemple de vérins de levage enfouis

### 3.4.3 Voie de reprofilage

Le tour en fosse assure le reprofilage des roues sans avoir à désolidariser le bogie de la caisse. La rame est avancée puis positionnée par un système de prise d'atelier de type STINGER (alimentation par prise électrique coulissante dans une glissière au-dessus du tramway). Le tour en fosse est situé au centre de la voie. Les voies de chaque côté du tour en fosse sont dimensionnées pour accueillir une rame complète de 43 m. Les copeaux générés par le reprofilage des roues sont broyés et évacués dans une benne puis vers la zone déchets par transpalette ou chariot élévateur.

Suivant ce principe, la voie V4 ne nécessite pas d'équipements permettant son alimentation en énergie de traction par LAC, sa mise à la terre et sa consignation.

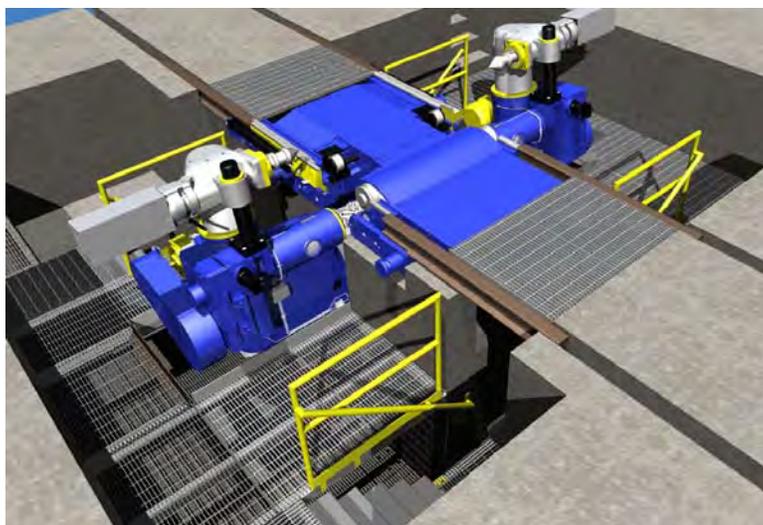


Figure 6 : Le tour en fosse de reprofilage

La fosse du tour réalisée en béton armé est conçue pour recevoir la machine et ses éléments constitutifs. Les opérations de calage de caisse et réglage des freins magnétiques postérieures à chaque reprofilage seront effectuées en voie de maintenance sur pilotis (V5, V6, V7 et V8).

Dans le cas où le terrain disponible ne permettrait pas un tel aménagement, il est possible d'utiliser un tour Mobile pour reprofilage des roues.

Les avantages de ce système :

- le tour mobile se déplace de manière autonome d'un essieu à l'autre; la rame reste immobile;
- augmentation des rendements par un placement sous les essieux plus rapide;
- optimisation de la surface d'atelier. Économie d'une longueur de rame en surface d'atelier;
- économie d'une fosse lors de la construction;
- flexibilité dans l'implantation du système permettant de s'adapter aux futures évolutions de l'atelier.



Figure 7 : Exemple de tour mobile

### 3.4.4 Voies sur pilotis

Les voies nommées (V5, V6, V7 et V8) sur pilotis avec fosse et passerelles sont électrifiées par LAC et se terminent par des sabots d'arrêt fixes. Elles permettent d'effectuer les visites préventives prévues au plan de maintenance simultanément sous caisse et en toiture.

Les passerelles permettent d'accéder aux équipements de toiture. Elles sont chacune équipées de ponts roulants indépendants de capacité minimum d'1,6 tonne (dépend du

poids des équipements), permettant de déposer et remplacer les équipements de toiture (notamment les blocs de climatisation). Une aire de réception des équipements est prévue à chaque extrémité. Les équipements démontés sont ensuite transférés par des moyens de manutention (transpalette ou chariot élévateur suivant la charge) vers les ateliers spécialisés pour réparation ou vers le magasin pour retour au fournisseur.

Les voies (V5, V6, V7 et V8) sont équipées d'un système permettant :

- Son alimentation en énergie de traction;
- Sa mise à la terre et sa consignation;
- L'accès aux escaliers de chaque passerelle en toute sécurité.

La structure métallique supporte à la fois les planchers caillebotis et, en partie haute, les poutres et rails de roulement du pont roulant. Le plancher caillebotis se situe à 2,50 m de haut (dépend de la hauteur du matériel roulant) pour une largeur minimum de 1 m. Des échelles à crinoline permettent l'évacuation de secours depuis ce plancher, une échelle sur chaque voie permet également d'atteindre le pont roulant pour la maintenance.

Des garde-corps fixes sur 3 côtés et mobiles sur axe côté tramway permettent de travailler en sécurité.

Pour assurer l'accessibilité sous caisse, des fosses d'entretien sont aménagées pour les quatre voies.

Seules les voies (V5, V6, V7 et V8) sont totalement équipées avec passerelles, ponts roulants et leurs structures porteuses.

Deux petites passerelles mobiles permettent d'accéder à l'intérieur des rames pour effectuer des tâches de réparation des aménagements intérieurs (Échange de siège, vérification et réparation de l'éclairage par exemple).

## 3.5 FONCTION MAINTENANCE EN ATELIERS

Les ateliers de maintenance sont disposés par spécialité au sein du bâtiment principal. Ils permettent de réaliser les opérations de maintenance et/ou de réparation sur les équipements déposés du matériel roulant ou acheminés depuis les installations fixes en ligne. Équipés des outillages et moyens de test nécessaires, ces ateliers ou locaux spécialisés sont décrits ci-après.

### 3.5.1 Description des ateliers de maintenance communs

Certains ateliers permettent de réaliser indifféremment la maintenance sur les organes déposés du matériel roulant ou des installations fixes.

Se référer au dessin de l'annexe 1 pour localiser les locaux numérotés entre parenthèses dans les descriptions suivantes.

## Cabine de peinture

La cabine de peinture (27) permet de corriger tous les défauts de carrosserie nécessitant des reprises de peinture. Elle est installée au-dessus d'une voie d'atelier le long d'une paroi du hall de maintenance. Elle est composée d'une structure permettant d'accueillir une partie de la rame. Des voies en tête et queue de cabine permettent d'atteindre toute les parties de la rame sans effectuer de retournement de celle-ci.

### Structure

- une enceinte en simple paroi de panneaux galvanisés et prélaqués blanc à l'intérieur;
- un toit complet en panneaux galvanisés;
- un plénum de répartition de la filtration;
- un ensemble complet d'éclairage intérieur de la cabine;
- deux portes à battants;
- des ouvertures de secours;
- des caillebotis au-dessus des fosses d'extraction d'une profondeur d'un mètre.

### Équipements

- un bloc de soufflage-chauffage;
- une gaine de distribution avec ventilateur centrifuge.



Figure 8 : Exemple cabine de peinture - Rouret-France

S'ajoute à la cabine de peinture, un local de préparation. Ce local permet d'effectuer les travaux de préparation de la peinture et des pistolets d'application. Le local possède son propre système de circulation d'air permettant une ventilation de l'atmosphère, isolée de l'environnement de l'atelier. Grâce à ce local, la cabine de peinture est dédiée à sa fonction principale, qui est l'application de la peinture sur la carrosserie.

### Atelier mécanique

Le local atelier mécanique (34) est équipé d'outillages standards pour effectuer toutes les opérations de maintenance à caractère mécanique.

### Atelier électrique-électronique

Le local atelier électrique-électronique (36) permet d'effectuer toutes les opérations de maintenance à caractère électronique ou électrique (partagée avec la maintenance des infrastructures). Cet atelier est équipé de pinces à sertir, bancs de tests, oscilloscope, ampèremètres, enregistreurs et dispose d'une zone réservée au stockage d'une unité mobile de soudage acétylène.

## 3.5.2 Description des ateliers de maintenance matériel roulant

### Atelier réparation baies et portes

Le local atelier réparation baies et porte (38) est équipé des outillages spécifiques pour réparer les portes et les baies du matériel roulant.

### Atelier lavage bogies

Le local de lavage bogie (29) est équipé des outillages de lavage tels que jet haute pression avec chaudière intégrée et moyens de manutention.

### Aire de maintenance des bogies

L'espace de maintenance bogie est situé en bout de voies, sous l'aire couverte par le pont roulant de 5t. Cet espace est implanté près du local de stockage des outils et pièces pour la réparation des bogies (33).

### Local chargement batteries

Le local de chargement des batteries (22) est équipé d'un dispositif antidéflagrant et d'une ventilation adéquate pour effectuer les opérations de charge-décharge des batteries embarquées prévues au plan de maintenance.

### 3.5.3 Description des ateliers de maintenance installations fixes

#### Atelier de maintenance des installations fixes

Cet atelier (39), appelé aussi atelier infrastructures, dispose d'une zone réservée à l'organisation des interventions (inspection, échanges et réparations) sur les équipements de ligne courant faible et courant fort (voies, appareils de voie, moteurs d'aiguilles, poteaux, caténaires, sous-stations, équipements de signalisation, communication).

### 3.5.4 Locaux techniques communs

D'autres locaux techniques sont utiles au bon fonctionnement du système et de l'activité de l'ensemble du CEE :

- local de stockage des outils individuels et collectifs (30);
- local billettique (32);
- local chauffage (26).

## 3.6 FONCTION STOCKAGE ET MANUTENTION

### 3.6.1 Magasin principal

La fonction du magasin principal est de mettre à disposition les pièces et consommables nécessaires à l'activité d'entretien du tramway (matériel roulant et infrastructures).

Desservi par une zone de chargement/déchargement la zone de stockage se distribue à l'intérieur du bâtiment de la façon suivante :

- un local magasin 1 (19) occupé par le magasinier pour effectuer les fonctions suivantes:
  - assurer le contrôle-réception des marchandises et des équipements provenant de l'extérieur;
  - expédier vers les fournisseurs des équipements à réparer;
  - remettre en stock (après contrôle) les équipements réparés en interne dans les ateliers spécialisés;
  - distribuer les pièces et équipements destinés aux techniciens pour la maintenance des rames (sont dirigés vers les lieux de travail par transpalettes ou chariot élévateur).
- un magasin principal 2 (20) :
  - pour stocker les pièces les plus encombrantes (ou d'usage fréquent) dont la manutention est difficile (ou fréquente);
- une zone de stockage des produits chimiques (23).

### 3.6.2 Zone de stockage extérieur

L'entretien des installations fixes nécessite le stockage des éléments lourds ou de dimensions importantes : poteaux LAC, tourets de câbles, etc. La manutention de ces équipements nécessite l'utilisation d'un camion équipé d'un moyen de levage. La zone de stockage dispose d'un accès routier pour les livraisons et les véhicules d'interventions. La localisation de cette zone sera définie lors de la production des schémas fonctionnels de l'ensemble du CEE (halle d'exploitation et d'entretien, remisage des rames, voies de circulation, stationnement, etc.).

### 3.6.3 Appareils de manutention

#### Ponts roulants

Cinq ponts roulants sont nécessaires pour la grande halle de maintenance :

- un pont roulant de 5 tonnes de capacité, est disposé au-dessus de la fin des trois voies côté Ouest (V2, V3 et V4), porté par la structure du portique. La course de ce pont roulant est limitée à la zone non électrifiée par LAC afin d'éviter tout conflit;
- quatre ponts roulants d'une capacité minimum de 1,6 tonne au-dessus des 4 voies de maintenance V5, V6, V7 et V8. Ces ponts roulants sont portés par une structure métallique intégrant également les passerelles de maintenance.

#### Principaux équipements de manutention

Parqués à l'intérieur du bâtiment sur une zone avec marquage au sol et munie d'un poste de charge électrique pour les équipements sur batteries, les principaux équipements de manutention sont les suivants :

- 1 chariot élévateur (3 t);
- 2 transpalettes manuels (2 t);
- 1 transgerbeur (1 t);
- 1 chariot plat;
- 1 table élévatrice;
- 4 chandelles;
- 2 tirfor (1,6 t);
- 1 cric rouleuse;
- 4 ventouses.

### 3.6.4 Autres gros équipements système

#### Rail route

Un véhicule rail-route est utilisé pour les opérations de dépannage, traction et maintenance des voies et des caténaires (par nacelle élévatrice), les opérations de ré-

enraillement et la traction d'une remorque afin d'acheminer le matériel nécessaire à pieds d'œuvre. Ce véhicule est fourni au titre de la construction.

Un second véhicule rail-route est utilisé pour le nettoyage, il est fourni au titre de la maintenance.

Le stationnement de ces véhicules est prévu dans un bâtiment spécifique construit à la limite de l'aire de stockage extérieur des matériels pour la maintenance des installations fixes.

## 3.7 FONCTION EXPLOITATION

### 3.7.1 Localisation du Poste de Commande Centralisé (PCC)

Le PCC est normalement situé dans le bâtiment principal du CEE. Les activités d'exploitation des tramways sont centralisées au PCC, dont la fonction principale est la gestion (contrôle, régulation et commande) de l'exploitation du réseau de transport.

Le PCC est un espace de travail conçu de façon à être visitable. Ainsi, les visiteurs pourront observer l'activité des équipes du PCC au travers d'une vitre, sans pour autant les perturber dans leur travail.

### 3.7.2 Description du PCC

Les principales fonctions accomplies depuis le PCC sont les suivantes :

- exploitation de la ligne (PCC);
- pilotage des activités du réseau de tramway et gestion de l'exploitation au quotidien;
- surveillance et régulation des véhicules;
- disposition géographique et état de fonctionnement des véhicules;
- établissement du plan de rotation des équipes;
- contrôle du faisceau de voies;
- communication avec les véhicules et les agents;
- informations visuelles et annonces sonores pour les passagers;
- gestion des données (édition, traitement, téléchargement);
- surveillance vidéo;
- télé-contrôle des équipements de distribution d'énergie (y compris le système d'arrêt d'urgence).

Le PCC est relié à des équipements isolés au niveau des locaux techniques partagés avec les équipements de signalisation et communication du CEE (24 et 25).

## 3.8 ESPACE BUREAUX

### 3.8.1 Localisation

L'espace bureaux est situé, dans la mesure du possible, dans une zone limitrophe aux petits ateliers. La liaison entre la partie administrative et la partie atelier s'effectue par

des portes munies d'un contrôle d'accès. Compte tenu de l'espace disponible, ces locaux peuvent être sur 1 ou 2 étages.

Dans le plan d'aménagement préliminaire en annexe 1, nous proposons un aménagement en 2 étages.

### 3.8.2 Locaux requis

En général, des locaux requis pour le CEE sont :

- local employés de la maintenance (49);
- local équipe d'ingénierie (50);
- local équipe de gestion de la maintenance (51);
- local équipe d'exploitation (52);
- espaces bureaux pour la direction et le support administratif (62) (direction, contrôle de gestion, secrétariat, etc.);
- salles de réunion (56 et 57);
- salle de prise de service (46);
- salle de formation (47);
- vestiaires homme/femme et sanitaire (43 /46);
- espace cafétéria (53).

Les superficies des espaces bureaux sont données pour fin d'estimation préliminaire à la base de projets similaires et ne prennent pas en considération l'effectif réel des ressources humaines du nouveau CEE.

## 4 HALLE D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN SECONDAIRE

### 4.1 DÉFINITIONS DES ACTIVITÉS

Un CEE secondaire sur le territoire de la ville de Lévis est requis à long terme lorsque la flotte atteindra 70 rames de 43 m. Le CEE secondaire, ne recrée pas toutes les fonctionnalités, mais doit permettre les révisions et entretiens journaliers.

Les activités de maintenance nécessaire pour ce centre d'entretien sont :

- une voie de service avec système de distribution de sable, aspiration centralisée et laveur, pareille à celle du CEE principal décrit dans le chapitre 3.2 du présent document;
- une voie sur pilotis avec fosse et passerelles équipée de pont roulant indépendant de capacité minimum d'1,6 tonne permettant d'effectuer les visites préventives prévues au plan de maintenance simultanément sous caisse et en toiture (voie pareille à celle décrit au chapitre 3.3.4 du présent document);
- une voie sur dalle de type V2 du CEE principal;
- une voie sur dalle ou fosse de type V2 ou V5 du CEE principal.

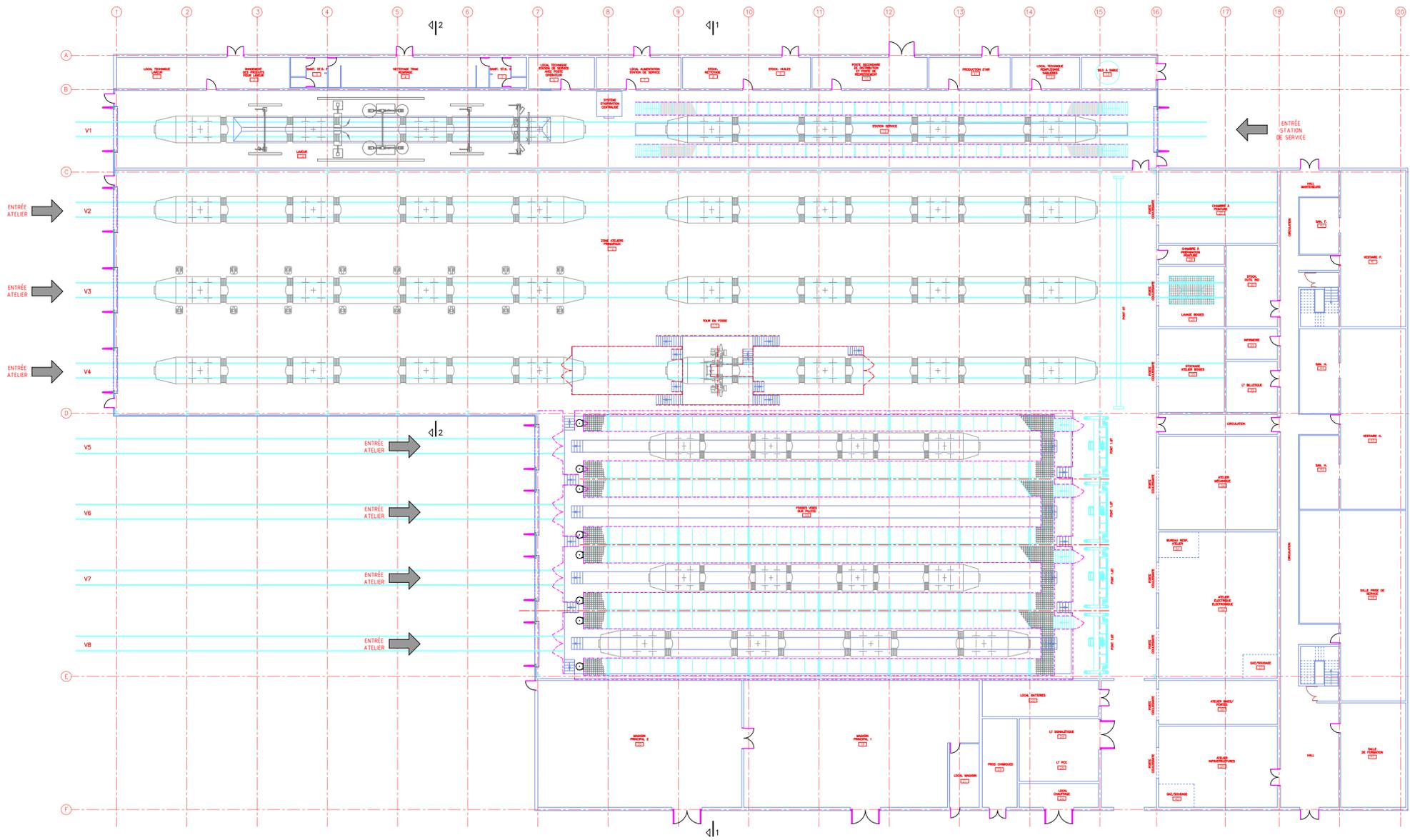
Des espaces bureaux sont aussi requis pour le CEE secondaire :

- local employés de la maintenance ;
- local équipe de gestion de la maintenance;
- local équipe d'exploitation;
- espaces bureaux pour la direction et le support administratif;
- salles de réunion et salle de formation;
- vestiaires homme/femme et sanitaire;
- espace cafétéria.

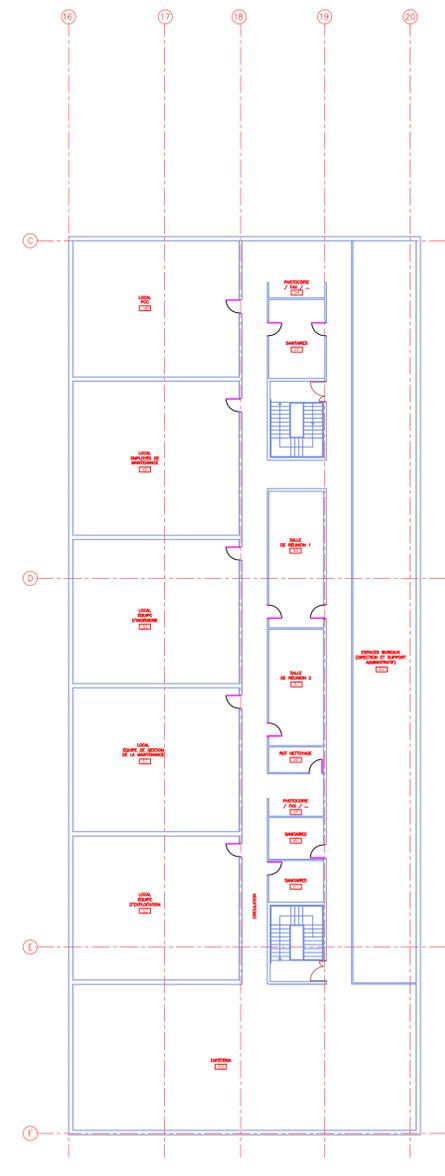
Pour les ateliers spécialisés et le PCC, le CEE principal couvrira le besoin de la flotte entière en niveau de la maintenance et de l'exploitation.



## ANNEXE 1 : PLANS D'AMÉNAGEMENT



PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE  
ÉCHELLE : 1/250



PLAN DU PREMIER ÉTAGE  
ÉCHELLE : 1/250

AIRES : TABLE DE NOMENCLATURE

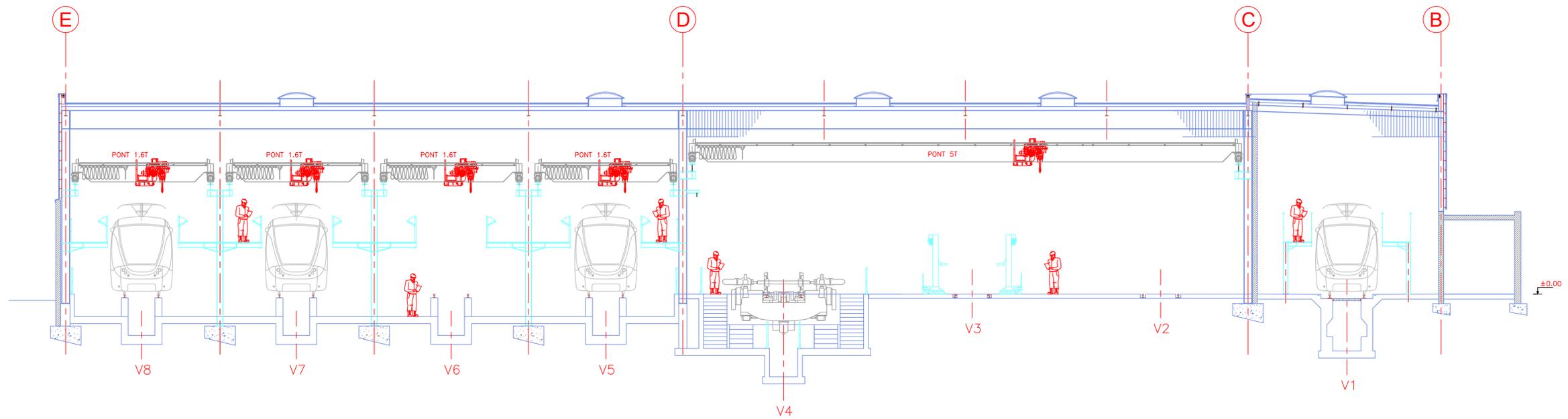
N°	Pièces	Nom	Surfaces
1	LOCAL TECHNIQUE	LAVEUR	30 m²
2	RANGEMENT DES PRODUITS	POUR LAVEUR	30 m²
3	SANIT.	ST.S. F	15 m²
4	NETTOYAGE TRAM	REMISAGE	40 m²
5	SANIT.	ST.S. H	15 m²
6	LOCAL TECHNIQUE	STATION DE SERVICE AVEC POSTE OPÉRATEUR	20 m²
7	LOCAL ALIMENTATION	STATION DE SERVICE	25 m²
8	STOCK	NETTOYAGE	20 m²
9	STOCK	HUILES	20 m²
10	POSTE SECONDAIRE	DE DISTRIBUTION ET POSTE DE REDRESSEMENT	35 m²
11	PRODUCTION D'AIR		25 m²
12	LOCAL TECHNIQUE	REMPLISSAGE SABLIERES	20 m²
13	SILLO A SABLE		25 m²
14	LAVEUR		260 m²
15	STATION SERVICE		435 m²
16	ZONE ATELIERS	PRINCIPAUX	2025 m²
17	TOUR EN FOSSE		165 m²
18	FOSSES VOIES	SUR PILOTIS	1470 m²
19	MAGASIN PRINCIPAL 1		280 m²
20	MAGASIN PRINCIPAL 2		260 m²
21	LOCAL	MAGASIN	20 m²
22	LOCAL	BATTERIES	45 m²
23	PROD	CHIMIQUES	30 m²
24	LT	SIGNALÉTIQUE	20 m²
25	LT	PCC	25 m²
26	LOCAL	CHAUFFAGE	20 m²
27	CHAMBRE A	PEINTURE	90 m²
28	CHAMBRE A	PRÉPARATION PEINTURE	15 m²
29	LAVAGE	BOGIES	40 m²
30	STOCK	OUTIL IND	40 m²
31	INFIRMERIE		15 m²
32	LT	BILLETIQUE	25 m²
33	STOCKAGE	ATELIER BOGIES	55 m²
34	ATELIER	MÉCANIQUE	110 m²
35	BUREAU RESP.	ATELIER	10 m²
36	ATELIER	ÉLECTRIQUE ÉLECTRONIQUE	155 m²
37	GAZ/SOUDEGE		10 m²
38	ATELIER	BAIES / PORTES	50 m²
39	ATELIER	INFRASTRUCTURES	85 m²
40	GAZ/SOUDEGE		10 m²
41	VESTIAIRE	F.	100 m²
42	SAN. F.		20 m²
43	VESTIAIRE	H.	100 m²
44	SAN. H.		30 m²
45	SAN. H.		30 m²
46	SALLE	PRISE DE SERVICE	170 m²
47	SALLE	DE FORMATION	70 m²
48	LOCAL	PCC	120 m²
49	LOCAL	EMPLOYÉS DE MAINTENANCE	120 m²
50	LOCAL	ÉQUIPE D'INGÉNIERIE	120 m²
51	LOCAL	ÉQUIPE DE GESTION DE LA MAINTENANCE	120 m²
52	LOCAL	ÉQUIPE D'EXPLOITATION	120 m²
53	CAFÉTÉRIA		250 m²
54	PHOTOCOPIE / FAX / ...		5 m²
55	SANITAIRES		20 m²
56	SALLE	DE RÉUNION 1	40 m²
57	SALLE	DE RÉUNION 2	30 m²
58	RGT	NETTOYAGE	10 m²
59	PHOTOCOPIE / FAX / ...		5 m²
60	SANITAIRES		15 m²
61	SANITAIRES		15 m²
62	ESPACES BUREAUX	(DIRECTION ET SUPPORT ADMINISTRATIF)	235 m²

LISTE DES ÉQUIPEMENTS

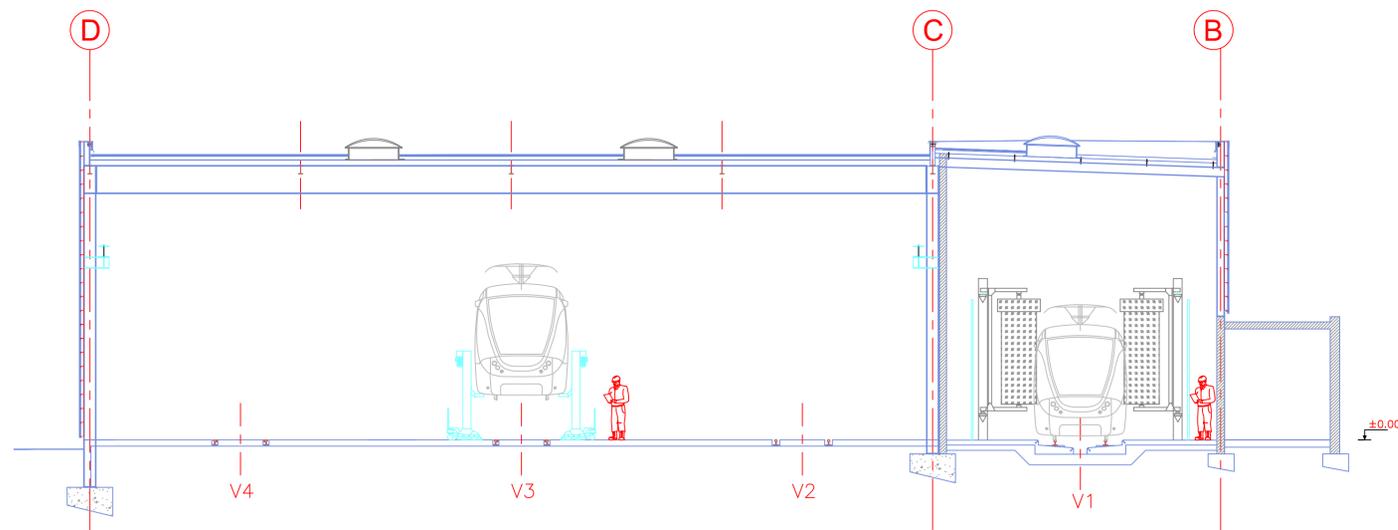
N°	Nom
1	LAVEUR
2	SILLO SABLE
3	PONT ROULANT ST
4	PONTS ROULANT 1,6T
5	VÉRINS MOBILES DE LEVAGE
6	TOUR DE REPROFILAGE

CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS  
ÊTRE UTILISÉS EN L'ABSENCE D'UN  
PROJET DE CONSTRUCTION

<b>CLIENT :</b>  Réseau de transport de la Capitale	Rev. PA 05-04-13 Description : ÉMISSION POUR COMMENTAIRES INTERNE Dessiné par : M.WA Vérifié par : A.BEN Approuvé par : A.GEM	<b>CONSULTANT :</b>  Roche SNC-AMALIN	<b>PROJET :</b> ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE DU TRAMWAY DE QUÉBEC ET DE LEVIS Réseau de transport de la Capitale	<b>PROJET :</b> 1.4 ÉQUIPEMENTS, EXPLOITATION, MAINTENANCE ET DÉPÔT HALL D'ENTRETIEN CEE PRINCIPAL	610879-0400-4CD0-0001 1/250
	Dossier :				



ÉLÉVATION 1  
ÉCHELLE : 1: 100



ÉLÉVATION 2  
ÉCHELLE : 1: 100

Rev.	Date	Description	Dessiné par	Vérifié par	Approuvé par	CONSULTANT :		PROJET :	CLIENT :	ÉCHELLE :	REV.
PA	05-04-13	ÉMISSION POUR COMMENTAIRES INTERNE	M.WA	A.BEN	A.GEM	ROCHE	SNC-LAVALIN	egisrail	RÉGIS CÔTÉ	grahil	PA
PB	24-05-13	ÉMISSION PRÉLIMINAIRE AU RTC	M.WA	A.BEN	A.GEM			ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE DU TRAMWAY DE QUÉBEC ET DE LEVIS	Réseau de transport de la Capitale	1/100	PB
										610879-0400-4CD1-0002	
										1.4 ÉQUIPEMENTS, EXPLOITATION, MAINTENANCE ET DÉPÔT	
										HALLE D'ENTRETIEN	
										CEE PRINCIPAL	

## ANNEXE 2 : SPÉCIFICATION ÉQUIPEMENT DISTRIBUTION DE SABLE

### **Localisation**

Le distributeur de sable se trouve dans le bâtiment de la station-service et se trouve à proximité du silo (situé à l'extérieur du bâtiment).

### **Fonction**

Le distributeur de sable sert à la maintenance des tramways. Il est utilisé pour le remplissage des sablières situées sur les bogies des tramways. Le sable est utilisé lors des opérations de freinage pour augmenter l'adhérence (proportionnelle au coefficient de friction) entre le rail et la roue.

Le distributeur de sable permet :

- un stockage et conservation (sans humidité) du sable;
- un acheminement aisé du sable jusque dans les sablières des voitures Tram via des pistolets adaptés;
- une distribution économique (arrêt de remplissage lorsque les sablières sont pleines);
- pas d'épandage sur le sol;
- pas d'émission de poussières (silicate).

### **Conditions d'utilisation**

Le nombre d'opérateurs responsables du remplissage sera défini au cours du projet par l'exploitant. Le bruit émis par l'équipement n'excède pas 80 dB (A).

### **Principe**

Le dispositif de remplissage à démarrage et arrêt automatique est muni d'un stockage centralisé et fonctionne sur le principe du transport par air comprimé.

Le distributeur de sable est composé de :

- 1 silo à sable équipé d'une filtration;
- 1 tableau de contrôle;
- 1 réseau d'expédition;
- 1 réseau de distribution;
- 1 réseau de retour (vers le dépoussiéreur);
- points de remplissage de sable (défini ultérieurement);
- pistolets avec obturateurs équipés de flexibles ;
- 1 centrale d'air comprimé.

### **Silo à sable**

Le silo à sable d'une capacité utile de 30 m<sup>3</sup> environ est fourni avec les équipements suivants :

- tuyauterie de dépotage;
- tuyauterie de retour en liaison avec le dépoussiéreur;
- tuyauterie de remplissage en liaison avec le convoyeur;
- vanne manuelle d'isolement en liaison avec le convoyeur;
- soupape de sécurité;
- trois détecteurs de niveau;
- échelle d'accès à crinoline, garde-corps en toiture;
- un coffret électrique témoin niveaux et mise en route filtre dépotage;
- une balise de signalisation (silo à remplir);
- une alarme sonore (niveau haut).

### **Convoyeur**

L'objectif du système convoyeur est de transporter le sable entre le silo et les stations de sable. Ce système est alimenté par air comprimé (vitesse approximative du sable : 1 m/s).

Le convoyeur comprend les éléments suivants :

- tuyauterie d'alimentation sable en liaison avec le silo;
- tuyauterie d'alimentation air comprimé en liaison avec le compresseur;
- tuyauterie de sortie alimentation réseau;
- vanne d'alimentation automatique;
- vanne d'alimentation sur réseau air comprimé;
- deux sondes de niveau;
- soupape de sécurité.

### **Système de filtration (dépoussiéreur)**

Les poussières générées par les opérations de remplissage sont évacuées et conduites vers le système de filtration. Le caisson de filtration est totalement clos et équipé d'une trémie amovible de collecte de poussières. La surface du filtre est adaptée aux conditions d'opérations.

### **Armoire de contrôle**

Cette armoire de commande permet de contrôler les cycles de remplissage et comprend à ce titre :

- les organes de commande électropneumatique (alarmes, mise en route, etc.);
- un programme de stockage avec les entrées et les sorties;
- un automate;
- un système de télémaintenance par modem.

### **Réseau de distribution**

Le réseau de distribution permet d'assurer la connexion entre le silo et le point de sable :

- les supports de tuyauterie sont réalisés en profilés galvanisés;
- la liaison des différents éléments de tuyauterie est effectuée par brides, boulons et joints ;
- l'équipotentialité est assurée par tresse de masse sur les brides de liaisons.

### **Principe de fonctionnement des points de sables**

Le sable stocké dans le silo est transféré aux points de sable grâce à l'action du convoyeur.

Les points de sable sont munis de :

- pistolets permettant le remplissage des sablières et munis d'un dispositif de récupération de poussières et trop plein de remplissage. (pistolets définis en fonction de l'orifice de remplissage des voitures Tram);
- tuyauterie en liaison avec le réseau de distribution;
- tuyauterie en liaison avec le réseau de retour au dépoussiéreur;
- réserve de sable;
- flexibles assurant la connexion entre la station et les pistolets;
- supports de pistolets munis de contacteurs de présence;
- retour du trop-plein au point de sable via un flexible attenant au flexible de remplissage.

Tous les points de sable du distributeur peuvent être utilisés simultanément.

### **Automate**

La gestion des informations de pression, de niveaux et les ordres donnés aux actionneurs seront assurés par l'automate programmable

L'armoire de commande est située dans le bâtiment. Un afficheur en façade permettra de suivre les différents états ou défauts de l'installation.

### **Performances**

Une seule voie de sablage est prévue. Le temps de remplissage des sablières à 2 agents est estimé à 4 minutes environ par rame, à synchroniser en cohérence avec les performances de la machine à laver.

## ANNEXE 3 : SPÉCIFICATION DE L'ASPIRATION CENTRALISÉE

### Localisation

Le système d'aspiration centralisée est situé entre le système de distribution de sable et le laveur au niveau de la voie de service.

### Description technique

Un caisson de base composé d'un châssis en tube carré en acier galvanisé, sur lequel sont vissées des tôles extérieures en acier galvanisé. Des tôles en acier sont également installées à l'intérieur du châssis et servent à améliorer l'écoulement de l'air. Les tôles qui se trouvent à l'intérieur du caisson sont recouvertes de plaques composites, aluminium et masse lourde, pour absorber le bruit.

Sur le caisson de base est installé le soufflet servant d'interface entre le système d'aspiration centralisée et la rame.

Un caisson moteur composé d'une embase sur laquelle sont vissés les 2 moteurs. Le caisson moteur est installé au-dessus du caisson de base. Les moteurs sont équipés d'un caisson isolant acoustique. Les ventilateurs créant le flux d'air sont directement accouplés aux moteurs.

La filtration est constituée d'un ensemble de filtres à cassettes, ainsi que 2 filtres en acier situés en amont des filtres à cassette.

La cheminée d'extraction est d'une surface de 9 m<sup>2</sup> au minimum ; elle est équipée de grilles d'obturation, pilotées, interdisant l'entrée d'objets ou d'oiseaux transportés par le vent.

## ANNEXE 4 : SPÉCIFICATION EQUIPEMENT LAVEUR

### **Localisation**

La machine à laver se trouve dans le bâtiment situé dans le prolongement de la station-service.

Ce bâtiment comporte la machine proprement dite et des locaux annexes pour le fonctionnement de la machine et le stockage des produits lessiviels, ainsi que l'unité de recyclage.

### **Fonction**

L'installation de lavage est conçue pour le lavage extérieur des rames, à savoir :

- les flancs,
- les faces avant et arrière,
- la jupe du tramway ainsi que les bords de toiture (panneaux supérieurs dénommés acrotères).

La machine est équipée d'un système de recyclage des eaux.

### **Conditions d'utilisation**

Le lavage extérieur des tramways s'effectue avec une vitesse de défilement de 3km/h.

Le sens de lavage est prédéterminé, il s'agit du sens normal de retour de rames vers le remisage.

Les tramways peuvent traverser la machine dans les deux sens, lorsque celle –ci n'est pas en service

Le bruit émis par l'équipement n'excède pas 80 dB (A).

### **Principe**

L'installation permet de laver de manière automatique les tramways.

La machine à laver est de type « Stop and go » afin de permettre le lavage automatique des faces avant et arrière, seul le lavage des flancs s'effectue au défilé.

Cette configuration impose donc deux arrêts pour permettre le lavage des extrémités.

Le choix d'une technologie de machine à laver exclusivement au défilé permettrait de s'affranchir des deux arrêts pour le lavage des faces avant et arrière, de réaliser un lavage du tramway à 3 km/h et de réduire sensiblement le temps de lavage automatique. Cependant, il impliquerait un traitement des extrémités en lavage manuel.

### **Cycle opératoire**

La machine à laver peut fonctionner selon deux modes :

- automatique;
- manuel (pour la maintenance de l'équipement).

Un commutateur sur le poste de contrôle permettra de sélectionner le mode désiré.

### **Description de la machine à laver**

L'installation de lavage comprend les éléments suivants :

- poste d'initialisation;
- système de détection du tramway;
- rampes de pré-mouillage + pulvérisation produits lessiviels;
- système de brossage;
- système de rinçage;
- système de recyclage;
- local technique.

### **Poste d'initialisation**

Ce poste est composé de :

- un commutateur pour sélectionner le mode;
- un jeu de lampes de signalisation rouge et verte, autorisant ou non l'entrée dans la machine;
- un avertisseur sonore (buzzer) indiquant que la machine est en fonctionnement;
- un avertisseur lumineux indiquant que la machine est en fonctionnement.

### **Détection du tramway**

L'installation machine à laver est munie d'un système de détection du tramway pour permettre la mise en route automatique d'un cycle de lavage.

### **Rampes de pré-mouillage et application de produit nettoyant**

Ces équipements sont composés de 2 rampes en acier inoxydable, permettant le mouillage et l'application de produit chimique sur la carrosserie.

Chaque rampe est équipée de buses d'aspersion dont le nombre, l'orientation et le diamètre permettent un débit et un recouvrement suffisant et continu, ainsi que la réduction de risque de colmatage.

### **Système de brossage**

Le système de brossage doit permettre de laver :

- les flancs du tramway;
- les cabines avant et arrière;
- les acrotères et la jupe du tramway.

### **Système de rinçage**

Le système de rinçage est composé de deux arches :

- un rinçage préliminaire (avec de l'eau du réseau);

- un rinçage final (avec de l'eau du réseau traitée).

### **Systeme de recyclage**

L'installation machine à laver est capable de recycler et de réutiliser au moins 50 % d'eau usée lors d'un cycle de lavage.

Le principe du système de recyclage est tout d'abord de récolter les eaux usées suite au lavage du tramway, ensuite de traiter l'eau pour permettre au surplus de se déverser dans le tout à l'égout et enfin de recycler l'eau traitée pour la rendre utilisable dans le prochain cycle de lavage.

Le traitement de l'eau inclut les équipements suivants :

- Bacs de décantation;
- séparateur d'huile.
- Le système de recyclage inclus les équipements suivants :
  - Filtre à sable;
  - Une pompe de désinfection;
  - Une pompe de floculant;
  - Un bac tampon.
- 

### **Armoire de commande**

Composé d'un pupitre de commande électronique pour les fonctions normales et fonctions maintenance.

Ce pupitre est situé dans le local technique dans l'armoire électrique.

### **Performances**

Fréquence de lavage : tous les 2 jours pour chaque rame : possibilité de laver quotidiennement.

Temps de lavage estimé à 4 minutes environ à synchroniser en cohérence avec les performances de la station-service.

## ANNEXE 5 : SPÉCIFICATION EQUIPEMENT TOUR EN FOSSE

Le tour en fosse se situe dans le bâtiment principal, il est associé à un dispositif de positionnement.

### **Fonction**

Le tour en fosse est une machine à contrôle numérique destinée au reprofilage des bandes de roulements des roues.

Les deux roues d'un même essieu doivent être usinées de manière simultanée. Le profil des roues avant et après opérations peut être imprimé et stocké par l'opérateur.

Le dispositif de positionnement permet la mise en place du tramway au-dessus du tour avant l'usinage.

L'équipement est équipé d'un broyeur de copeaux ainsi que de deux bennes de copeaux sur roulettes.

### **Conditions d'utilisation**

Les conditions extrêmes d'opérations sont : 20 h par jour.

Le bruit émis par l'équipement n'excède pas 80 dB (A).

### **Principe**

L'installation tour en fosse comprend :

- tour en fosse;
- dispositif de positionnement;
- un broyeur de copeaux + bennes.

### **Description du Tour en fosse**

Le tour est constitué d'une armature en profil mécano soudés. Le tour est installé dans une fosse. Cet équipement est composé des équipements suivants :

- galets d'entraînement;
- un système de centrage latéral;
- chariot de coupe;
- un système de bridage de caisse;
- une paire de rails amovibles;
- un système de mesure des caractéristiques de la roue;
- un poste de contrôle numérique;
- une imprimante;
- une installation d'évacuation de copeaux;
- un essieu étalon;
- un dispositif de graissage centralisé.

### **Dispositif de positionnement**

L'alimentation du système de traction du tramway est effectuée par l'intermédiaire d'un dispositif de positionnement (prise d'atelier). Le rôle de cette prise d'atelier est de positionner les essieux du tramway à usiner sur le tour. La prise d'atelier installée sur la voie du tour est composé de :

Un chariot frotteur vient collecter ces deux énergies pour alimenter le tramway par l'intermédiaire de deux prises connectées en partie supérieure du tramway. Une passerelle mobile permet l'accès au connecteur du tramway.

### **Installation de traitement des copeaux**

Cette installation permet le découpage et l'évacuation des copeaux générés par le reprofilage des roues tramways. Elle comporte :

- un broyeur :

Son rôle est de collecter les copeaux et de les broyer. Il est composé d'une trémie qui recueille les copeaux. Sur sa partie inférieure se trouve un système porte-lame giratoire qui coupe les copeaux.

- 2 containers :

Le tour est muni de deux containers mobiles collecteurs de copeaux. Ces bennes seront munies de roulettes directionnelles et d'un mécanisme manuel de freinage.

Les containers sont manipulés par le pont roulant situé au-dessus.

### **Performance**

La fréquence de passage au tour en fosse est au maximum de 4 fois par an (fréquence théorique, à ajuster en fonction des conditions d'utilisation du matériel roulant).

La durée d'une opération par train complet est d'une journée (8 essieux) manœuvres comprises.

### **Cycle Opératoire**

Les opérations se dérouleront de cette façon :

- arrivée du tramway à l'entrée du bâtiment ;
- consignation de la caténaire;
- branchement du dispositif de positionnement sur le tramway;
- positionnement du premier bogie sur le tramway;
- bridage de la caisse sur le tour;
- mesure avant usinage des caractéristiques de la roue;
- usinage;
- mesure après usinage des caractéristiques de la roue;
- stockage des informations sur le moniteur de contrôle.

## ANNEXE 6 : SPÉCIFICATION EQUIPEMENT VÉRINS DE LEVAGE

### **ocalisation**

La ligne de levage synchronisée se situe dans le bâtiment principal, elle est associée à la table de transfert pour bogies.

### **Fonction**

L'installation de levage de rame est conçue pour lever une rame de tramway. L'équipement permet l'examen ou l'intervention sous caisse.

La table de dépose-bogie est conçue pour la substitution des bogies ; le rapatriement de ceux-ci en zone de maintenance et le remontage après intervention.

### **Conditions d'utilisation**

La ligne de levage sera utilisée 22 h par jour maximum. Le bruit émis par l'équipement n'excède pas 80 dB (A).

La table dépose bogie est constituée :

- d'un châssis de base, supporté par 4 roues, circulant sur les rails du train;
- d'une plate-forme de levage à commande électromécanique ou électrohydraulique.

L'équipement comprend un automate programmable qui traite les défauts à la montée comme à la descente et une signalisation appropriée sur le coffret électrique.

### **Cycle opératoire**

Les opérations se déroulent de cette façon :

- entrée du tramway sur la voie de levage;
- positionnement manuel et mise en contact de chaque patin de levage avec le tramway;
- levage synchronisé par l'intermédiaire d'un pupitre de contrôle;
- mise en place de la table dépose-bogie sous le tramway;
- déconnexion du bogie et translation de la table jusqu'à l'atelier bogie en bout de voie;
- descente progressive des vérins.

### **Description de la ligne de levage synchronisée**

La ligne de levage se compose de :

- une structure métallique;
- un système vis / écrou;
- chariot et bec de levage;
- un groupe motorisé.

La capacité des vérins est calculée en fonction du diagramme de charge du tramway.

Caractéristiques principales restant à préciser :

- hauteur des vérins;
- largeur;
- longueur;
- poids du vérin;
- besoin en électricité pour chaque vérin.

### **Motorisation**

L'entraînement de la vis est assuré par un ensemble motoréducteur / frein monté sur l'extrémité supérieure de la vis de levage, et fixé sur la plaque supérieure du bâti de colonne.

### **Chariot et bec de levage**

L'ensemble chariot est réalisé en mécano soudé, lié à l'écrou; il entraîne la charge en translation par l'intermédiaire du bec de levage.

### **Manutention**

Les colonnes sont équipées de timons de type transpalette situés en partie arrière, et de roues fixes, en partie avant. Les colonnes sont également munies, en partie supérieure, d'anneaux d'élingage permettant leur manutention à l'aide d'un pont roulant ou d'une grue.

### **Synchronisation et contrôle de mouvement**

Les colonnes seront équipées d'un système d'isonivelage qui assure le contrôle et la correction automatique du déplacement vertical des becs de levage. Ce système permet également de détecter la présence d'obstacles sous le bec, et arrête le mouvement en cas d'anomalie ou de blocage mécanique. Chaque colonne est équipée d'un codeur entraîné par une courroie crantée qui transmettra à l'automate des impulsions correspondant aux mouvements des chariots.

L'automate compare les informations reçues, et corrige les éventuels écarts de hauteur.

### **Description de la table dépose bogie**

Cette table de dépose-bogies est constituée par :

- une table élévatrice à commande électrohydraulique ou mécanique à ciseaux;
- un châssis de base;
- un dispositif de réglage longitudinal et transversal pour le remontage des bogies sur caisse;
- 4 roues en acier épaulées montées sur roulement et paliers auto-aligneurs, destinées à rouler sur la voie ferrée du tramway;
- un plateau permettant la dépose des bogies et leur tenue lors de la translation;
- un système de freinage permettant d'agir de manière mécanique sur les roues;
- une chape de remorquage.

Le matériel électrique comprend un coffret général de commande embarqué à côté d'un groupe électrohydraulique dont les éléments constitutifs sont :

- un sectionneur général à poignée extérieure verrouillable;
- un bouton poussoir de mise en marche;
- un câble souple de longueur utile 20 m pour branchement sur prise murale de l'atelier;
- 1 arrêt d'urgence type coup de poing;
- un bouton poussoir de montée;
- un bouton poussoir de descente;
- un câble souple de longueur utile 6 m relié au coffret général;
- un interrupteur de fin de course, sécurité, position.

### **Performance**

La fréquence de passage au levage est d'environ tous les 2 ans en maintenance préventive et occasionnellement en maintenance corrective.

La dalle supportant les colonnes de levage est renforcée suivant une bande de chaque côté de la voie V3, et ne doit pas excéder 1 % de pente.

## ANNEXE 7 : SPÉCIFICATION VÉHICULE DE MAINTENANCE RAIL-ROUTE

### Localisation

Le véhicule rail route et sa remorque sont remisées dans un espace couvert dans un local spécifique, installé au cœur de la courbe, près du stockage extérieur.

### Fonction

Le véhicule rail route et la remorque rail route servent à la maintenance et au dépannage des tramways. Leur but est de :

- manœuvrer les rames dans les différentes parties du site;
- récupérer un train en panne en tout point de la ligne;
- amener rapidement le matériel et les hommes sur l'intervention à réaliser, même en cas de coupure de la caténaire, en empruntant la voie publique, sur rails, ou sur chaussée;
- transporter et récupérer des éléments de tramways endommagés, ou autres sous-systèmes;
- tracter la remorque rail route;
- éclairer au-dessus d'une zone d'intervention;

La remorque rail route permet d'augmenter la capacité de transport du véhicule rail route. En cas de remorquage, la vitesse est limitée à 20 km/h maxi.

Un tram accidenté pourra être remorqué avec les portes ouvertes, fermées, ou les deux, et pourra avoir une réserve d'énergie de freinage insuffisante ou nulle.