1- Convoi Appitrack.

1- Appitrack machine.

TRAMWAY DE REIMS : SYSTÈME DE TRANSPORT ET UN PROJET D'AMÉNAGEMENT URBAIN

AUTEUR : JEAN-JACQUES RÉMY, DIRECTEUR TECHNIQUE DU PROJET TRAMWAY DE REIMS, BOUYGUES TP

UN PROJET DE TRAMWAY REPRÉSENTE À LA FOIS UNE NOUVELLE OFFRE DE TRANSPORT ET UN PROJET D'INSERTION URBAINE ET D'AMÉNAGEMENT QUI TRANSFORME UNE VILLE. PAR DÉLIBÉRATION DE REIMS MÉTROPOLE EN DATE DU 12 JUILLET 2006, LA SOCIÉTÉ MARS A ÉTÉ DÉSIGNÉE CONCESSIONNAIRE DU PROJET DE TRAMWAY DE REIMS. ELLE SE VOIT AINSI CHARGÉE DE LA CONCEPTION, DU FINANCEMENT, DE LA CONSTRUCTION, DE L'EXPLOITATION ET DE LA MAINTENANCE DE LA PREMIÈRE LIGNE DE TRAMWAY, AINSI QUE DE L'EXPLOITATION DE L'ENSEMBLE DU RÉSEAU DE TRANSPORT URBAIN, BUS ET TRAMWAY PENDANT 30 ANS. LA SOCIÉTÉ MARS A CONFIÉ LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION À UN GROUPEMENT D'ENTREPRISES COMPOSÉ D'ALSTOM TRANSPORT ET DE BOUYGUES À TRAVERS SES FILIALES COLAS ET BOUYGUES CONSTRUCTION, ET L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE À TRANSDEV.

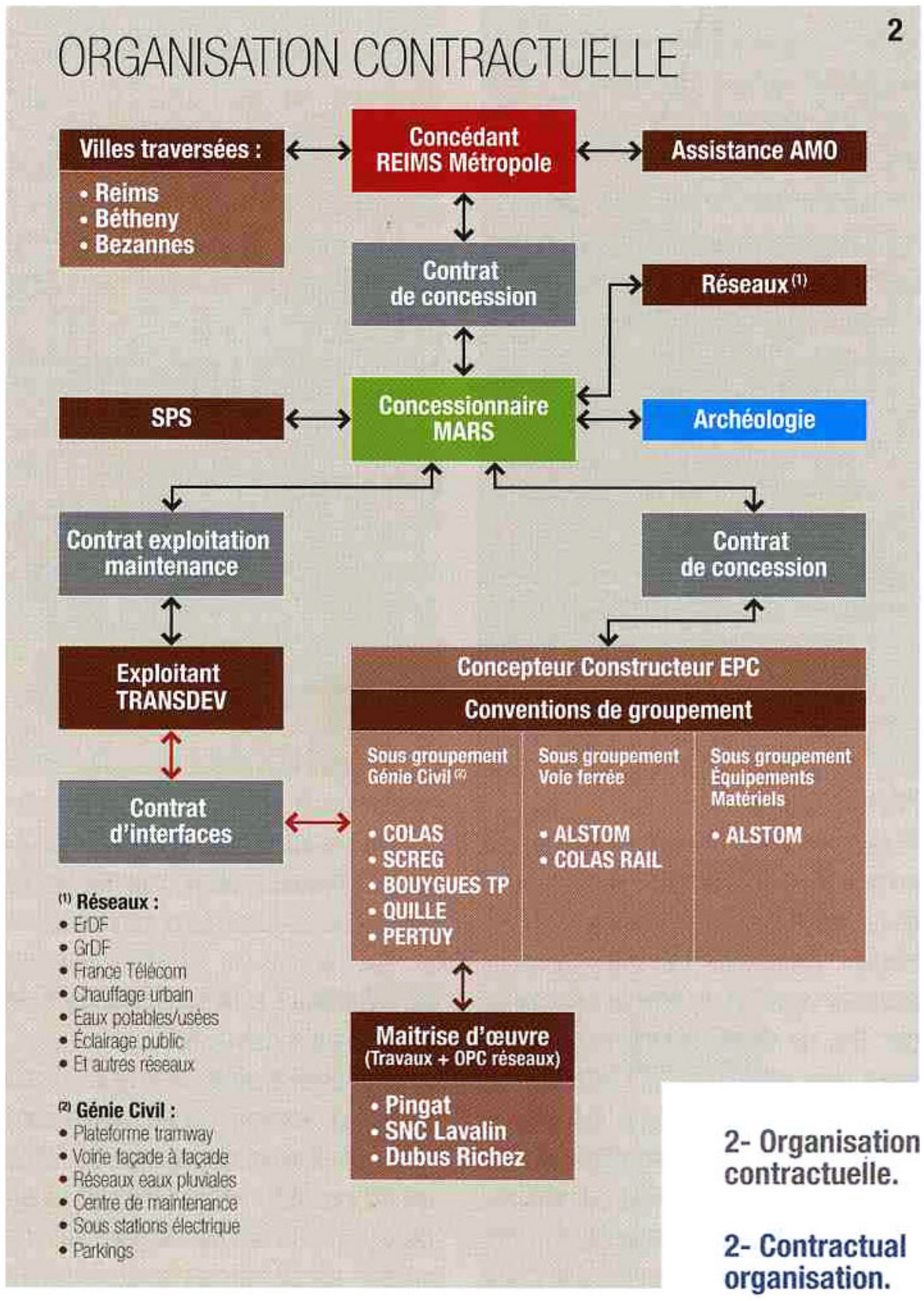
ITINÉRAIRE DE LA LIGNE

Le tracé de la ligne du tramway de l'agglomération rémoise est constitué d'une infrastructure en fourche se traduisant par la mise en place de deux services commerciaux A et B (figure 5). L'ensemble de la ligne construite au sol passe sur des ouvrages d'art existants : les ponts de Laon, Vesle et Franchet-d'Esperey, et le passage souterrain dit du Quick, avenue du Général-Bonaparte. L'ensemble de la ligne est à deux voies, à l'exception de la portion comprise entre le centre de maintenance et la station Bezannes (service B), dont la plate-forme est réalisée pour accueillir deux voies mais sur laquelle une seule est installée dans le cadre du projet.

La portion de ligne correspondant au service A est longue de 9,4 km du terminus de Neufchâtel jusqu'au terminus Hôpital. La partie correspondant au service B partage les mêmes voies que le service A sur 5,1 km, puis est en voie double sur 0,56 km et en voie simple sur 1,15 km. Il y a 23 stations voyageurs, avec possibilité d'en ajouter deux autres dans la ZAC de Bezannes, entre le centre de maintenance et la gare TGV Champagne-Ardenne.

De plus, un embarcadère est envisageable au niveau du stade A. Delaune entre les stations Comédie et Courlancy.

2



2- Organisation contractuelle.

2- Contractual organisation.

Dans tout le centre-ville, de la station Boulingrin à la station Comédie, soit 1,9 km, l'alimentation électrique de la ligne de tramway est assurée par le sol (APS), sans ligne de contact aérienne (LAC). La circulation du tramway s'effectue en site réservé, à l'exception de la rue Docteur Schweitzer et du pont de Vesle. De la place Myron-Herrick à la place Stalingrad, la ligne emprunte une zone piétonne. Les stations de tramway constituent une marque de reconnaissance sur le tracé de la ligne. Le design de ces stations est donc identique.

PÔLES D'ÉCHANGES

L'ensemble du réseau de transport collectif de l'agglomération comporte plusieurs pôles d'échanges entre la ligne de tramway et les différentes lignes de bus.

Le pôle d'échanges de Neufchâtel est situé au terminus nord de la ligne du tramway, à un point de convergence de nombreuses voiries. Trois lignes offrent de bonnes conditions d'échanges avec le tramway, au vu de la proximité des arrêts de bus situés à hauteur de la station tramway Jean Macé, et de même à la station Belges. Le pôle d'échanges Gare Reims Centre est un des plus importants du réseau.

Il est desservi par les services A et B ▷

QUESTIONS À CHRISTIAN MESSELYN, PRÉSIDENT DE MARS

QUEL EST LE MODÈLE DE LA CONCESSION ?

En qualité de maître d'ouvrage, Mars a une obligation de résultat. Nous sommes responsables de l'exécution, à nos risques et périls, de nos engagements, sous le contrôle de Reims Métropole. La concession est globale et inclut, en plus de la ligne de tramway, tous les ouvrages et équipements visant à permettre une bonne insertion urbaine du tramway, ainsi que l'exploitation du réseau de bus depuis le 1er janvier 2008. Nous portons toutes les obligations de maintenance, de renouvellement des biens affectés au service public : continuité, sécurité et qualité, ainsi que les méthodes de mesure sur les pénalités afférentes sont définies contractuellement.

QUELS SONT LES AVANTAGES POUR LA COLLECTIVITÉ DANS LE CHOIX DE LA CONCESSION ?

En confiant à Mars la conception, le financement, la construction et l'exploitation du tramway et du réseau de transports urbains pendant 30 ans, l'agglomération de Reims a transféré sur nous les risques éventuels de dérive des coûts et des délais. Nous portons seul la dette et nous nous sommes engagés sur un montant forfaitaire des investissements et des prestations qui se traduisent par une subvention forfaitaire et définie pour toute la durée du contrat.

QUEL EST LE PARTAGE DES RISQUES DANS LE CADRE DE LA CONCESSION ?

Le contrat que nous avons signé avec Reims Métropole comprend un partage des risques. Le risque archéologique, qui dans une ville comme Reims n'est pas négligeable, a été intégralement porté par Mars. Mars porte également le risque de la fréquentation du réseau de transports urbains pendant la période de construction, ce qui nous impose de maintenir une qualité de service public de haut niveau malgré les travaux. Les risques conjoncturels et politiques, comme par exemple la mise à disposition des terrains ou le niveau d'indemnisation des riverains professionnels pendant la phase travaux, sont portés par l'agglomération.

du tramway (il constitue le terminus du service B), offrant ainsi une fréquence très forte vers l'hyper centre-ville et le sud de l'agglomération. Quatre lignes de bus en passage et cinq lignes en terminus confortent ce pôle. Au-delà de sa fonction urbaine, il est également le lieu d'échanges avec d'autres transports collectifs représentés par le TER, les trains grandes lignes et le réseau des cars départementaux. La station Théâtre reste un pôle majeur de correspondance du réseau de Reims Métropole, desservie par huit lignes de bus et les services de tramway A et B. Quatre lignes permettent un échange de grande qualité avec les services de tramway A et B à la station Comédie. Trois lignes de bus ont un excellent contact sur la ligne du tramway à la station terminus Hôpital (service A). Une ligne dessert notamment la gare TGV Champagne-Ardenne et offre un contact avec le tramway (service B) à la station Bezannes.

PARCS RELAIS

Trois parcs relais (P+R) sont prévus, au nord le P+r Neuchâtel, à l'entrée nord de la ville le P+r Laon, et au sud le P+r Hôpital. Ces parcs de stationnement ont pour vocation de drainer une partie des flux de déplacement, essentiellement ceux originaires de l'extérieur de l'agglomération, vers la ligne de tramway, participant ainsi au désengorgement de la circulation en centre-ville. La politique de stationnement représente en effet un des principaux leviers dans le choix du mode de transport. C'est un enjeu prioritaire dans le plan de déplacements urbains (PDU) de l'agglomération rémoise. Un découpage préalable permet de sectoriser les flux de circulation les plus importants et d'affecter les parkings selon ce zonage. Le parti pris est de raisonner en bassins versants dont la convergence naturelle, via le réseau routier et autoroutier, incite les automobilistes à entrer dans le parc relais. Les secteurs Nord, Nord-Est et Ouest drainent l'ensemble des voies de circulation (A26, N31, N44, A26, D966, D74, D151 et A34) vers les parcs relais Neufchâtel et Laon. Les secteurs Sud-Est et Sud conduiront vers le parc relais Hôpital par la N44, l'A4 et la N51.

ARRÊTS DE BUS

L'accessibilité à tous, notamment aux personnes à mobilité réduite, se traduit par une amélioration des quais des arrêts de bus : hauteur de 19 cm pour les quais, longueur de 14 m pour une ligne desservie par des bus standards et de 18 m pour une ligne desservie par des articulés, configurés le plus possible en alignement de chaussée et complétés par des repères au sol permettant aux voyageurs non voyants ou malvoyants et en fauteuil roulant de repérer leur zone d'attente réservée. Les caractéristiques des abris voyageurs bus sont identiques à celles des abris tram dans l'emprise du projet.
Les flux voyageurs déterminent la longueur des abribus, qui varie de 4 à 8 m. La borne information voyageurs (BIV) peut être positionnée sous l'abri ou à l'extérieur, en drapeau sur un mât. Le caisson publicitaire double face est fixé sur poteau.

VOIE FERRÉE

Il s'agit d'une voie classique équipée de rails à gorge de type 41GP R13 installés verticalement à l'écartement standard de 1,435 m, et dont les ancrages sont bloqués dans le béton. La voie est posée sans dévers sur voirie. La voie ferrée est conçue pour atténuer les vibrations générées par le passage du tramway. La voie standard (dite type 0) est équipée de semelles caoutchouc de 9 mm intercalées entre le rail et son assise.
Ce type de voie est installé partout où les habitations sont situées à plus de 12 m de l'axe des voies.
La voie antivibratile (dite type 1) est équipée de semelles antivibratiles sensiblement plus souples que les semelles caoutchouc. Elle est installée dans les zones où les habitations sont situées entre 7 et 12 m des voies, comme c'est le cas dans l'avenue de Laon. La voie sur dalle flottante (dite type 2) isole totalement la voie de l'environnement par l'utilisation d'un tapis résilient sous et autour de la dalle de béton de voie (photo 6). Elle est installée dans les zones où les habitations sont les plus proches de la voie (moins de 7 m de l'axe des voies), comme c'est le cas dans les rues Thiers ou de Vesle.
Les voies de franchissement des ponts sont collées sur l'ouvrage pour apporter une surcharge la plus faible possible et ne pas interférer avec les structures de l'ouvrage. Dans les courbes de la ligne les plus serrées (rayon de courbure inférieur à 80 m), les rails sont particulièrement sollicités et font donc l'objet d'un traitement spécifique anti-usure (par augmentation de la dureté de la surface d'usure du rail) et anticrissement (par amélioration de l'état de surface et du contact rail-roue). Les rails servant au retour du courant de traction, le circuit est isolé électriquement de l'environnement par des mousses adaptées et par des capots au niveau des systèmes d'attache. Pour diminuer la résistance du circuit constitué par les rails, ceux-ci sont reliés entre eux tous les 150 m, et les voies entre elles tous les 300 m par un câble cuivre de 120 mm². Dans les zones de manœuvres fréquentes, les aiguillages sont télécommandés par les conducteurs des véhicules. Pour assurer un fonctionnement optimal dans les conditions hivernales, ces aiguillages sont réchauffés par des câbles électriques chauffants. Les voies de remisage des tramways au centre de maintenance sont posées sur ballast et utilisent du rail Vignole de type U50.

ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

La ligne du tramway est équipée de sept sous-stations électriques de 900 kW chacune, réparties sur l'ensemble du tracé : deux dans les stations terminales Neufchâtel et Hôpital, quatre en ligne (une sur les actuels garages municipaux de l'avenue de Laon, une cours J.-B.-Langlet, une avenue du Général-de-Gaulle, une à proximité de la station Campus) et une au centre de maintenance. Deux de ces sous-stations sont intégrées à des locaux techniques (stations terminales Neufchâtel et Hôpital), trois sont indépendantes et en superstructure, deux sont enterrées (actuels garages municipaux de l'avenue de Laon et cours Langlet). Les sous-stations assurent la transformation de l'énergie alternative en énergie continue ainsi que la distribution en toute sécurité.

QUESTIONS À ADELINE HAZAN, MAIRE DE REIMS ET PRÉSIDENTE DE REIMS MÉTROPOLE

QUE VA SELON VOUS APPORTER LE TRAMWAY À L'AGGLOMÉRATION RÉMOISE ?

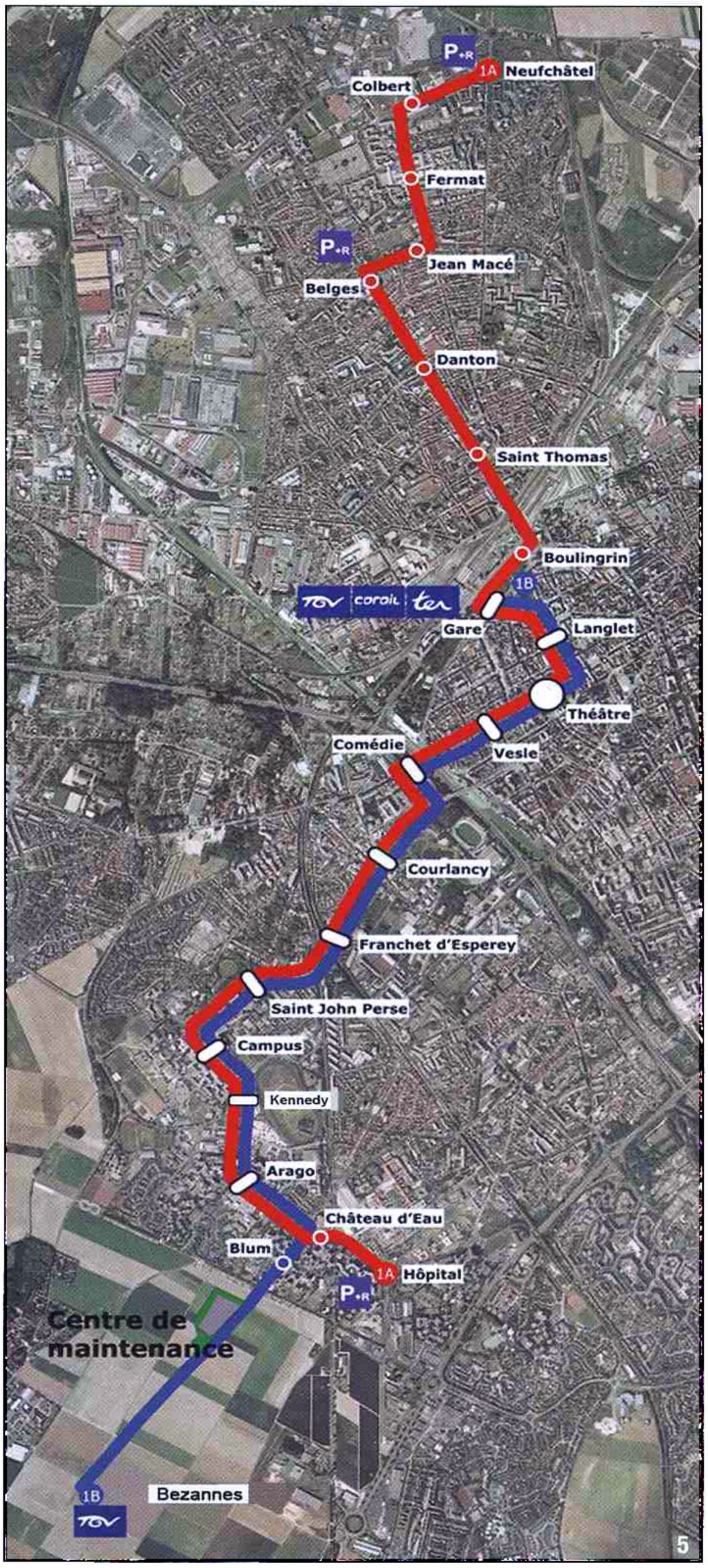
La création de la ligne de tramway et la réorganisation du réseau de bus qui l'accompagne vont améliorer très sensiblement la qualité des dessertes en transports collectifs. Notre agglomération bénéficiera d'une offre de transport moderne et attractive, favorisant l'intermodalité, modérant la place de la voiture dans la ville. Avec le tramway, l'agglomération se renouvelle, les espaces urbains s'embellissent, le dynamisme de notre territoire s'accentue, le lien social se développe. Autour de son projet de tramway, Reims Métropole prend résolument la voie du développement durable.

QUELS LIENS AVEC LE PROGRAMME DE RENOUVELLEMENT URBAIN ?

Avec plus de 40 % de logements sociaux sur son territoire, la Ville de Reims détient un record national. L'ambitieux programme de renouvellement urbain – il s'agit de 470 millions d'euros consacrés à la rénovation urbaine – doit permettre de garantir de meilleures conditions de vie. Trois des quatre quartiers concernés par le renouvellement urbain sont directement reliés par ce projet structurant de transport.
Il va participer pleinement au décloisonnement de ces quartiers, assurer une plus grande mobilité de ses habitants et mieux les relier aux services et aux pôles d'emplois.

COMMENT S'INSCRIT LE TRAMWAY DANS VOS RÉFLEXIONS À PLUS LONG TERME ?

La démarche ambitieuse entreprise sous l'égide de Reims 2020 nous a permis de bénéficier des constats et propositions de trois équipes pluridisciplinaires menées par trois grands prix de l'urbanisme, Bruno Fortier, Christian Devillers et Philippe Panerai. Il s'agit de choisir dans quel type de métropole nous voulons collectivement vivre dans les dix années à venir. Certes, la qualité des logements, des espaces publics, du lien social sont quelques-uns des critères qui fondent le « mieux vivre » ensemble. Mais l'accessibilité à la ville, les mobilités durables sont au cœur des problématiques. Chacun est aujourd'hui persuadé que l'objectif doit être de diminuer l'impact de nos déplacements sur l'environnement, sans réduire notre droit à la mobilité. Il est trop tôt pour déterminer quels seront les axes de développement futurs de nos transports collectifs. Mais les experts s'accordent à penser que l'avenir de notre agglomération passera par le développement de l'intermodalité, repensé à l'échelle d'un territoire qui ira au-delà des frontières de notre agglomération, et ce en vue de constituer une métropole multipolaire.



5- Tracé de la ligne du tramway.

5- Tramway line layout.

LIGNE AÉRIENNE DE CONTACT (LAC)

Hors des accrochages en façade, privilégiés quand c'est possible, les supports sont des poteaux cylindro-coniques peints de dimension homogène (340/200 mm), ainsi que des consoles horizontales. Les poteaux d'arrêt de tir sont de section en H capotée pour dissimuler les appareils tendeurs.
Les câbles d'alimentation aux points d'injection sont dissimulés dans les poteaux et les consoles.

ALIMENTATION PAR LE SOL (APS)

Le système d'alimentation par le sol, installé entre les stations Boulingrin et Comédie, permet de supprimer la LAC et de la remplacer par un système d'alimentation continu au niveau du sol, au moyen d'un rail entièrement intégré au centre de chacune des voies ferrées (photo 7). Deux frotteurs situés sous le bogie central permettent l'alimentation du véhicule en électricité.
Ce système est compatible avec tous les types de revêtement de plate-forme et peut s'intégrer dans tout type de zone urbaine. Ce système d'APS permet au matériel roulant de réaliser les mêmes performances (accélérations, freinage, vitesse commerciale) qu'en solution traditionnelle. ▷

6

7

Il présente en outre les mêmes caractéristiques d'exploitation qu'une LAC, comme le démarrage des véhicules en tout point de la ligne, la disponibilité totale et sans limitation de l'énergie nécessaire au fonctionnement des rames en toute situation, la possibilité de retournement des véhicules et la compatibilité du système avec toute la ligne de tramway, y compris en des points particuliers comme des croisements et aiguillages.

Pour limiter la zone mise sous tension et assurer ainsi la sécurité des personnes sur la plate-forme, le rail d'alimentation est segmenté comme indiqué dans la figure 8. Hors présence du véhicule, les segments sont mis hors tension. Dans son état par défaut, le rail d'alimentation est donc inerte et ne présente aucun risque électrique pour le public ou les autres véhicules.

Seuls les segments situés sous l'emprise au sol du véhicule peuvent être mis sous tension pour assurer la traction. Dans ce cas, les parties conductrices au sol sont enfermées dans un volume protégé par le véhicule, et sont donc inaccessibles. Les parties conductrices du rail d'alimentation sont séparées par des zones isolantes. Chaque segment, séparé de ses voisins par une zone électriquement isolée, est utilisé alternativement pour l'amenée de courant en fonction de la position instantanée du véhicule. L'ensemble de ce dispositif encastré dans le sol, affleurant la plate-forme, ne présente aucune émergence. Il permet de ramener l'encombrement d'un système tramway à son gabarit standard et de libérer la voie publique de l'ensemble des obstacles aériens. Le principe d'alimentation en énergie d'un véhicule est illustré par la figure 8.

COMMUNICATIONS PHONIQUES

La radio permet d'assurer l'acheminement des communications phoniques ainsi que les transmissions de données entre les équipements des différents utilisateurs (poste de contrôle et de commande ou PCC, tramways, bus, véhicules de service, BIV aux stations tramway et à certains arrêts de bus). Cette radio peut assurer des échanges vocaux mais aussi des échanges de données permettant d'afficher de l'information à bord de tous les véhicules.

ÉQUIPEMENTS EN STATION

Chaque station tramway est équipée de deux distributeurs de titres acceptant les cartes de paiement, d'un afficheur dynamique donnant des informations sur les temps d'attente (pour chacun des deux services dans la portion commune), de caméras de surveillance, de haut-parleurs et d'un interphone avec le PCC utilisable en cas d'incident.

De la même façon, les principaux arrêts de bus sont dotés d'un afficheur donnant le temps d'attente des prochains passages de bus, placé sous l'abribus ou sur un poteau.

RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATION

L'ensemble des installations techniques de la ligne est relié par un réseau de télécommunication multiservice permettant d'acheminer la téléphonie, la vidéo, l'interphonie, les annonces sonores, la billettique, le système d'information voyageurs du tramway et la surveillance des installations techniques jusqu'au PCC. Au niveau du centre de maintenance, des connexions particulières au réseau de fibres optiques de la ville de Reims (Jupiter) permettent la réception des informations d'exploitation sur un poste déporté géré par Reims Métropole et la mise en place d'un module déporté du PC Rémi.

ÉQUIPEMENTS BILLETTIQUES

La technologie offerte par le système billettique est de type sans contact.

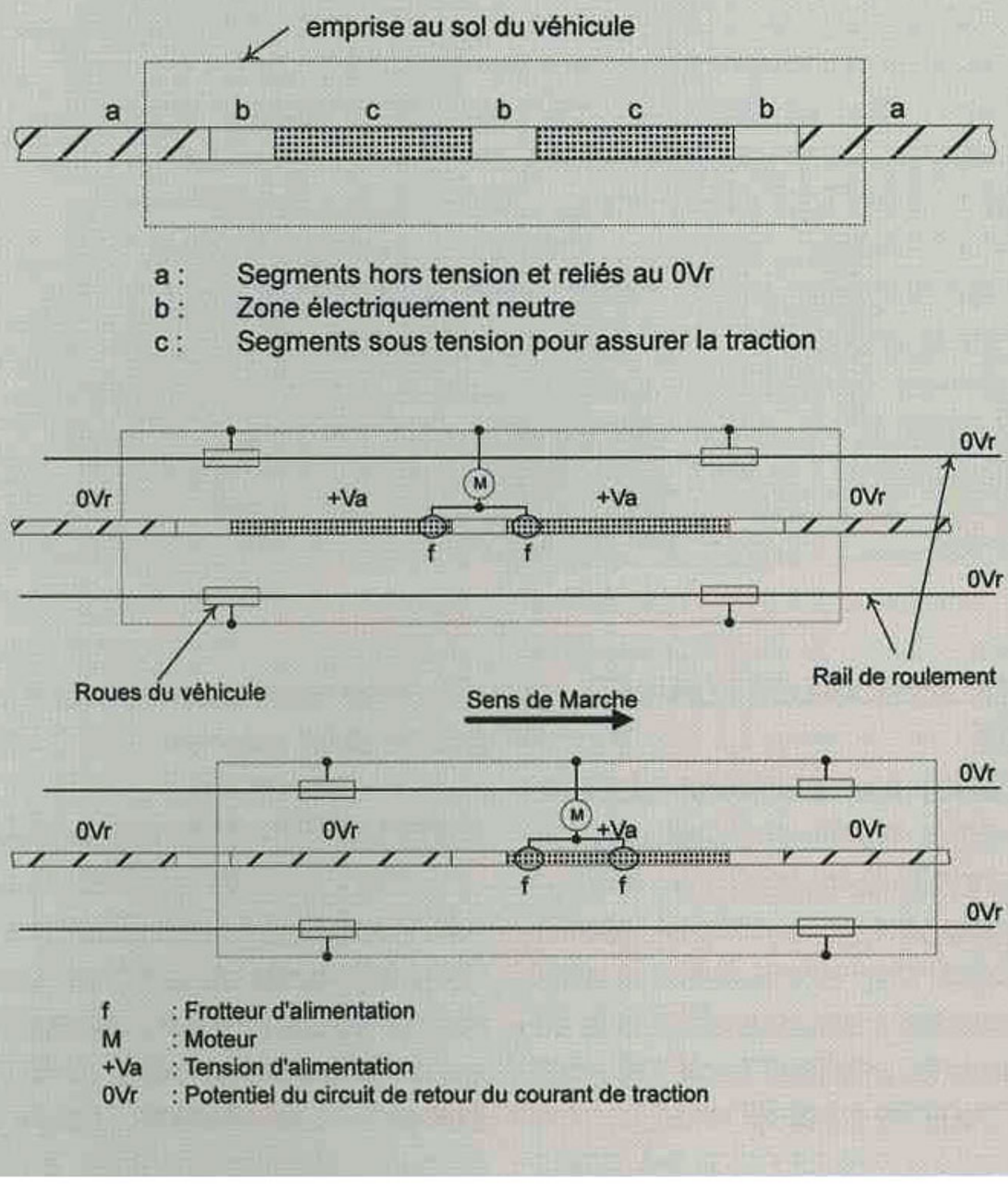
Elle est commune à l'ensemble du réseau de transport de l'agglomération, et les titres distribués permettent également l'accès aux parcs relais. Outre les distributeurs installés en station tramway, plusieurs points de vente répartis sur l'ensemble de l'agglomération permettent de se procurer des titres de transport. Les rames de tramway sont équipées de dix valideurs, et deux valideurs sont présents dans chaque bus.

SIGNALISATION FERROVIAIRE

Le rôle de la signalisation ferroviaire, et plus spécifiquement du système d'enclenchement de la signalisation du tramway, est de permettre la gestion en

8

PRINCIPE D'ALIMENTATION DU SYSTÈME APS



9

10

6- Réalisation de la dalle sous tapis antivibratile.

7- Installation du rail APS.

8- Principe d'alimentation du système APS.

9- Centre de maintenance vu côté maintenance.

10- Centre de maintenance vu côté exploitation.

6- Execution of the slab under an anti-vibration mat.

7- Installation of ground-level power supply (APS) rail.

8- Schematic of ground-level power supply (APS) system.

9- Maintenance centre viewed from the maintenance side.

10- Maintenance centre viewed from the operating side.

sécurité de la commande des appareils de voie et des signaux afin d'assurer les manœuvres des tramways sur les zones d'aiguilles, qu'elles soient situées en ligne ou au centre de maintenance. Les installations de signalisation ferroviaire sur ces zones de manœuvre comprennent :

- → Un dispositif à bord des tramways permettant la commande des demandes d'itinéraires ;
- → Une logique de traitement (commande et destruction d'itinéraire) ;
- → Des signaux d'autorisation des itinéraires ;
- → Des dispositifs de détection des tramways par compteurs d'essieux en ligne ;
- → Des dispositifs de commande et de contrôle des appareils de voie ;
- → Un dispositif de commande local d'itinéraire.

Des locaux de signalisation pour ces équipements sont prévus à proximité des stations Neufchâtel, Gare et Hôpital, et au centre de maintenance.

En dehors des zones de manœuvre, aucune signalisation ne fournit d'information au conducteur sur l'état d'occupation de la voie. La sécurité des circulations dépend uniquement de la vigilance des conducteurs de tramway et de l'application des consignes d'exploitation. Le conducteur adapte la vitesse du tramway en tenant compte de la partie de voie libre en vue, de manière à pouvoir s'arrêter devant tout obstacle et à maintenir en toute circonstance une distance minimale avec le tramway qui le précède.

CAMÉRAS DE SURVEILLANCE

Le système vidéo assure la capture des différentes images des points importants pour l'exploitation de la ligne de tramway, des parcs relais et du centre de maintenance. L'orientation des caméras et la définition de leur champ de vision se limite à l'espace de transport et respecte la législation en vigueur sur la surveillance vidéo des zones publiques.

En station, l'utilisation de l'interphone déclenche la visualisation de l'image associée au PCC.

SIGNALISATION LUMINEUSE DU TRAFIC

Un système de détection est installé aux carrefours à feux pour donner la priorité absolue au passage des tramways et améliorer ainsi leur vitesse commerciale. La signalisation routière existante à Reims est gérée par le système Remi, qui est adapté pour prendre en compte le tramway. Pour gérer le passage aux carrefours, des capteurs de présence détectent suffisamment tôt l'arrivée d'un tramway. Le calculateur central (PC Remi) modifie alors les séquences d'allumage des feux afin de donner la priorité absolue au tramway pour éviter de le ralentir. Contrairement à d'autres réseaux français, les traversées des cinq carrefours giratoires par le tramway sont protégées par des feux tricolores et non par des feux clignotants rouges (R24), qui risqueraient d'être mal interprétés par les automobilistes.

CENTRE DE MAINTENANCE

Il est situé au sud de la ligne, dans la ZAC de Bezannes.

Le site est dimensionné en fonction de son exploitation à long terme : il répond aux besoins de 40 rames de 44 m (Citadis 402).

L'ensemble des équipements électromécaniques du dépôt et de l'atelier est prévu pour recevoir à terme cette flotte. Un parc voitures de quelque 100 places et un garage à vélos et motos sont situés à l'est de l'atelier.

Le centre de maintenance a été conçu pour simplifier les différentes zones de manœuvre, réduire les risques de perturbation en cas de dysfonctionnement des équipements (aiguillages, moteurs, signalisation ferroviaire) et dissocier les zones principales d'entrée et de sortie. Une sortie permet de rejoindre directement la ligne depuis le remisage.

Celle-ci permet également d'effectuer des retraits de rames en ligne directement vers l'atelier. La zone de remisage se compose de trois voies de stockage. Pour réduire l'impact d'une rame en panne sur une voie de remisage, on a ajouté une quatrième voie, traversante, qui servira également de voie de test en journée. L'atelier de maintenance, la station service et la station de lavage des tramways sont regroupés en un unique bâtiment (photo 9). ▷

CARACTÉRISTIQUES DES QUAIS

LONGUEUR :
40 m, compatible avec le Citadis 402, version allongée du Citadis 302, véhicule retenu à la mise en service

LARGEUR :
3,10 m (cas général), 2,80 m pour les insertions difficiles et de 4 à 4,50 m pour les stations à quais centraux

ÉLÉVATION AU-DESSUS DU PLAN DE ROULEMENT DES RAILS :
29,5 cm

PENTE MAXIMUM DES RAMPES :
Inférieure à 5 %, soit des rampes de 4 à 9 m selon les nivellements rencontrés

11

12

11- Mise en oeuvre de la terre végétale.

12- Trémie routière.

13 & 14- Citadis 302 : véhicule retenu pour la ligne de tramway.

11- Placing top soil.

12- Road underpass.

13 & 14- Citadis 302: The chosen vehicle for the tramway.

L'ensemble « station service + station de lavage » fait 92 m de long pour accueillir deux rames de 44 m.
D'une longueur de 60 m, la station service permet d'accueillir une rame de 44 m afin de réaliser, entre autres, les activités de mise à niveau du sable, de la graisse des graisseurs de boudin et du lave-glace. La station de lavage traversante, dont la capacité répond à la future charge maximale, permet d'effectuer le nettoyage extérieur des rames au défilé. Les surfaces extérieures sont nettoyées grâce à des brosses rotatives. Le système est également équipé de brosses mobiles afin d'effectuer le nettoyage-brossage des toitures des rames en toute sécurité. Le bâtiment est prévu pour stocker les consommables nécessaires à cette activité. Un silo de sable, ravitaillé par camion, est également intégré à proximité. En plus de la voie dédiée à la station service-station de lavage, la partie atelier de maintenance de l'atelier dépôt est équipé de :
→ Deux voies sur pilotis avec passerelles sécurisées (autorisation d'accès à la passerelle si la ligne aérienne de contact est hors-tension) permettant d'accéder aux équipements de toiture. Elles sont chacune équipées de ponts roulants indépendants 1 t ;
→ Une voie de plain-pied équipée de colonnes de levage ;
→ Une voie de plain-pied libre ;
→ Une voie équipée d'un tour en fosse ;
→ Ateliers spécialisés équipés des outillages nécessaires pour effectuer des opérations sur des organes démontés (atelier bogies, réparation baies et portes, mécanique et électrique-électronique) ;
→ Un magasin muni du stock de pièces nécessaires pour assurer la maintenance du matériel roulant.

LOCAUX D'EXPLOITATION

Le centre de maintenance renferme à la fois les aires de stockage des rames (dépôt), les ateliers dédiés à leur entretien (atelier), et les locaux d'exploitation de l'ensemble du réseau tramway et bus (photo 10). Dans ces locaux sont regroupées les différentes activités relatives à l'exploitation et à la maintenance de la ligne de tramway :
→ Bureaux de la direction et de l'administration de l'exploitation ;
→ Locaux opérationnels de l'exploitation de la ligne : local prise de service, local PCC. C'est depuis le PCC que sont pilotées toutes les activités du réseau de bus et de la ligne de tramway. Le PCC gère l'exploitation au quotidien ;
→ Locaux de la maintenance des tramways et des infrastructures : vestiaires, bureaux de la direction et de l'administration. La maintenance vise à garantir un matériel roulant et une infrastructure fiable et disponible.

PARTI ARCHITECTURAL

Le projet du tramway de l'agglomération rémoise est non seulement l'insertion du tramway dans son milieu récepteur, mais aussi un aménagement de façade à façade sur l'ensemble du tracé du tramway pour restituer les fonctionnalités. Le site propre du tramway reçoit un traitement particulier conçu pour permettre à l'usager de le distinguer du reste de l'espace public.
Cet aménagement comprend, entre autres, les éléments suivants :
→ Une délimitation nette et sécuritaire des zones d'usages différents (trottoir, chaussée, zone mixte tramway-voitures, zone mixte piétons-vélos, passage piétons aux carrefours) ;
→ Une utilisation de matériaux nobles et une gamme de couleurs propres à la région ;
→ Une homogénéisation et une optimisation des matériaux sur l'ensemble du tracé ;
→ Un traitement particulier du centre-ville de Reims ;
→ Un traitement recherché des zones hors centre-ville ;
→ Un traitement spécifique pour les secteurs particuliers comme la place des Belges, la place Saint-Thomas, la place de la République, la place de la Gare, la place Jules-Lobet, la place Myron-Herrick, la place Stalingrad et la place Colin ;
→ Un mobilier urbain de qualité et homogène sur l'ensemble de la ligne ;
→ Des stations de tramway fonctionnelles et esthétiques ;
→ Une attention particulière aux espaces verts et plantations.

DIFFÉRENTS TYPES DE REVÊTEMENTS

Les revêtements de la plate-forme circulée par le tramway sont constitués :
→ Majoritairement de gazon (photo 11), soit sur environ 60 % du tracé (rue Laberte, boulevard des Belges, Hautes-Promenades, rue Thiers, cours Langlet et partie sud de la ligne à partir de la chaussée Bocquaine) ;
→ De béton désactivé lorsque la plate-forme est accessible (avenue de Laon essentiellement) ou en zone piétonne circulée (rue de Vesle), ou de pavés (place Myron-Herrick) ;
→ De béton couleur noire en carrefour, dans la continuité du revêtement de la voirie ;
→ D'enrobés lorsque la plate-forme est mixte, c'est-à-dire circulée à la fois par le tramway et les voitures (rue Schweitzer essentiellement).
Les revêtements de la voirie sont constitués :
→ Majoritaire d'enrobés. Il est parfois percolé (renforcé avec des résines) dans les zones très sollicitées (arrêts de bus) ;
→ De béton dans les zones réservées à la circulation des bus en centre-ville (pôle bus à proximité de la gare) ;
→ De pavés granit sur le cours Langlet et sur le parvis de la gare.
Les revêtements des espaces réservés aux modes doux sont constitués majoritairement d'enrobé, de dalles béton sur l'avenue de Laon, de béton désactivé dans les quartiers Orgeval et Campus, et de dalle granit en centre-ville (parvis de la gare, autour du square Colbert, sur la place Myron-Herrick, le cours Langlet et la rue de Vesle).

13

ARACTÉRISTIQUES DU CITADIS 302

Puissance, accélérations et décélérations	
Puissance des moteurs	120 kW
Accélération moyenne de 0 à 40 km/h	1,10 m/s²
Accélération moyenne de 0 à 70 km/h	0,70 m/s²
Accélération résiduelle à 70 km/h	0,27 m/s²
Freinage de service (1)	1,5 m/s²
Freinage d'urgence (1)	3 m/s²
Freinage de secours (1)	1,7 m/s²

(1) Dans les conditions suivantes : vitesse initiale de 70 km/h, rail mi-usé, en alignement droit, tous freins en service et à charge maximale (6 personnes par m²).

Performance / rampe	Rampe 3 %	Rampe 6 %	Rampe 8 %
Accélération maximale	0,91 m/s²	0,63 m/s²	0,44 m/s²
Vitesse maximale	65 km/h	50 km/h	45 km/h

Capacité du Citadis 302 de largeur 2400	Charge normale (4 personnes/m²)		Charge maximale (6 personnes/m²)
	État des sièges à assise abattable		
	Assises relevées	Assises abaissées	Assises relevées
Voyageurs assis	48	56	48
Voyageurs debouts	156	148	235
Total voyageurs/véhicule	204	204	283
Taux de confort en CN	23,5 %	27,5 %	

Les revêtements des quais de station et des pôles d'échanges sont constitués de grandes dalles béton sur la totalité de la ligne.

STATIONS VOYAGEURS

Les quais sont accessibles par des cheminements conformes aux normes concernant l'accessibilité des personnes à mobilité réduite en vigueur, réclamant des rampes à leurs extrémités : deux en général, une seule si la configuration des lieux ne le permet pas. Outre celles-ci, une contremarche est aménagée à l'arrière afin de faciliter le passage du quai au trottoir lorsque la configuration des lieux ne l'interdit pas. Cette contremarche est aussi utilisée comme bordure chasse-roue lorsqu'une voirie longe la station. L'ensemble des éléments du quai et des rampes est calepiné sur la base du mètre.

Le quai est structuré autour de deux bordures : le nez de quai et la bordure arrière de quai. Le nez de quai est une large bordure massive en pierre granit contrasté de 50 cm de large. La bordure arrière est une bordure en béton préfabriquée imitation pierre de 25 cm de large. Afin de faciliter la mise en œuvre et surtout la maintenance des équipements de la station, une bande technique longitudinale est installée en limite de bordure arrière. La bande technique de 55 cm est recouverte de dalles béton de petit format qui se fondent avec la bordure arrière et les dalles du quai. Une bande podotactile de 42 cm incluse dans une dalle est située le long de la bordure nez de quai. Cette bordure est en béton préfabriqué. Toutes les dalles sont en béton préfabriqué respectant les normes de glissance et dérapage P98-335.

ÉCLAIRAGE PUBLIC ET MOBILIER URBAIN

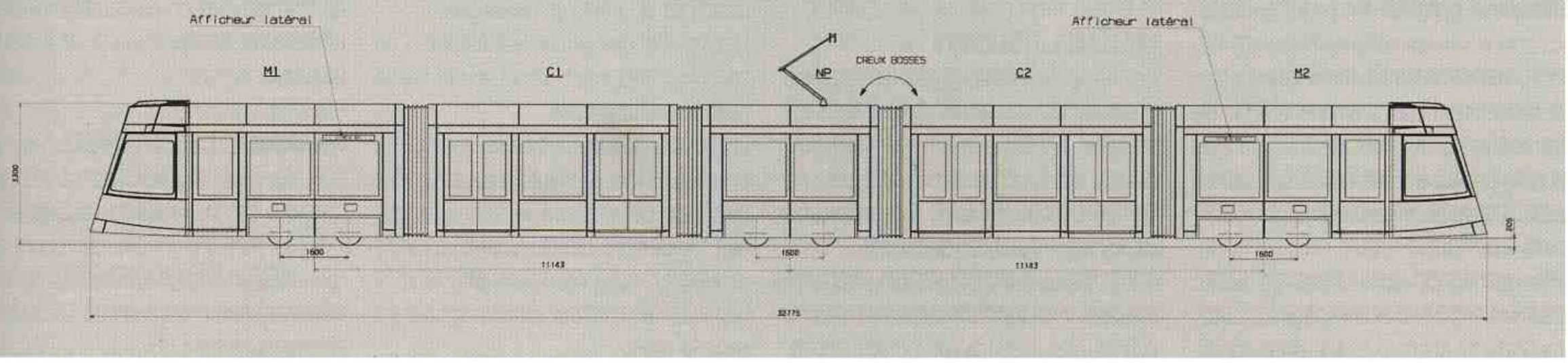
L'ensemble des équipements d'éclairage public est de classe 2. Néanmoins, un câble de terre est mis en place le long de l'éclairage public et raccordé sur les mâts et les armoires par mesure de sécurité, pour pouvoir à l'avenir remplacer une lanterne de classe 2 par une classe 1. La consommation électrique du nouveau réseau d'éclairage public sera moins importante qu'elle l'est actuellement, grâce à l'emploi de lampes de type Cosmowhite ou équivalent et de ballast électroniques. L'implantation et les modes d'accrochage des appareils lumineux sont des mâts et candélabres ou mâts LAC, des crosses et lanternes, des luminaires ou lanternes posés en façade. L'accrochage des lanternes sur les poteaux LAC est privilégié toutes les fois où c'est possible. La ville de Reims possède un mobilier existant récent et un plus ancien. Ce mobilier est pris en compte dans les choix du concessionnaire. Afin d'éviter de renouveler entièrement le mobilier existant, une sélection est faite sur le mobilier de qualité. Pour permettre une meilleure adaptation avec le nouveau mobilier de ligne, une homogénéisation est réalisée par le choix d'une couleur et d'un traitement similaire, ou proche si la similarité n'est pas possible. Le mobilier urbain est constitué de bancs, poubelles, potelets fixes, potelets amovibles, appuis vélo, barrières et barrières lisses basses.

OUVRAGES D'ART EXISTANTS

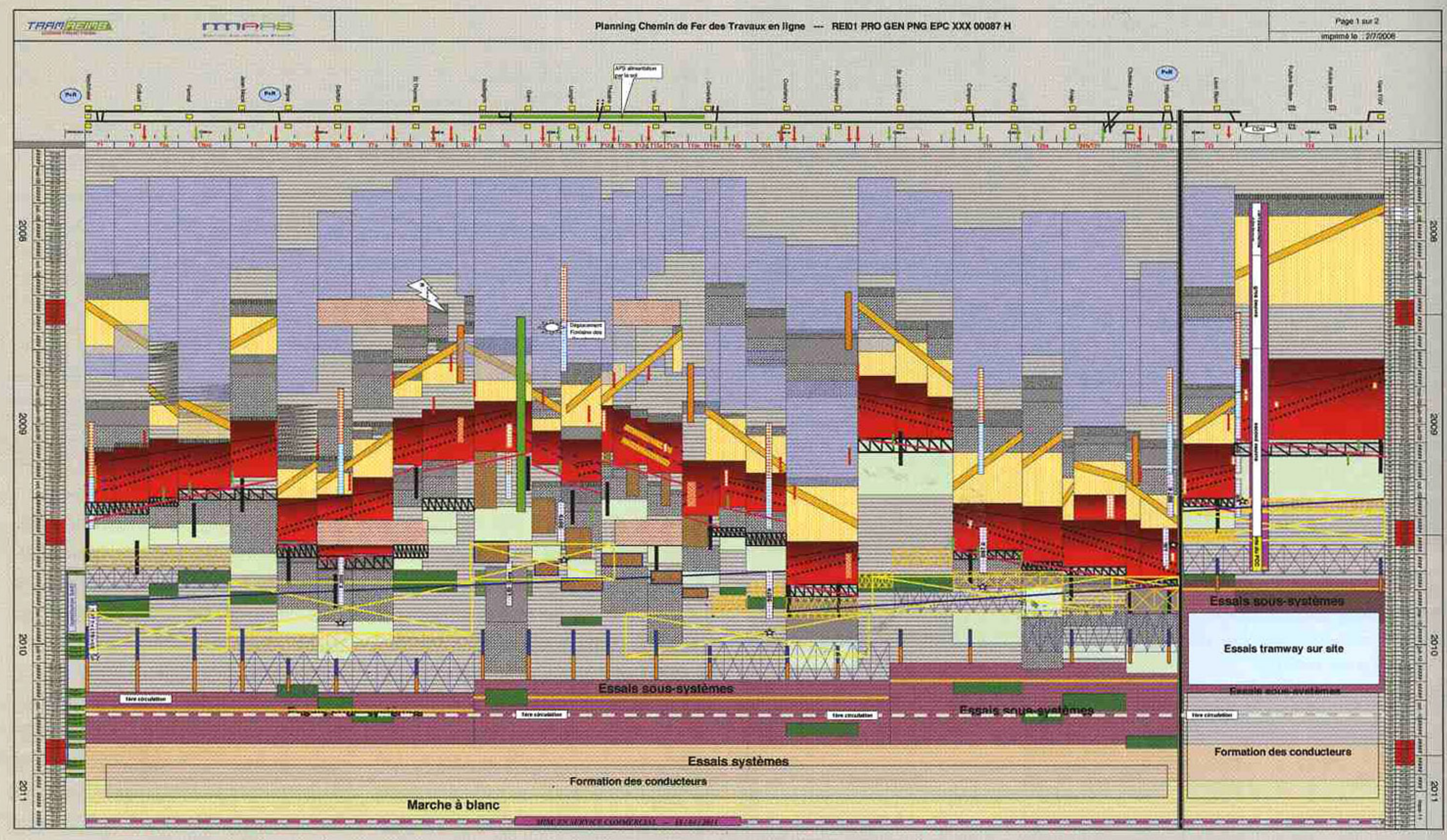
Les ouvrages existants franchis par le tramway (ponts de Laon, de Vesle et de Franchet-d'Esperey) sont aptes à recevoir les nouvelles charges apportées par le projet sans renforcement structurel. Ils seront néanmoins l'objet des travaux suivants, nécessités par le nouvel aménagement de surface : décapage de la structure de chaussée existante, remise en état de la surface du tablier, mise en œuvre d'une étanchéité, remplacement des joints de chaussée. Le boulevard Joffre est enterré devant la gare de Reims pour dégager l'esplanade devant le square Colbert. Le passage souterrain créé ▷

CITADIS 302 : VÉHICULE RETENU POUR LA LIGNE DE TRAMWAY

14



PLANNING DES TRAVAUX



sur 150 m de longueur (hors rampes) autorise deux voies de circulation dans chaque sens, pour un gabarit de 4,80 m de hauteur. La trémie routière est dotée d'une bâche de stockage des eaux de ruissellement et d'une station de relevage des eaux (photo 12).
Au niveau du pont de Vesle, un escalier et un ascenseur sont construits pour assurer un accès direct aux bords du canal depuis le niveau du pont. Enfin, pour permettre l'élargissement de la voirie nécessité par l'insertion de la plate-forme du tramway, le passage dit du Quick est allongé, et la rampe et l'escalier d'accès sont entièrement repris.

PISTES CYCLABLES

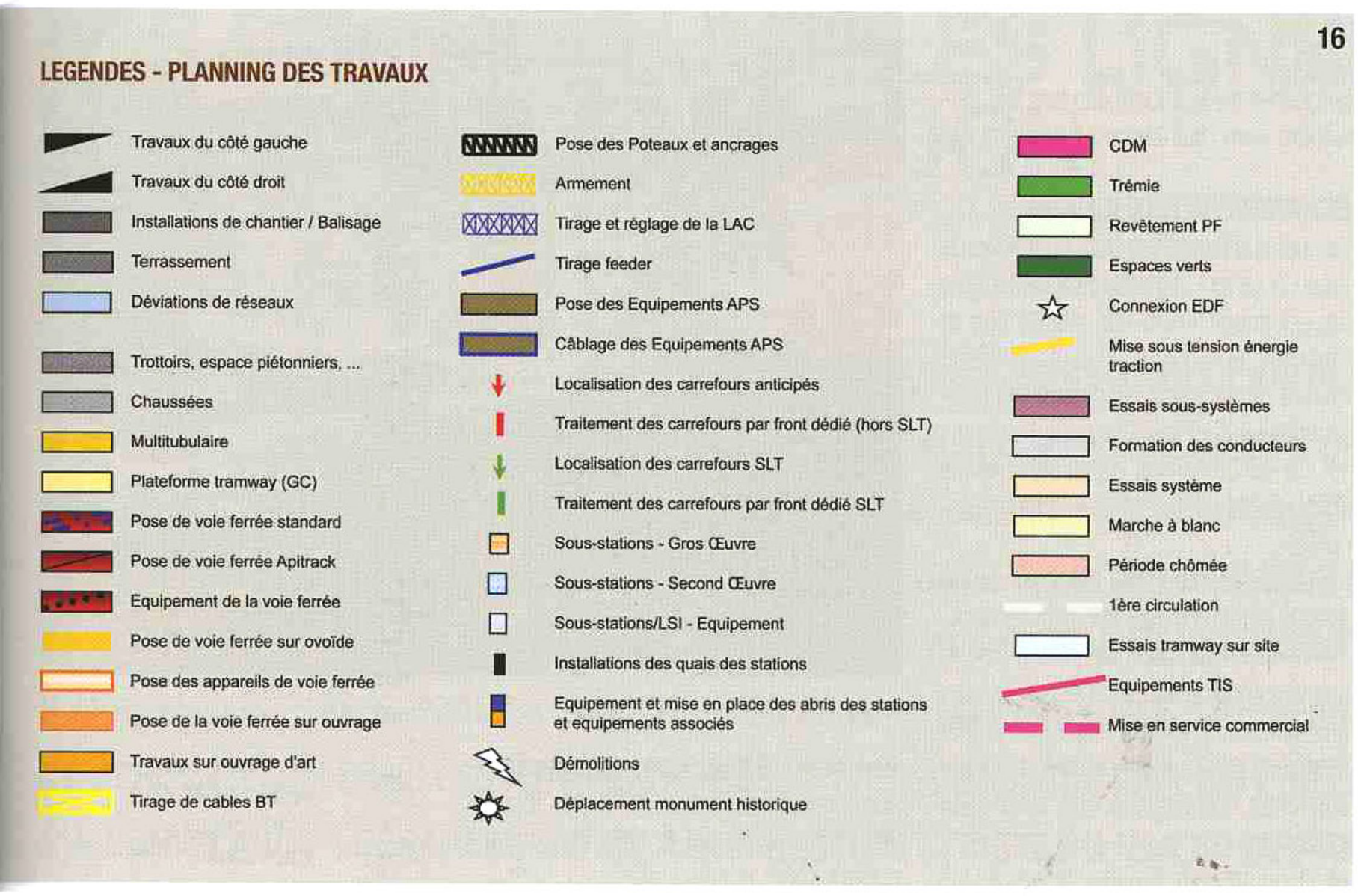
Conformément à la législation, dans la mesure du possible, des pistes cyclables ou zones mixtes piétons-vélos ont été intégrées dans les limites d'intervention du projet. Sur les 11 km de la ligne de tramway, 7,7 km de pistes cyclables en site propre ont été créés, complétés par 1,7 km de continuités cyclables en zone 30.
Plus de 85 % du linéaire du projet tramway est donc accompagné d'aménagements en faveur des deux roues. De plus, si une piste ou une zone mixte se trouve à proximité d'un carrefour inclus dans la zone d'intervention du projet, des aménagements sont prévus (sas et traversée).
De façon générale, les débuts et fins de pistes cyclables sont signalés par des panneaux, et les débouchés de pistes non protégées par feux seront réglementés par des panneaux stop et le marquage approprié.
Dans chaque carrefour à feux, un sas vélo de 2 m de long est implanté devant chaque feu, sauf sur les boulevards Roederer et Joffre. Lorsqu'une piste passe dans un carrefour giratoire, une traversée pour les vélos est accolée au passage piétonnier sur chaque branche du carrefour giratoire.

MATÉRIEL ROULANT

Le véhicule retenu pour la ligne de tramway est le Citadis 302 (photo 13 et figure 14). Pour maximiser l'accessibilité, il est à plancher bas intégral.
De type bidirectionnel, il permet une exploitation optimale des rames.
Il comporte par ailleurs les modules suivants : deux motrices avec cabine (M1 et M2), une nacelle porteuse (NP), et deux caisses suspendues (C1 et C2). Il pourrait être allongé en cas de besoin par l'adjonction de deux modules de caisse supplémentaires. Le véhicule a une longueur de 32,80 m pour des largeurs extérieure et intérieure respectives de 2,40 m et 2,24 m. Sa masse (en ordre de marche incluant l'APS et le capotage de toiture) est de 40,3 t +/- 3 %.
La pente maximale recensée sur le tracé est de 7 %. Ce véhicule peut toutefois gravir des pentes jusqu'à 8 % avec une accélération maximale de l'ordre de 0,4 m/s². Afin d'avoir un comportement de véhicule en traction et en freinage identique, quel que soit le nombre de passagers dans le véhicule, les performances cinématiques sont asservies à la charge passagers.
L'ensemble des portes est équipé d'un seuil fixe débordant muni d'une partie ajustable dite fusible.
La position de la partie fixe est définie pour éviter tout contact au passage des quais en considérant la superposition des hypothèses défavorables. La partie mobile en matériau synthétique a la capacité de s'effacer en cas de contact avec le quai.
Avec un tel dispositif, il est possible de limiter la lacune horizontale nominale au droit des portes doubles à une valeur de l'ordre de 35 mm et au droit des portes simples à environ 60 mm, ce qui contribue à favoriser l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite.
Chaque véhicule est équipé d'un groupe de traitement d'air monobloc propre à chaque cabine de conduite, installé en toiture, ainsi que de deux groupes de traitement d'air salle voyageurs montés en toiture des caisses suspendues. L'esthétique du véhicule repose également sur un concept de palette de couleurs élaboré par le designer Ruedi Baur. Chaque véhicule est revêtu et identifié par une des huit couleurs de la gamme. Les Rémois se sont approprié le tramway en choisissant la forme de la flûte de Champagne pour le nez du véhicule.

PLANNING DES TRAVAUX

Le planning (figures 15 et 16) tient compte des contraintes suivantes :
→ Les activités d'installation sont suspendues pendant les fêtes de Noël sur l'avenue commerçante de Laon et sur la rue de Vesle ;



15 & 16- Planning des travaux.

15 & 16- Works Planning.

→ Maintien de la circulation sur les axes en construction, sauf dans les rues Schweitzer (en partie), Thiers et Vesle, ainsi que sur la chaussée Bocquaine ;
→ Prise en compte des déviations de circulation générales dans la ville et des intersections de toutes les rues avec la plate-forme tramway ;
→ Nécessité de ne jamais réaliser les travaux anticipés de carrefours sur deux carrefours consécutifs en même temps ;
→ Contraintes de la circulation des véhicules et du réseau de bus.
Pour réaliser les travaux, les moyens mis en œuvre sont :
→ Cinq fronts simultanés de déviation de réseaux ;
→ Cinq fronts de réalisation des travaux en ligne ;
→ Des fronts particuliers pour la réalisation des travaux ponctuels ;
→ Réalisation, par une équipe dédiée, de la plate-forme complète aux carrefours d'axes majeurs de circulation routière, en amont des travaux de pose de voie, afin de minimiser les perturbations de circulation et les durées d'intervention ;
→ Front de pose rapide de voie ferrée utilisant la technique Appitrack (photos 1 et 17) et quatre équipes de pose manuelle spécialisées (appareils de voie, pose manuelle classique et pose dans les carrefours).

PLUS DE 85 % DU LINÉAIRE DU PROJET TRAMWAY SONT ACCOMPAGNÉS D'AMÉNAGEMENTS DESTINÉS AUX DEUX ROUES

DÉVIATIONS DE CIRCULATION

La ligne 1 du tramway passe par des axes structurants du réseau de voirie de l'agglomération rémoise, avec pour conséquence des restrictions de capacité plus ou moins importantes lors des travaux sur ces voies. Des études de déviation de circulation en phase chantier ont donc été menées pour :
→ Étudier les circulations VP (véhicules particuliers) et TC (transports en commun) en phase chantier ;
→ Mesurer les reports de trafic durant les travaux sur les voiries ;
→ Proposer des itinéraires alternatifs pour les VP et valider les nouveaux itinéraires des bus ;
→ Identifier les impacts de ces modifications d'itinéraires sur la circulation, en particulier au centre-ville ;
→ Identifier les aménagements ponctuels sur le réseau de voirie.
La phase de travaux de réalisation du tramway et des aménagements liés (trémie de la gare, par exemple) représente un enjeu fort pour le réseau de bus actuel. En effet, le maintien du nombre de clients et des recettes commerciales dépend des itinéraires des lignes déviées, de la localisation des arrêts pour les voyageurs, des conditions de circulation des bus et du confort de la clientèle.
Rappelons que l'exploitation du réseau de bus a été reprise par le concessionnaire le 1er janvier 2008. De plus, le maintien de la qualité de service attendue par la clientèle conditionne l'adhésion au projet tramway et au nouveau réseau de bus associé. Il faut donc maintenir la fréquentation actuelle du réseau pour :
→ Éviter de créer de nouvelles correspondances : le réseau dévié doit permettre à un maximum de voyageurs de continuer à effectuer leurs trajets de la même manière ;
→ Limiter les allongements de temps de parcours. En effet, une hausse des temps de trajet favorise l'usage de modes de déplacement alternatifs (marche, vélo…) ;
→ Ne pas perturber, pendant cette phase transitoire, les habitudes des clients, car les déviations de lignes représentent déjà une difficulté.
Pour la lisibilité du réseau, il vaut mieux conserver les origines-destinations (O-D) et les numéros de ligne, voire les lieux remarquables (points de correspondances notamment). Il convient également d'assurer la pérennité des dessertes. Dans l'optique de la mise en place, en 2011, du réseau de bus organisé, on favorise autant que possible la création d'arrêts pérennes, équipés aux normes d'accessibilité, plutôt que des arrêts provisoires créés dans le cadre du réseau dévié pour travaux.
De la même manière, on utilise préférentiellement les itinéraires futurs et on évite de mettre en place des itinéraires de déviation non pérennes.

AVANCEMENT DES TRAVAUX

Les déviations des réseaux des concessionnaires sont terminées. Le centre de maintenance, qui doit être disponible pour accueillir les rames à leur arrivée sur le site en vue de la première partie de leur qualification, est en cours d'achèvement et sera prêt en avril 2010, date d'arrivée de la première rame. L'avancement global des travaux est de plus de 70 % en janvier 2010. Les grandes échéances sont les premiers essais dynamiques en mai 2010, la marche à blanc à partir du 15 février 2011 et la mise en service commercial le 18 avril 2011.

EXPLOITATION DU RÉSEAU

La supervision du trafic est effectuée par des opérateurs depuis le PCC, situé dans le bâtiment du centre de maintenance. Il permet de suivre et de réguler à la fois la ligne de tramway et l'ensemble du réseau de bus.
Les opérateurs disposent des outils d'aide à l'exploitation, de surveillance vidéo et de localisation par GPS des véhicules (tramways et bus) sur leurs lignes respectives. Ils disposent également d'un radio-téléphone pour communiquer avec l'ensemble des conducteurs, où qu'ils se trouvent sur le réseau. ▷

SERVICES TRAMWAY

Ils sont organisés de façon à assurer une offre à 6 minutes d'intervalle aux heures de pointe sur le service A Neufchâtel-Hôpital. Les courses sur le service B (Gare-Bezannes, à 18 minutes d'intervalle) viendront s'intercaler de façon à équilibrer la charge sur le tronc commun. Aucun service partiel n'est envisagé.

L'augmentation ultérieure des besoins pourra être prise en charge, à fréquence identique, grâce à la possibilité de rallonger les rames à parc constant, et donc à personnel de conduite inchangé. La flotte est constituée de 18 rames. Dans le cas nominal, 15 sont en exploitation, deux en maintenance et une en réserve.

RÉORGANISATION DU RÉSEAU DE BUS

La première ligne de tramway, prévue pour 2011, représente la colonne vertébrale du réseau de transports publics. Les lignes de bus viennent en complément du mode tramway. Elles constituent un réseau performant grâce à des échanges de qualité, des fréquences importantes et attractives sur les lignes fortes du réseau et sur les lignes en rabattement tramway. Les lignes sont organisées de la façon suivante :

→ Une ligne de tramway.

Et en cours de finalisation avec l'autorité concédante :

→ Deux lignes de bus fortes ;

→ Sept lignes structurantes de liaison ;

→ Quatre lignes de bus de rocade en rabattement sur le tram ;

→ Quatre dessertes complémentaires (citadines, ZI) ;

→ Deux lignes scolaires non permanentes.

La gestion de la priorité des bus aux carrefours sera maintenue et développée.

ÉCHANGES INTERMODAUX

Les pôles d'échanges sont organisés de façon à rendre simples et fonctionnels les échanges entre les modes bus et tramway, au sein d'un seul et même réseau de transport. Le réseau est multimodal par :

→ La desserte des gares ferroviaires (TGV, grandes lignes, dessertes régionales) ;

→ La complémentarité et les échanges avec le réseau de cars départementaux ;

→ Une combinaison simplifiée offerte aux automobilistes : parkings d'échanges voitures (P+R) en entrée de la ville centre et de l'agglomération, de taille suffisante combinée à une tarification attractive ;

→ Une facilité d'échange avec lès vélos (P+R vélos, accès dans le tramway en heures creuses, 100 arceaux à vélos répartis aux principales stations tramway) ;

→ L'organisation physique des échanges ;

→ La tarification multimodale ;

→ L'information multimodale (téléphonique, site Web, agence de renseignements et de vente).

Par ailleurs, une entrée permet aux détenteurs d'un abonnement au réseau de transport d'accéder aux parcs relais par un système de badge.

Une seconde entrée donne accès à la tarification à la voiture auprès du gardien.

Les parcs relais regroupent l'ensemble des fonctions signalétiques traditionnelles, à savoir :

17- Pose des selles avec la machine Appitrack.

17- Laying rail bearing plates with the Appitrack machine.

→ L'information générique (information sur la présence de ces parkings), localisée principalement le long des voies autoroutières et nationales ;

→ La pré-signalisation et la signalisation de guidage et de position (sur l'ensemble de la voirie) ;

→ L'identification de l'entrée et des accès réservés aux abonnés et aux autres catégories de public ;

→ L'information liée à l'usage des parkings (heures d'ouverture, modalités d'accès, tarification).

UN DÉFI HUMAIN ET TECHNIQUE

Pour Alstom et Bouygues construction, ce projet représente un formidable défi humain (en période de pointe, plus de 600 personnes se trouvent sur le site) et technique (en tant que responsable de la conception et de la gestion de toutes les interfaces systèmes, en vue de livrer un système performant au futur exploitant). Ce projet a aussi de fortes retombées en terme d'emplois. On citera notamment les entreprises locales suivantes, qui ont été associées au projet : GTC grands travaux de Champagne, Viellard Gaston SARL, Unibéton est, Béton Masoni, Sopreca Béton 51, Spie est, Cica, Coprecs, ISS espaces verts, Art et Jardin, Edivert, Actuel Paysage. Rendez-vous est donné au 18 avril 2011, à la mise en service commerciale. □

ABSTRACT

REIMS TRAMWAY: TRANSPORT SYSTEM AND AN URBAN DEVELOPMENT PROJECT

JEAN-JACQUES RÉMY, BOUYGUES TP

A tramway project represents both *a new transport offer and an urban integration and development project which transforms a city. By a resolution of Reims Métropole dated 12 July 2006, the company Mars was appointed concession owner of the Reims tramway project. It was accordingly assigned responsibility for the design, financing, construction, operation and maintenance of the first tramway line, and for operation of the entire urban transport network, bus and tramway, for 30 years. Mars awarded the design and construction work to a consortium consisting of Alstom Transport and the Bouygues subsidiaries Colas and Bouygues Construction, while operation and maintenance were entrusted to Transdev.* □

TRANVÍA DE REIMS: SISTEMA DE TRANSPORTE Y UN PROYECTO DE ORDENACIÓN URBANA

JEAN-JACQUES RÉMY, BOUYGUES TP

Un proyecto de tranvía representa simultáneamente *una nueva oferta de transporte y un proyecto de inserción urbana y de ordenación que transforma una ciudad. Por deliberación de Reims Métropole en fecha de 12 de julio de 2006, la empresa Mars fue nombrada concesionaria del proyecto de tranvía de Reims. Esta empresa tiene a su cargo el diseño, el financiamiento, la construcción, la explotación y el mantenimiento de la primera línea de tranvía, así como la explotación de la totalidad de la red de transporte urbana, autobús y tranvía durante 30 años. La empresa Mars ha encargado el diseño y la ejecución a una agrupación de empresas formadas por Alstom transport y Bouygues por mediación de sus filiales Colas y Bouygues construction, y la explotación y el mantenimiento a Transdev.* □