



Avant-projet du Maître d'Ouvrage des lignes 14 Nord, 16, 17 Sud

LIVRET

4

Les études d'avant-projet de la ligne 17
Sud sont cofinancées par le mécanisme
pour l'interconnexion en Europe.



Cofinancé par l'Union européenne
Le mécanisme pour l'interconnexion en Europe

L'auteur de cette publication en est le seul responsable. L'Union européenne ne saurait être tenue pour responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qui y figurent.

Société
du Grand
Paris



Sommaire général

LIVRET 1

Introduction	2
1 Historique et caractéristiques principales du projet	3
1.1. Le Grand Paris Express	4
1.2. Le nouveau Grand Paris	5
1.3. Les lignes 14 Nord, 16 et 17 Sud	7
1.4. Les étapes franchies et à venir	9
2 Diagnostic transport des territoires concernés	11
2.1. Périmètre du projet	12
2.2. Territoires concernés	13
2.3. Enjeux en termes de déplacement	13
3 Définition du projet composé des lignes 14 Nord, 16 et 17 Sud	25
3.1. Les objectifs du projet	26
3.2. La concertation continue	26

LIVRET 2

4 Description du projet	3
4.1. Gares	4

LIVRET 3

4.2. Ouvrages souterrains et ouvrages annexes	4
---	---

LIVRET 4

4.3. Site de Maintenance d'Aulnay	4
4.4. Systèmes	16
5 Exploitation et Maintenance	89
5.1. Exploitation	89
5.2. Maintenance	97
5.3. Exploitation et maintenance de la ligne 14 Nord	104

LIVRET 5

6 Gestion environnementale du projet	3
6.1. Contexte réglementaire : Autorisation Unique (AU) IOTA	4
6.2. Principes directeurs de prise en compte de l'environnement	5
6.3. Enjeux environnementaux et mesures associées	8
7 Management et calendrier du projet	15
7.1. Organisation	16
7.2. Planification	23
8 Économie du projet	25
8.1. Coût de réalisation	26
8.2. Gestion des risques	29
8.3. Coût de fonctionnement de la ligne 16/17 sud	37
8.4. Acquisitions foncières	38
9 Opérations liées	39
9.1. Intermodalité	40
9.2. Interconnexions	41
9.3. Projets immobiliers connexes	42
10 Principes de financement	43
11 Évaluation de l'intérêt économique	44
11.1. Coûts du projet	45
11.2. Bilan quantitatif des effets socio-économiques des tronçons Saint-Denis Pleyel – Noisy Champs et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel	46
11.3. Conclusion	47

ANNEXES

12 Annexes	3
12.1. Pièces écrites	4
12.2. Pièces graphiques	40



DESCRIPTION DU PROJET

SOMMAIRE

4.3.	SITE DE MAINTENANCE D'AULNAY	4	5.1.	EXPLOITATION	89
4.3.1.	Présentation générale	4	5.1.1.	Exploitation en ligne	89
4.3.2.	Le Site de Maintenance des Infrastructures (SMI)	8	5.1.2.	Exploitation en gare	94
4.3.3.	Le Site de Maintenance et de Remisage (SMR) et Poste de Commandement Centralisé (PCC)	13	5.2.	MAINTENANCE	97
4.4.	SYSTÈMES	16	5.2.1.	Maintenances des installations fixes	98
4.4.1.	Matériel Roulant à destination des voyageurs	16	5.2.2.	Maintenance du matériel roulant	101
4.4.2.	Automatismes de conduite des trains	19	5.3.	EXPLOITATION ET MAINTENANCE DE LA LIGNE 14 NORD	104
4.4.3.	Alimentation et distribution électrique	22	5.3.2.	Impact sur l'exploitation du prolongement	108
4.4.4.	Voie et appareils de voie	34	5.3.3.	Mise en Service	108
4.4.5.	Équipements nécessaires à l'exploitation	47	5.3.4.	Exploitation de la ligne 14	108
4.4.6.	Dossier de sécurité	72	5.3.5.	Maintenance de la ligne 14	109
4.4.7.	Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité	75			
4.4.8.	Systèmes de la Ligne 14 Nord	76			
			GLOSSAIRE		112

4.3. Site de Maintenance d'Aulnay

4.3.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

4.3.1.1. Programme général

Le site de maintenance d'Aulnay comprend à la fois les fonctions de Site de Maintenance et de Remisage (SMR), de Site de Maintenance des Infrastructures (SMI) et de Poste de Commandement Centralisé (PCC) pour les lignes 16 et 17 du Grand Paris Express. Le SMR/PCC est physiquement et fonctionnellement indépendant du SMI. Le SMI pourra également assurer des opérations de maintenance des infrastructures sur la ligne 15, puisqu'il est prévu un raccordement entre la ligne 15 et les lignes 16/17, à Saint-Denis Pleyel permettant à des trains de travaux de passer des voies des lignes 16 et 17 aux voies de la ligne 15, et inversement. Ce raccord présente l'avantage de pouvoir effectuer la maintenance courante des sections « ligne 15 Ouest » et « ligne 15 Est » de la ligne 15 depuis le SMI d'Aulnay sans dégrader les coûts de maintenance et la disponibilité de la ligne grâce à des temps d'acheminement réduits. Le passage des trains de travaux d'une ligne à l'autre s'effectuera en dehors des heures d'exploitation pour la maintenance courante et dans la journée en cas d'intervention corrective urgente. La programmation d'interventions sur la ligne 15 dépendra du temps d'acheminement nécessaire aux trains de travaux en fonction de la localisation relative des chantiers par rapport aux différents SMI ainsi que du temps d'intervention sur place au regard de la mission à accomplir.

Les études du site sont actuellement au stade études préliminaires. Le projet de site de maintenance d'Aulnay a fait l'objet d'un complément au dossier d'opération d'investissement (DOI) des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel (Ligne 14 Nord / 16 / 17 Sud), approuvé par le Conseil de surveillance de la Société du Grand Paris le 13 novembre 2015.

La conception et la réalisation de ce site seront faites selon les principes développés dans les différents référentiels techniques, architecturaux et de conception environnementale développés par la SGP et communs à tous les sites de maintenance.

Fonction site de maintenance des infrastructures (SMI)



Le site de maintenance des infrastructures (SMI) a pour but d'assurer la maintenance corrective et préventive des équipements des lignes 15 Est et Ouest, 16 et 17. Il est destiné à être utilisé par le gestionnaire des infrastructures.

Le SMI d'Aulnay accueille les moyens humains et matériels nécessaires à la maintenance du réseau dans les domaines de la voie, de l'énergie, des équipements de sécurité du système de transport, des automatismes de conduites, des commandes centralisées, des façades de quai et du génie civil. Ces moyens consistent en des zones d'ateliers, des zones de stockages, des locaux sociaux et des espaces tertiaires. Il permet également d'assurer le remisage et la maintenance courante des Véhicules de Maintenance des Infrastructures (VMI) remisés sur le site.

Le SMI est raccordé au Réseau Ferré National (RFN), ce qui est nécessaire pour l'approvisionnement des matériels et notamment des longs rails soudés pour l'entretien des voies.

Le programme d'exploitation du SMI est en cours de définition au travers de l'étude d'un Schéma Directeur de la Maintenance des Infrastructures par la RATP-GI. Ce document vise à optimiser les moyens des trois SMI (Aulnay, Vitry et Rosny) pour maintenir les infrastructures des lignes 15, 16 et 17.

4.3.1.2. Localisation et contexte urbain

Le site de maintenance est localisé sur les emprises de l'ancienne usine PSA Peugeot Citroën, au nord de la commune d'Aulnay-sous-Bois (Département de la Seine-Saint-Denis) et à l'est de la commune de Gonesse (Département du Val d'Oise). Située entre les aéroports du Bourget et de Roissy, l'emprise du site est délimitée sur trois de ses côtés par les grands axes routiers que sont l'A1, l'A3 et l'A104. Sur le côté sud-est, les parcs Ballanger et du Sausset le séparent des quartiers résidentiels.

L'emplacement ainsi retenu pour le site de maintenance présente l'avantage d'être situé entre les lignes 16 et 17, offrant une implantation optimisée d'un point de vue de l'exploitation car il permet de limiter les haut-le-pied (déplacement non commercial des rames). De plus, il offre l'opportunité de se raccorder au Réseau Ferré National (RFN) et dispose également d'une très bonne desserte viaire.

Le territoire dans lequel s'insère le site s'est fortement urbanisé dans la première moitié des années 1970 avec l'aménagement

de quartiers résidentiels comme celui de la Rose des Vents, puis l'installation de Citroën, du centre commercial Parinor et de l'aéroport de Roissy. L'urbanisation s'est poursuivie jusqu'aujourd'hui. À l'avenir de nouveaux projets vont modifier l'image du territoire comme le projet du Triangle de Gonesse ou le réaménagement du site de PSA.

L'usine PSA d'Aulnay-sous-Bois a mis fin à son activité de production automobile en octobre 2013. Une réflexion sur le réaménagement du site, initiée d'une part dans le cadre du Contrat de Développement Territorial « Est Seine-Saint-Denis » et d'autre part par la constitution d'un « Masterplan » par PSA, est aujourd'hui en cours. La vision partagée pour le développement du site s'articule autour de trois objectifs principaux : réaffirmer la vocation industrielle du site, créer des emplois et ouvrir au territoire. L'implantation du site de maintenance du Grand Paris Express s'inscrit donc pleinement dans l'ambition territoriale.

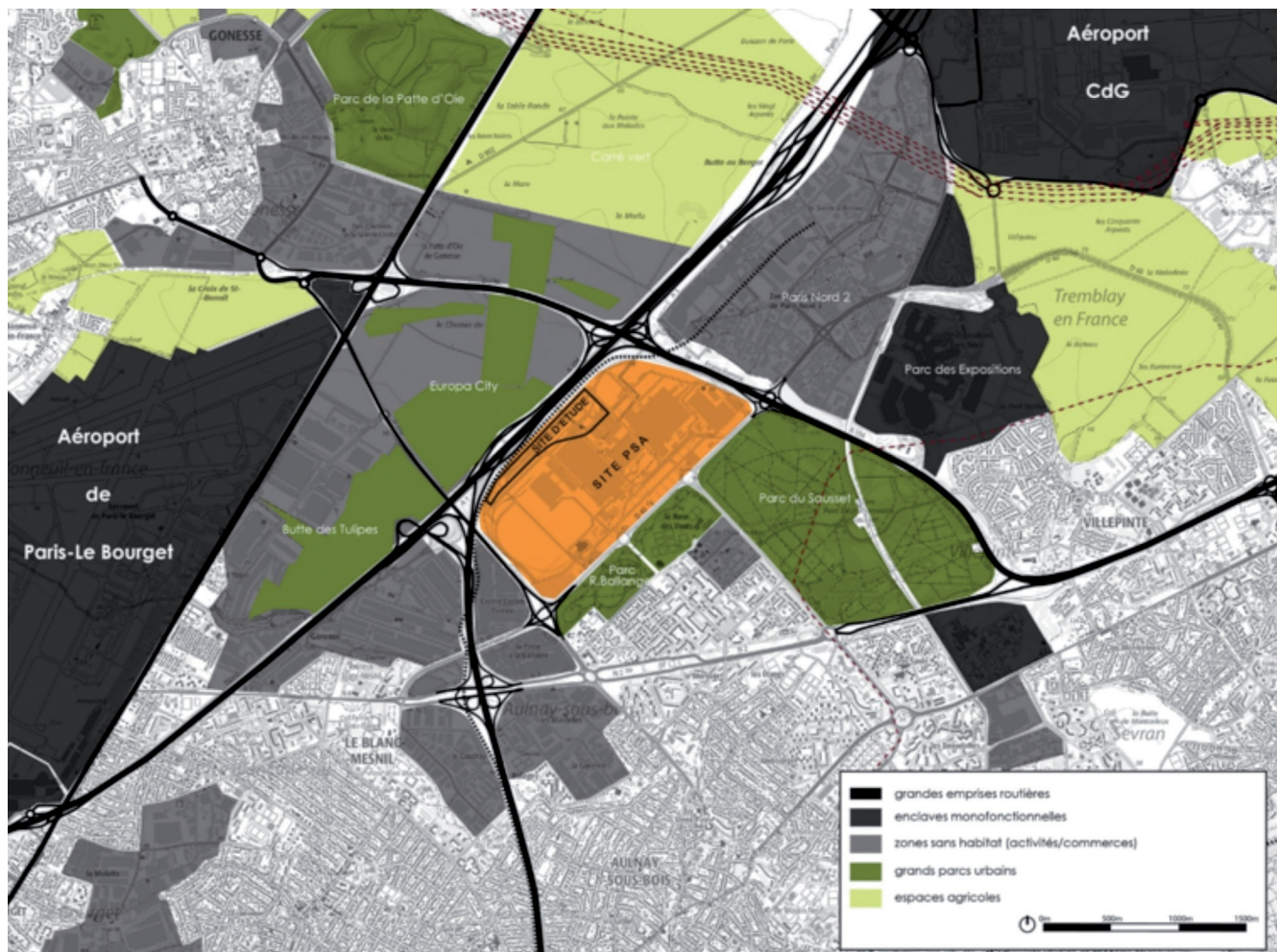


Figure 1 - Localisation du projet de site de maintenance

4.3.1.3. Raccordements ferroviaires du projet

Le raccordement à la ligne 16 est un raccordement à deux voies, d'une longueur d'environ 2 km, réalisé au tunnelier dont le puits de départ est également dans l'emprise foncière de PSA. Le débranchement s'effectue, depuis la ligne principale, depuis l'ouvrage d'entonnement situé sur l'ex-RN2, à l'ouest de la gare d'Aulnay du Grand Paris Express. Il longe ensuite l'ex-RN370 pour entrer sur le site de PSA au nord du bassin de rétention puis rejoint l'emprise du site de maintenance dans son extrémité ouest. La trémie d'accès au site de maintenance débute après le croisement inférieur du raccordement avec la restitution de l'accès ferroviaire de l'entreprise Magnetto, sous-traitant de PSA restant à demeure sur le site.

Le raccordement à la ligne 17 est aérien à voie unique. D'une longueur d'environ 1 km, il s'effectue dans le secteur de l'ancienne voie ferrée qui passe sous l'A104. Le débranchement s'effectue, depuis la ligne principale, entre les gares du Triangle de Gonesse et du Parc des Expositions, au niveau de la section dont le profil longe la zone d'activités Paris Nord 2. La voie de raccordement est insérée entre l'A104 (en remblai dans cette zone) et la voie principale de la ligne 17 (également en remblai). Elle passe ensuite par l'ouvrage existant sous l'autoroute A104 pour entrer dans le périmètre du site PSA. En viaduc à son entrée dans le site PSA, la voie de raccordement franchit le faisceau

ferré existant du site PSA et la voirie routière puis redescend au niveau de la plateforme du site de maintenance qu'elle raccorde dans son extrémité est, au SMR d'une part et au SMI d'autre part. Le périmètre d'infrastructures couvert par le présent avant-projet du maître d'ouvrage concerne les infrastructures de la voie de raccordement comprises entre l'ouvrage existant sous l'autoroute A104 et le site de maintenance ; la partie du raccordement comprise entre le débranchement depuis la ligne 17 et l'ouvrage sous l'autoroute A104 (soit un linéaire d'environ 450 mètres) relève des infrastructures réalisées dans le cadre de la ligne 17 Nord (Le Bourget RER – Le Mesnil-Amelot).

Le raccordement au Réseau Ferré National depuis la voie mère du Bourget s'effectue longitudinalement dans la partie nord de l'emprise du site de maintenance. Le sas de raccordement est compris dans le périmètre du SMI car fonctionnellement nécessaire à cette activité. En effet, l'acheminement des rames d'approvisionnement en longs rails soudés est réalisé à l'aide de locotracteurs autorisés à circuler sur le Réseau Ferré National mais dont le gabarit n'est pas compatible avec celui du réseau du Grand Paris Express. Le remplacement de ces locotracteurs par les locotracteurs conçus pour circuler sur le réseau du Grand Paris Express sera effectué dans ce sas.

4.3.1.4. Organisation du site

Le site s'organise en tenant compte des contraintes d'aménagement suivantes :

- Raccord en tunnel à la ligne 16 ;
- Raccord en viaduc à la ligne 17 avec un profil en long tenant compte du seuil de l'ouvrage A104 ;
- Raccord du SMI au RFN intégrant un sas compatible avec la longueur des rames d'approvisionnement en longs rails soudés ;
 - Franchissement des voies ferroviaires de l'entreprise Magnetto ;
 - Séparation fonctionnelle du SMI et du SMR/PCC avec des accès routiers distincts ;

- Perspectives d'aménagements et de développements urbains futurs autour du site.

Le plan de voie ferroviaire guide également l'agencement des différentes composantes du projet : hall de maintenance, ateliers et remisage pour le SMR, ateliers, stockages et voies de formation et de remisage des trains de maintenance pour le SMI. Ainsi, les volumes du SMI s'organisent sur une bande en longueur parallèle à l'autoroute A1-A3 tandis que le SMR/PCC s'organise au nord-est sur deux volumes distincts que sont le centre de remisage où sont accolés les volumes de la machine à laver et du grand lavage, et l'atelier de maintenance qui est situé à proximité de l'entrée principale.

Le périmètre du SMI s'étend sur une surface de 9 hectares et celui du SMR sur une surface de 9,7 hectares.

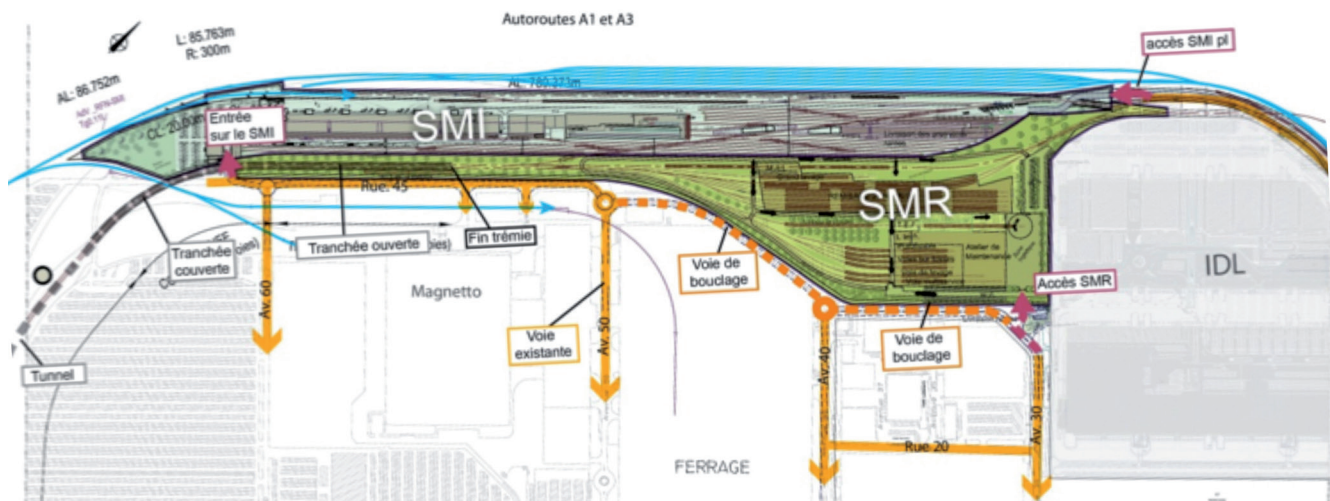


Figure 2 - Organisation du projet du site de maintenance

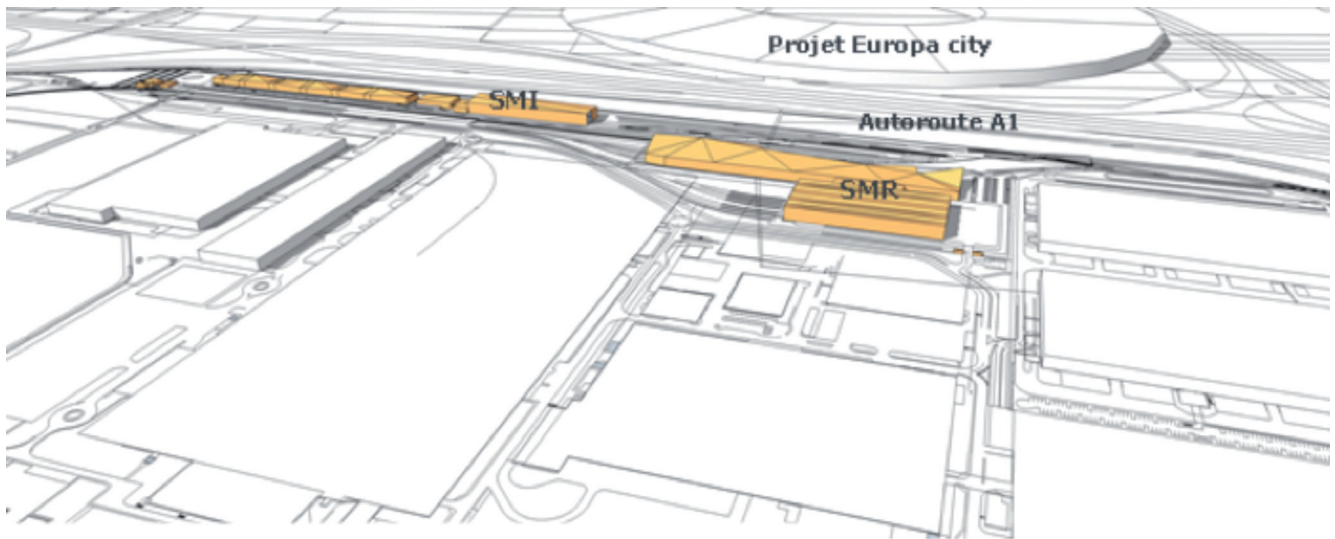


Figure 3- Vue aérienne Sud du site de maintenance

4.3.2. LE SITE DE MAINTENANCE DES INFRASTRUCTURES (SMI)

4.3.2.1. Fonctionnalités du SMI

Le site de maintenance des infrastructures a pour particularité son caractère pluridisciplinaire : il regroupe en effet tous les métiers destinés à garantir la disponibilité et la sécurité des infrastructures, génie civil, voie, énergie, contrôle-commande et signalisation, ainsi que gros équipements électromécaniques. Son programme est défini par la RATP-GI, gestionnaire des futures infrastructures.

Il s'agit d'une véritable base opérationnelle pour intervenir sur les domaines :

- Génie civil pour les ouvrages d'art, tunnels, viaducs ;
- Voie pour l'entretien des supports de rails, traverses, remplacement de rails ;
- Énergie pour l'entretien des dispositifs d'alimentation électrique du système de transport ;
- Automatismes et signalisation ferroviaire pour l'entretien de la signalisation ferroviaire, des automatismes de conduite, des commandes centralisées et des façades de quais ;
- Équipements de sécurité du système de transport ;

- Maintenance propre des véhicules d'intervention (véhicules de maintenance industrielle) pour les niveaux 1 à 3 pour le SMI (au sens de la norme NF FD X 60000).

Les interventions depuis le SMI s'effectuent par des véhicules servant à la maintenance des infrastructures (trains de maintenance, machines auto enraillables, véhicules routiers spécifiques et véhicules routiers légers), appropriés en fonction de la nature des interventions. Ces différents moyens sont remisés sur le site à l'exception des machines auto enraillables qui sont remisées dans des espaces de stockage adéquats régulièrement répartis dans le tunnel. Seule leur maintenance pourra nécessiter leur présence au SMI.

Les principales activités qui se déroulent sur le SMI d'Aulnay-sous-Bois sont :

- L'organisation de la maintenance spécialisée des lignes du Grand Paris Express ;
- La préparation des convois de travaux pour intervention sur l'infrastructure ;
- La maintenance courante et renforcée des véhicules de maintenance des infrastructures ferrés (VMI) de niveaux 1 à 3 au sens de la norme NF FD X 60000 ;

- Les activités techniques propres au fonctionnement du site ;
- Les activités du personnel :
 - de maintenance (encadrants et opérationnels), affecté au site, et du personnel chargé d'acheminer les trains depuis la ligne ;
 - externe (prestataires) ;
 - chargé du gardiennage ;
 - chargé du nettoyage des bâtiments.
- Le déchargement, triage, traitement et préparation à l'enlèvement des éléments usagés déposés lors des chantiers de maintenance ;
- L'accès et la circulation des piétons, des véhicules (personnel, visiteurs externes, prestataires, livreurs), des trains et le stationnement des véhicules autorisés ;
- L'accès et la circulation des véhicules de secours ;
- Le gardiennage du site, la surveillance des personnes et des biens.

L'organisation spatiale du SMI peut être représentée par le schéma ci-après :

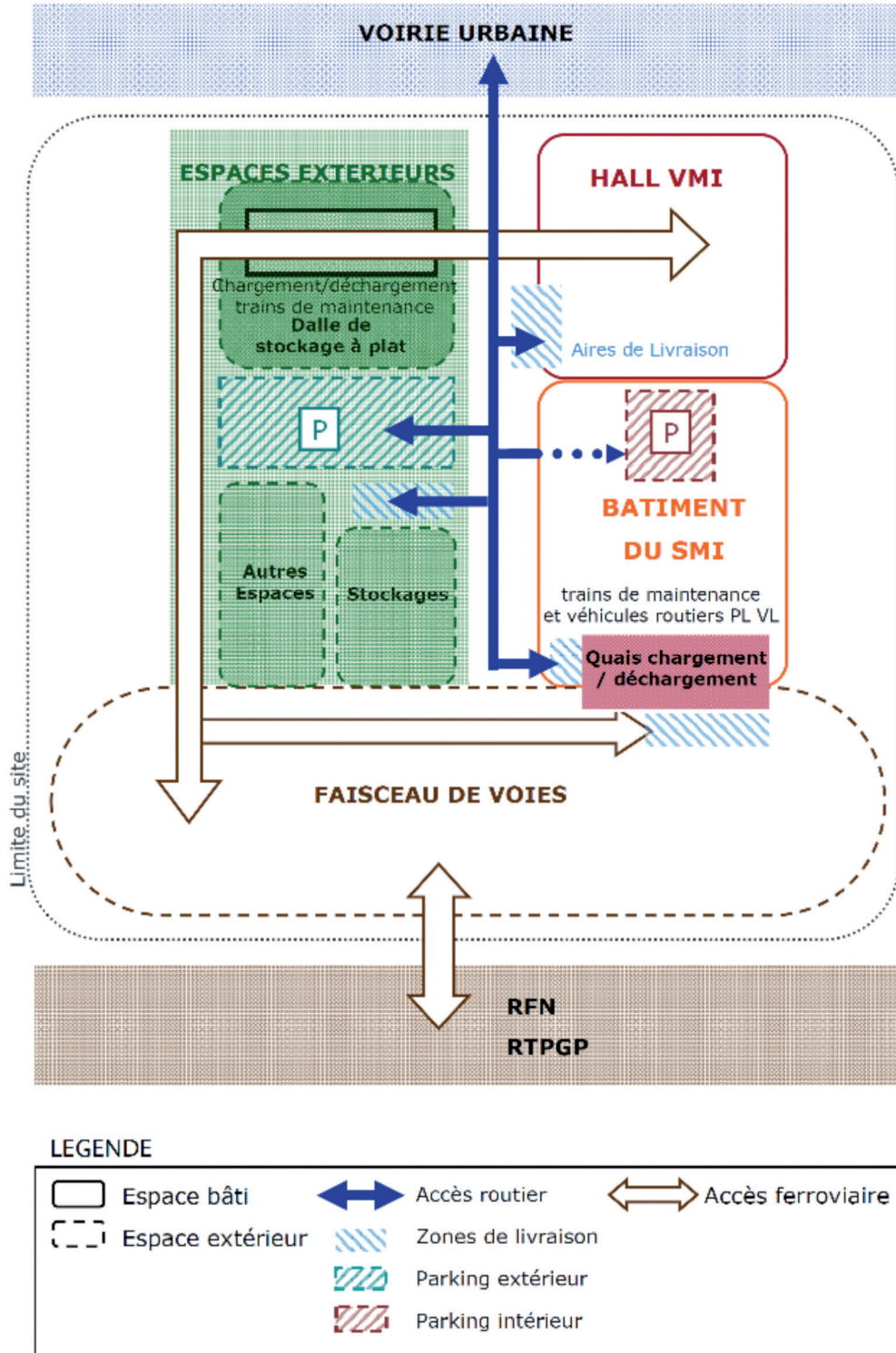


Figure 4- Schéma d'organisation spatiale du SMI

4.3.2.2. Description des aménagements du SMI

Le SMI regroupe différentes entités :

- Un bâtiment abritant des locaux administratifs, d'exploitation, logistiques et techniques ainsi que des locaux sanitaires et sociaux et des places de stationnements ;
- Un hall / centre de maintenance VMI ;
- Des espaces de stationnements ;
- Des espaces ou des locaux extérieurs comprenant notamment des aires de stockage et de tri des déchets
- Un faisceau de voies permettant l'accès vers le hall de maintenance pour les véhicules de maintenance des infrastructures, le remisage, la formation et le chargement des convois ferroviaires utilisés pour les chantiers. Ce faisceau

comprend dix-sept voies de remisage comportant une ou plusieurs positions de remisage, trois voies de formation, trois voies de chargement/déchargement, une voie tiroir. Parmi les voies de remisage, deux sont en mesure d'accueillir des rames de longs rails soudés en provenance du Réseau Ferré National. Les capacités ferroviaires de remisage sont d'environ 2500 ml.

La surface du SMI comprend environ 16 000 m² de surfaces bâties, 4000 m² de surfaces extérieures (stockages et stationnements) et 24 500 m² de plateforme ferroviaire. Le plan ci-dessous illustre les principes d'aménagement du SMI au stade des études préliminaires compatibles avec le scénario du Schéma Directeur de la Maintenance des Infrastructures (SDMI) étudié par RATP-GI.

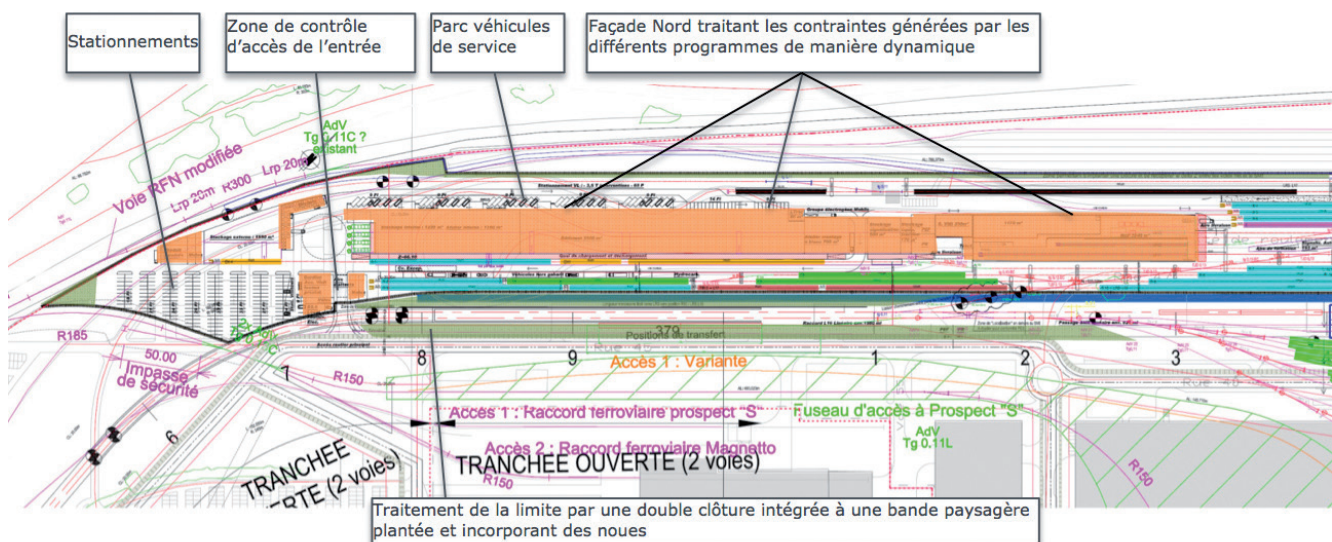


Figure 5 - Plan masse partie SMI

Il est composé des entités principales suivantes :

Accès au site et aires de stationnement

Le SMI comprend deux accès piétons et routiers contrôlés et sécurisés 7 jours sur 7, 24h sur 24. L'accès principal situé au sud permet en particulier d'accéder au parking et d'assurer les livraisons. L'accès secondaire, accessible depuis la voie de contournement au nord de l'emprise « ID Logistics », permet d'assurer un accès aux locaux techniques et zones non accessibles depuis l'accès principal.

Les parkings du site permettent le stationnement des véhicules légers et véhicules légers d'intervention jusqu'à moins de

3,5 tonnes et des poids lourds spécifiquement dédiés à la maintenance (ex : groupe électrogène mobile).

Le bâtiment SMI

Il vise à offrir à l'ensemble du personnel administratif et de maintenance, conformément à la législation et au Code du travail, des conditions de travail performantes et confortables. Il regroupe également les locaux d'exploitation et de stockage des équipements de recharge de différentes unités : voie, énergie, ouvrages d'art, équipements de sécurité du tunnel et des gares, signalisation, les équipements de contrôle / commande ferroviaires et les façades de quais.

Le Bâtiment se structure en plusieurs ensembles fonctionnels :

- un pôle administratif composé d'un hall d'entrée, de bureaux pour les fonctions transversales et pour les équipes de chaque unité ainsi que de locaux pour les conducteurs VMI et de locaux communs (reprographie, archives, salles de réunion, etc.) ;
- un pôle d'exploitation, situé à rez-de-chaussée, qui supporte la réalisation des activités liées à la maintenance des infrastructures des lignes 15, 16 et 17 pour l'ensemble des métiers. Il se compose de quais de chargement / déchargement ferroviaires et routiers en liaison avec les stockages des équipements de rechange, des ateliers et des magasins. L'ensemble est accessible aux moyens de manutention d'équipements lourds et volumineux.
- un pôle logistique qui regroupe les locaux destinés à la surveillance, à la sécurité des biens et des personnes, à la maintenance et à l'entretien des lieux ;
- un pôle technique qui abrite toutes les installations techniques nécessaires au fonctionnement du service et des lieux : locaux courants forts, courants faibles, génie climatique, électromécaniques et de traitement de l'eau ;
- un pôle sanitaire et social composé des vestiaires, des douches, des sanitaires, du réfectoire et d'une salle de détente.

Le hall / Centre de maintenance VMI

Hall de type industriel, de grande hauteur sous plafond (10 m), il regroupe l'ensemble des activités dédiées à la maintenance, de niveaux 1 à 3, des VMI :

- La maintenance préventive du matériel roulant qui est effectuée essentiellement sur les deux voies de maintenance courante (voies sur fosse équipées de passerelles d'accès en toiture) et occasionnellement sur la voie de maintenance renforcée (voie de levage) et concerne :
 - Les maintenances programmées des VMI ;
 - Les vérifications et essais périodiques spécifiques ;
 - Le nettoyage technique général des VMI ;
 - Les opérations de maintenance lourde (échange de bogies et d'éléments de grandes dimensions situés sous caisses) sur la voie de levage.
- La maintenance corrective effectuée sur les voies de maintenance courante et renforcée selon des charges de travail aléatoires et non programmées liées à l'usure et au vieillissement de l'ensemble des équipements.

Il se compose du hall de maintenance mais également de locaux administratifs, de locaux sociaux et d'espaces de stockage.

Le faisceau de voies

Les fonctions principales assurées par les voies du site sont :

- Le chargement et déchargement des trains de maintenance : ces voies sont associées à des quais ou à des dalles de chargement équipés de pont roulant.
- La formation des trains de maintenance : ces voies dédiées permettent la constitution des convois en associant les véhicules (wagons spécifiques et locotracteurs) nécessaires aux activités de maintenance programmées sur l'infrastructure.
- Le remisage des trains : ces voies permettent le stockage des trains de maintenance nécessaires aux opérations de maintenance attribuées au site d'Aulnay et doivent pouvoir accueillir occasionnellement une partie des VMI mutualisés avec le Site de Vitry. Des fonctions annexes sont attribuées à certaines de ces voies (ex. : nettoyage, réceptacle à déchets, vérification de gabarit ou surcharge).
- L'acheminement vers le Hall VMI : des voies dédiées permettent aux VMI l'accès au hall de maintenance.
- Les manœuvres qui permettent de réorienter les convois par rebroussement vers la ligne 16, la ligne 17, le Hall VMI, les positions de chargement ou les voies de remisage et de formation.
- L'acheminement des rames d'approvisionnement en longs rails soudés, réalisé à l'aide de locotracteurs autorisés à circuler sur le Réseau Ferré National mais dont le gabarit n'est pas compatible avec celui du réseau du Grand Paris Express : le remplacement de ces locotracteurs par les locotracteurs conçus pour circuler sur le réseau du Grand Paris Express sera effectué dans le sas de raccordement du SMI au Réseau Ferré National.
- La vérification de l'aptitude des convois à circuler en toute sécurité sur les lignes 16 et 17 et le cas échéant sur la ligne 15.

Les espaces extérieurs

Les lieux et locaux situés à l'extérieur sont :

- La dalle de chargement à plat équipée du pont roulant particulièrement associée au métier de la Voie et au tri des déchets encombrants rapportés des chantiers réalisés sur l'infrastructure avant enlèvement (ex : vieux rails, gravats, équipements remplacés).
- Une aire de dépose et de tri des déchets par bennes sélectives.
- Des locaux techniques pour l'alimentation électrique générale du site.
- Des locaux de stockage pour les métiers de la voie, de la signalisation et de l'énergie destinés aux équipements moins sensibles qui ne nécessitent pas d'être stockés dans le bâtiment.
- Des locaux de stockage de produits divers destinés aux activités de maintenance.

4.3.3. LE SITE DE MAINTENANCE ET DE REMISAGE (SMR) ET POSTE DE COMMANDEMENT CENTRALISÉ (PCC)

4.3.3.1. Fonctionnalités du SMR

Les fonctions principales qui sont assurées et prises en compte dans la conception du SMR d'Aulnay sont les suivantes :

- Surveillance et gestion des accès non ferroviaires au site (personnel, livraison, secours, convois exceptionnel, etc.) ;
- Connexion aux lignes 16 et 17 ;
- Circulations des trains sur le site (positions de transfert, zones de manœuvre, etc.) ;
- Circulations des véhicules et des personnes à l'intérieur du site ;
- Remisage des rames de nuit ou en heures creuses ;

- Nettoyage intérieur et extérieur des rames ;
- Entretien et réparation du matériel roulant ;
- Fonctions logistiques et support associées ;
- Stationnement des véhicules du personnel et de service.

En plus des fonctions de remisage, nettoyage et maintenance, le SMR permet l'implantation d'un poste de commandement centralisé (PCC) dont la description est effectuée au paragraphe 4.5.5 de ce dossier.

L'organisation spatiale du SMR peut être représentée par le schéma ci-après :

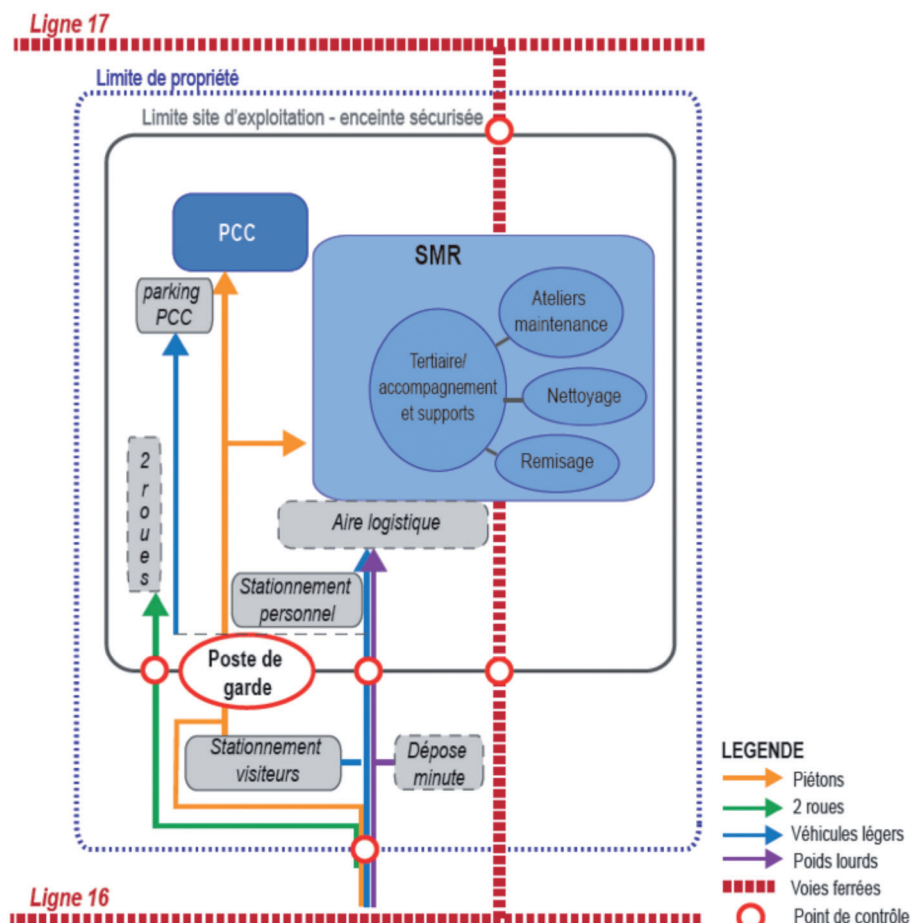


Figure 6 - Schéma d'organisation spatiale du SMR

4.3.3.2. Description des aménagements du SMR

Au stade actuel des études préliminaires, le SMR s'organise sur deux volumes distincts :

- Le centre de remisage où sont accolés au nord les volumes de la machine à laver et du grand lavage.
- L'atelier de maintenance, comprenant plusieurs hauteurs de dalle selon la voie desservie. Sur le nord sont accolés les locaux du tour-en-fosse prolongés par des auvents.

Le PCC n'est pas lié à la voie et il peut être installé sur deux niveaux. Sa localisation n'est pas arrêtée à ce jour, il pourra être par exemple intégré au hall de remisage. À l'entrée du site un bâtiment complémentaire abrite le poste de garde.

Le SMR comprend environ 22 000 m² de surfaces bâties et 57 000 m² de surfaces extérieures y compris la plateforme ferroviaire. Le plan ci-dessous illustre les principes d'aménagement du SMR sur le site d'Aulnay au stade des études préliminaires :

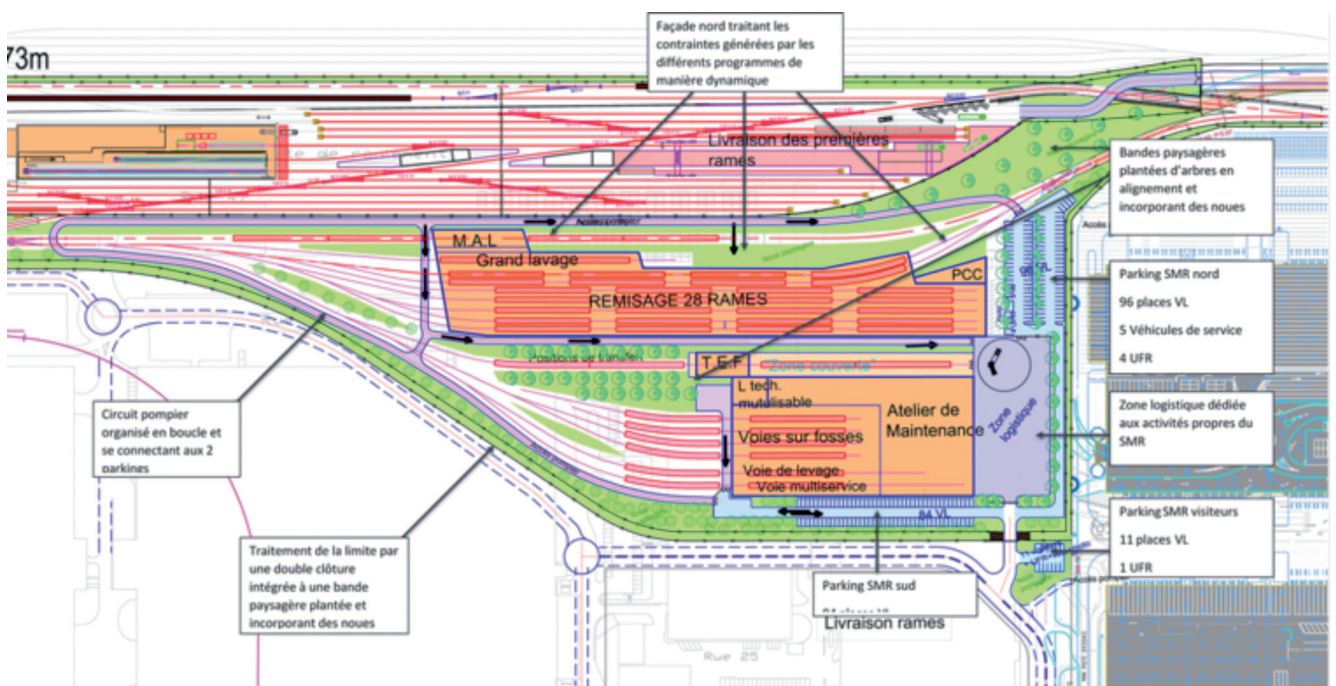


Figure 7 - Plan masse partie SMR

Le SMR est composé des entités principales suivantes :

Accès au site, parking et accueil

Le SMR est un point névralgique du réseau de transport. À ce titre, son enceinte est sécurisée et ses accès réglementés. Toutes les entrées et sorties du site (piétons, véhicules légers et poids lourds) sont contrôlées 24 h sur 24 et 7 jours sur 7 depuis le poste de garde.

Connexion aux lignes 16 et 17 – Faisceau de raccordement et Positions d'échanges

La connexion aux lignes 16 et 17 s'effectue grâce à un faisceau de raccordement et des positions d'échanges qui permettent depuis le poste de commandement centralisé (PCC) :

- De gérer l'injection /retrait des rames depuis et vers les lignes,

- D'organiser les mouvements à l'intérieur du SMR,
- D'effectuer les autotests sécuritaires au réveil des rames en début de service,
- De gérer les restrictions de vitesse conditionnée par l'entrée dans le SMR (30 km/heure).

Afin d'assurer l'ensemble des fonctions décrites ci-avant, ces positions d'échanges sont :

- Relativement proches des lignes pour respecter la fréquence entre chaque injection ou retrait,
- Pas trop éloignées du SMR pour réaliser les séquences de freinage et de dialogue plateforme /bord et permettre leur maintenance depuis le SMI,
- Assimilables à une position « tiroir », elles sont constituées de deux voies dont l'une au moins est systématiquement libre.

Atelier de maintenance du matériel roulant

Les opérations de maintenance de niveau 1 à 3 (au sens de la norme FD X 60-000) s'articulent autour de plusieurs types d'installation :

- Les postes de maintenance :
 - Maintenance courante (quatre voies sur fosse avec passerelle de visite en toiture) ;
 - Maintenance renforcée (une voie multiservices à plat, un tour en fosse et une voie de levage avec colonnes de levage) ;
- Les locaux supports, logistiques, stockage, de management et d'accompagnement.

Le tour-en-fosse est conçu pour permettre l'accueil de rames longues de 108 mètres de la ligne 15. Cette disposition vise à faciliter la recherche de solutions permettant d'assurer la poursuite de l'activité du tour-en-fosse pour des trains de la ligne 15 lorsque les équipements concernés sont en renouvellement au SMR de Champigny par exemple.

Remisage des rames

Le SMR d'Aulnay assure le remisage d'une partie de la flotte des lignes 16 et 17. Afin de les protéger contre les intempéries et le vandalisme, les trains sont remisés dans un hall qui est à minima fermé sur ses deux façades latérales et sa toiture.

Propreté du matériel roulant

Cette zone est constituée de deux entités : la voie de passage en machine à laver et le hall de grand nettoyage.

Le nettoyage intérieur des rames est assuré 7 jours sur 7 en dehors des heures de pointe dans le hall de remisage tandis que le passage en machine à laver s'effectue généralement en dehors des périodes de pointe. En complément des passages réguliers en machine à laver, un lavage manuel renforcé des rames, intérieur et extérieur, permet de remédier à d'éventuelles dégradations et d'accéder à des zones des véhicules n'ayant pu être traitées correctement par les opérations de nettoyage courantes.

La machine à laver peut accueillir des rames de 108 mètres de la ligne 15. Cette disposition vise à faciliter la recherche de solutions permettant d'assurer la poursuite de l'activité de la machine à laver pour des trains de la ligne 15 lorsque les équipements concernés sont en renouvellement au SMR de Champigny par exemple.

Poste de Commandement Centralisé (PCC)

La description du PCC est précisée au paragraphe 4.5.5 du présent dossier.

Cet ensemble PCC comprend :

- Hall d'accueil / entrée,
- Unité opérationnelle,
- Salle PCC,
- Salle de crise,
- Salle PC sécurité lignes 16 et 17,
- Salle formation,
- Locaux d'accompagnement.

4.4. Systèmes

De façon générale, la définition du matériel roulant, de la maintenabilité et disponibilité des systèmes, de l'exploitabilité de la ligne 16 en particulier et des lignes 15, 16 et 17 plus globalement ont été réalisés en associant le STIF et la RATP sous forme de groupes de travail ou de comités ad hoc afin de partager

les résultats des études et les besoins exprimés notamment en terme d'exploitation et de maintenance.

De plus, les dispositions de principe relatives à la sécurité civile et publique des gares et des tunnels ont été partagées dans le cadre des comités techniques consultatifs mis en place par le préfet de la région Ile-de-France et le préfet de police.

4.4.1. Matériel Roulant à destination des voyageurs

4.4.1.1. Caractéristiques et performances

Les caractéristiques et performances du matériel roulant voyageurs sont issues à la fois du cahier des charges fonctionnel approuvé par le STIF en décembre 2013 et du référentiel de conception de la SGP en conformité avec le schéma d'ensemble du Grand Paris.

Le matériel roulant voyageur de la ligne 16 du Grand Paris est composé de 3 voitures reliées entre elles par de larges intercircularions offrant la libre circulation des passagers d'une extrémité à l'autre. Ce matériel roulant est conçu pour une

exploitation automatique sans conducteur à bord. Cependant, un pupitre de conduite de secours et escamotable permet, le cas échéant, une conduite exceptionnelle par un conducteur.

La capacité visée par le matériel roulant est de 500 voyageurs dans les conditions de confort habituelles en France (4 voyageurs debout/m²). Le matériel roulant de la ligne 16 est dérivé de celui de la ligne 15 et fourni par le même industriel via un même marché.



Figure 1 - Composition possible d'une rame de 3 voitures à titre d'illustration

Les trains voyageurs 3 voitures seront composés de 2 motrices de tête identiques à celles de la ligne 15, la voiture intermédiaire sera une motrice ou remorque selon la conception proposée par l'industriel pour garantir les performances requises.

Les principales caractéristiques techniques du matériel roulant des voyageurs sont :

- Roulement fer et alimentation en courant continu sous 1500 V environ par profil aérien de contact,
- 3 voitures,
- Charge à l'essieu inférieure à 14,5 tonnes avec 8 voyageurs debout/m² (EI8),
- Longueur utile du train (attelages exclus) : 54 m,
- Largeur du train : environ 2,8 m,
- Hauteur du train :
 - Hauteur hors tout (pantographe non compris) : environ 4 mètres,
 - Hauteur intérieure : minimum 2,15 mètres,
 - Hauteur seuil de porte : environ 1,10 mètre.
- Nombre de portes par face par voiture, pour optimiser le temps de montée/descente des voyageurs à quai : 3
- Largeur d'une porte : environ 1,65 mètre,
- Hauteur d'une porte : minimum 1,95 mètre.
- Nombre de passagers : 500 voyageurs par train avec 4 voyageurs debout/m² (EI4)
- Taux minimal d'assises fixes de 15 %. Des assises relevables complètent le cas échéant les assises fixes afin d'améliorer le confort des heures creuses.

- Les principales performances du matériel roulant des voyageurs sont déterminées pour assurer une vitesse commerciale élevée et pour permettre l'exploitation de la ligne à pleine capacité à long terme :

- Accélération :
 - Accélération instantanée maximale au démarrage : 1,25 mètre/seconde,
 - Accélération maximale de 0 à 60 km/h : environ 0,9 mètre/seconde,
 - Accélération maximale de 0 à 110 km/h : environ 0,7 mètre/seconde.
- Décélération :
 - Décélération électrique moyenne de 110 à 0 km/heure : environ 0,8 mètre/seconde.

Une décélération d'urgence garantie de 0,80 mètre/seconde est prise en compte par les automatismes avec une adhérence dégradée (8 % d'adhérence).

4.4.1.2. Design des trains

En association étroite avec le STIF, un soin particulier est apporté à l'image du matériel roulant des voyageurs, à son intégration sur le réseau, à ses fonctionnalités et d'une manière générale à tout ce qui peut concourir à lui assurer une forte attractivité et son succès.

4.4.1.3. Accessibilité

La conception du train contribue à l'accessibilité du réseau et permet de transporter l'ensemble de la population y inclus les personnes en situation de handicap, et notamment :

- Des usagers de fauteuils roulants (UFR) avec et sans aide,
- Des malvoyants ainsi que leurs chiens et des malentendants.

Aussi, en ce qui concerne les lacunes horizontales et verticales entre les seuils de portes et les quais, l'Arrêté d'accessibilité

La vitesse maximale d'exploitation est de l'ordre de 110 km/heure. Ce point sera précisé à l'issue de l'appel d'offres d'acquisition des trains pour optimiser le coût de possession.

Le matériel roulant est doté d'un système anti-enrayeur et d'un autre anti-patinage qui permettent d'éviter tout dommage aux roues et d'exploiter toute l'adhérence disponible.

Les rames sont conçues pour répondre aux conditions d'exploitation de la ligne telles que :

- Les caractéristiques géométriques de la ligne (tracé, profil en long, dévers...),
- Les conditions météorologiques spécifiques de l'île de France pour les zones de stockage des trains,
- Les vitesses maximales autorisées sur la ligne,
- La vitesse commerciale élevée,
- L'alimentation électrique (1500 V par Profil Aérien de Contact),
- L'insertion en tunnel
- Les circulations en aérien.

La Société du Grand Paris a recouru aux services d'un Designer pour faire une étude de faisabilité et prescrire les grandes orientations de design, le design final étant réalisé par le futur titulaire du marché. La cohérence entre le design des gares et le design du train sera assurée tout au long du projet.

du 13 juillet 2009 est appliqué : la plateforme du train est au niveau du quai et la lacune entre le train et le quai est réduite pour permettre aux personnes l'entrée et la sortie de la voiture.

En ce qui concerne les espaces UFR, les prescriptions de l'Arrêté du 13 juillet 2009 sont respectées, des espaces seront ainsi prévus dans les voitures. De plus, la possibilité de déplacement des UFR entre deux plates-formes du train est prévue : les couloirs sont suffisamment spacieux pour que les UFR puissent y circuler.

4.4.1.4. Confort

Le confort thermique du train sera assuré par un système de chauffage, de ventilation et de rafraîchissement de l'air. Celui-ci assure les fonctions suivantes :

- Renouvellement de l'air à l'intérieur du train par apport d'air neuf ;
- Confort des passagers qui est déterminé par les critères de température, homogénéité de température, hygrométrie et vitesse de l'air, désenclassement de tous les vitrages ;
- En préchauffage : A la température extérieure de -5°C , la température intérieure moyenne de 18°C est obtenue en moins de 60 minutes, sans passer à bord, sans ensoleillement et train à l'arrêt ;
- En pré-réfrigération : A la température extérieure de $+35^{\circ}\text{C}$ et 40% d'humidité relative, la température intérieure moyenne de 30°C est obtenue en moins de 40 minutes, train à l'arrêt, sans passer à bord, sans éclairage, et avec un ensoleillement frontal théorique de 500 W/m^2 faisant un angle de 30° par rapport à l'horizontal.

La commande générale de fonctionnement du conditionnement de l'air du train est pilotée depuis la commande centralisée, ou de manière automatique par le train à son réveil.

L'ambiance lumineuse à bord du train est assurée par un éclairage artificiel à basse consommation. Les sources lumineuses n'éblouissent pas les voyageurs pour la lecture des informations embarquées et dans le champ horizontal de vision.

En complément de la norme NF EN 13272, § 4.1.2, l'apport lumineux assure un niveau d'éclairement qui est compris entre 300 et 350 lux, à une distance de 0,8 m du niveau du plancher. Le facteur d'uniformité d'éclairement n'est pas inférieur à 0,6. En complément de la norme NF EN 13272, § 4.3.3, l'éclairage moyen de secours est ≥ 100 lux.

Une attention particulière est apportée à la conception du matériel roulant des voyageurs au niveau du confort acoustique (aussi bien à l'intérieur de la rame que vers l'extérieur) ainsi qu'au niveau vibratoire. Afin de réduire les bruits de roulement et limiter, dans les courbes, tout risque de bruit de crissement, des solutions techniques constituées notamment par des roues équipées de résonateurs et des graisseurs de boudin sont mises en place sur le train.

4.4.1.5. Développement durable

Afin de réduire les besoins énergétiques, différentes pistes sont étudiées :

- Le freinage électrique des trains à haute vitesse
Dans les phases de freinage, les trains deviennent producteurs d'énergie en réinjectant l'énergie de freinage vers la caténaire. Le freinage électrique des trains à haute vitesse permet d'augmenter la part de l'énergie de freinage électrique pouvant être récupérée de 30% environ. Cela limite également la production de particules liées au freinage mécanique et permet ainsi de limiter les conséquences sur la qualité de l'air.
- La marche sur l'erre
La marche sur l'erre désigne le fait de rouler traction coupée à l'approche d'un point d'arrêt ou d'une zone à vitesse réduite. La marche sur l'erre est de fait moins énergivore que la marche tendue en raison d'une quantité d'énergie cinétique mise en jeu moins importante de 20% environ.
- Améliorer le rendement de la chaîne traction
La portion d'énergie dissipée (pertes) dans la chaîne de traction est un poste de consommation d'énergie important (20 à 25% de l'énergie injectée dans la caténaire).
- Optimiser la circulation des trains
Dans les phases d'accélération, les trains sont consommateurs d'énergie. A l'inverse au freinage, ils deviennent producteurs

d'énergie. En faisant correspondre les phases d'accélération et de freinage des trains, les échanges énergétiques naturels entre trains sont favorisés, les postes de redressement ne venant alors qu'en complément. Les automatismes de conduite des trains permettront de gérer la circulation des trains en temps réel, en ajustant les départs des trains et en synchronisant au mieux les phases d'accélération et de freinage sur l'ensemble du parcours. L'optimisation des échanges énergétiques entre trains se fera ainsi en temps réel.

- Postes de redressement réversibles
En certains points de la ligne, là où elle n'est pas suffisamment réceptive, c'est-à-dire lorsqu'il y a plus de trains en freinage que de trains en accélération, l'énergie de freinage se retrouve en excès sur la caténaire. La mise en œuvre de postes de redressement réversibles permet de réinjecter l'énergie de freinage non récupérée vers le réseau de distribution amont pour, de préférence, une réutilisation interne.
- Optimiser le confort visuel et thermique
Les différents systèmes mis en place pour l'ambiance lumineuse et le confort thermique sont économes en énergie.
- Recycler les trains
Le recyclage en fin de vie du matériel roulant est un élément pris en compte dans la conception de ce dernier.

4.4.2. Automatismes de conduite des trains

4.4.2.1. Niveau d'automatisation

La ligne 16 fonctionne en «automatisme sans conducteur et sans personnel à bord» en mode nominal. Ceci correspond au niveau d'automatisation pour l'exploitation des trains voyageurs défini par la norme IEC 62290-1 sous la dénomination GOA4.





Niveau d'automatisation	Exploitation du train	Contrôle du train	Arrêt du train	Ouverture / Fermeture des portes	gestion des situations dégradées
GOA 1		ATP + conducteur	conducteur	conducteur	conducteur
GOA 2		ATP et ATO + conducteur	automatique	automatique	conducteur
GOA 3		sans conducteur mais avec agent	automatique	automatique	agent
GOA 4		sans personnel	automatique	automatique	automatique

Figure 2 - Niveau d'automatisation- norme IEC 62290-1

La circulation des trains en mode automatique sans conducteur est effective sur l'ensemble du domaine d'exploitation avec voyageurs et la plupart des zones sans voyageurs :

- Voies principales,
- Voies secondaires (voies de remisage des terminus, raccordement aux SMR et raccordement aux SMI),
- Zone de remisage et certaines voies de maintenance des SMR.
- Pour permettre la transition entre des zones de conduite automatique et des zones non équipées pour la conduite automatique ou des zones de conduite automatique dépendant d'un autre exploitant (PCC différents), il est nécessaire de passer par des zones de transfert.
- Des zones de transfert sont implantées :
 - Devant les voies d'ateliers de maintenance du matériel roulant SMR,
 - Au sein du SMI, entre les voies de raccordement aux lignes 16 et 17 et le faisceau de voies du SMI,
 - A Noisy-Champs à l'entrée des voies de liaison pour passer de la ligne 15 à la ligne 16 et réciproquement,
 - En arrière gare de Saint-Denis Pleyel, dans la voie de liaison, à la frontière avec la ligne 15.

En situation dégradée, du personnel habilité peut reprendre la conduite des trains voyageurs en mode manuel via un pupitre escamotable de secours situé dans le train.

Nota : Cas particulier des VMI d'intervention (voir §5.2.1.5):

La circulation des trains de maintenance type VMI se fait en mode contrôlé avec un équipement en CBTC adapté selon les périodes de circulation (voir §4.4.2.2). Pour ces véhicules, il est prévu à ce stade du projet un niveau d'automatisation de niveau GOA1 (conduite manuelle supervisée et signalisation en cabine) qui permet notamment :

- La protection vis-à-vis des circulations de trains voyageurs (lors de l'acheminement des VMI en fin de service voyageurs, lors de l'ouverture de la ligne à la reprise de l'exploitation voyageurs),
- La détection d'un mouvement non autorisé du VMI sur une zone de manœuvre, conduisant à générer au minimum des alarmes au PCC et sur le train, et la coupure automatique du courant d'alimentation de traction,
- La supervision des mouvements du VMI à partir des moyens de supervision au PCC et/ou au SMI,

- L'assistance à sa conduite (cab-signal) en mode de conduite manuelle supervisée, au travers du concours de ses équipements embarqués de sécurité, permettant un acheminement de/vers sa zone de chantier en un temps minimal,
- La protection automatique des zones de chantiers (ie : gestion centralisée des zones de chantiers, contrôle de non pénétration d'un train VMI sur une zone de chantier, Contrôle de vitesse plafond, contrôle de la sortie de la zone de chantier).

4.4.2.2. Système Communication Based Train Control

- Les automatismes de conduite mis en place sur la L16 répondent aux caractéristiques d'un système CBTC (Communication Based Train Control) tel que défini par la norme IEEE1474-1. Ces caractéristiques sont principalement basées sur :
 - Une localisation des trains précise (dénommé localisation primaire). Cette localisation primaire est basée sur un système odométrique embarqué (roue phonique) complété par un dispositif de relocalisation dénommé Système de Localisation par Point de Référence (ou appelé Système de Localisation par Balise),
 - Une communication bord/sol bidirectionnelle, permanente et continue des données (Système de Transmission des Données STD),
 - Le traitement des fonctions de sécurité par des calculateurs embarqués dans le train et/ou fixes au sol.

Un exemple d'architecture d'un système CBTC est donné dans la figure suivante.

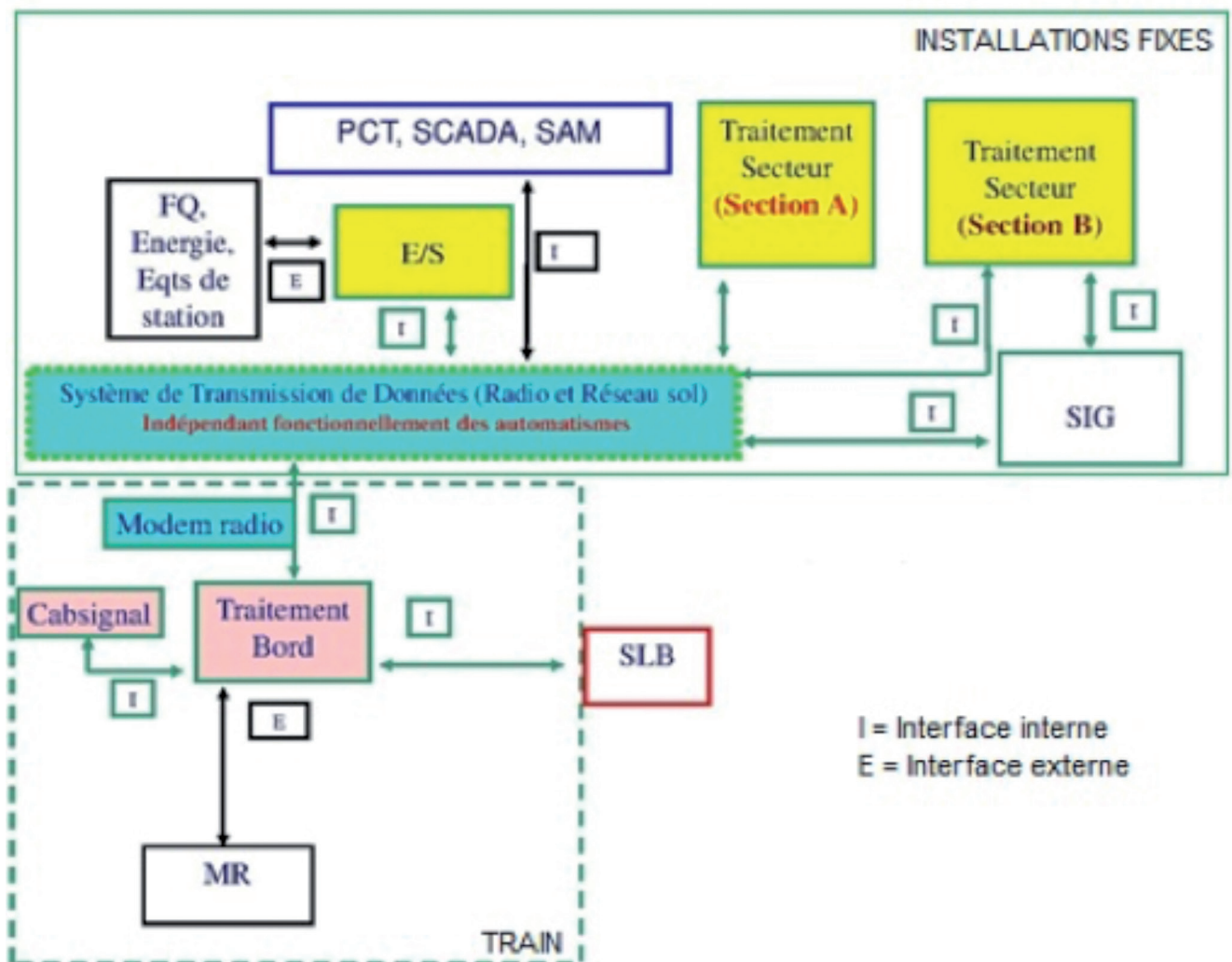


Figure 3 - Exemple d'architecture typique d'un CBTC

Le système d'automatisme de conduite se compose principalement des éléments suivants:

- ACT (Automatisme de Contrôle des Trains) : Ce système permet le contrôle automatique des trains (mouvement, autorisations, régulation, protection).
- PCT (Poste de Contrôle des Trains) : Ce système supervise les trains pour réaliser le programme d'exploitation. Il est en charge notamment de la régulation et de l'aide à l'exploitation. Ce système est traité au § « Poste de Commande du Transport »
- STD (Système de Transmission de Données). Ce système permet la transmission des données entre les équipements au sol et les échanges de données sol-bord.

4.4.2.3. Fonctionnalités

La sécurité des circulations des trains est assurée à partir des automatismes de conduite des trains. Les équipements sont répartis à bord des trains et au sol.

Les fonctions des automatismes de conduite sont :

- Garantir la sécurité du mouvement des trains ;

4.4.2.4. Performances du système

Les principales performances définies pour le système d'automatisme de conduite doivent permettre :

- De gérer l'exploitation 7j/7, 24h/24 ;
- Une circulation dans les deux sens sur chaque voie ;
- Un intervalle dynamique ≤ 40 s ;
- Un intervalle théorique ≤ 80 s ;
- Un intervalle minimal pratique ≤ 90 s (*) ;

De plus, la répartition géographique des différents équipements d'une ligne de transport (gares, matériel roulant, tunnel, site de maintenance,...) dont la supervision doit être réalisée depuis un Poste de Commandes Centralisées (Cf § « Poste de Commandes Centralisées »), nécessite la mise en œuvre de moyens de communications performants et à haut niveau de disponibilité. Le Système de Transmission des Données des automatismes de conduite des trains assure l'acheminement de ce flux de communication en assurant notamment les échanges d'information entre les équipements embarqués des AC dans le matériel roulant, les automatismes de conduite au sol et les équipements centralisés du PCC. Toutes les données critiques pour les fonctions transport (contribuant directement au mouvement des trains) transitent par le STD.

- Conduire le train ;
- Superviser la voie ;
- Superviser le transfert des voyageurs ;
- Exploiter un train ;
- Vérifier la détection et la gestion des situations d'urgence.

- Une précision de calcul des heures de régulation de 1 s ;
- Un temps d'établissement d'un service provisoire (inclus le temps de basculement des aiguilles) ≤ 7 s ;
- Un temps de suppression d'un service provisoire ≤ 7 s.

(*) Pour le tronç commun aux lignes 16 et 17, l'optimisation de l'intervalle pratique en-dessous de 90 s sera étudiée par les industriels en phase PRO, en respectant l'objectif d'intervalle dynamique de 40 s maximum et la marge d'exploitation de 10 s.

4.4.3. Alimentation et distribution électrique

L'alimentation et la distribution électrique du réseau de transport du Grand Paris recouvrent trois aspects :

- Réseau HT : transport et distribution de l'énergie électrique HTA,
- Réseau BT : transformation du courant alternatif HTA dans les postes éclairage ou force (PEF ou PF), transport et distribution de l'énergie électrique BT jusqu'aux équipements,

- Réseau courant traction : transformation et redressement du courant alternatif HTA dans les postes de redressement (PR), transport et distribution de l'énergie électrique de traction en courant continu jusqu'aux trains via la ligne de contact constituée d'un profilé aérien (PAC).

4.4.3.1. Réseau haute tension à haute disponibilité

La distribution HTA depuis le réseau ERDF est réalisée en 20kV à partir de points de livraison dissociés pour les besoins en énergie électrique BT et en énergie de traction. Les PR sont alimentés en antenne directement depuis des postes sources ERDF dédiés à l'alimentation traction, tandis qu'une énergie BT de

disponibilité élevée est obtenue par transformation de l'énergie HTA distribuée en coupure d'artère au travers de 2 câbles (double artère) cheminant en site propre au métro et alimentées aux deux extrémités par des points de livraison ERDF indépendants.

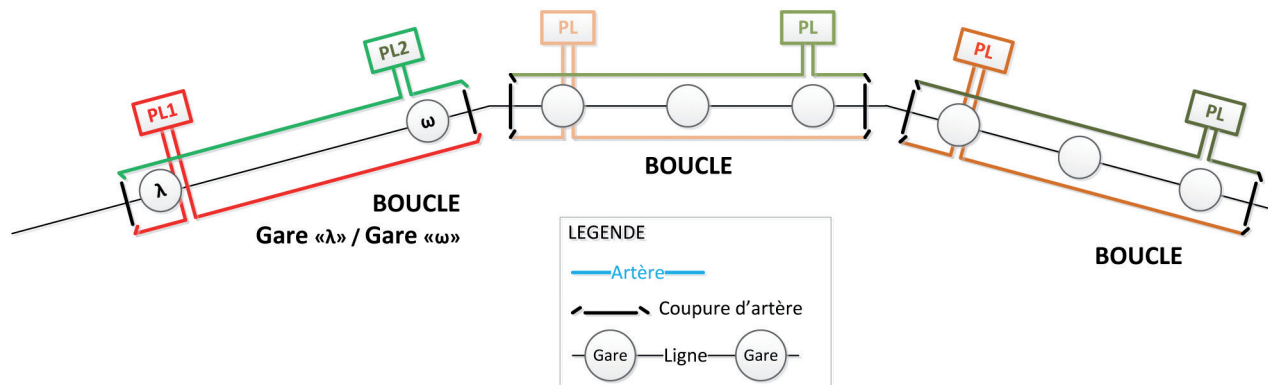


Figure 4 - Boucles d'alimentation sur une ligne

Chaque câble HTA chemine sous la voie ferrée et dessert un ensemble de gares (ou sites de maintenance) et ouvrages annexes entre les deux extrémités et peut fournir jusqu'à 10 MVA environ en régime nominal.

Le passage en tunnel des câbles permet de réduire drastiquement les risques d'arrachage par rapport à un passage en voirie et l'impact environnemental des chantiers en voirie.

Cette architecture HT permet de garantir l'indépendance d'alimentation entre l'énergie électrique de traction et l'énergie électrique « basse tension » et une disponibilité élevée de cette énergie électrique.

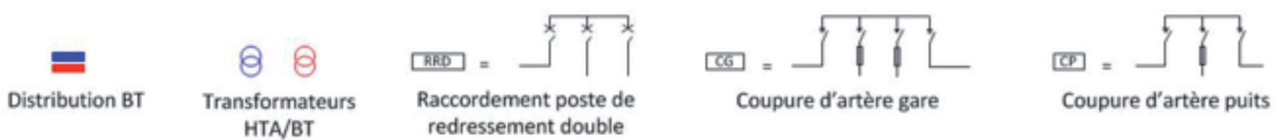
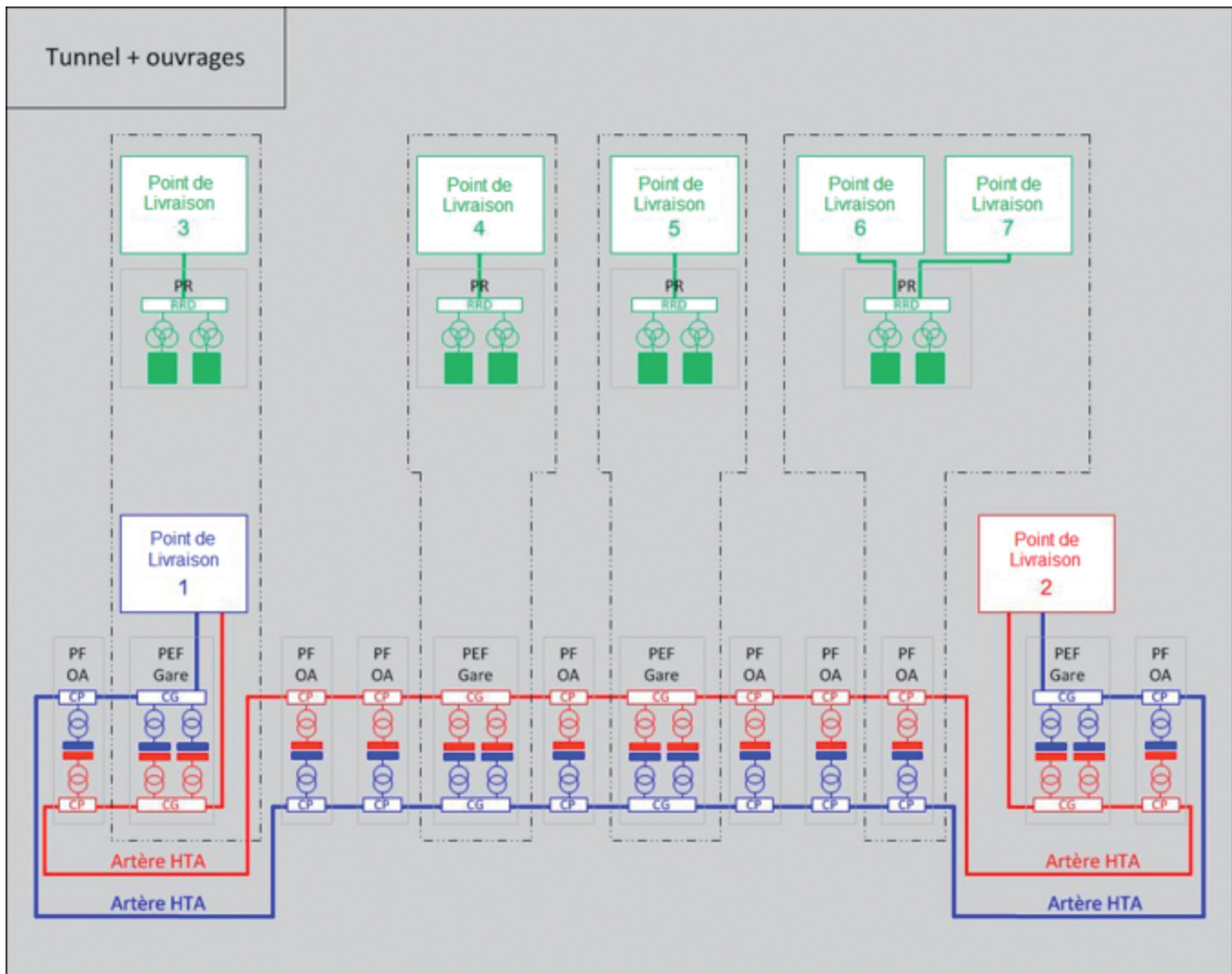


Figure 5 - Représentation de la solution technique de distribution HTA sur une portion du tracé

Le réseau d'énergie HTA est conçu de telle sorte que la défaillance d'un quelconque équipement électrique le constituant n'entraîne pas de perturbation de l'exploitation.

4.4.3.2. Réseau basse tension en tunnel

La distribution BT en tunnel assure les fonctions suivantes :

- Alimentation électrique des équipements électriques en tunnel depuis les TGBT (Tableaux Généraux Basse Tension),
- Alimentation électrique des équipements électriques dans les ouvrages annexes.

La distribution BT en tunnel est assurée au travers des Postes Force (PF) situés dans chaque ouvrage annexe. Chaque PF est constitué de deux 1/2 PF physiquement indépendants, avec un poste de transformation HT/BT pour chaque 1/2 Poste Force (PF) et des départs dédiés depuis le TGBT vers les équipements.

Chaque transformateur alimente un TGBT dit permanent. Chacun de ces deux TGBT peut être réalimenté depuis l'autre TGBT permanent de l'autre 1/2 PF.

La puissance de 800 kVA de chacun des deux transformateurs d'un même PF permet d'alimenter les deux TGBT permanents du PF considéré sans délestage.

Les éléments liés à la sécurité ou nécessitant une forte disponibilité sont alimentés systématiquement en double attache depuis deux TGBT.

Ces éléments sont les suivants :

- Le désenfumage du tunnel ou les mises en pression de certaines zones,
- Les sources autonomes de sécurité pour l'éclairage de sécurité,
- Les servitudes de l'ouvrage annexe,
- Les ascenseurs et leur interphonie,
- Les pompes de relevage d'eaux d'exhaure.

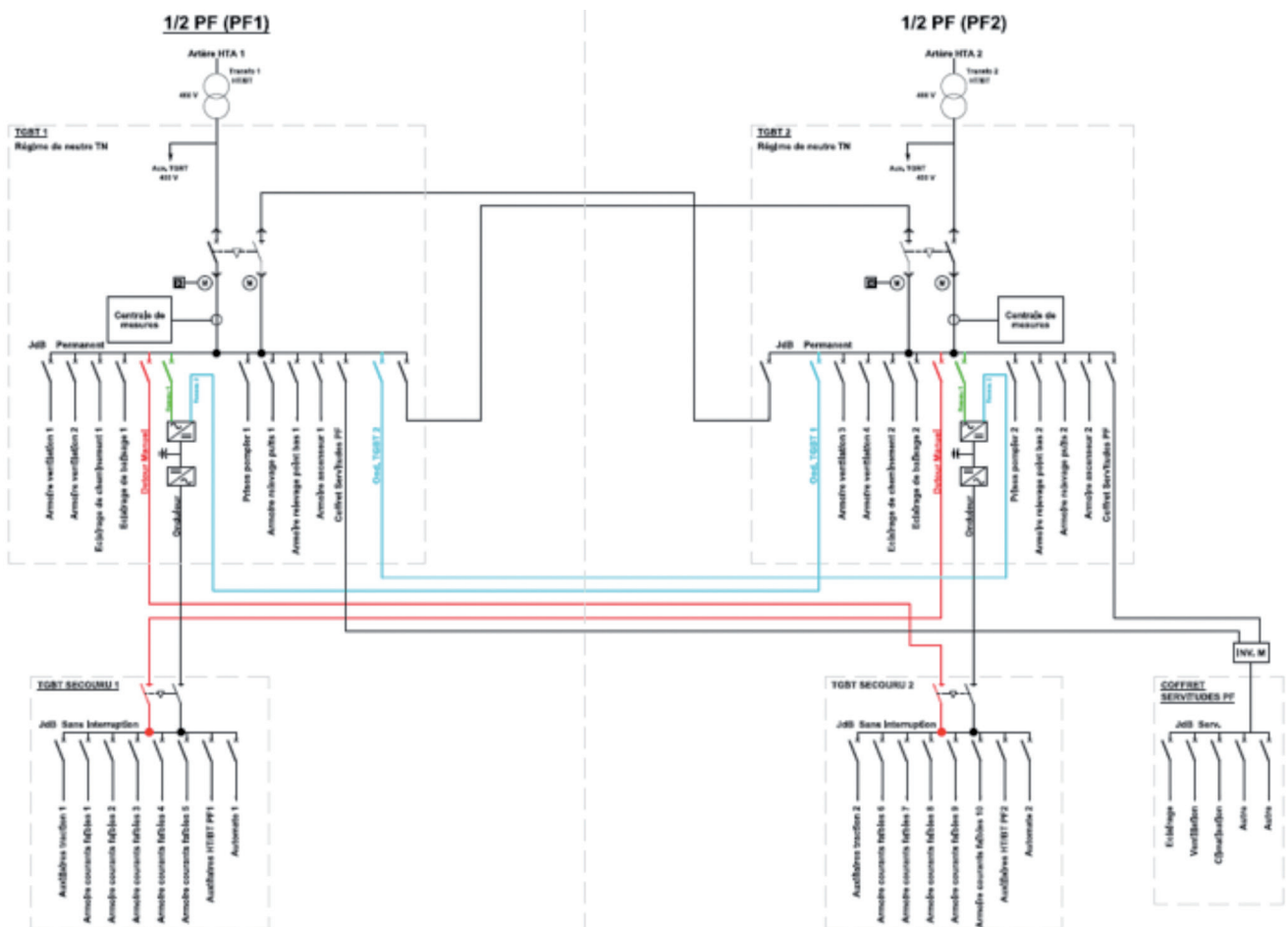


Figure 6 - Transformation et Distribution BT Tunnel

Chaque TGBT alimente également un TGBT Secouru via une ASI (Alimentation Sans Interruption), elle-même alimentée en secours par l'autre TGBT, permettant de maintenir en fonctionnement certains équipements sensibles, notamment courants faibles, en cas de dysfonctionnement de la distribution BT. Les départs BT dits « sans interruption » ne sont pas délestables pendant une durée adaptée à chaque besoin de disponibilité ou de sécurité : un délestage par fonction pourra être mis en place au niveau des TGBT secourus.

L'Alimentation Sans Interruption (ASI) est assurée de la façon suivante :

- Source d'entrée 400/230 V \sim ,
- Sortie 400/230 V \sim ,
- Autonomie par batterie au plomb étanche (la durée d'autonomie sera de 2 heures à 12 heures au maximum selon la criticité des fonctions à maintenir pendant la gestion des incidents électriques),
- Les équipements choisis devront présenter un by-pass statique,
- La présence d'un by-pass externe manuel est nécessaire à la maintenance.

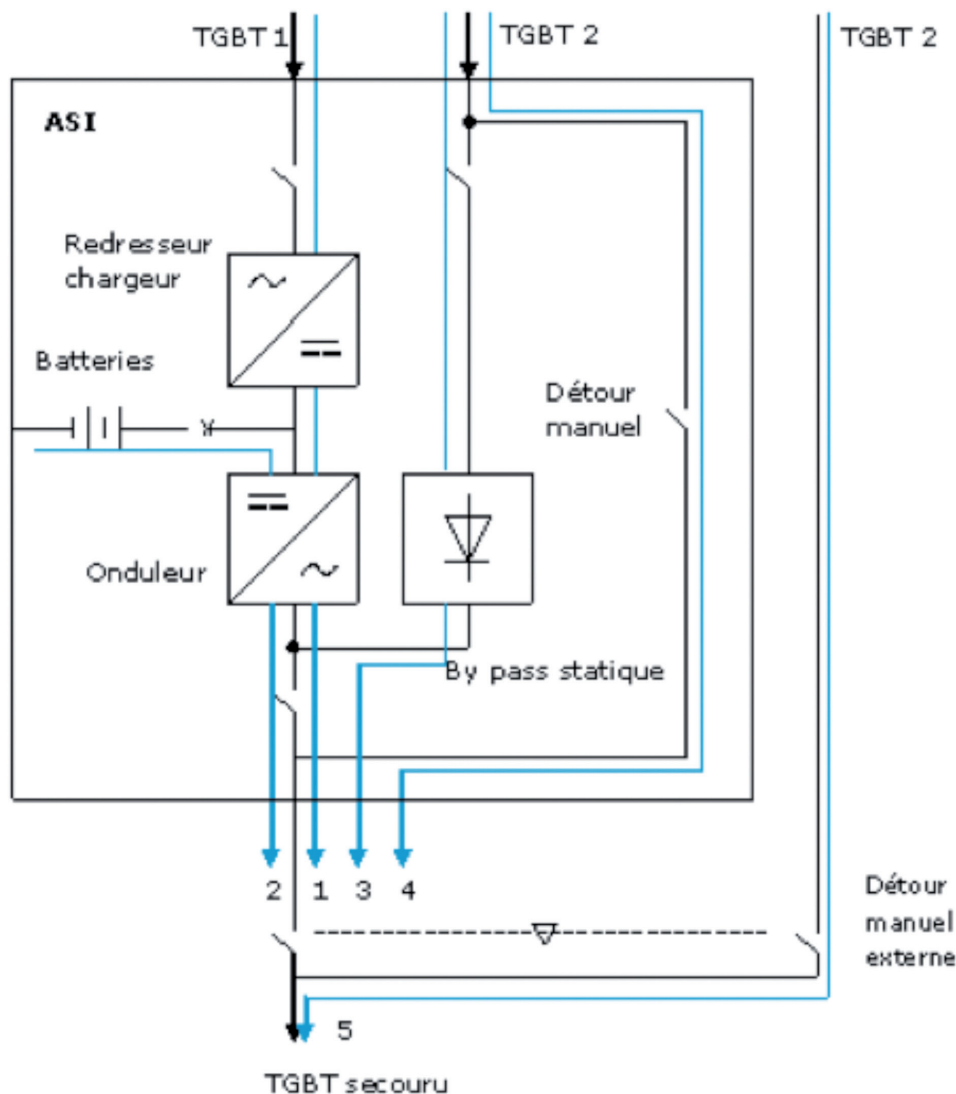


Figure 7 - Modes de fonctionnement de l'alimentation sans interruption

L'architecture BT est liée aux choix définis pour l'architecture HT. Un couplage des TGBT des demi-PF est mis en place pour permettre l'alimentation secours des équipements, au sens de l'arrêt du 22 novembre 2005 (éclairage d'évacuation /

ventilation de désenfumage / prise de courant pompier / etc.) en cas de coupure au niveau HTA, en complément de la disponibilité apportée par les schémas de distribution en « double attache » exposée ci-avant.

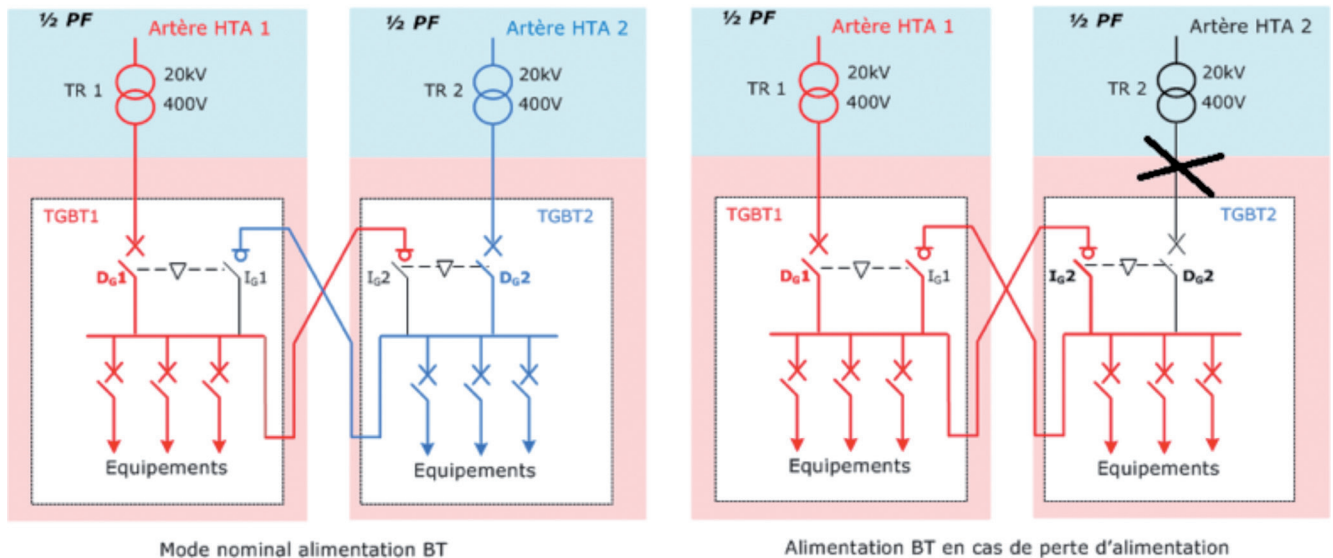


Figure 8 - Présentation de l'alimentation BT en mode nominal et en cas de perte d'alimentation

4.4.3.3. Réseau basse tension en stations

La transformation HT/BT et distribution BT en station est assurée par un Poste Eclairage-Force (PEF) constitué de deux 1/2 PEF physiquement indépendants.

Selon les besoins de puissance des équipements en station et en tunnel (sur la zone d'action de la station), chaque 1/2 PEF comprend deux transformateurs triphasés 20 kV/400 V \sim de puissance pouvant atteindre chacun 1600 kVA.

La distribution BT des départs individuels est répartie dans chaque 1/2 PEF sur 2 TGBT (Tableau Général Basse Tension) de puissance totale 800 kVA chacun.

Chaque TGBT est alimenté par un transformateur en fonctionnement nominal et chaque transformateur fonctionne avec une charge correspondant environ à la moitié de la puissance installée. Un TGBT peut secourir un TGBT de l'autre PEF compte tenu de la réserve de puissance, en cas de défaillance d'un transformateur HT/BT ou en amont de celui-ci au niveau des artères HTA (elles-mêmes reconfigurables).

Chaque équipement terminal ou armoire de distribution locale est alimenté :

- par un départ d'un seul TGBT pour les équipements tolérant un délestage temporaire, le temps de secourir le TGBT après coupure HT,
- via une ASI alimentée en double attache par deux TGBT provenant des deux 1/2 PEF, pour les équipements ne tolérant pas de coupure BT, puis un TGBT secondaire secouru (équipements courants faibles, automatismes,...), en double attache depuis deux TGBT, un sur chaque 1/2 PEF donc nominale sur deux sources HTA distinctes : désenfumage de la gare et du tunnel ou mises en pression de certaines zones, sources autonomes de sécurité pour l'éclairage de sécurité, installations de détection incendie et de mise en sécurité, VMC, ascenseurs et leur interphonie, pompes de relevage d'eaux d'exhaure, façades de quai.

Ces principes sont représentés par la figure suivante.

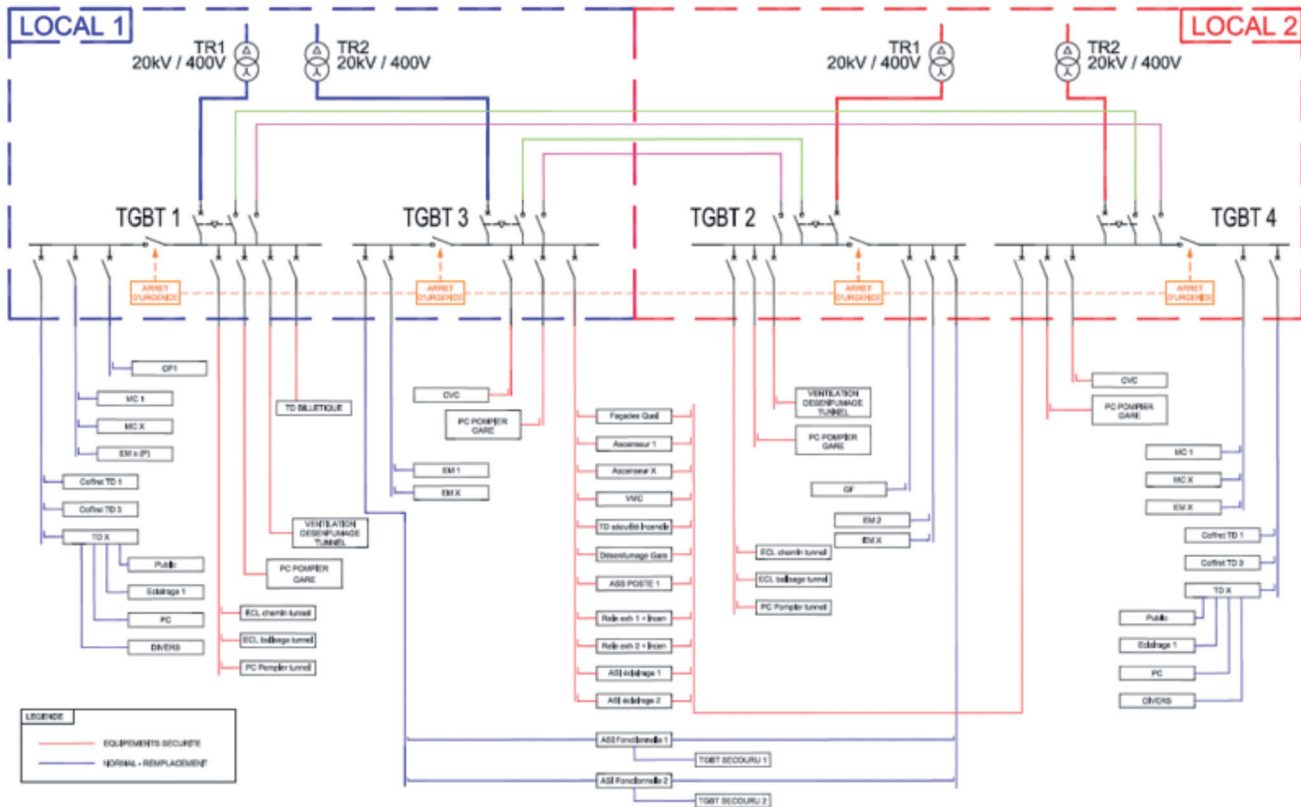


Figure 9 - Transformation et distribution BT en station

4.4.3.4. Disponibilité de l'énergie haute tension / basse tension

La combinaison des redondances au niveau des sources HTA, des artères, des 1/2 PEF ou PF et des transformateurs HT/BT, et TGBT associés, offre de multiples possibilités de reconfiguration de la distribution d'énergie électrique avant d'avoir recours au secours par les ASI.

A titre d'exemple, la figure suivante illustre le cas d'une double panne au niveau HT sans impact sur les équipements de ventilation de désenfumage de la gare, par la mise en œuvre du couplage entre 1/2 PEF au niveau des TGBT.

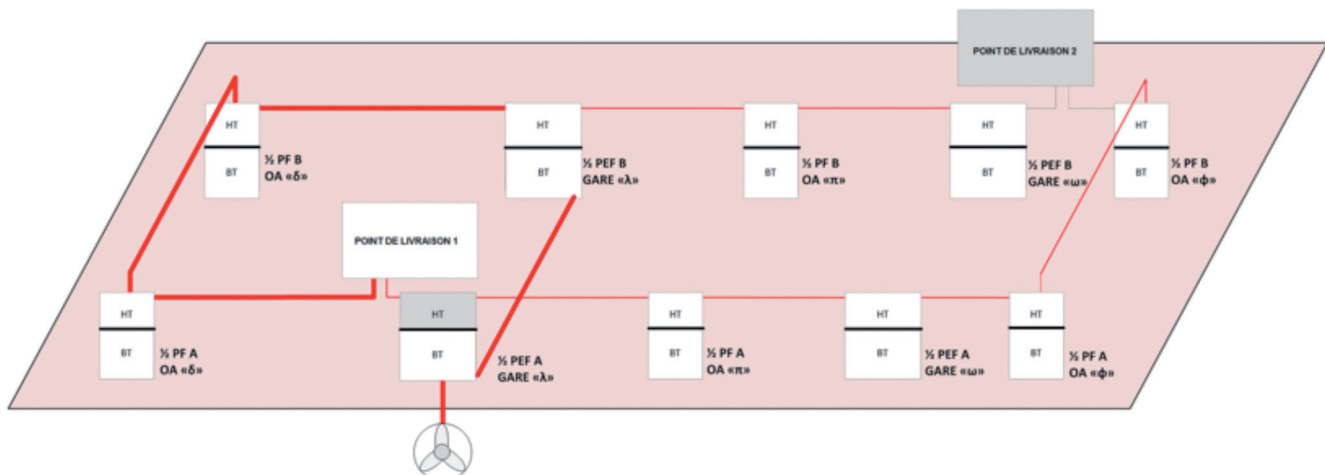


Figure 10 - Configuration de secours HT et BT du réseau de distribution HTA/BT

- Bilan de puissance HT/BT

Selon les besoins exprimés par les MOE pour l'ensemble des équipements des gares, ouvrages annexes, tunnels et systèmes ferroviaires (hors traction électrique) de la ligne 16, le bilan de puissance des 4 artères HTA nécessaires à la ligne est, à ce stade, le suivant :

Artère	Puissance utile	Marge de puissance
Noisy-Champs <-> Clichy Montfermeil	7840	22%
Clichy Montfermeil <-> Sevran Beaudottes	7280	27%
Aulnay <-> Le Bourget RER	7840	22%
Le Bourget RER <-> St Denis Pleyel	6720	33%

Figure 11 - Bilan de puissance alimentation BT

Le dimensionnement des transformateurs intègre une réserve de puissance d'environ 30% couvrant les évolutions futures des besoins en énergie électrique.

Les transformateurs de la Ligne 16 ont été dimensionnés avec les valeurs fixes de :

- Dans les puits, puissance par demi-PF de 800 kVA (pour une puissance utilisée moyenne de 560 kVA)
- Dans les gares, puissance par demi-PEF de 1600 kVA (pour une puissance utilisée moyenne de 1120 kVA)

4.4.3.5. Réseau courant traction

Les fonctionnalités du réseau courant traction sont :

- Production de l'énergie électrique de traction, par conversion de l'énergie électrique HTA, (transformation de 20kV alternatif en 1500V continu),
- Distribution de l'énergie électrique de traction,
- Liaisons traction vers les voies ferrées pour le négatif traction,
- Liaisons traction vers les lignes aériennes de contact pour le positif traction,
- Automatismes traction installés dans les locaux techniques de traction,
- Échanges d'information avec la supervision et la logique traction (qui fait partie des fonctionnalités des automatismes de conduite et commandes centralisées).

Architecture du réseau courant traction

La ligne 16 est découpée en sections électriques par l'intermédiaire de Postes de Sectionnement (PS), positionnés essentiellement selon les secteurs formés par les installations de service provisoire. Ces sections électriques permettent d'isoler une section dans laquelle se produit un incident d'exploitation ou technique et contribuent à assurer la continuité de l'exploitation de la ligne sur les autres sections.

Les PS sont associés à certains des Postes Redresseurs (PR) dans lesquels sont implantés les Groupes Traction (GT) qui alimentent en énergie de traction le PAC. Le retour du courant de traction jusqu'au PR se fait par l'intermédiaire des rails de roulement.

Au besoin, les sections électriques sont découpées en sous-sections par l'intermédiaire des postes de sous-sectionnement (PSS), pour des besoins de discrimination des défauts et de maintenance, ou pour l'utilisation optimale des communications de service provisoire.

Selon le besoin, le poste de sectionnement assure plusieurs fonctions :

- le découpage et/ou la continuité amont-aval,
- la séparation ou mise en parallèle voie 1 voie 2.

L'alimentation des 2 voies est séparable.

L'ensemble de ces mesures permet de disposer d'une bonne souplesse dans la gestion des modes dégradés d'exploitation et de répartir efficacement les zones de travaux durant l'interruption du service voyageurs.

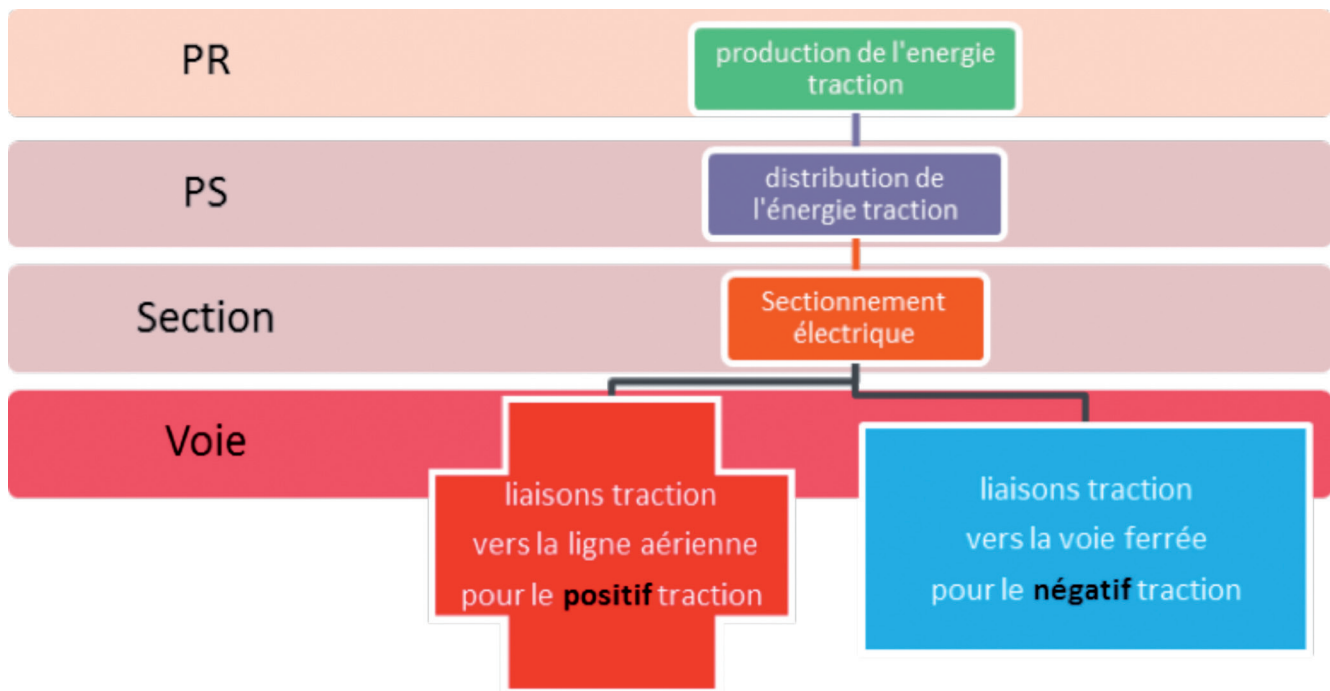


Figure 12 - Principe de raccordement de l'énergie traction à la voie

Postes de redressement

Un PR abrite un ou plusieurs groupes traction (redresseur + transformateur).

Il y a 4 configurations types de PR :

- Le PR simple : un seul groupe de traction et une arrivée HTA,
- Le PR double simultané : deux groupes de traction d'une puissance unitaire égale, fonctionnant en simultané et une arrivée HTA,
- Le PR redondé : deux groupes de traction indépendants, un seul en fonctionnement, et 2 arrivées HTA indépendantes,
- Le PR double secouru : deux groupes de traction d'une puissance unitaire égale fonctionnant en simultané et 2 arrivées HTA indépendantes.
- L'alternative d'un système de récupération et de renvoi vers ERDF de l'énergie de freinage électrique non utilisée par

les rames a été examinée. Ces alternatives pourraient être appliquées en certains points de la ligne.

Les simulations au stade AVP des études, intégrant la nécessité d'assurer une offre à 90 s d'intervalle pendant deux heures par 24 h même en mode dégradé (perte d'un PR parmi 4), ont montré la nécessité de prévoir des PR doubles (à deux groupes traction) aux terminus et pour le tronc commun avec la ligne 17. Les résultats des simulations montrent la possibilité d'exploiter le tronc commun à 90 s sans limite de temps avec un PR à l'arrêt.

L'exploitation à un intervalle inférieur à 90 s (dont le minimum dépendra des performances des automatismes) dans le tronc commun est envisageable en mode nominal et sous conditions de durée à préciser par le MOE-S en cas de PR à l'arrêt. Néanmoins, des dispositions conservatoires des infrastructures sont à l'étude pour l'adjonction si nécessaire d'un poste de redressement sur le tronc commun entre Saint-Denis Pleyel et La Courneuve.

Le dimensionnement et la localisation actuelle des PR sont donnés ci-après.

Tronçon	PR	Type	Puissance nominale (MVA)
TC	Saint-Denis Pleyel	Redondé	2*5.5
	Le Bourget RER B	Double secours	2*5.5
L16	Le Blanc Mesnil	Simple	5.5
	Intergare Aulnay Sevran-Beaumont (OA 302 P)	Simple	4.4
	Sevran-Livry	Simple	5.5
	Clichy-Montfermeil	Simple	4.4
	Chelles	Simple	4.4
	Noisy-Champs	Redondé	2*4.4

Figure 13 - Dimensionnement Traction AVP

4.4.3.6. Profil aérien de contact pour une haute disponibilité

Le Profilé Aérien de Contact (PAC) se compose principalement d'un profilé aluminium qui pince par élasticité un fil de contact cuivre.

Ce profilé PAC présente l'avantage de l'absence de chute de fil par rapport à une caténaire classique. Le PAC alimente le train en courant continu sous 1500 V environ. Le retour de courant est réalisé par les rails de roulement.

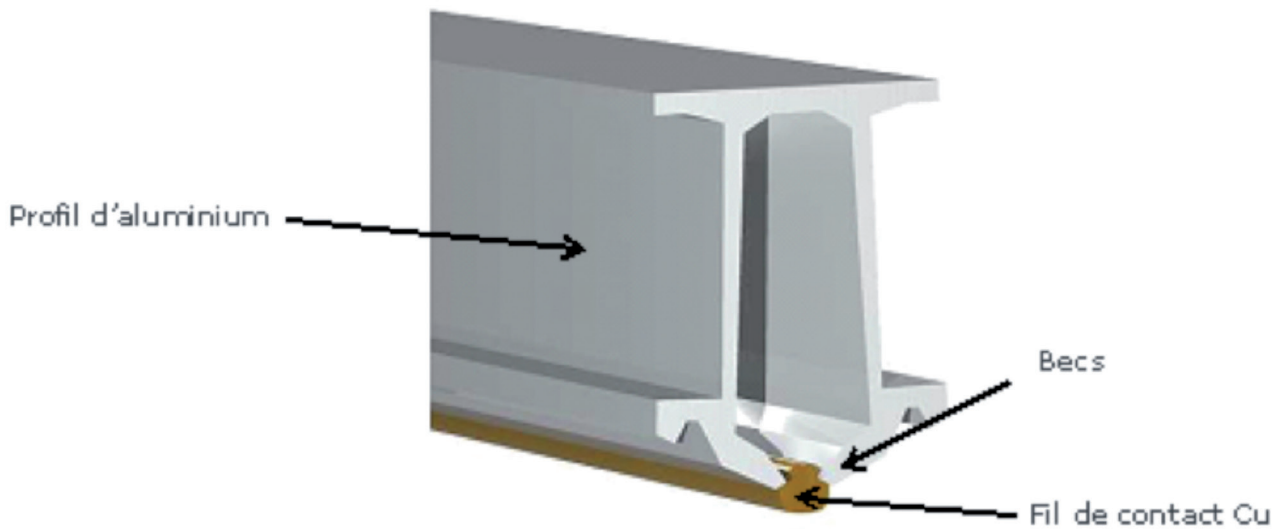


Figure 14 - Représentation du Fil de contact inséré dans un profil de PAC

Le PAC est maintenu via la mise en place de suspensions fixées sur les parois ou la voûte du tunnel.

Les longueurs des supports sont déterminées en fonction :

- du type d'équipement ;
- de la hauteur du plan de contact ;
- du profil en long de la voie ;

- des autres corps d'état (infrastructures et voies ferrées notamment).

Les armements sont constitués par :

- des isolateurs adaptés à la tension de service,
- un système de fixations aux supports (poteaux, chaises, ...),
- un système d'accroche permettant de supporter le PAC et permettre son réglage.



Figure 15 - Exemple d'armement pour un PAC

Les armements doivent offrir des possibilités de réglage latéral, vertical, angulaire et permettre la dilatation longitudinale du profilé.

Ce système permet des gains de volume et de disponibilité importants par rapport à une caténaire classique, pour l'environnement tunnel de la ligne 16. Il offre également une

maintenabilité accrue pour un coût de possession moindre, la maintenance consistant essentiellement à contrôler les isolateurs, les supports et fixations, ainsi qu'à remplacer de manière corrective une longueur limitée de fil de contact ou sa totalité en limite d'usure dans le cadre de la maintenance préventive.

4.4.3.7. Conducteurs et câbles

Les caractéristiques du fil de contact sont définies par la norme NF EN 50149.

Le fil de contact utilisé a une section de 150 mm² conformément à la configuration BC-150 de ladite norme.

4.4.3.8. Zone des appareils de voie

Les zones des appareils de voie mis en œuvre dans le cadre de ce projet sont équipées par deux PAC :

- Le premier équipe la voie directe,
- Le second équipe la voie déviée.

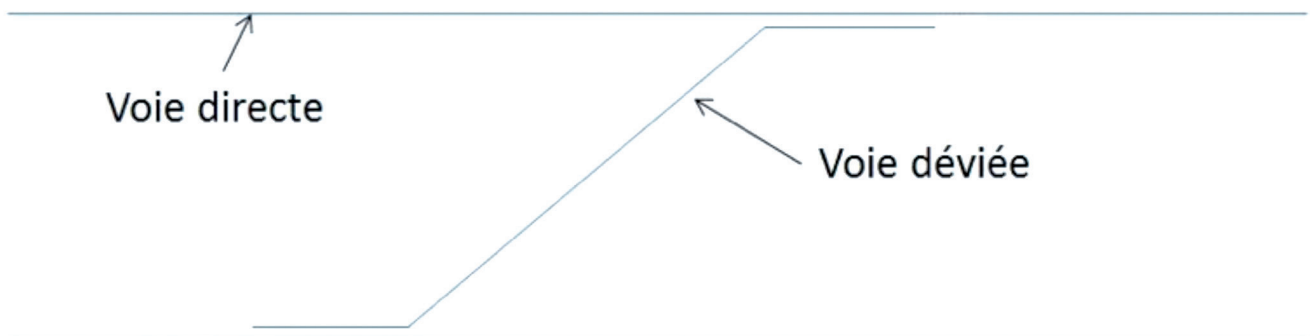


Figure 16 - Principe de communication en PAC



Figure 17 - Exemple d'équipement d'une communication croisée en PAC

Les communications Voie 1 et Voie 2 sont réalisées à partir de l'équipement de 2 appareils de voie.

Des connexions de continuité sont installées entre les PAC de voie directe et de voie déviée.

Chaque communication sera équipée en son centre d'un sectionnement électrique pour assurer l'indépendance électrique des voies.

4.4.4. Voie et appareils de voie

La voie ferrée et son système de pose assurent les besoins fonctionnels :

- de guidage, et de roulage en sécurité du matériel roulant,
- de filtration des vibrations générées par le roulement du matériel roulant sur la voie, pour limiter les vibrations transmises au radier du tunnel et au sol,

4.4.4.1. Pose de voie en ligne

Plusieurs types de pose sont envisagés sur les lignes 15, 16 et 17 selon le niveau d'amortissement des vibrations à atteindre :

- Pose de voie directe sur selles
- Pose de voie sur traverses à coque incluant une semelle élastique

La performance d'amortissement peut être améliorée en jouant sur l'élasticité de la semelle disposée sous la selle ou dans le chausson ou de façon ultime par l'utilisation d'une dalle flottante.

C'est la pose de voies sur traverses qui est retenue comme solution privilégiée, car permettant des cadences de pose plus rapides et de meilleures performances d'amortissement vibratoires que la pose avec selles.

Pose de voie sur traverses

Le type de traverse est une traverse biblocs ou monobloc, comprenant une semelle élastique en polyuréthane spécifique placée dessous, et insérée dans une coque en rigide en plastique.

- de retour isolé du courant d'alimentation.

Une pose de voie sur béton est retenue pour réduire les coûts de maintenance et améliorer sa disponibilité.

L'entraxe entre les deux voies est de 3,50 m sauf exception (arrière gare des terminus).

La semelle élastique de base est du type S1 ou similaire.

Le travelage à considérer est de 60 cm environ en alignement droit et en courbe de rayon supérieur à 300 m et de 55 cm environ dans les courbes exceptionnelles de rayon égal ou inférieur à 300 m.

Les attaches sont directement en lien avec les traverses supports décrites ci-dessus. Elles sont pré montées et livrées avec les traverses supports.

Le système d'attache repose sur l'utilisation :

- d'une semelle isolante d'une raideur définie entre la traverse et le patin du rail ;
- d'un jeu de butées isolantes latérales pour le maintien du rail et de l'écartement de la voie ;
- d'attaches élastiques ;
- de tirefonds éventuels ou d'ancrages intégrés dans la traverse pour le maintien du système.

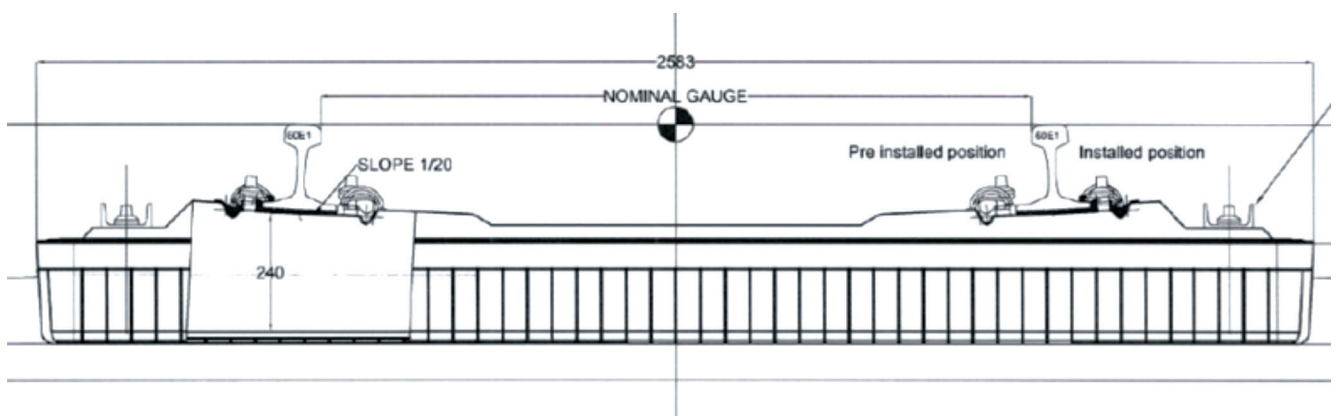


Figure 18 - Exemple traverse HAS avec chausson (équipée d'attaches prémontées et de rail UIC60)

Il est envisagé 3 niveaux d'amortissement anti-vibratile :

- Le premier niveau est assuré par une semelle élastique standard ;
- Le deuxième niveau est assuré par une semelle élastique de souplesse intermédiaire ;
- Pour les zones les plus sensibles, le troisième niveau est assuré par des traverses monobloc plus massives à coques et par une semelle élastique de souplesse élevée. Le couple (masse/raideur de semelle) permet d'obtenir des performances équivalentes à la dalle flottante.

Pose de voie directe sur selles

La pose de voie alternative à la pose sur traverses est une pose directe sur selles.

La selle est conçue pour être posée de façon mécanisée dans le béton. Ce type de pose de voie n'est pas retenu en phase AVP pour équiper la ligne 16 et 17 sud

Elle est composée :

- d'un jeu de butées isolantes latérales pour le maintien du rail et de l'écartement de la voie d'une semelle caoutchouc sous rail d'une raideur définie, composant le 1^{er} niveau d'élasticité ;
- d'une plaque métallique (généralement en fonte) qui comporte le système d'attache ;
- d'une semelle polyuréthane, composant le 2^{ème} niveau d'élasticité ;

- d'une plaque de répartition en contact avec le béton ;
- de deux ou quatre ancrages qui maintiennent l'ensemble des composants.

La fixation de la selle dans le béton est réalisée à la fois par son inclusion dans le béton (de quelques mm) et par les ancrages spécifiques.

Les attaches sont indépendantes de l'ancrage de la selle dans le béton. La conception est identique à celle des attaches pour les traverses.

Pour ce type de pose, le traitement anti-vibratile passe par deux méthodes :

- Il est possible de changer la semelle élastique de base par une semelle avec une raideur moins importante. L'abaissement de la raideur permet d'augmenter le filtrage du bruit et des vibrations.
- La pose dalle flottante est adaptée pour répondre à des besoins de filtrage d'un niveau élevé, de l'ordre de -20 dBv. Cette pose consiste à réaliser une dalle massive en béton qui repose sur un tapis résilient et indépendante du reste de l'ouvrage, et qui supporte la voie ferrée. Cette technologie est plus délicate en réalisation, elle introduit des interfaces complexes pour les émergences traversant la dalle, et la pérennité de ses performances passe par une parfaite étanchéité vis-à-vis du tapis résilient. Ce type de pose de voie est à réserver à titre exceptionnel pour des traitements de zones particulièrement sensibles.

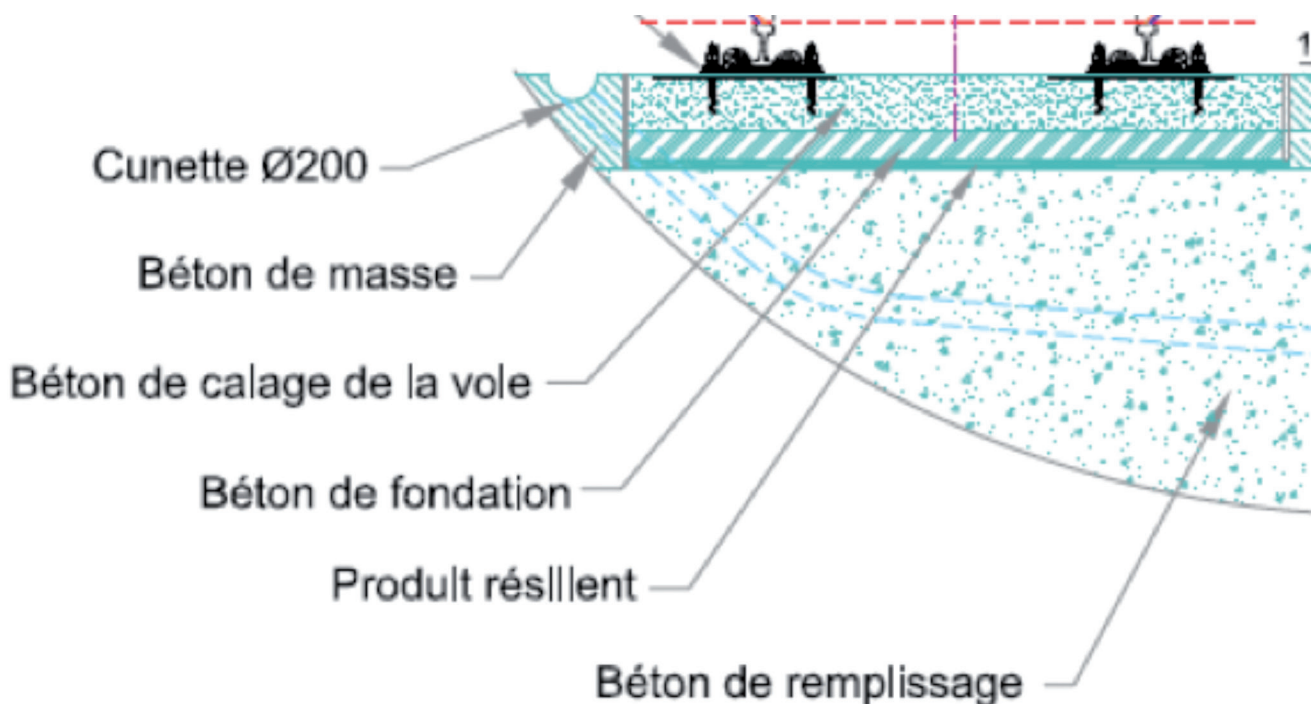


Figure 19 - Principe de dalle flottante en pose directe

Type de rail

Le profil de rail prévu est le rail 60E1 selon la norme NF EN 13674-1.

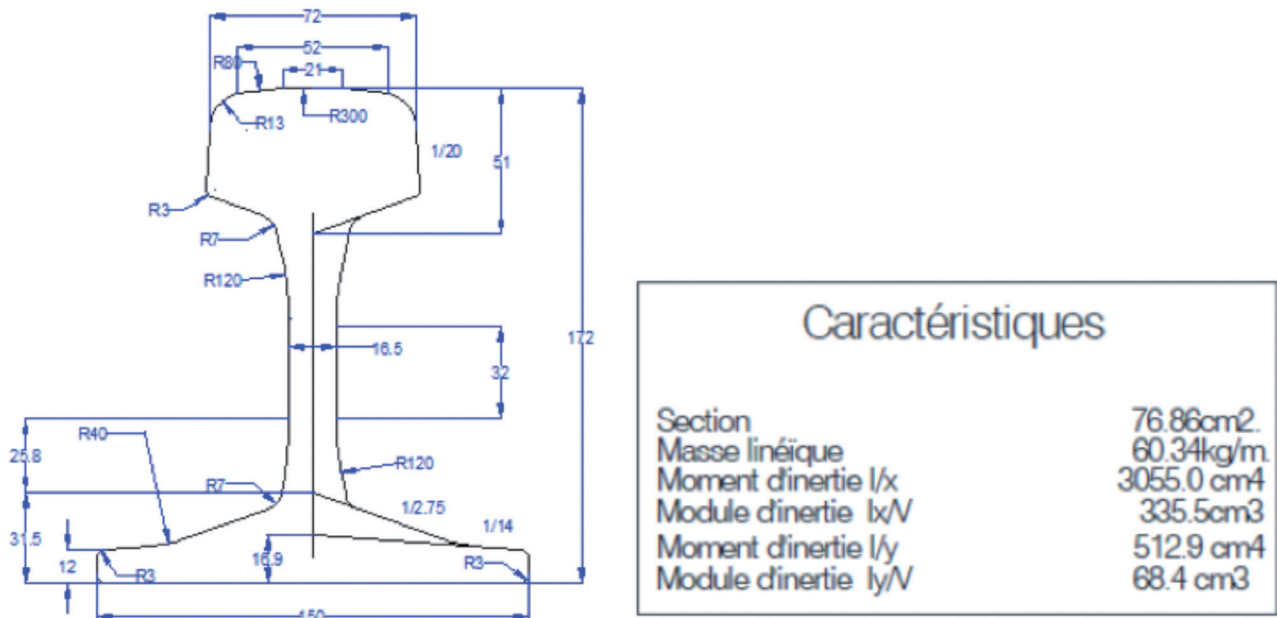


Figure 20 - Rail 60E1 – Norme NF EN 13674-1

La nuance de base pour la dureté du rail est le R260.

Le recours à un rail de nuance plus élevée que la base R260 sera mis en œuvre en courbe de rayon inférieur à 750 m et sur les zones d'accélération ou de décélération.

Le type de rail retenu est adapté à la gamme du tonnage annuel prévu de 31 Millions de tonnes environ à l'horizon cible sur le tronçon commun(*) avec la ligne 17. Ce même type de rail est

utilisé sur les tronçons centraux des RER et sur les futures voies principales de la ligne 15.

Les méthodologies de pose de voie retenues sont robustes et limitent les besoins en maintenance préventive.

(*) Le tonnage sur chacune des branches est évalué à environ la moitié de celui du tronçon commun.

4.4.4.2. Pose de voie en SMR et SMI

Compte tenu du faible niveau de trafic sur les sites de maintenance, le rail peut être en profilé 50 E6, nuance R260 en alternative au rail utilisé en voie principale.

Le type de voie est adapté selon la localisation :

Voie extérieures : conception similaire à la ligne, sur traverses monoblocs en dalle béton. Le système d'amortissement anti vibratile est identique, vraisemblablement limité à un seul niveau.

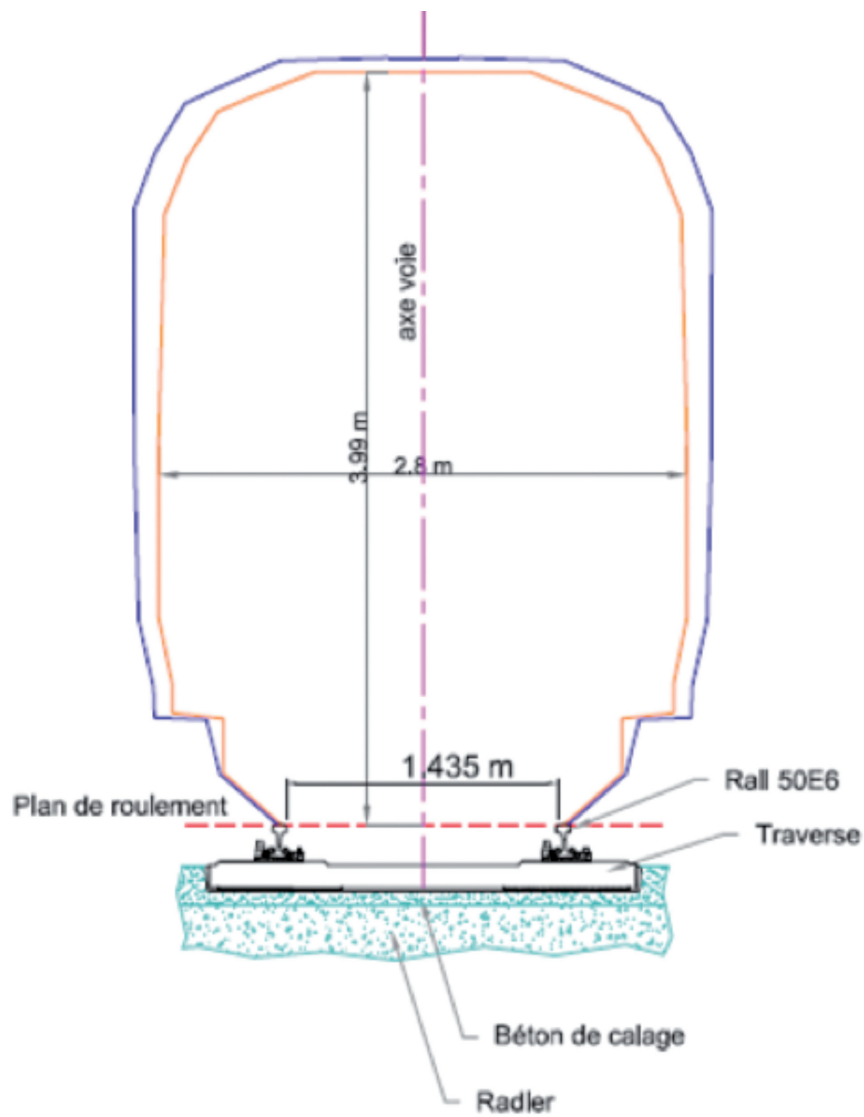


Figure 21 - Pose de voie faisceau extérieur SM

Voies sur fosse à l'intérieur des bâtiments :

Les voies sur fosse sont sur potelets, assurant le passage sous caisse et l'isolement électrique

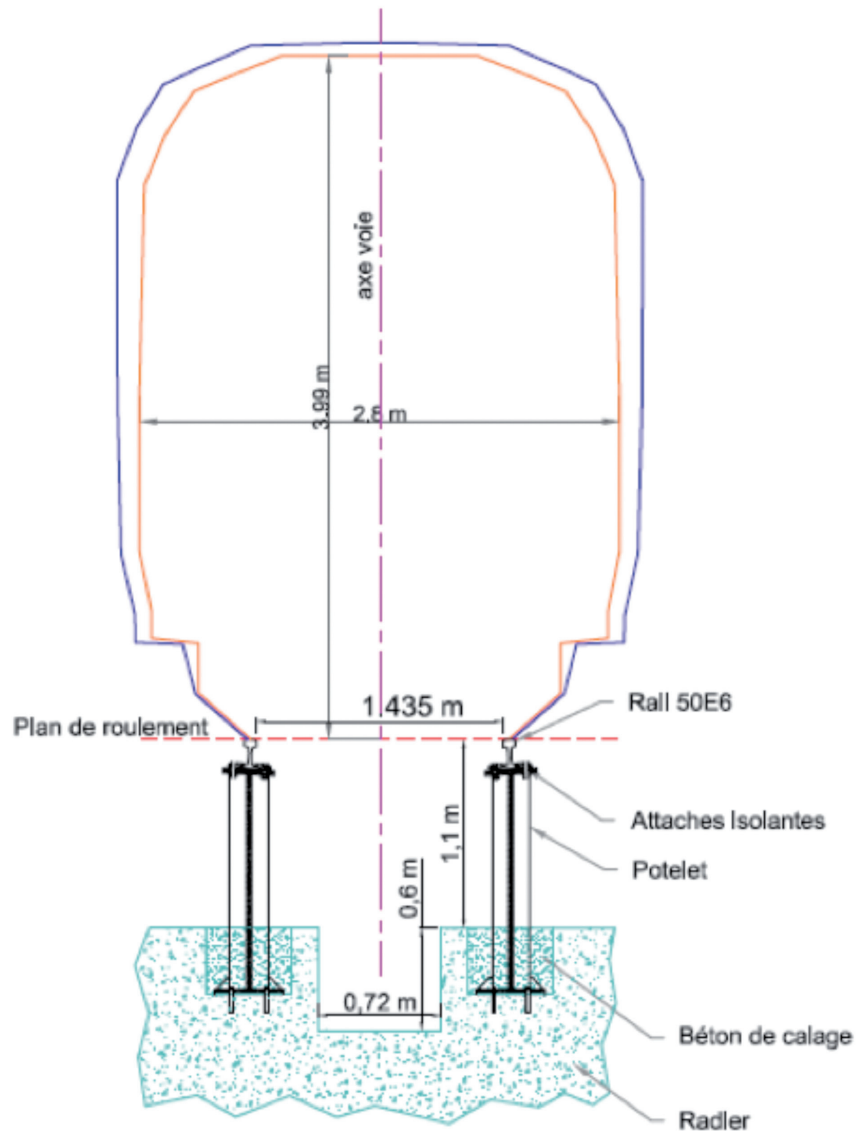


Figure 22 - Pose de voie avec fosse (hall SM)

Voies sur dalle à l'intérieur des bâtiments :

Les autres voies sont en rail noyé dans le dallage, dans une résine assurant l'isolement électrique

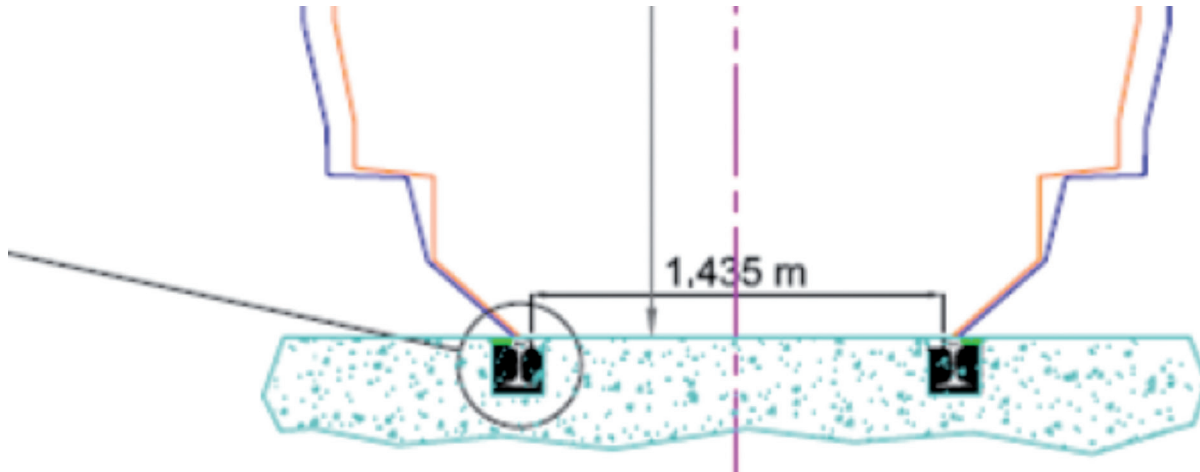


Figure 23 - Pose de voie sur dalle (hall SM)

4.4.4.3. Appareils de voie

L'appareil de voie doit permettre le changement d'itinéraire en toute sécurité à une vitesse maximale définie et en supportant les charges et les efforts transmis par le matériel roulant.

Comme pour la voie courante, les appareils de voie doivent limiter la transmission de vibrations vers le milieu environnant.

La vitesse est le critère de choix de la géométrie de l'appareil en zone de manœuvre. En voie principale, les appareils de voie doivent être circulables en conception aux vitesses maximales de 130 km/h en voie directe, et à des vitesses réduites et adaptées

selon les géométries retenues en voie déviée pour les voies de manœuvre et pour certains débranchements. Les composants des appareils de voie, y compris la partie motorisation, seront très fiables et sécuritaires, basés sur des technologies éprouvées.

L'implantation de la motorisation doit permettre de s'affranchir de la création de niches dans les tunnels.

Les appareils de voie sont adaptés à un entraxe de voies de 3,50m. Ils seront conçus préférentiellement sur la base d'une géométrie standardisée de type UIC.

4.4.4.4. Types d'appareil de voie en ligne

Branchement simple

La solution technique de référence est le branchement basé sur une géométrie tg 0,085 ou équivalent UIC. La géométrie exacte (tangente et rayon) du branchement simple sera connue lorsque les caractéristiques des communications simples seront arrêtées.

La vitesse de franchissement en voie déviée est de 50 km/h.

La longueur du branchement simple est comprise entre 40 et 45 m.

Ces appareils de voie sont posés sur des supports bétons à coques rigides et un profil de rail 60E1 conformément à la solution technique de référence de la pose de voie.

Le cœur de l'appareil est à pointe fixe ou à pointe mobile. La technologie du cœur à pointe mobile permet d'éviter les chocs au passage des roues en supprimant les lacunes. Elle sera réservée si besoin aux zones les plus sensibles.

La partie intermédiaire est composée de rail courant au profil de rail 60E1. Des joints isolants collés peuvent être implantés sur les voies déviées le cas échéant.

La partie croisement est composée soit d'un cœur à pointe fixe monobloc moulé en acier manganèse, soit d'un cœur à pointe mobile constitué d'une aiguille (ou pointe mobile) flexible posée dans un berceau monobloc. Le déplacement de l'aiguille est facilité par des platines intégrées dans le berceau. La manœuvre s'effectue par un moteur dédié entre rail.

Solutions alternatives

La géométrie du branchement simple tg 0,05 (R1900/1387) selon l'IN0318 ou équivalent UIC autorise une circulation en voie déviée à une vitesse maximale de 100 km/h. Cette géométrie est utilisée sur le débranchement entre la ligne 16 et la ligne 17 situé à l'ouest de la gare de Le Bourget RER.

Une autre géométrie alternative est le branchement simple tg 0,11L (R250/291) selon l'IN3018 ou équivalent UIC. Cette géométrie autorise une circulation en voie déviée à la vitesse d'exploitation de 40 km/h. Cette géométrie est intéressante pour certains cas particuliers contraignants (débranchement SMR/SMI).

L'utilisation d'une traversée oblique (TO) tg 0,11 est également envisagée pour le débranchement SMR/SMI.

Communication simple

La communication est composée de deux branchements permettant de relier deux voies parallèles d'entraxe fixé.

Elle est construite à partir des branchements basés sur une géométrie de type tg 0,085 ou équivalent UIC.

Les appareils de voie sont posés sur des supports bétons à coques rigides et un profil de rail 60E1 conformément à la

solution technique de référence de la pose de voie. Le cœur de l'appareil est à pointe fixe, ou éventuellement en pointe mobile, pour limiter l'impact vibratoire en assurant la continuité du roulement.

Communication croisée

Une communication croisée permet de regrouper deux communications simples en une. Elle est composée de quatre branchements et d'une traversée oblique.

La communication croisée retenue est basée sur des branchements de type tg 0,085 et une partie traversée oblique tg 0,13 avec un entraxe de 3,62 mètres. Elle est utilisable là où l'entraxe est suffisant, à savoir principalement en arrière-gare de terminus ou sur les sites de maintenance.

Un développement spécifique sera nécessaire pour passer sur un plancher en traverses béton à coque en partie traversée oblique, ou sur selles le cas échéant.

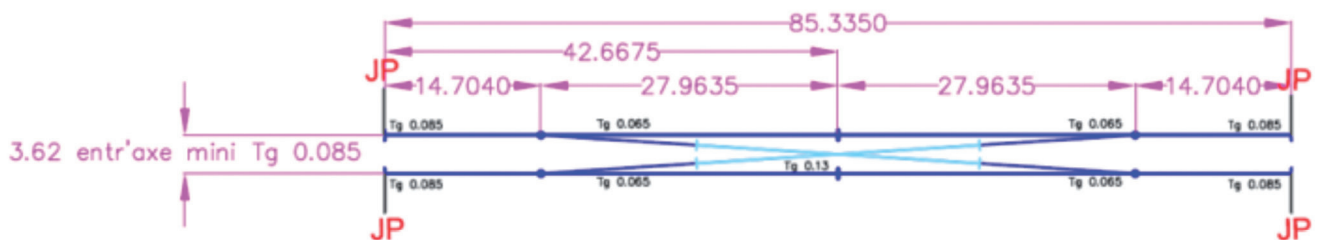


Figure 24 - Schéma communication croisée tg 0,085

Manœuvre d'aiguille

La manœuvre des aiguilles et des pointes mobiles est réalisée par des moteurs entre rails. Ces moteurs sont manœuvrables (manuellement et électriquement) depuis les cheminements

d'évacuation sans besoin d'accès à la voie. La commande déportée ne nécessite pas de réalisation de niches dans le tunnel.

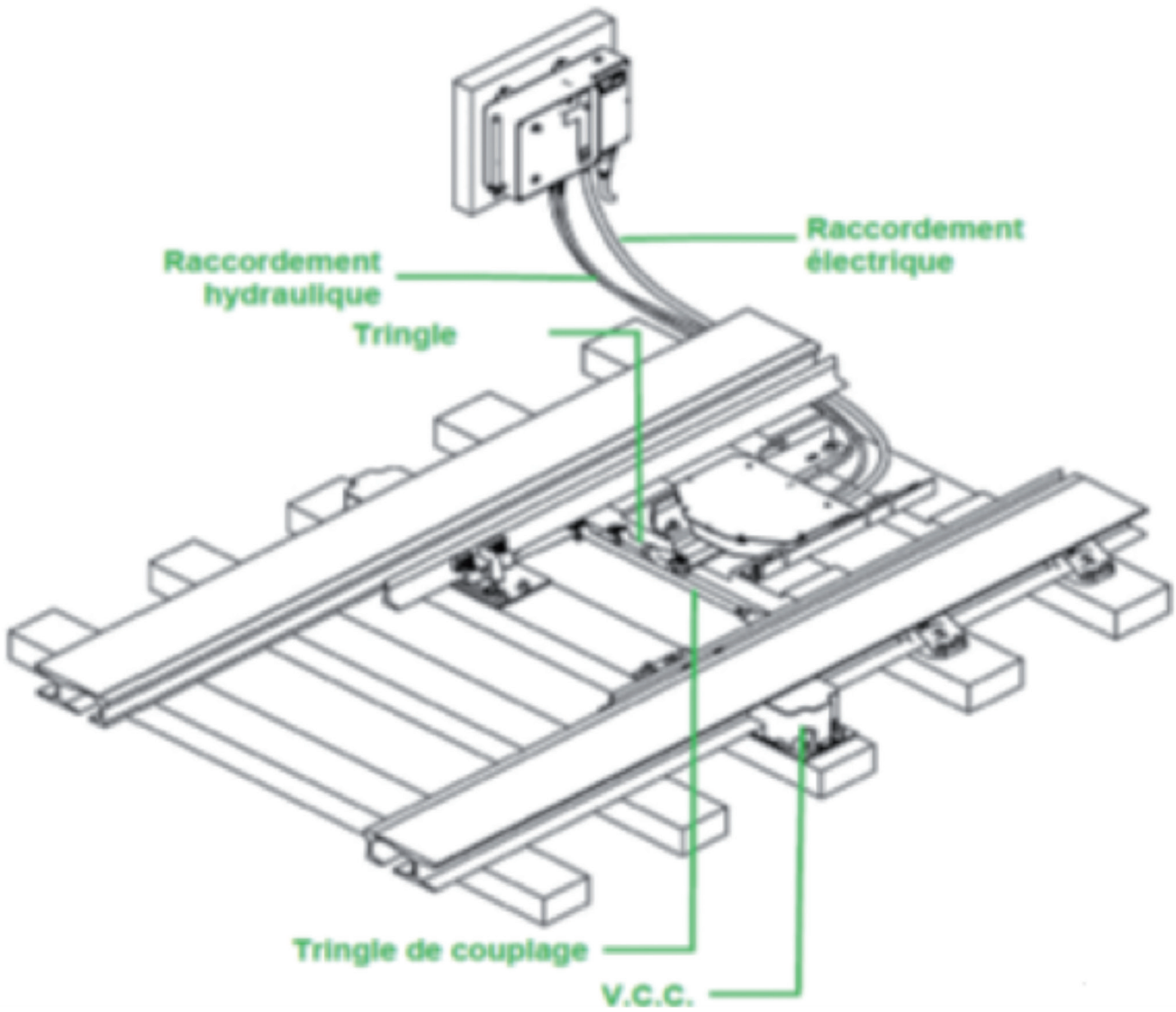


Figure 25 - Exemple de Schéma montage moteur métro entre rails

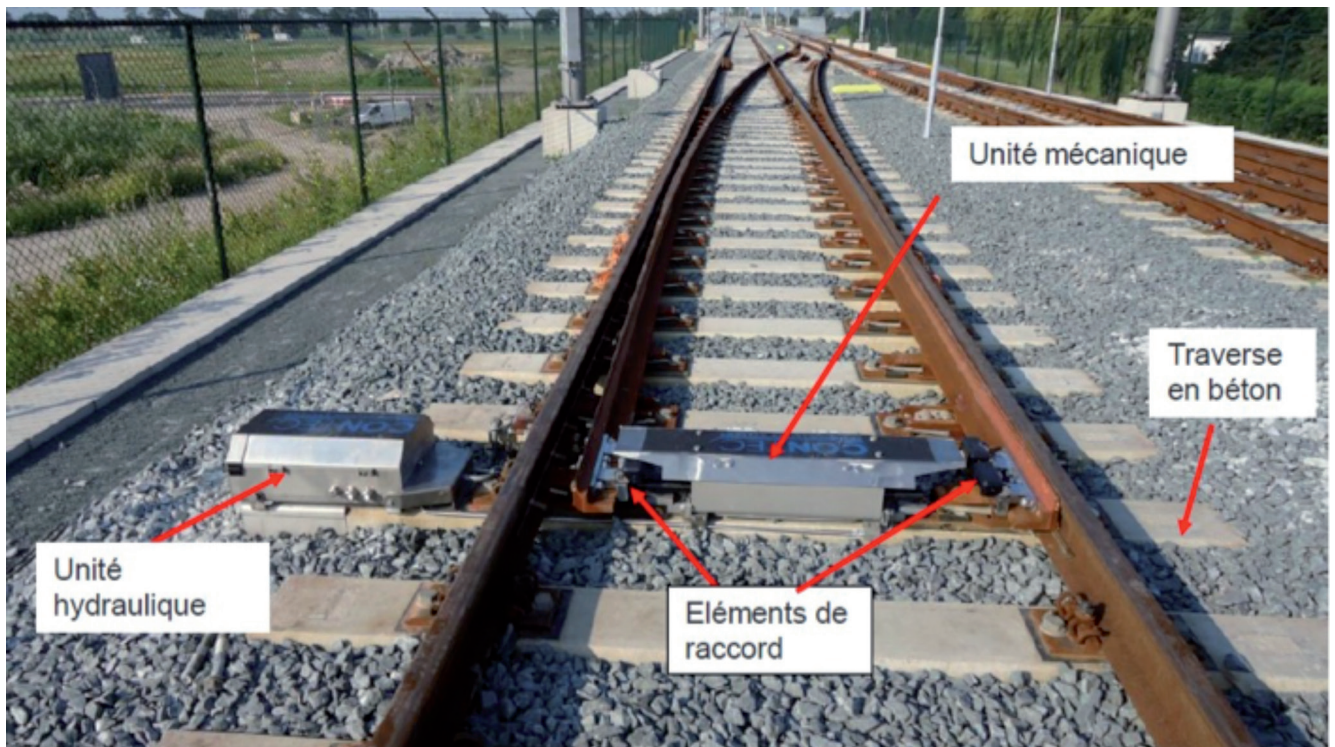


Figure 26 - Exemple d'une Installation moteur entre rails en aérien

- Dispositifs spécifiques

Les systèmes de manœuvre sont sans graissage périodique :

- Les tringles de manœuvre sont avec des roulements ;

- Les aiguillages et la pointe mobile de cœur sont équipés de rouleaux d'aiguilles ;

- ou autres dispositions permettant d'obtenir de faibles coefficients de frottement.



Figure 27 - Roulement de tringle et rouleaux d'aiguille sans lubrification

- Traitement antivibratoire

Les solutions de traitement antivibratoire sont similaires à ceux de la voie courante mais adaptées pour les traverses d'appareils de voie.

4.4.4.5. Autres appareils en voie

Dispositif d'arrêt en fin de voie

Le dispositif d'arrêt retenu en fin de voie pourra être un heurtoir à absorption d'énergie lorsque la place disponible le permet. Le principe de fonctionnement est qu'à l'impact du train avec le heurtoir, le ou les vérins hydrauliques avec le serrage sur les rails

écrêtent l'effort dû à l'impact et absorbent l'énergie cinétique du train.

D'autres solutions peuvent être envisagées selon l'espace disponible et les hypothèses de conception comme les heurtoirs fixes classiques ou les heurtoirs glissants à absorption d'énergie.



Figure 28 - Figure Heurtoir fixe à vérins – Gare RER de Poissy

4.4.4.6. Cheminements d'évacuation

L'arrêté ministériel du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes définit les prescriptions d'implantation des pistes d'évacuation. Les passerelles ou trottoirs d'évacuation, disposés le long des voies dans le tunnel, constituent une telle piste d'évacuation. Ces équipements assurent l'ensemble des fonctions suivantes :

- Accès des secours,
- Cheminement d'évacuation des passagers d'une rame,
- Accès de maintenance,
- Support de câbles ou coffrets éventuels.

Le cheminement doit être prolongé par un dispositif d'accès aux quais des stations, dont les dimensions sont les mêmes que celle du cheminement et dont les marches d'escalier à franchir le cas échéant ne dépassent pas 0,21 mètre dans un plan vertical.

Dans le cas d'un ouvrage à deux voies, le cheminement doit être installé de chaque côté du tunnel (circulaire ou rectangulaire).

Description de la solution de base en tunnel

La solution de base est applicable aux tunnels circulaires et aux tunnels à section rectangulaire.

La solution prévue pour ce cheminement est une passerelle fixée sur les parois du tunnel à environ 1 m de hauteur par rapport au plan de roulement. Les passerelles sont constituées de platelages qui reposent sur des consoles fixées aux voussoirs du tunnel ou aux parois de la tranchée couverte.

L'embranchement entre le plancher du matériel roulant et le chemin d'évacuation doit être au maximum de 0,30 m, tel qu'il est précisé dans l'arrêté tunnel du 22 novembre 2005. A ce stade des études, le cheminement d'évacuation est situé à 1,05 m du plan de roulement soit à 0,05 m du plancher du matériel roulant en alignement droit.

La passerelle métallique est la solution retenue pour le cheminement. Le platelage de ces passerelles sera uniforme et sans saillie ni caillebotis.

Une main courante est prévue. Cette main courante peut être directement intégrée à la passerelle et peut être réalisée dans les mêmes matériaux que les passerelles.

Il est prévu des éléments de platelages amovibles pour faciliter l'accès aux équipements sous platelages : installation d'échelles fixes tous les 200 m pour accéder à la plateforme voie ferrée depuis le cheminement.

Description de la solution alternative en tunnel : trottoir maçonné

La solution alternative pour le cheminement d'évacuation est un trottoir maçonné dans la base du tunnel : trottoir bas, situé à un niveau proche du plan de voie. Dans ce cas, il sera nécessaire de prévoir un système d'échelle disponible dans le matériel roulant pour faire descendre les passagers.

Le cheminement d'évacuation sur trottoir maçonné, réalisé sur la multitubulaire ou les caniveaux à câbles, est pertinent sur les

zones de débranchement et hors zone d'exploitation (arrières gares, accès au dépôt, etc.).

Évacuation en inter stations

A la demande du Comité Technique Consultatif de la Sécurité Civile (CTCSC), la SGP a accepté de prendre en compte dans les études le fait que les puits d'accès pour les secours soient aussi utilisables sous certaines conditions par les passagers dans le cadre d'une « Evacuation Contrôlée » par les services de secours : l'évacuation des usagers par les puits se fait sous le contrôle des services de secours et en particulier du Commandement des Opérations de Secours (COS) en étroite collaboration avec l'exploitant. Cette demande implique de réaliser des zones d'abaissement au niveau des passerelles d'évacuation pour permettre éventuellement la traversée des voies au droit des ouvrages annexes.

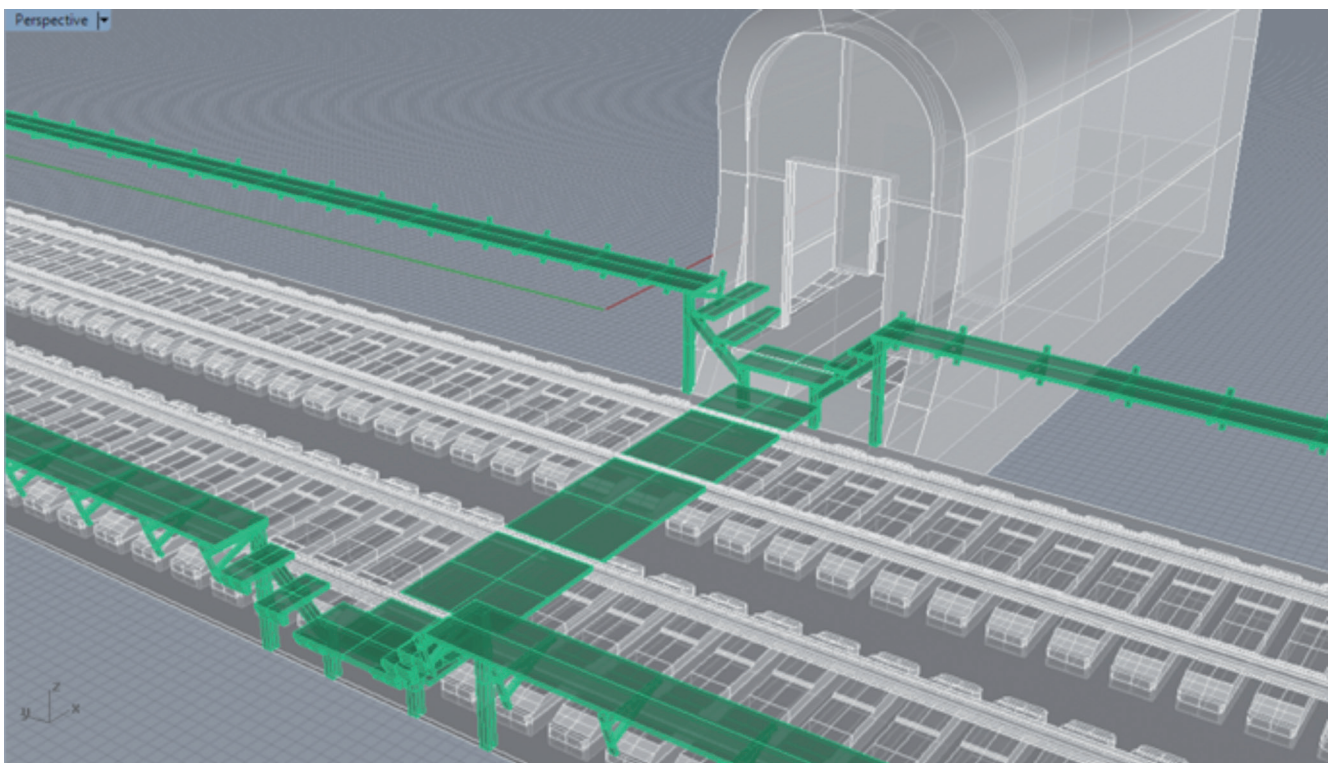


Figure 29- Configuration de la passerelle d'évacuation au droit d'un ouvrage annexe

Pour tout incident nécessitant une évacuation du train, l'évacuation des voyageurs en gare devra cependant être privilégiée.

En cas d'évacuation des voyageurs, les personnes à mobilité réduite (PMR et UFR), ne pouvant s'évacuer de manière

autonome, doivent être prises en charge par le personnel de l'exploitant avant l'arrivée des services de secours, conformément à l'arrêté tunnel du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité des tunnels et sa note explicative.

4.4.4.7. Coupes Tunnel de synthèse

- Coupe tunnel monotube bi-voies

Au stade AVP, le choix de la SGP s'est porté sur un dimensionnement optimisé du diamètre intérieur utile des tunnels monotubes bi-voies à 8,50 mètres environ, pour un entraxe des appareils de voie de 3,50 mètres et l'implantation d'une passerelle de cheminement.

La section retenue en fin d'AVP pour un tunnel monotube est présentée ci-après.

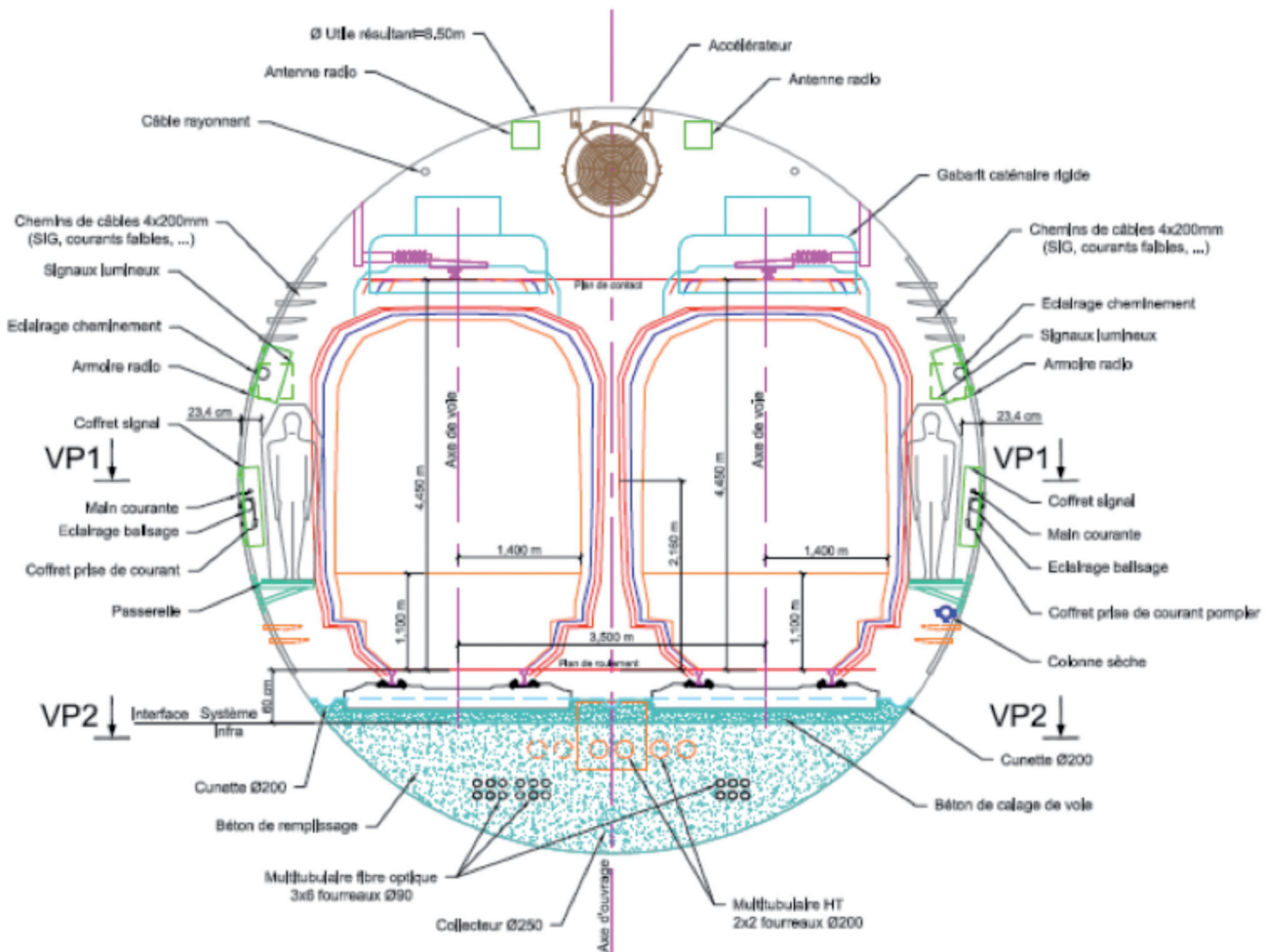


Figure 30 - Coupe Tunnel monotube bi-voies Ø 8,5 mètres – Section courante en alignement droit

- Coupe tunnel monovoie

La section retenue, en tunnel monovoie (cas des débranchements Nord et Sud de la ligne 17 à l'ouest de la gare de Le Bourget RER) présente un diamètre utile intérieur de 6,50 mètres.

La section retenue en fin d'AVP pour un tunnel monovoie est présentée ci-après.

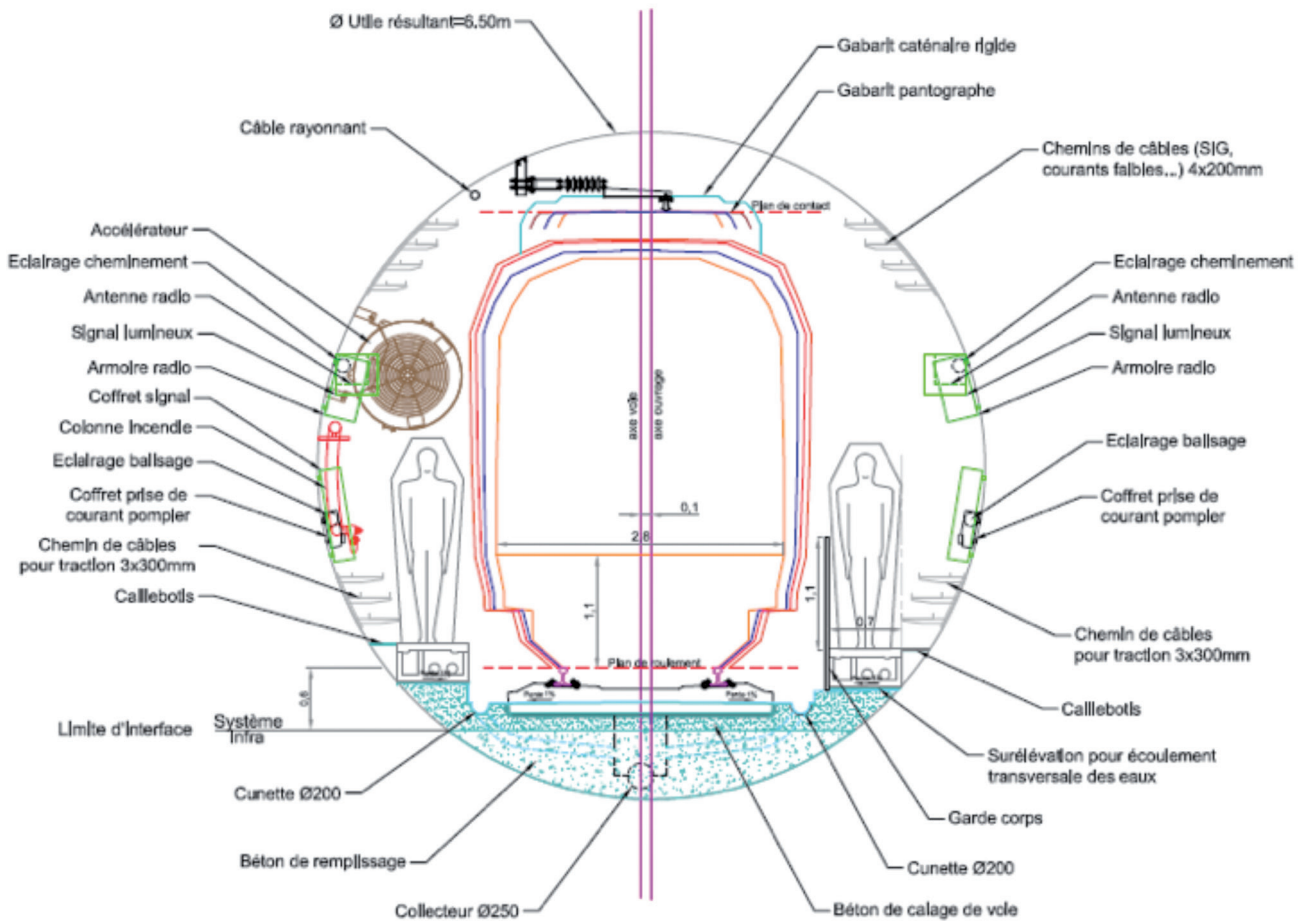


Figure 31 - Coupe Tunnel monovoie Ø 6,5 mètres

4.4.5. Équipements nécessaires à l'exploitation

4.4.5.1. Façades de quai

Le système Façades de Quai (FDQ) est composé des façades installées sur le quai et d'équipements localisés dans des locaux techniques dédiés ou à quai.

La façade vitrée et le bandeau technique sont surmontés d'une imposte qui ferme le quai sur toute sa hauteur. Cette imposte a également une fonction d'éclairage du volume quai : un dispositif

de dalles lumineuses est intégré à l'imposte coté quai. L'imposte est considérée comme une structure ne faisant pas partie du système FDQ.

Les façades de quai ont une hauteur de 2,50 mètres environ (hors imposte).

L'architecture générale des FDQ sur le quai est la suivante :

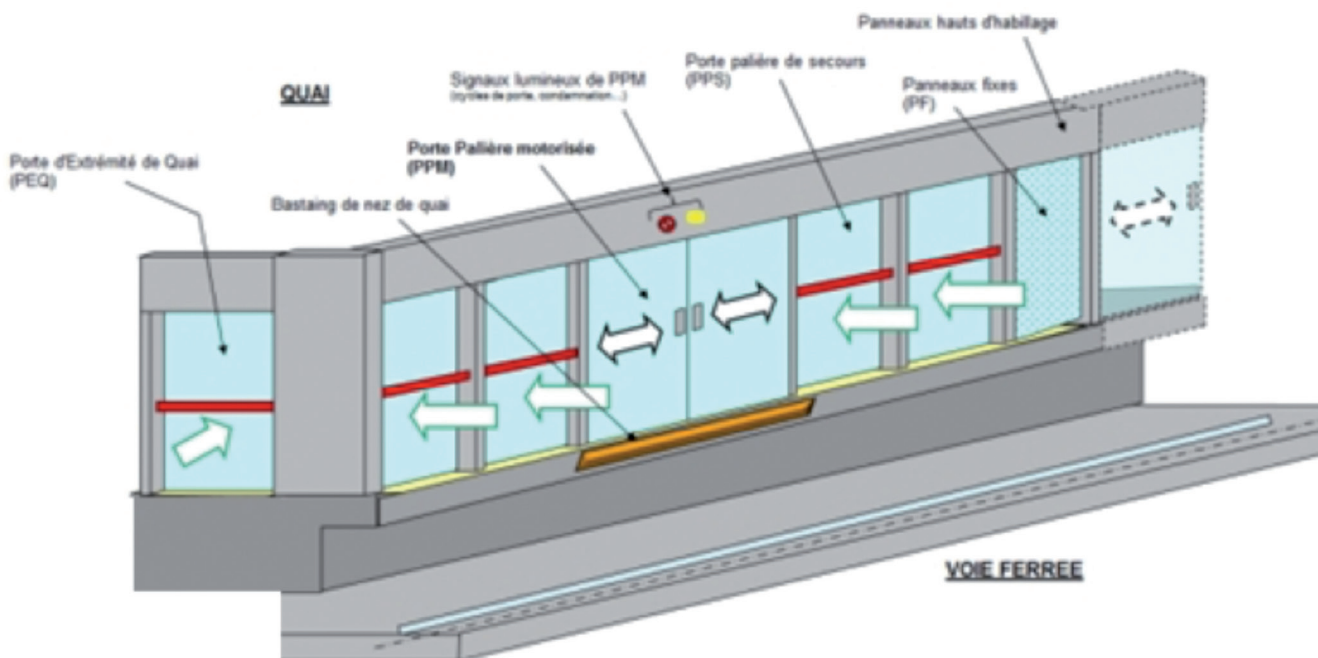


Figure 32 - Schéma des éléments de Façade de Quai

Les FDQ sont composées des éléments suivants :

- Les Portes palières motorisées (PPM). Il y a autant de PPM que de portes d'accès voyageur sur les trains. Chaque PPM est constituée de :
 - deux vantaux vitrés coulissants en sens opposé,
 - un mécanisme d'entraînement et une platine de commande au-dessus des vantaux,
 - des panneaux hauts d'habillage. Ils servent à envelopper complètement le volume contenant les mécanismes de porte. Ils accueillent les signaux lumineux liés aux fonctionnalités des PPM.
- Les Portes palières de secours (PPS). Disposées entre les PPM, elles permettent l'évacuation vers le quai des passagers d'un train bloqué en gare en dehors de la plage maximale

admissible pour l'ouverture automatique des PPM. Chaque PPS est constituée de :

- un vantail vitré pivotant vers le quai, en fonction des contraintes d'implantation et des largeurs de passage libre à respecter pour l'évacuation,
- une barre d'ouverture anti-panique côté voie.
- Les Panneaux fixes (PF) servant à combler les éventuels écarts entre les PPS et les PPM.
- Les Portes d'Extrémité de Quai (PEQ), dont la composition est similaire à celle des PPS permettent à chaque extrémité de quai :
 - aux passagers évacués d'un train entre deux gares d'accéder au quai depuis la passerelle,
 - aux agents de maintenance d'accéder à la voie.

- Les combles lacunes fusibles de nez de quai.
- En dehors de la façade en bordure de quai, chaque FDQ nécessite une armoire de quai, intégrée à la façade ou positionnée contre une paroi perpendiculaire au quai de préférence en tête de quai (éventuellement en milieu de quai), et accueillant les modules de contrôle/commande des

PPM, un pupitre manuel de station (PMS) pour la gestion des modes dégradés, une commande d'arrêt d'urgence et des connecteurs pour la maintenance.

L'installation se complète d'armoires techniques (contenant Alimentation, Superviseur, Batteries, etc.) dans un (ou des) local technique FDQ situé au niveau du quai de préférence.

4.4.5.2. Principes de disponibilité

Le système Façades de Quai concourt en grande partie à la disponibilité générale du système de transport.

Du fait que le matériel roulant contienne des intercirculations ne « tronçonnant » donc pas l'espace train en plusieurs parties, il y a toujours possibilité pour les voyageurs de descendre du train même en cas de défaillance d'ouverture d'une ou plusieurs PPM

(de plus les PPM sont manipulables manuellement grâce à des dispositifs de déverrouillage côté voie).

Pour garantir sa disponibilité, le système FDQ :

- est alimenté par double attachement depuis deux TGBT différents alimentés par des PEF indépendants,
- possède au minimum un convertisseur de tension de secours.

4.4.5.3. Dimensionnement

L'implantation et l'assemblage des différents éléments de la façade de quai permettent une conception modulaire de celle-ci tout en respectant les critères de dimensionnement et d'optimisation suivants :

- Au moins une PPS ou PPM sera potentiellement accessible en face de chaque porte (2 vantaux) du train à quai et offrira un passage libre d'au moins 450 mm, quelle que soit la position du train par rapport au quai.
- Le nombre, la disposition et la largeur des portes secours maximiseront l'occurrence d'obtenir une largeur libre de

passage d'au moins 800 mm par voiture afin de faciliter l'évacuation des Personnes en Situation de Handicap.

- Possibilité d'intégrer des éléments de structure de type poteaux en cas de besoin architectural.
- Réduction du nombre de PPS pour maximiser la disponibilité des façades.

Les études AVP ont conclu à la possibilité de satisfaire l'ensemble des critères listés par une implantation en alternance de motifs à 2 et 3 portes de secours entre les portes motorisées.

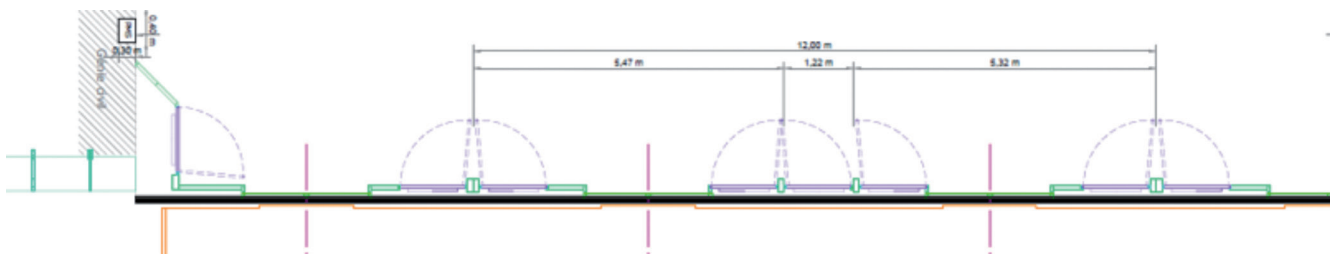


Figure 33 - Motif Façade de Quai à alternance 2 PPS / 3 PPS

Note : le traitement de l'extrémité de quai sera arrêté ultérieurement. Une vue du design envisagé est présentée ci-dessous.



- 1 : Emplacement PMS
- 2 : Emplacement porte d'évacuation
- 3 : Continuité bandeau technique
- 4 : Continuité bandeau lumineux

Figure 34 - Design provisoire extrémité FDQ

Caractéristiques	Valeur	Commentaires
Largeur de passage libre des PPM	2150 mm	Caractéristiques MR : 3 portes 1m65 par face par voiture, et +/-250mm de précision d'arrêt.
Hauteur des façades de quai	~2,50 m	
Hauteur de passage libre des PPM	2000 mm	Soit +50mm à la hauteur libre des portes du train
Angle d'ouverture de la porte palière de secours (PPS)	Entre 85° et 95°	

Figure 35 - Caractéristiques des éléments de FDQ

4.4.5.4. Équipements des gares et tunnels

Ventilation de confort et de désenfumage

- En gare

Confort thermique et hygiénique en gare

Les hypothèses suivantes sont retenues pour le dimensionnement des installations CVC (Climatisation, Ventilation, Chauffage) en gare :

- Les températures de référence de l'étude sont indiquées ci-dessous:

Saison	Température sèche	Humidité relative
Eté	31 °C	35%
Hiver	- 4 °C	

Figure 36 - Températures de confort

- La température moyenne de la roche est prise égale à 13 °C.

Le tableau suivant présente à titre indicatif le type de traitement d'air envisagé selon les espaces de la gare pour répondre aux besoins des trois fonctions principales :

Espaces fonctionnels	Assurer le confort thermique dans la gare	Protéger la gare des pollutions extérieures	Mise en sécurité des personnes et des lieux
Espaces voyageur niveau quais	Renouvellement d'air :		
	Objectif en hiver : T soufflage $\geq 12^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{amb}} \geq 7^{\circ}\text{C}$; Objectif en été : $T_{\text{amb}} \leq \text{Sup} (25^{\circ}\text{C} ; T_{\text{ext}} + 5^{\circ}\text{C})$; (1)	Mise en dépression des espaces tunnel par rapport à l'espace quais	Désenfumage des quais par zone (2) Mise en surpression des EAS/locaux d'attente des AS4
Espaces voyageurs niveaux intermédiaires	Renouvellement d'air (avec bouches de reprise pour créer un balayage indirect des niveaux de la gare).		Désenfumage des emplacements si la superficie est $\geq 300 \text{ m}^2$ au rez-de-chaussée et $\geq 100 \text{ m}^2$ en souterrain (3). Isolement aéraulique de la gare vis-à-vis des gares en correspondance (4).
Espaces d'échange niveau(x) supérieur(s)	Soufflage d'air rafraîchi si services/commerces ouverts sur l'espace voyageur.	Rideaux d'air sur les accès gares possibles. Pas de bouches de reprise d'air.	Désenfumage naturel possible au moyen d'ouvrants et d'exutoires (5)
Commerces et Services	Climatisation/chauffage d'appoint si nécessaire		Pas de désenfumage si la surface des locaux est $< 300 \text{ m}^2$ au rez-de-chaussée et $< 100 \text{ m}^2$ en souterrain (6).
Locaux logistiques de maintenance	Renouvellement d'air + climatisation réversible		Pas de désenfumage si la surface des locaux est $< 300 \text{ m}^2$ au rez-de-chaussée et $< 100 \text{ m}^2$ en souterrain.
Locaux d'entretien et de services	Renouvellement d'air avec extraction dédiée		Pas de désenfumage si la surface des locaux est $< 300 \text{ m}^2$ au rez-de-chaussée et $< 100 \text{ m}^2$ en souterrain.
Locaux techniques courants forts	Renouvellement d'air + climatisation (réversible)		Pas de désenfumage si la surface des locaux est $< 300 \text{ m}^2$ au rez-de-chaussée et $< 100 \text{ m}^2$ en souterrain.
Locaux personnels	Renouvellement d'air + climatisation + chauffage d'appoint		Pas de désenfumage si la surface des locaux est $< 300 \text{ m}^2$ au rez-de-chaussée et $< 100 \text{ m}^2$ en souterrain.

Figure 37 - Traitement d'air en fonction des différents ensembles de la gare

- (1) Pour limiter la température de l'espace des quais l'été notamment; l'objectif est de viser une température ambiante maximum de 5°C au-dessus de la température extérieure de la gare (quand Text > 20 °C). L'hiver, la température minimum de soufflage sur les quais est de 12°C et la température minimum ambiante visée sur les quais est de 7°C.
- (2) Le système de désenfumage du tunnel contribue à protéger des fumées provenant de l'espace tunnel, les emplacements de la gare accessibles au public (par une mise en dépression de l'espace tunnel, par un balayage de la zone,..).
- (3) En plus des moyens de protection aérauliques, des écrans de cantonnement s'opposant à la propagation éventuelle des fumées pourront être installés (en sous face des trémies par exemple) si l'évacuation des occupants empruntant des escaliers ou ascenseurs reliant deux niveaux n'est pas protégée.
- (4) L'isolement aéraulique de la gare vis-à-vis des gares en correspondance est réalisé par des SAS ou des rideaux d'air.
- (5) Le choix entre désenfumage naturel et mécanique tient également compte des contraintes liées au désenfumage des emplacements souterrains.
- (6) Le cas échéant, le désenfumage des locaux souterrains peut être réalisé depuis l'emplacement qui le jouxte (à l'exception des emplacements ou le public transite). Si des commerces ne répondent pas aux critères d'isolement de l'article [GA 18], le besoin en désenfumage est à déterminer sur la base d'une surface commerciale.

Les solutions de chauffage et de climatisation de l'ensemble des espaces en gare retenues en fin d'AVP sont les suivantes :

- Zone de quai : Apport d'air neuf et traitement thermique avant d'être insufflé dans l'ambiance
- Zone d'accueil : Traitement thermique réalisé par la centrale dédiée à cet espace
- Locaux du personnel : Système à détente directe ou ventilo convecteur 4 tubes ou Plafonnier et unité de traitement gainable
- Locaux courant faible : Climatisation
- Locaux courant fort : Ventilo-convecteur 2 tubes/2 fils ou climatisation

Trois solutions de production de chaud et de froid ont été étudiées en phase AVP :

- Solution 1 : Mise en place de groupes froids pour le rafraîchissement et de pompes à chaleur pour le chauffage
- Solution 2 : Mise en place de Thermo-Frigo-Pompes aérothermiques
- Solution 3 : Solutions de type géothermiques avec thermo-frigo-pompe eau/eau et air/eau

En prenant en compte les critères de coût d'investissement, de coût de maintenance, de coût d'exploitation et d'économie

d'énergie, il en ressort que les solutions aérothermiques présentent un coût global réduit par rapport aux solutions géothermiques même après 20 années d'exploitation. La solution 1 est donc à privilégier pour les gares où les besoins en chaud et froid sont modérés et où la puissance chaude ne représente pas une part importante dans le bilan thermique de la gare. La solution 2 est à privilégier pour des gares où les besoins en chaud et froid sont importants et simultanés.

La solution 3 est une alternative dans une approche globale du quartier de la gare.

Désenfumage des gares

Le désenfumage des espaces publics en gare prend en compte différents cas d'incendie :

- Incendie de train à quai ;
- Incendie en gare au niveau des quais ;
- Incendie en gare dans la salle d'accueil/échange ;
- Incendie en gare dans les niveaux intermédiaires.

Dans les emplacements accessibles au public, le désenfumage permet de protéger les itinéraires d'évacuation, de cantonner les fumées au plus près de leur source (dans un même volume, sur le même niveau et/ou le même local). En cas d'incendie au niveau quai, tous les cheminements d'évacuation doivent être protégés afin de permettre l'évacuation de tous les usagers présents dans la gare.

Une ventilation de désenfumage propre à chacun des emplacements « stationne et transite » accessibles au public à caractère ferroviaire de la gare doit être conçue. Ces emplacements comprennent l'espace des quais et éventuellement la mezzanine ainsi que l'espace dédié à l'accueil (zone de vente et service) en gare. Dans chaque zone définie, le désenfumage mécanique respecte un renouvellement d'air de 15 vol/heure et une vitesse de 0,5 m/s à l'entrée des dégagements (passage du volume sinistré à un volume protégé).

Les niveaux souterrains intermédiaires composent la zone « transite », la ventilation de désenfumage des zones d'accueil/échange et quai (zone « stationne et transite ») peut être utilisée pour le désenfumage dans les niveaux intermédiaires.

Le découpage en zones de désenfumage de la gare épouse la configuration architecturale de la gare afin de maintenir praticable les cheminements d'évacuation du public et faciliter l'intervention des services de secours.

• En tunnel

Le système de ventilation tunnel assure les besoins fonctionnels suivants :

- Confort thermique et hygiénique en tunnel,
- Décompression du tunnel,
- Désenfumage du tunnel.

Confort thermique et hygiénique en tunnel

- Le système Ventilation Tunnel assure un renouvellement de l'air dans l'ouvrage à un niveau d'au moins 10 m³/s/km (un renouvellement d'air de 25 m³/heure/personne permet de maintenir la qualité de l'air dans le tunnel). Cette exigence réglementaire étant souvent jugée comme peu adaptée au milieu du tunnel, elle est complétée par :
- le système Ventilation Tunnel assurant un apport d'air permettant au moins un renouvellement d'un volume par heure
- un courant d'air longitudinal supérieur à 0,5 mètre/s est assuré, avec une valeur de 1 m/s utilisée comme objectif.
- Le système Ventilation Tunnel assure la maîtrise de la température maximale de l'air en tunnel, celle-ci ne devant pas dépasser 40°C pour une température extérieure de 35°C.
- Le système Ventilation Tunnel assure la maîtrise de la température minimale de l'air en tunnel, le tunnel doit être globalement maintenu « hors gel ».
- Le système Ventilation Tunnel permet de maîtriser la dérive de l'augmentation de température de l'environnement souterrain du tunnel, en exploitation nominale

Décompression du tunnel

- Les variations maximales de pression à l'intérieur des trains sont limitées à 3000 Pa sur une période de 4 s pour des événements à fréquences faibles.
- Les variations maximales de pression à l'intérieur des trains sont limitées à 700 Pa sur une période de 4 s pour des événements à fréquences élevées.
- Le système Ventilation Tunnel doit permettre de limiter les niveaux de pression auxquels sont soumis les équipements en gare. Il s'agit quasi exclusivement des façades de quais et notamment des mécanismes de manœuvre des portes palières. Le critère admissible de surpression ou dépression retenu sur les façades de quais est de :
- ±800 Pa en statique ;
- +400 Pa à -350 Pa pour environ 10 millions de cycles sur une durée de 30 ans en fatigue.
- En termes d'équipements, il est prévu de pouvoir fermer les puits de décompression afin d'optimiser les installations de

désenfumage que ce soit en cas d'incendie en tunnel ou en cas d'incendie en gare. Les puits de décompression sont donc équipés de registres. De plus afin de limiter l'impact acoustique au voisinage des ouvrages, des silencieux à baffles sont intégrés aux puits de décompression.

Au niveau du confort thermique et hygiénique, le principe de ventilation mécanique retenu pour garantir le confort thermique à l'intérieur du tunnel consiste à extraire l'air chaud à travers les puits équipés d'un système de ventilation mécanique. L'entrée d'air se fait à travers les puits de décompression ouverts en gare et les ouvrages de ventilation en inter-gare qui ne sont pas utilisés pour l'extraction. Le principe privilégie l'évacuation de la chaleur depuis les gares vers les puits de ventilation en inter-gare.

Désenfumage du tunnel

Le système de ventilation tunnel doit :

- Permettre d'éviter tout mouvement de fumées dans le sens inverse du sens induit par la ventilation de désenfumage. La vitesse de balayage doit être supérieure à 1,5 mètre/seconde dans la zone de localisation de l'origine des fumées.
- Protéger des fumées les gares encadrant le tunnel et tout point situé à plus de 800 mètres de l'origine des fumées.
- Permettre d'éviter la migration des fumées hors du canton de désenfumage. Une vitesse de confinement de 0,5 mètre/seconde minimum est alors nécessaire en aval du puits d'extraction.
- Pouvoir assurer les objectifs fonctionnels de désenfumage malgré la perte d'un équipement. Ceci implique donc une notion de redondance fonctionnelle.

La solution retenue à ce stade du projet est la solution monodirectionnelle avec un puits de ventilation tous les 1 600 mètres maximum.

L'intérêt de ce type de système de désenfumage est que le choix du scénario de désenfumage est basé sur un critère simple qui consiste généralement à pousser les fumées vers le puits de ventilation le plus proche.

La figure suivante présente un cas d'incendie de trains entre un puits de ventilation au niveau d'un tympan de gare et un puits de ventilation inter-gare. Le train incendié se situe entre le puits de gare et un puits de secours. Le sens de la ventilation est donc dirigé vers le puits de gare.

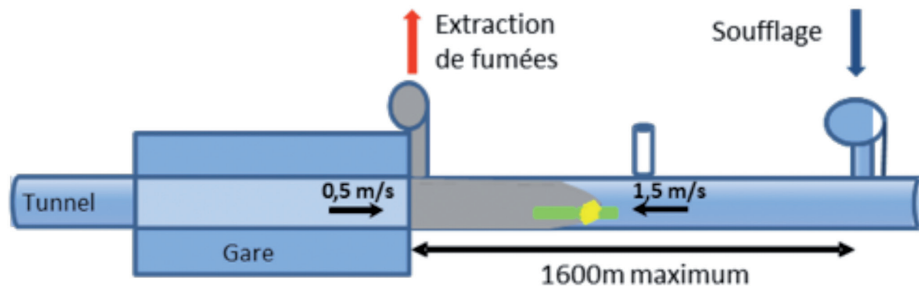


Figure 38 - Scénario incendie – Puits en tympan de gare

Les synoptiques de ventilation ci-dessous présentent les implantations de référence des ouvrages pour remplir l'ensemble des trois fonctions du système de ventilation tunnel.

Les configurations particulières des gares complexes de Saint-Denis Pleyel (L15, tronç commun L16/L17, L14) et Le Bourget RER (Raccordement bitube L17/monotube L16) font l'objet de variantes encore à l'étude.

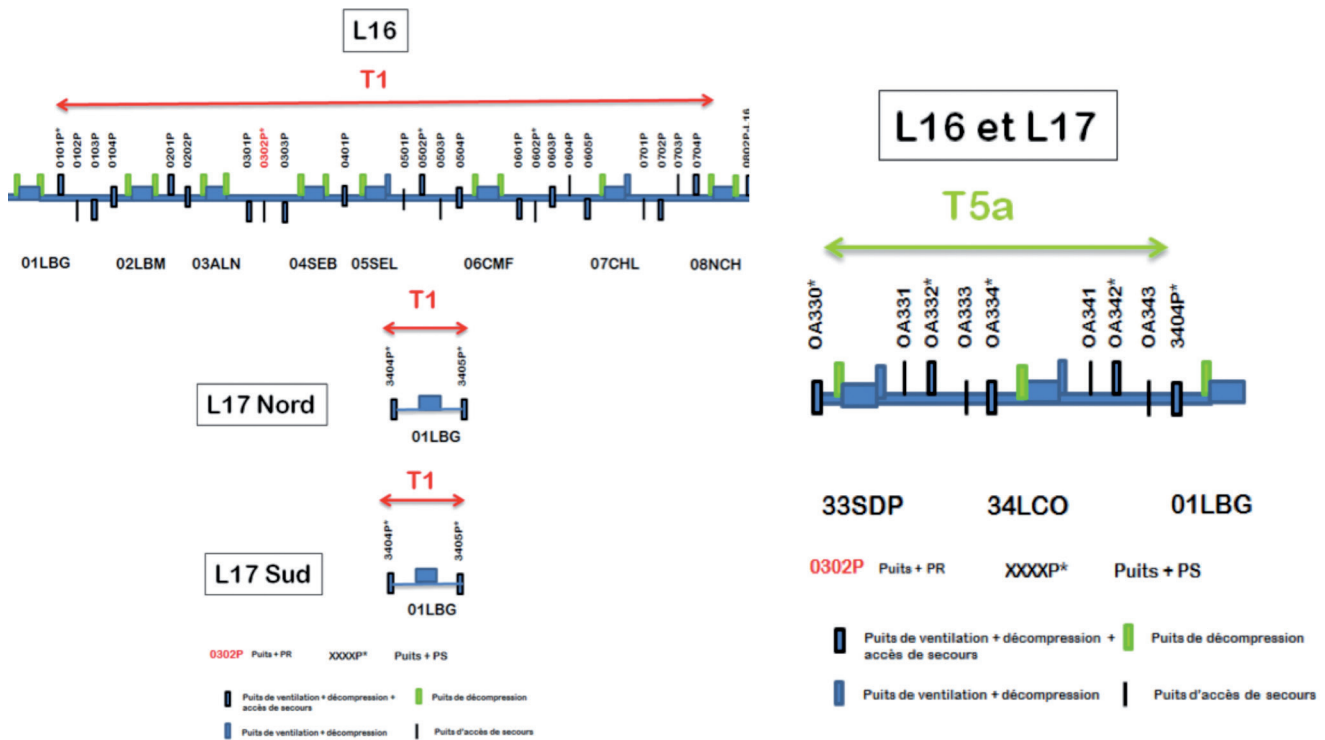


Figure 39 - Calepinage ventilation Lignes 16 et 17

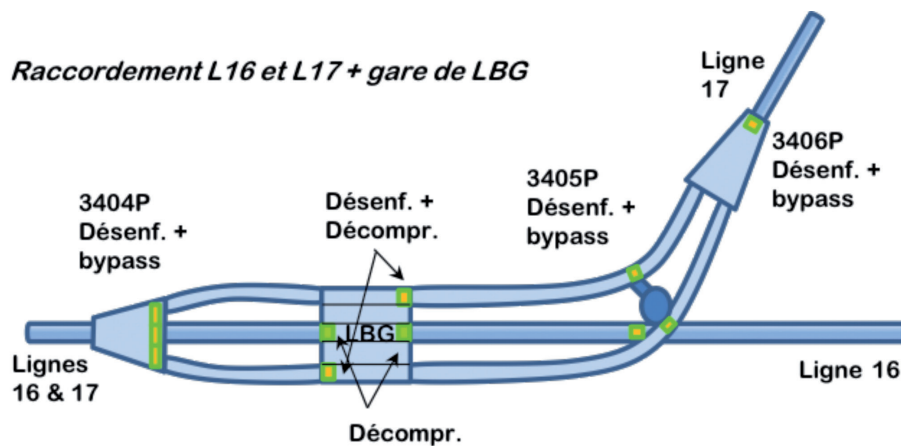


Figure 40 - Implantation ventilation au raccordement L16/L17 Le Bourget RER

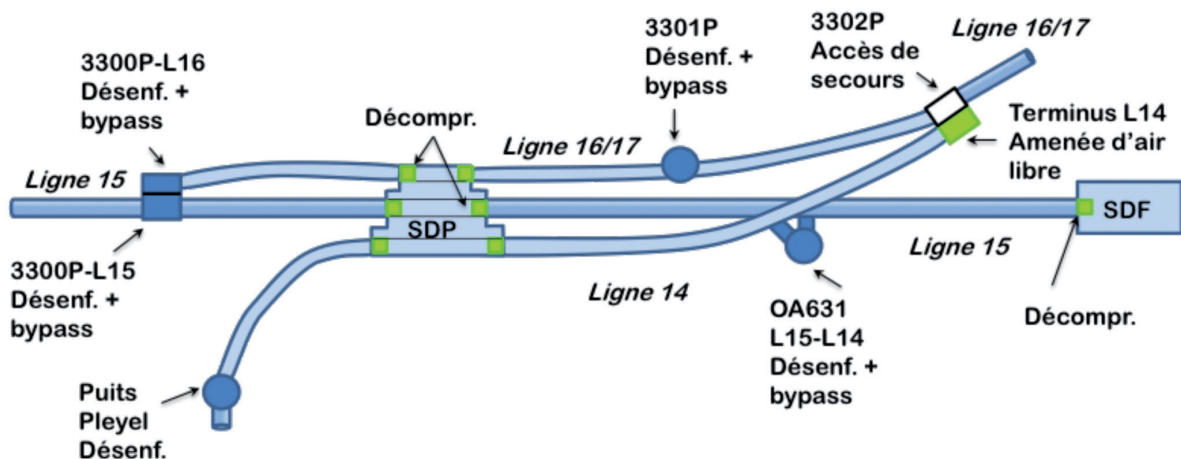


Figure 41 - Implantation ventilation Gare de Saint-Denis Pleyel

Cas particulier d'un sinistre sur un train à quai

La procédure de commande de ce scénario lance simultanément :

- une commande vers les ventilateurs de désenfumage et des registres en tunnel, destinée à assurer le désenfumage des volumes de circulation des trains,
- une commande vers le désenfumage des quais, de manière à assurer l'évacuation des éventuelles fumées résiduelles qui auraient transitées vers ses quais.

Drainage et épuisement

Un réseau de drainage est mis en place afin de collecter et de drainer les eaux provenant des éventuelles infiltrations dans le tunnel ou les puits, d'une intervention des pompiers suite à un incendie, d'un déversement accidentel, des essais spécifiques ou du nettoyage.

Les débits d'infiltration en tunnel ont été déterminés avec les valeurs suivantes :

- Valeur prescriptive générale d'infiltration en tunnel : 0,08 l/s/km
- Valeur à prendre en compte pour le dimensionnement du relevage : 0.4 l/s/km
- Valeur ponctuelle admissible : <30 gouttes/min/m² (niveau 2 au sens AFTES, avec 1 goutte = 0.05 ml)

En ce qui concerne les gares et les ouvrages annexes :

- Valeur prescriptive générale d'infiltration : 0,5 l/m²/jour pour les zones soumises à une pression hydrostatique < 30 mètres de hauteur d'eau.
- Valeur prescriptive générale d'infiltration : 2 l/m²/jour pour les zones soumises à une pression hydrostatique > 30 mètres de hauteur d'eau.

Pour assurer le drainage de la plateforme, des cunettes Ø200 mm sont placées en pied de paroi de part et d'autre du tunnel, et entre les voies. L'eau est drainée régulièrement par des grilles ou petits avaloirs vers un collecteur Ø250 mm situé entre les voies, entre 1,5 et 2 mètres sous le plan de roulement. Le collecteur

se rejette ensuite dans les stations d'épuisement implantées aux points bas, en gare ou en puits (exceptionnellement sous voie en tunnel : à ce stade des études, pas de point bas identifié hors ouvrages annexes).

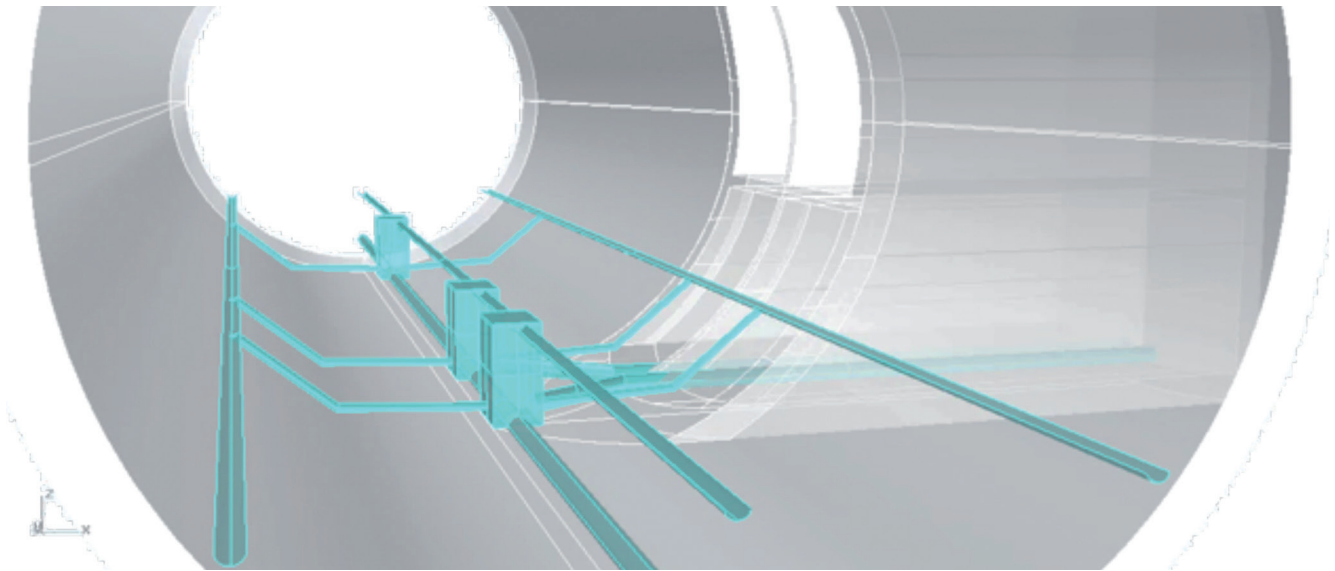


Figure 42 - Vue 3D de principe d'assainissement

Le système d'épuisement comprend l'ensemble des équipements électromécaniques nécessaires au relevage des eaux des tunnels et des gares vers le réseau extérieur de collecte.

Les capacités de stockage et de pompage dépendent de la localisation de la station d'épuisement.

1) En point bas sous voie : les stations sont dimensionnées uniquement pour se déverser vers la station d'épuisement de la gare ou du puits le plus proche (contraintes de place dans le tunnel).

Elles permettront d'évacuer :

- le débit d'eau résultant des infiltrations,
- le volume d'eau généré par un essai incendie en moins d'une heure, afin d'éviter le risque de noyage des voies et des sous-voies lors de ces essais,
- la totalité du volume d'eau d'extinction généré par un incendie avéré dans le cas le plus défavorable, en 9 heures et demie (8 heures pour évacuer le volume incendie et 1 heure et demie pour évacuer le volume d'infiltration qui se sera accumulé pendant les 8 heures précédentes). Dans ce dernier cas, les 2 pompes de la station de relevage fonctionneront en simultanément, soit un débit de 30 m³/heure.

Le débit de chaque pompe sera calculé au cas par cas, avec comme caractéristiques minimales de fonctionnement :

- chaque pompe doit démarrer au moins trois fois par jour
- chaque fonctionnement doit durer au moins 3 minutes

2) En point bas en puits, il a été retenu que les fosses béton soient dimensionnées pour récupérer le volume d'infiltration sur 5 heures plus une pluie de 20 minutes, 5 heures étant le temps maximum estimé pour une intervention lourde sur les ensembles de relevage, soit un volume utile de l'ordre de 10 m³ avec les valeurs d'infiltrations prises en considération (varie selon le linéaire de tunnel drainé).

3) Pour les puits reprenant des points bas en tunnel, le volume de la fosse béton va devoir servir de tampon aux eaux d'infiltration et de pluie arrivant gravitairement dans le puits, le temps d'évacuer l'eau provenant du point bas (soit au maximum 9,5 heures en cas d'incendie), ce qui amène à une fosse ayant un volume utile de 10 m³ (varie selon le linéaire drainé).

4) Pour les puits hors point bas, il a été retenu que les fosses béton soient dimensionnées pour récupérer le volume d'infiltration sur 5 heures plus une pluie de 20 minutes, 5 heures étant le temps maximum estimé pour une intervention lourde sur les ensembles de relevage, soit un volume utile de 10 m³ (varie selon le linéaire drainé).

Le dimensionnement des stations d'épuisement sans point bas assurera un débit de 11 m³/h par pompe. Ce débit est suffisant pour traiter le débit d'eau pluviale.

Pour atteindre ces performances, chaque ensemble d'épuisement sera constitué de 2 pompes à roue vortex ou radiale multi-canaux fermées, immergées, placées dans une fosse béton, avec dalle de couverture étanche, trappe d'accès, trop plein et échelons au plancher bas du niveau d'accès à la fosse. Les fosses des puits seront positionnées en enterré sous le dernier sous-sol de chaque puits, leur profondeur sera selon les fils d'eau des réseaux enterrés. Les pompes seront placées dans des puisards approfondis par rapport aux fosses, pour leur permettre de fonctionner même quand la fosse est peu remplie (en particulier dans les puits).

En fonctionnement normal, les 2 pompes fonctionneront en cascade avec permutation automatique : en cas de défaut sur une pompe, l'autre devra se mettre automatiquement en service et par permutation, et venir également suppléer la première, en cas de montée anormale des eaux. Les alimentations électriques des deux pompes sont d'un haut niveau de disponibilité et sans mode commun de panne.

Vidéosurveillance

L'architecture du système de vidéosurveillance a été définie en prenant en compte :

- L'autonomie des sous-ensembles « gares » ;

- L'évolutivité nécessaire ;
- La mise en œuvre avec des acteurs pouvant être multiples ;
- La « décentralisation » des fonctions indispensables à un traitement de l'ensemble des besoins dans ce contexte.

Au sol, les caméras (environ une centaine par gare) diffusent les flux d'images temps réel et de métadonnées via le réseau multi-services (RMS). Les enregistrements sont alors stockés régulièrement sur un système central unique couplé à un système d'analyse des images et métadonnées. L'enregistrement réseau est un enregistrement enrichi, il enregistre de façon coordonnée :

- Les flux vidéo Haute Définition issus des caméras (images et incrustations) ;
- Les événements signalés par la fonctionnalité de détection automatique d'incident.

L'enregistrement dans les trains est basé sur un enregistrement par une Unité Centrale pour une durée de 7 jours (le stockage est réparti dans le train).

Les enregistrements des alarmes vidéos de l'Unité Centrale sont déchargés vers le système central (situé au niveau du PCC) selon des contraintes à définir en interface avec le système de radiocommunication (potentiellement en l'utilisant en dehors des heures d'exploitation). Ils sont ensuite gérés par le système d'enregistrement réseau de façon équivalente aux enregistrements issus des caméras au sol.

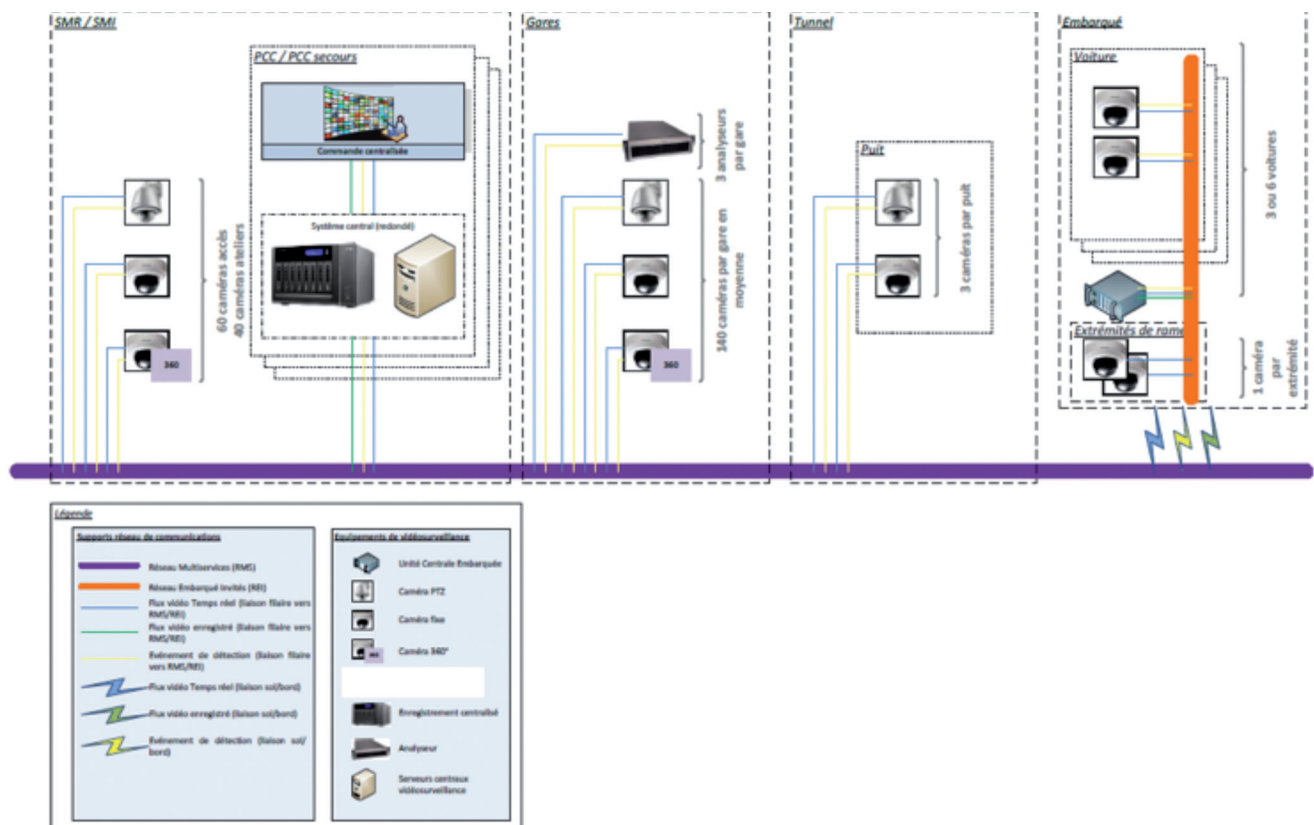


Figure 43 - Architecture système de vidéosurveillance

Des fonctions de détection automatique d'incidents (DAI) sont réalisées par analyse des images intégrée à la caméra pour les fonctionnalités simples, ou par analyse des métadonnées transmises ou traitement complexe des images au niveau central, pour les fonctions de vidéoprotection et d'identification. Les principes suivants sont retenus :

- Détecter la présence d'un colis suspect, cette fonction est réalisée à partir des images des caméras présentes dans la zone,
- Détecter une présence dans une zone surveillée, cette fonction est réalisée à partir des images des caméras présentes dans la zone et des caméras d'identification présentes aux accès,
- Détecter des chutes multiples des passagers, cette fonction est réalisée à partir des images des caméras présentes dans la zone,
- Estimer un niveau d'occupation d'une zone, cette fonction est réalisée à partir des images des caméras de vidéoprotection des quais,
- Aider à la détection d'un incendie, cette fonction est mise en œuvre à partir des images des caméras présentes dans la zone,
- Détecter la présence de personnes dans le matériel roulant.

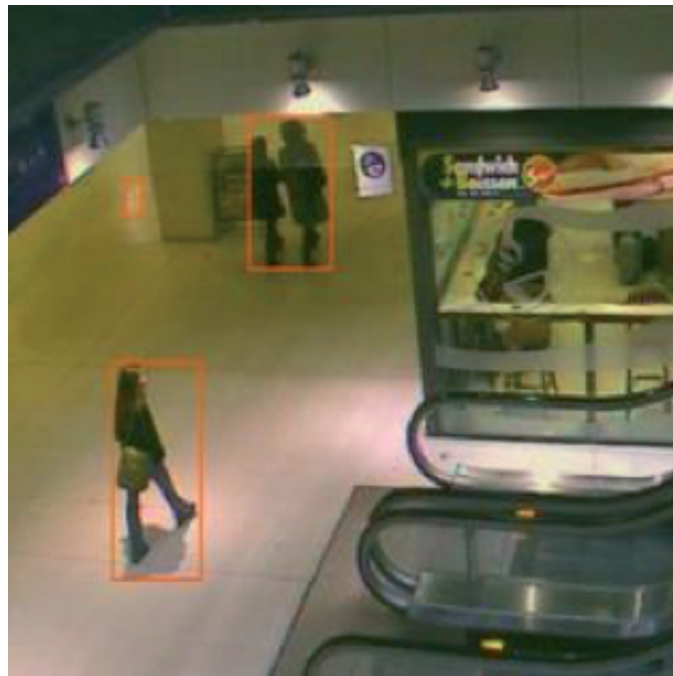


Figure 44 - Exemple - Détection de présence

L'enregistrement et le stockage des vidéos est prévu via la mise en place d'une infrastructure informatique de stockage mutualisée entre l'ensemble des systèmes de la ligne 16 (assurant notamment la sauvegarde des informations de commandes centralisées).

La durée de conservation des données est réglementairement limitée à 30 jours. Le système est dimensionné pour 7 jours de stockage.

Contrôle d'accès et détection d'intrusion

Le système de contrôle d'accès met en œuvre des solutions adaptées à la sensibilité de chaque type de local, tenant compte des recommandations issues des études de sûreté et sécurité publique (ESSP) spécifiques. La supervision permet depuis le Poste Central de Sécurité de :

- Gérer les habilitations,
- Déverrouiller les accès suivant les habilitations,
- Commander à distance le déverrouillage et verrouillage des accès,
- Détecter les incidents de sûreté,
- Détecter et traiter les défauts des installations.

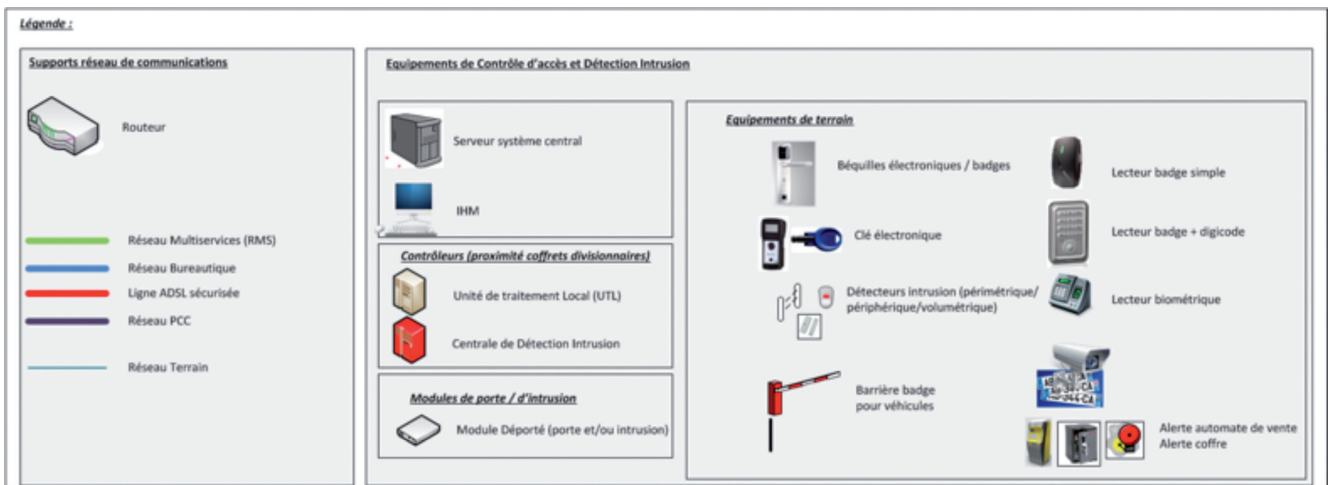


Figure 45 - Équipements du système de contrôle d'accès

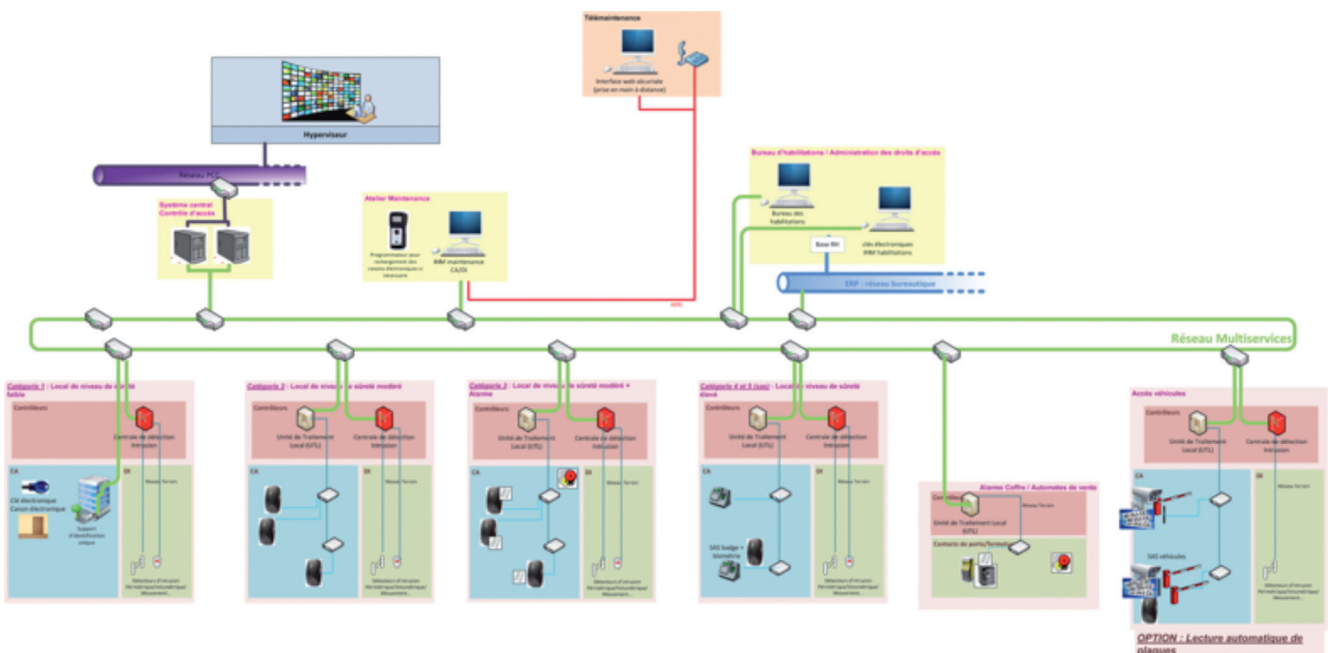


Figure 46 - Architecture du système de contrôle d'accès

Détection/Protection incendie et SSI

Les fonctionnalités principales du système sont :

- La détection des incidents de sécurité
- La mise en sécurité d'une zone ou de plusieurs zones en simultané.

La détection incendie est automatique dans les locaux techniques à risques, associée à des déclencheurs manuels pour les zones non accessibles au public.

La mise en sécurité d'une gare est assurée par déclenchement de la sonorisation d'évacuation, par la signalisation lumineuse et le

lancement du scénario de désenfumage approprié, qui peut dans certains cas s'appuyer sur le désenfumage tunnel.

Ces fonctionnalités sont commandées depuis un système de supervision.

La solution retenue est basée sur un serveur dédié UAE SSI-Désenfumage Gare, Tunnel et Site de Maintenance intégré à la commande centrale au PCC (UAE = Unité d'Aide à l'Exploitation).

SSI Gare :

La spécificité de cette architecture est la centralisation des alarmes et des commandes sur une supervision UAE unique pour la ligne 16.

Sur détection incendie en gare (hors voie), les alarmes sont transmises à l'UAE via le concentrateur SSI local. L'alarme est transmise du concentrateur SSI au serveur UAE du PCC par le RMS. Après la levée de doute, l'exploitant peut déclencher la mise en sécurité d'une zone par une commande de l'UAE. La commande est transmise de l'UAE au CMSI (Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie) via le concentrateur et le RMS.

Désenfumage Tunnel :

En cas d'incident dans le tunnel, l'exploitant déclenche la mise en sécurité de la zone concernée par une commande de l'UAE et coordonne la mise en sécurité de la circulation des trains sur et à proximité de la zone. L'UAE transmet la commande à l'automate concentrateur qui déclenche aux automates locaux le scénario de désenfumage lié à la zone dans le tunnel.

Cas spécifique d'un sinistre d'un Matériel Roulant dans la gare :

L'exploitant du PCC déclenche la mise en sécurité de la voie en gare. L'UAE transmet en parallèle la commande au CMSI de la gare (désenfumage de la zone Quai) et à l'automate concentrateur (désenfumage de la zone voie de cette gare).

Eclairage d'ambiance et de sécurité

Le système d'éclairage apporte le niveau d'éclairement requis pour le confort et la sécurité des voyageurs et du personnel.

La technologie retenue pour l'éclairage en fonction des zones est la suivante :

- Zones publiques – Eclairage normal : Luminaires à LED

- Zones publiques – Eclairage ambiance de sécurité : Fluorescents agréés AEAS alimentés par des armoires d'éclairage de sécurité
- Locaux techniques ou d'exploitation : Tubes fluorescents

Une gestion centralisée de l'éclairage est mise en place grâce à l'emploi de terminaux d'éclairage compatibles avec les protocoles de communication industriels « normalisés » (ex : DALI).

Equipements de télécommunications

- Le réseau multiservices (RMS)

Il a été retenu de mettre en place un RMS de type IP/MPLS (MultiProtocol Label Switching, RFC 3031). L'architecture logique, ou topologie, du RMS concourt à l'implémentation de ses fonctionnalités propres ainsi que celles offertes aux clients RMS. Elle doit notamment permettre d'assurer une sécurisation logique du réseau en offrant des liens alternatifs pour le transport d'informations de façon à assurer une résilience en cas d'incident sur un lien.

La topologie retenue est celle d'un réseau maillé construit sur la base d'une topologie en anneau renforcée par des liaisons radiales autorisant des alternatives supplémentaires aux liaisons amont et aval de chaque équipement. L'ensemble des équipements actifs du *backbone* sont de type IP/MPLS. Ce RMS pourra être raccordé au RMS de la ligne 15 afin d'en étendre la capacité et la résilience.

Ces liens supplémentaires permettent également de créer des chemins plus directs pour les flux qui ne doivent plus obligatoirement emprunter l'anneau tels que les liaisons entre le PCC et les gares d'interconnexion.

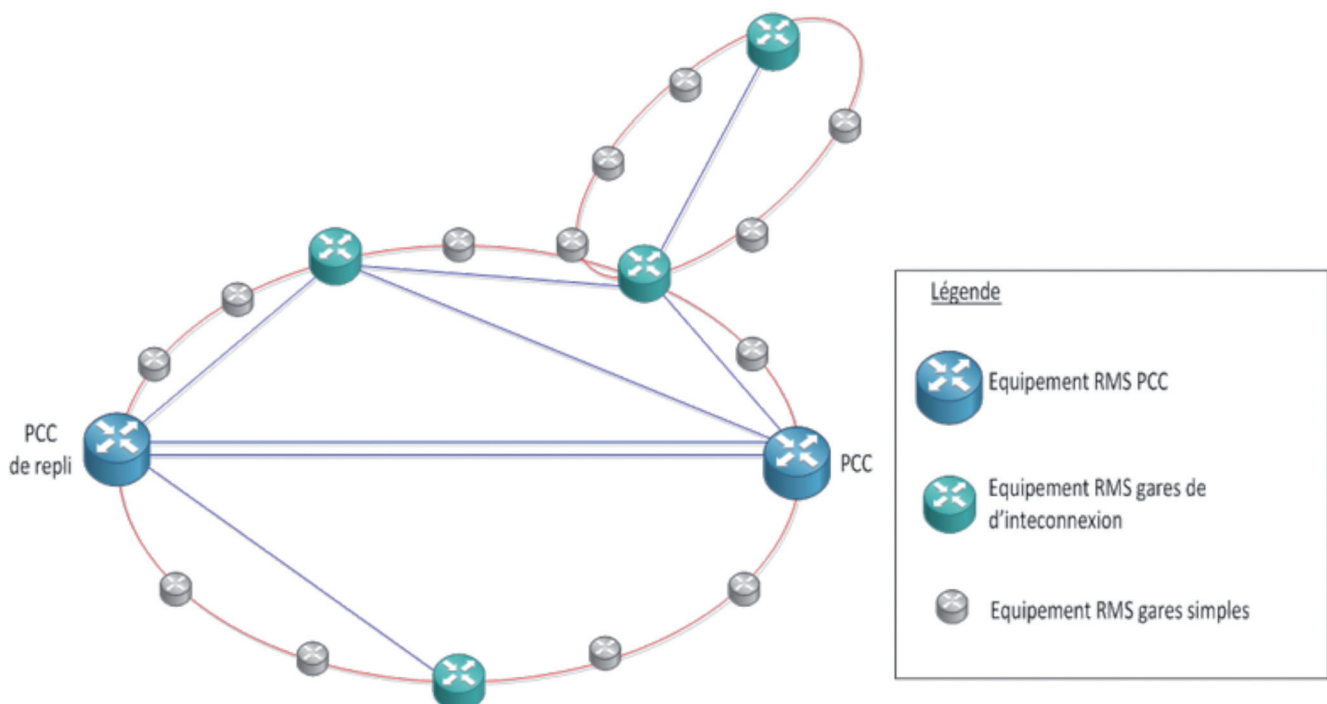


Figure 47 - Architecture du réseau multiservices L15/L16/L17

Les puits situés en tunnel entre chaque gare constituent une opportunité et une nécessité d'intégration de certains des équipements utiles au fonctionnement du système de transport et à sa sécurité.

La solution retenue pour intégrer ces équipements dans le RMS consiste en la mise en œuvre de réseaux de terrain IP/MPLS dédiés aux puits interfacés au RMS.

Cela implique que les équipements des puits ne font pas partie du *backbone* (épine dorsale) alors uniquement constitué des équipements des gares. Ils sont intégrés dans un réseau de

terrain dédié, doublement rattaché au *backbone* au niveau des gares amont et aval (sécurisation).

Les flux entre deux gares consécutives ne traversent ainsi aucun équipement de puits, ce qui limite leur charge réseau. Les flux terrain et *backbone* circulant sur des supports physiques différents (fibres optiques dédiées), il n'est pas nécessaire de dériver le lien *backbone* en puits, ce qui augmente sa sécurisation physique.

Un réseau local de type IP est mis en œuvre au niveau de chaque gare pour en desservir tous les niveaux.

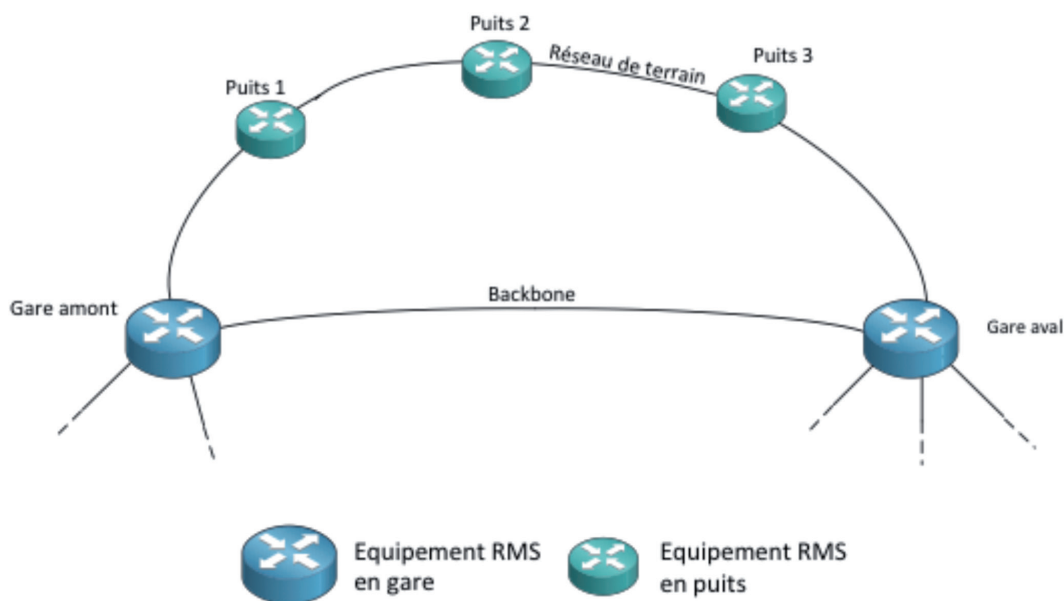


Figure 48 - Intégration des puits via réseau de terrain

Le RMS supporte également les fonctions liées à la chronométrie. La chronométrie a pour unique fonction de partager une même base de temps avec l'ensemble des systèmes (information voyageurs, billettique, ...).

Elle consiste en :

- La mise à l'heure depuis une source extérieure fiable (horloge atomique)
- La distribution horaire à tous les systèmes

La source de synchronisation retenue pour les bases des temps est le GPS, plus pérenne que les émetteurs radio. La synchronisation horaire des systèmes sera réalisée par des serveurs de temps NTP, horloges stratum 1 (Network Time Protocol, RFC 5905), raccordés au RMS qui envoient l'heure périodiquement ou sur demande à tous les systèmes. Ces systèmes se chargent ensuite d'assurer la cohérence horaire entre leurs différents sous-ensembles.

Cette solution standardisée permet de distribuer l'heure à un nombre illimité de systèmes.

Systèmes de radiocommunication

Sur le projet du Grand Paris Express, 3 types de systèmes radio sont mis en œuvre (pour les besoins hors automatismes de conduite) :

- Radio exploitant Haut Débit (LTE Privé)
- Radio INPT (mutualisation avec la radio exploitant Haut-Débit (LTE-PMR) en fonction de l'avancement des services de l'Etat sur cette nouvelle solution).
- Radio à l'usage du Public (LTE, wifi ...).

Les systèmes à l'usage de l'exploitant intégreront une fonctionnalité de géolocalisation, y compris en souterrain, pour les besoins de gestion et de sécurité des personnels en ligne.

Cette fonctionnalité est également envisagée pour la radio à usage du public afin de maintenir en souterrain certains services utilisant en surface la localisation (navigation « Indoor »).

Le système radio exploitant Haut Débit est constitué d'équipements actifs dédiés permettant de garantir son fonctionnement et sa disponibilité indépendamment de l'état du réseau radio à l'usage du public.

Le système radio à l'usage du public est constitué d'équipements actifs indépendants de ceux des autres réseaux radio. En particulier, le réseau de communication filaire reliant ces équipements est indépendant du RMS. Ce principe participe à la sécurisation des systèmes d'information dédiés à l'exploitation.

Radio Exploitant Haut-Débit :

Le réseau de radiocommunication haut débit peut être considéré comme le prolongement du RMS. Il sert donc de média de transmission pour toutes les communications de données sans fil pour les usages d'exploitation.

Le réseau de Radio Exploitant Haut-Débit sert de support pour l'usage :

- des régulateurs aux PCC
- des services d'exploitation et de maintenance sur le terrain :
- Personnel Terrain ;
- Équipes de maintenance ;
- Équipes de sécurité ;
- des voyageurs dans les rames :
- Interphonie Voyageur ;
- Sécurité (Vidéosurveillance) ;
- Données pour l'information des voyageurs.

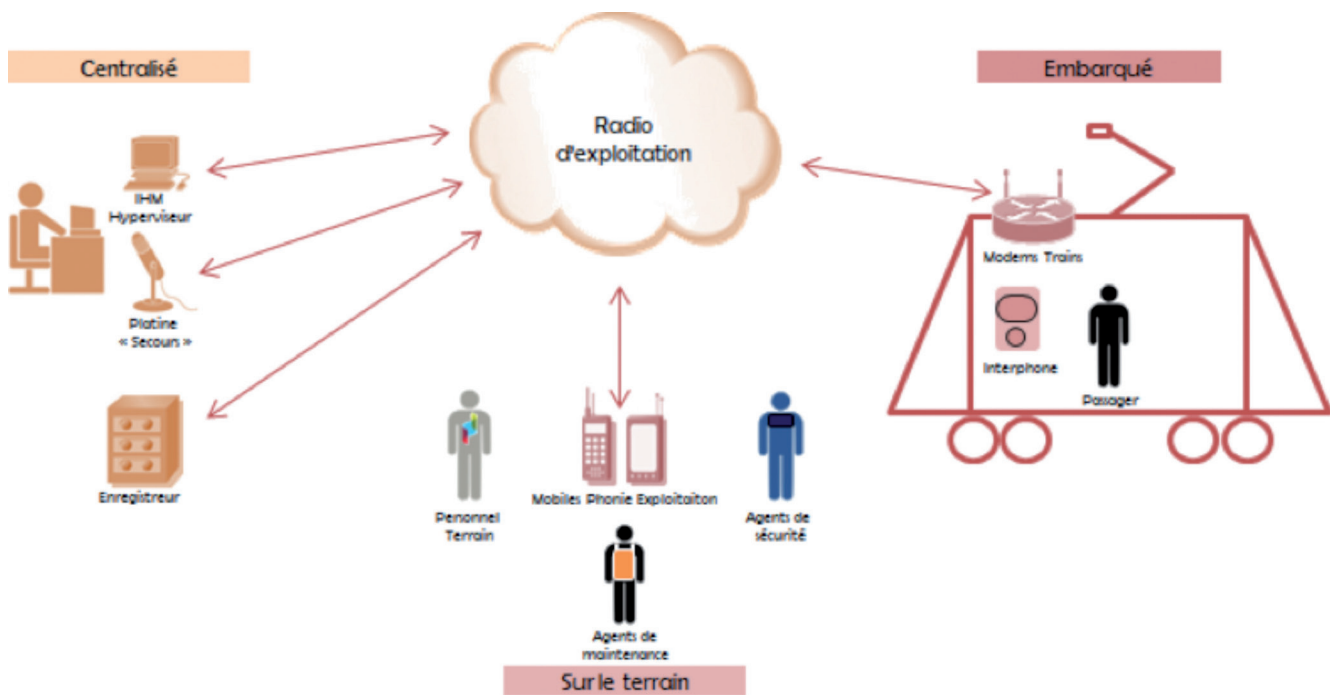


Figure 49 - Usage radio exploitant

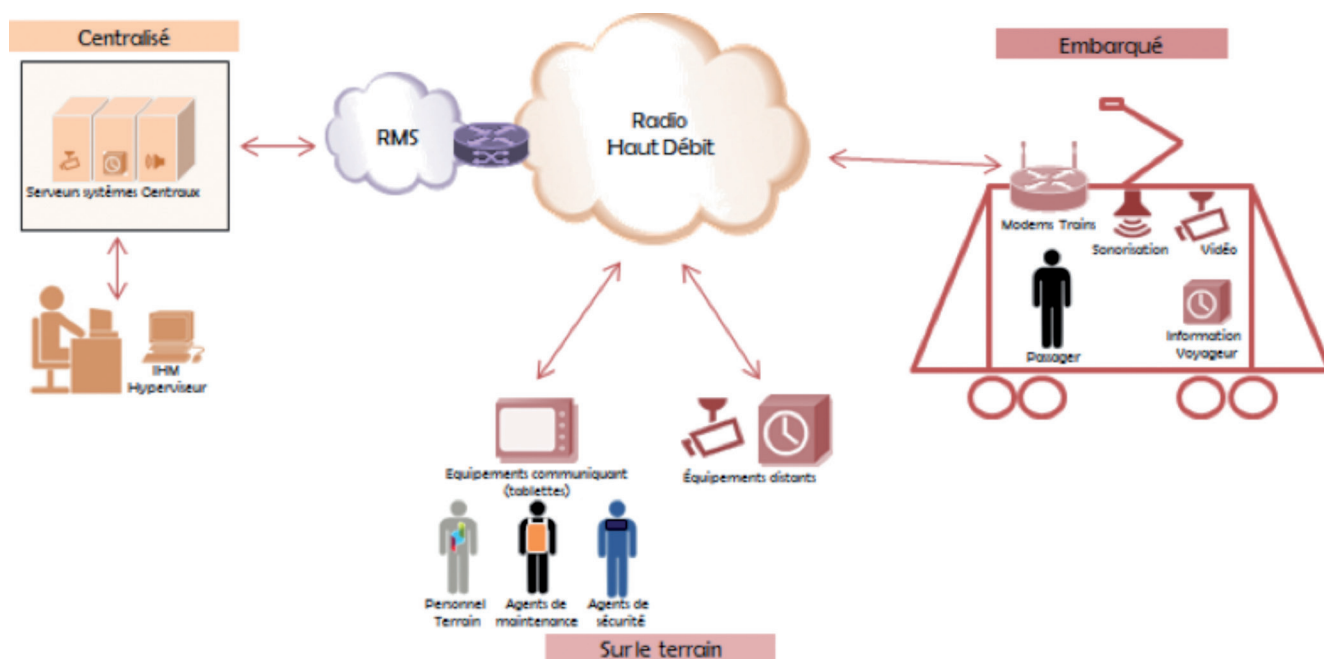


Figure 50 - Usage radio haut débit

Radio INPT :

Le réseau INPT sert de support exclusif aux communications des services de police et des services de secours.

La mise en place du réseau INPT au sein du Grand Paris Express est une extension de la couverture du système national présent en surface.

Pour les premiers tronçons, la retransmission INPT se limite à la rediffusion des signaux dans les ouvrages souterrains. Ce service

sera par la suite mutualisé avec l'infrastructure LTE-PMR (radio exploitant haut-débit).

L'usage de l'INPT ne relève pas du Grand Paris Express ; seule la continuité des communications doit être assurée dans l'ensemble de l'emprise du métro.

Les principaux utilisateurs de l'INPT sont les services publics de sécurité (Police) et les services de secours (Sécurité civile) et la définition du besoin est en dehors du périmètre d'étude du Grand Paris Express.

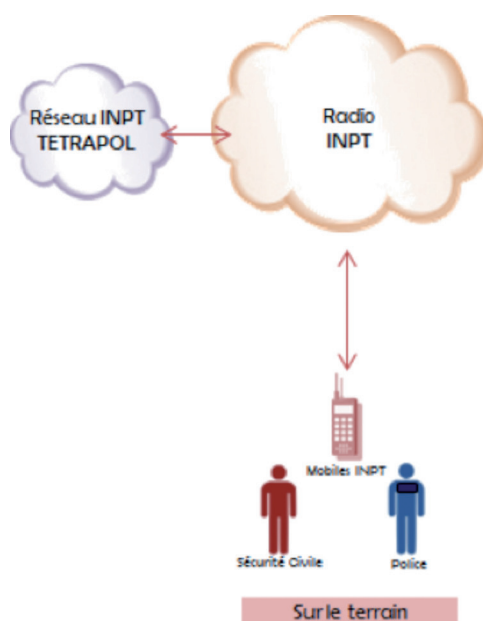


Figure 51 - Usage radio INPT

Radio Public :

Le réseau de Radiocommunication à usage du public permet aux usagers de communiquer lorsqu'ils empruntent l'infrastructure de transport du Grand Paris Express.

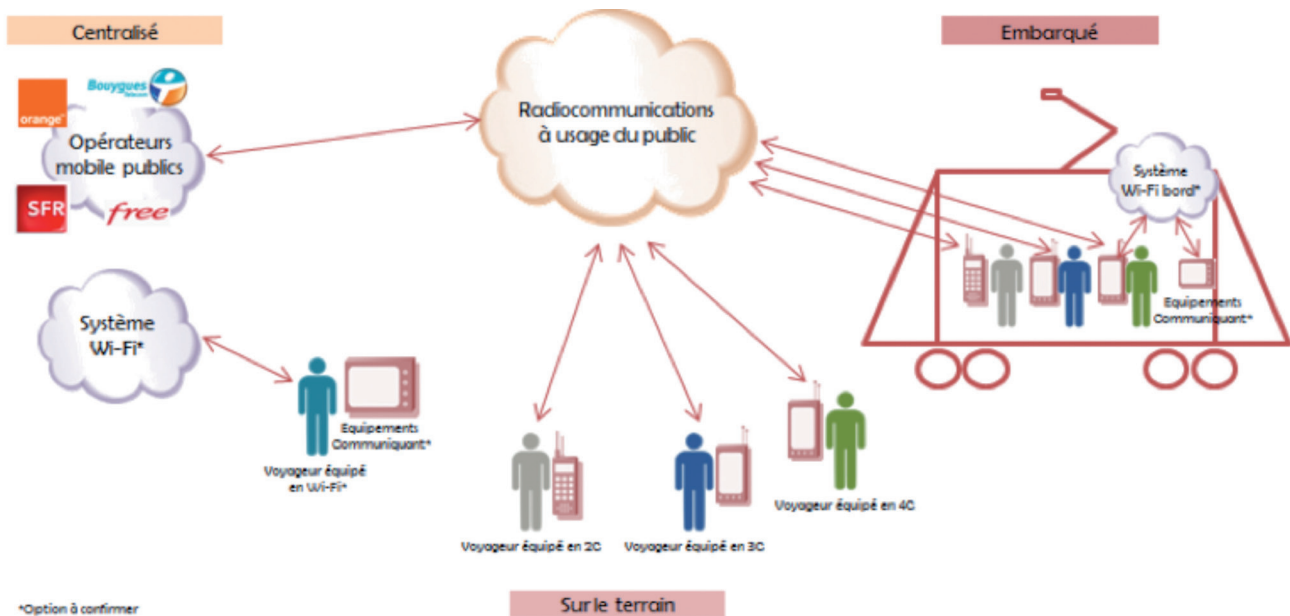


Figure 52 - Usage radio public

Ce réseau est constitué de plusieurs médias permettant d'une part de fournir un accès ubiquitaire aux services voix et données des opérateurs mobiles nationaux (Orange, SFR, Bouygues Télécom et Free Mobile) en offrant à ces derniers la possibilité d'utiliser toute ou partie de leurs fréquences dans les emprises du Grand Paris Express, d'autre part la fourniture d'un service d'accès à Internet « universel » via la technologie WiFi à bord des trains et dans les espaces du Grand Paris Express.

Téléphonie et Interphonie

Les services de téléphonie et d'interphonie s'appuient sur l'infrastructure hautement disponible du RMS et sur des équipements centraux dédiés à ces services, également redondés.

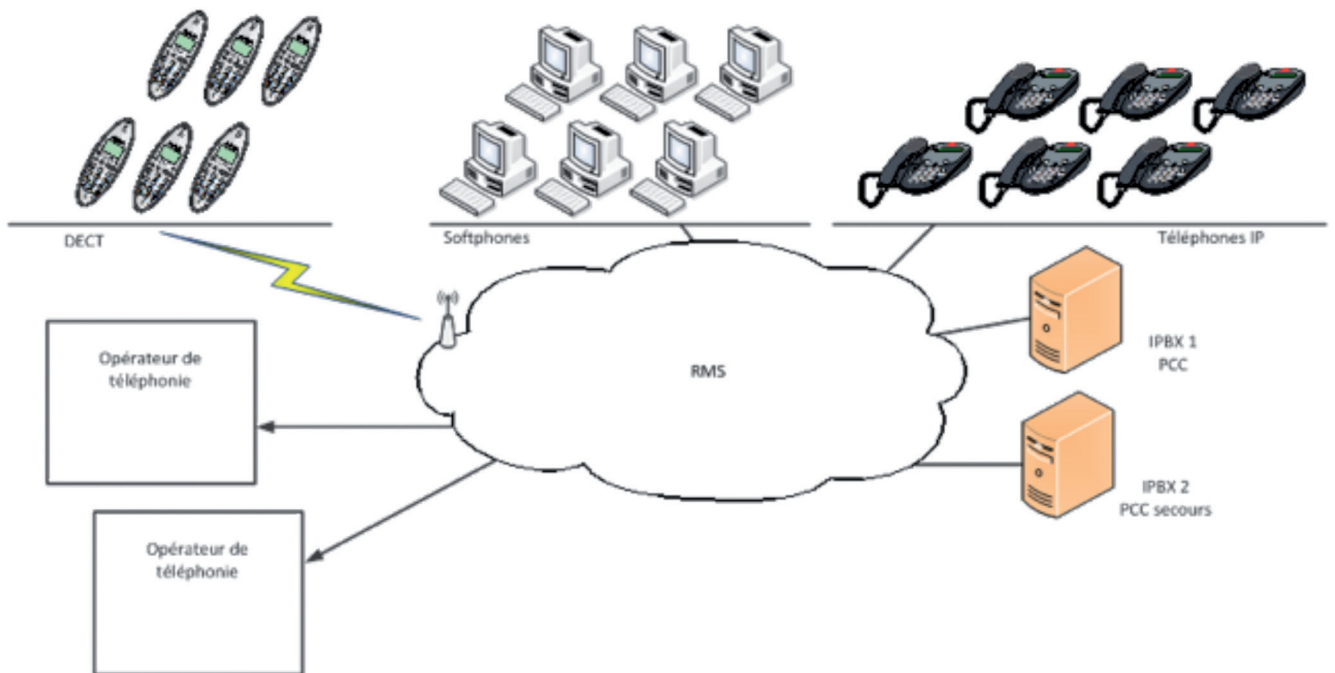


Figure 53 - Architecture du système de téléphonie

Leurs composants principaux sont:

- Pour la téléphonie :
 - Terminaux téléphoniques,
 - Autocommutateurs et passerelles,
 - Système de gestion et de supervision technique,
 - Téléphones d'alerte permettant la liaison directe avec les sapeurs-pompiers selon la classification ERP des sites.
- Pour l'interphonie :
 - Boutons d'appel et haut-parleurs en embarqué,
 - Boutons d'appel et haut-parleurs en gare et autre site, parfois intégré au sein d'une borne d'appel, en respect de l'arrêté du 22 mars 2007,
 - Serveurs d'interphonie,
 - Un sous-système central commun d'enregistrement des conversations.

Ces services auront une couverture maximale sur la ligne 16, en particulier :

- Tous les ouvrages annexes le long de la ligne (communication avec services de secours et maintenance),
- Toutes les gares de la ligne, notamment aux points stratégiques nécessitant des appels d'urgence ou une mise en contact avec du personnel pour des besoins d'information (Bornes d'appel : quais, espaces d'accueil, ... / Interphones : escaliers mécaniques, ascenseurs, ...),
- Tous les sites de remisage et de maintenance de la ligne,
- Le PCC de la ligne et le PCC de repli,
- Au niveau des parcs à vélos (interphonie),

- Le matériel roulant de la ligne pour les interphones embarqués.

Mécanisation des accès

Le système « mécanisation des accès » comprend l'ensemble des appareils dans les gares et dans les ouvrages annexes (ascenseurs et escaliers mécaniques), permettant d'assurer le déplacement des passagers et des équipes techniques de façon confortable et en toute sécurité.

Les ascenseurs et ascenseurs de charge

Les ascenseurs assurent les fonctions suivantes :

- l'accès et l'évacuation des Personnes en Situation de Handicap (PSH) en gare,
- la circulation de l'ensemble des voyageurs en exploitation (en commun avec les escaliers mécaniques), en gare,
- la fonction de monte-charge, en gare ou en puits.

En gare, ces fonctions sont généralement assurées par les mêmes appareils.

Les cabines sont implantées au minimum par groupe de 2, afin de garantir une accessibilité PMR fiable (disponibilité y compris en cas de maintenance). Leur charge est de 1 600 kg.

Pour certaines gares profondes, le nombre d'ascenseurs peut être renforcé (batteries), avec des charges pouvant atteindre 2000 kg en fonction du flux prévisionnel de voyageurs.

En gare, selon le type de machine et sa localisation, le choix de la vitesse de déplacement se fera entre 1 mètre/seconde et 1,6 mètre/seconde. Exceptionnellement, pour certaines gares profondes, une vitesse $\geq 2,5$ m/s pourra être envisagée.

Dans les puits la vitesse de déplacement des ascenseurs de charge choisie est de 1,6 mètre/seconde.

Escaliers mécaniques

En conformité avec le Programme cadre du référentiel de conception des gares, les caractéristiques communes à tous les des escaliers mécaniques sont les suivantes :

- Vitesse : 0,5 mètre/seconde
- Largeur des marches : 1 000 mm

Ces valeurs permettent de transporter 100 voyageurs à la minute soit 6 000 personnes/heure.

Les choix d'angles d'inclinaison sont les suivants :

- Dénivelé inférieur à 6 mètres : la possibilité normative du choix d'un angle de 35° est interdite.
- Dénivelé supérieur à 6 mètres : seuls sont autorisés les angles de 30° et de 27,3°.

Dans leur grande majorité les escaliers mécaniques ne dépassent pas 7 mètres de dénivelé.

L'angle recommandé dans tous les cas est 30°.

Le parcours horizontal correspondant au nombre de marches à plat peut être de :

- 1 200 mm de long avec trois marches à plat
- 1 600 mm de long avec quatre marches à plat.

Au niveau des économies d'énergie, à ce stade du projet, il est recommandé :

- Pour les appareils qui seront utilisés de façon réversible, l'utilisation de la régénération avec le système d'arrêt total, ce qui donne le meilleur résultat.

- Pour les appareils sans inversion du sens de marche : les appareils en montée doivent être sans régénération avec une manœuvre permettant l'arrêt total, et les appareils en descente doivent utiliser la régénération avec une manœuvre permettant l'arrêt total.

Fermeture des accès

Le système « fermeture des accès » couvre l'ensemble des grilles et portes d'accès des gares (hors passages de validation / billettique) et les accès des puits.

Les fermetures des gares seront définies de façon adaptée à chaque gare (forme, taille, matériau), en respectant des spécifications systèmes communes notamment la commande automatique et centralisée.

Les trappes d'accès aux puits entre les gares sont destinées avant tout à l'accès des secours et l'évacuation par les secours des seuls passagers secourus.

A ce stade du projet, les dimensions sont données à titre indicatif.

La largeur de principe sera de :

- 1,20 mètre pour 1 Unité de passage
- 1,70 mètre en 2 Unités de passage

Information Voyageurs, sonorisation et Signalétique

• Sonorisation

Le schéma ci-dessous présente l'architecture fonctionnelle de la sonorisation en gare et dans le matériel roulant reposant sur le principe d'une sonorisation unique pour l'information voyageurs quelle que soit sa nature.

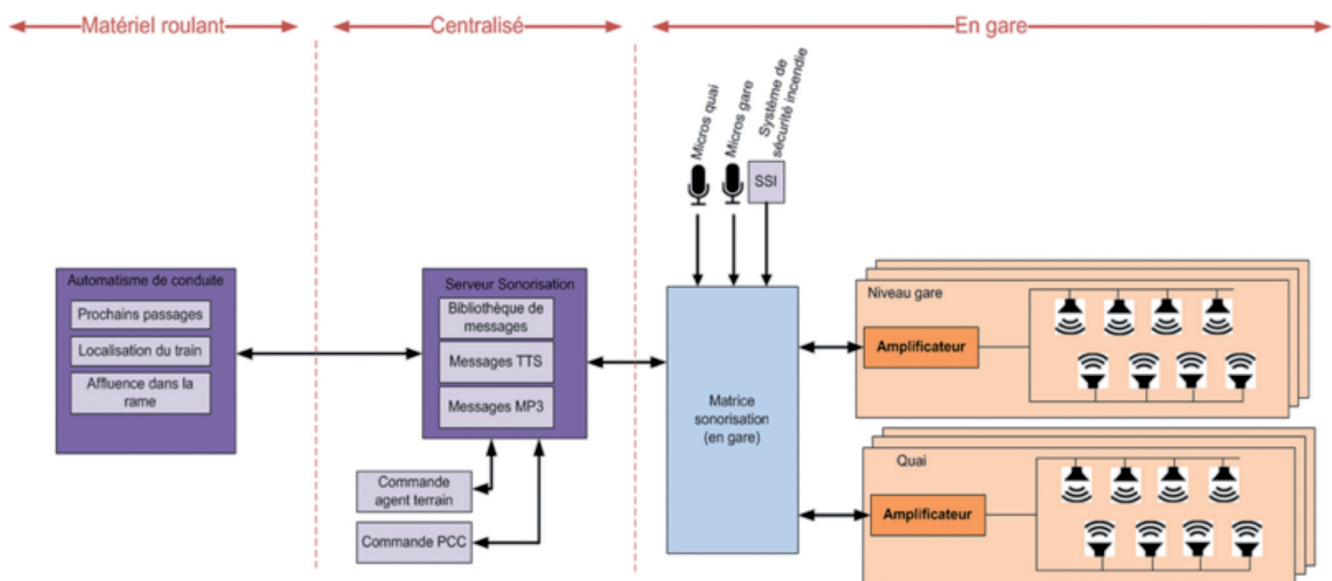


Figure 54 - Architecture fonctionnelle du système de sonorisation

Du fait du principe de mutualisation, l'architecture de sonorisation est conforme à la norme NF EN 54 (anciennement NF EN 60-849) et comprend notamment les fonctionnalités suivantes :

- Surveillance des lignes d'amplificateurs,
- Surveillance des lignes de haut-parleurs,
- Basculement automatique sur amplificateur de secours,
- Equipements, connecteurs certifiés EN-54,
- Alimentation secourue.

• Informations voyageurs

L'information voyageurs respectera la charte du STIF en ce qui concerne le contenu des informations et le programme d'information voyageurs du réseau GPE en cours de finalisation et co-construit avec le STIF. L'information voyageurs est composée d'information dite statique (contenu inerte) et d'information dynamique (actualisation en temps réel) transmise par le Système d'Information Voyageurs (SIV)

Le système d'information voyageurs (SIV) gère toutes les informations dynamiques et permet de diffuser, dans tous les espaces de la gare et dans le matériel roulant, des contenus visuels et/ou sonores à destination des voyageurs.

Ce système est composé des blocs fonctionnels suivants :

- Le SIV Temps Réel qui gère :
 - Le pilotage de l'affichage visuel,
 - L'envoi des messages temps réel,
 - Les échanges avec les systèmes tiers.
- Le SIV Temps différé qui gère :
 - Les référentiels, paramètres et journaux d'événements,
 - La bibliothèque de messages/images,
 - La composition des images,
 - Les différents types de médias.

L'acquisition des données liées au matériel roulant (localisation...) et la fourniture des éléments variables de contenus à afficher en lien avec la circulation des trains (temps d'attente prochaine rame, destination prochaine rame) relèvent du système des automatismes de conduite.

Le schéma ci-dessous présente l'architecture fonctionnelle du système d'information voyageurs en gare et dans le matériel roulant.

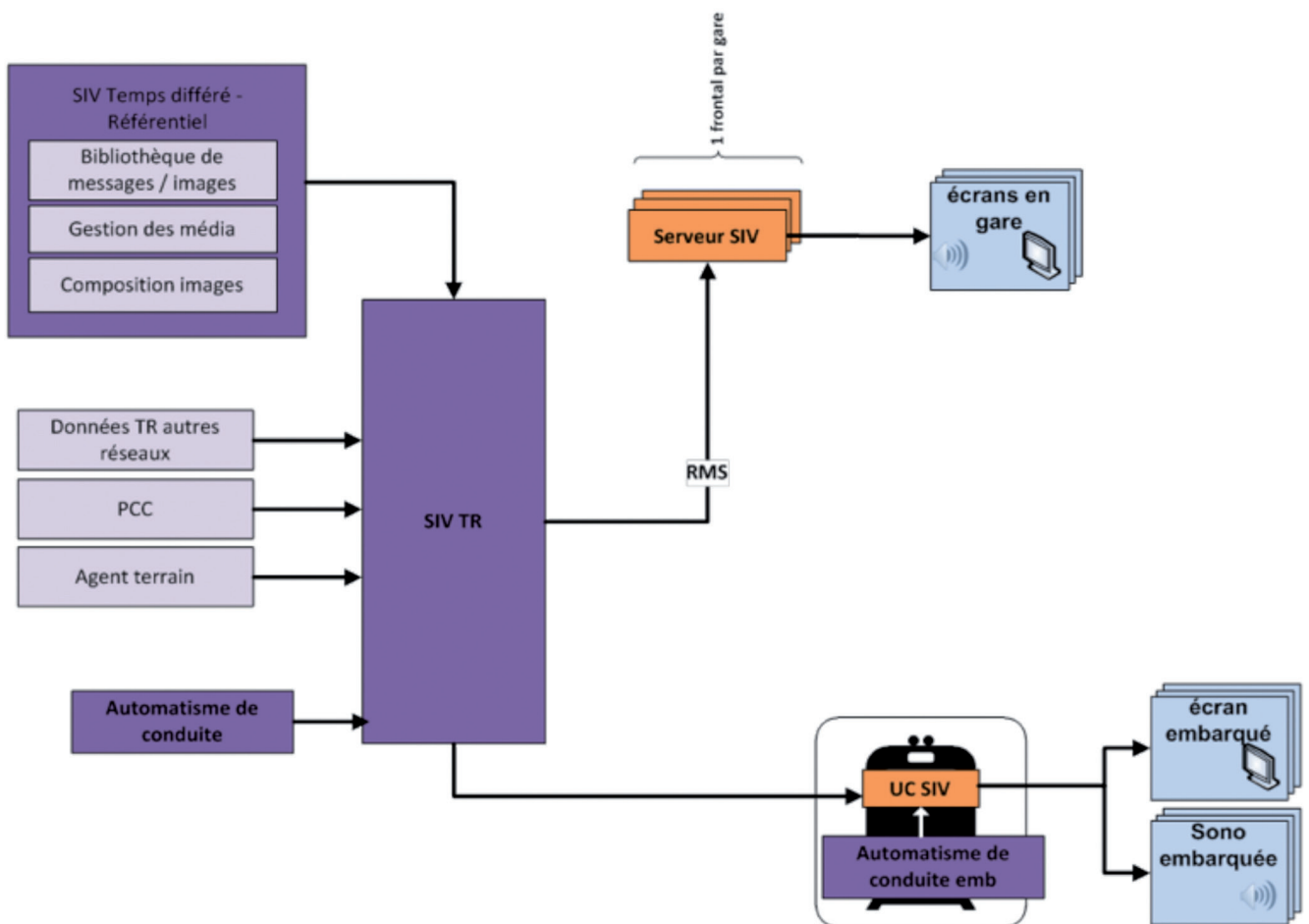


Figure 55 - Architecture fonctionnelle du système d'information voyageur

Au niveau de l'affichage de l'information voyageur, il est prévu :

- Pour les gares :

Les études sur le programme IV et sur le sous-système IV (gare et matériel roulant), sont menées en parallèle. Les solutions techniques présentées ci-dessous se basent sur des dispositifs habituels, éprouvés. Cette approche est nécessaire pour permettre la définition et le paramétrage du SIV. Le travail engagé sur le programme au sein du groupe IV avec le STIF re-questionne ces hypothèses par rapport :

- aux évolutions des besoins,
- à l'apparition de nouveaux usages,
- à l'optimisation de l'intégration et de l'harmonisation des supports d'information dans les gares.

Les dispositifs décrits ainsi que les implantations et les quantitatifs ci-dessous pourront, en tout ou partie, être mis à jour au regard des prescriptions du programme d'information voyageurs dès la validation de ce dernier :

- Borne interactive / table multi-tactile 46" minimum : équipement multi-sensoriel spécifique permettant l'affichage de contenus de type « plans » (plans de réseau, plan de gare, plan de proximité, etc...) de façon interactive avec des fonctionnalités de zoom, recherche personnalisée, affichage adapté aux différents handicaps, interface sonore, dalle tactile. La borne interactive devra permettre l'intégration d'applications tierces développées hors périmètre du projet.
- Ecrans TFT de format 42" à 55" (à titre indicatif) implantés selon diverses configurations : écrans destinés à l'affichage de l'état du trafic train ; écrans destinés à l'affichage d'informations sur les réseaux de surface...
- Ecran TFT stretch format 38" : intégration en bandeau technique de la façade de quai pour l'affichage des prochains passages, de la destination, de la charge dans les voitures et de l'état du trafic.
- Modules de guidage interactif, par exemple de technologie bluetooth : déclenchement de balise sonore par télécommande ou application smartphone, gestion en réseaux.

Les supports dynamiques disposeront d'un système intégré d'annonces sonores sur télécommande ou détection, par traduction TTS des annonces visuelles. Ce système d'annonces sonores se traduit par les éléments suivants dans l'équipement :

- Récepteur de télécommande,
- Module d'interface avec l'écran,
- Amplificateur de son avec haut-parleur pour diffusion.
- Pour le matériel roulant :
 - Ecran TFT stretch format 38" 4/1, retro-éclairé : intégration en voussoir au-dessus des portes.

Billettique

Nota : Les éléments présentés dans ce paragraphe correspondent aux études de l'AVP. Le STIF a décidé de mettre en œuvre un système billettique communautaire applicable à l'ensemble des réseaux en Ile-de-France. Dans ce cadre, le système central billettique sera mis en œuvre et géré par le STIF et les équipements seront définis dans le cadre de travaux communautaires. Les grands principes présentés ci-dessous devraient toutefois être conservés, à l'exception du système central billettique dédié ligne 16.

Au niveau des supports de titres, le système billettique prend en compte l'ensemble des supports acceptés sur le réseau francilien. Il devra émettre des supports valides sur l'ensemble du réseau francilien.

Les supports émis et acceptés sur le réseau francilien sont, au jour de la rédaction de l'AVP, les suivants :

- Carte sans contact de type Calypso pour les abonnements de type forfait (Pass Navigo),
- Titres magnétiques (abrégé TM) format Edmonson notamment pour les titres unitaires.

Les technologies de supports émis et acceptés pourront évoluer dans le cadre des projets de modernisation de la billettique en Ile-de-France,

Concernant le ticket magnétique, son maintien est limité en vente/distribution/SAV et validation. Les supports magnétiques sont distribués dans une partie des équipements de distribution automatique et acceptés dans une partie des équipements de validation aux lignes de contrôle (par principe, environ 20% des valideurs du réseau Grand Paris Express).

Les supports qui seront en circulation sur le réseau billettique du Grand Paris et qui permettront de supporter les produits autorisés seront alors :

- Cartes sans contact (personnalisée ou anonyme) : type Calypso, (type B, B' – protocole Innovatron), Mifare (type A), multi-applicatives, pouvant héberger l'application billettique commune.
- Billets sans contact (anonyme)
- Autres supports de technologie NFC
- Ticket magnétique format Edmondson

Les appareils de validation composent la ligne de contrôle et intègrent un valideur permettant la lecture/écriture/validation sur les supports sans contact valides sur le réseau IdF. Certains d'entre eux (nombre limité) intègrent également la lecture/validation des tickets magnétiques.

La solution technique retenue en phase AVP pour les lignes de contrôle d'accès est la porte à double vantail modèle standard ou porte à double vantail élargi modèle PMR, à ouverture des vantaux par rotation. Les portes à rotation présentent les caractéristiques suivantes :

- Flux :
 - En validation sans contact : 35 pers/mn (25 pers/mn avec bagages)
 - En validation mixte (15% de magnétique) : 33 pers/mn (24 pers/mn avec bagages),
 - En passage ouvert et évacuation : 50 pers/mn.
- Réversibilité : ces portes peuvent être réversibles, i.e. permettent un passage dans les deux sens ou une inversion de sens de passage
- Largeur de passage : 0,6 m. Deux passages élargis à 900 mm minimum (dont un à 1050 mm) sont implantés par ligne de contrôle pour les PMR.
- Les portes sont initialement en position fermée.



Figure 56 - Exemple de constitution d'une ligne de contrôle avec passage élargi

Des automates de distribution sont installés dans les gares, de deux types :

- Distributeurs automatiques de titres « complets » : ces équipements comportent l'ensemble des modules fonctionnels prévus. Ils assurent ainsi l'émission de TM et de supports sans contact. Ils acceptent les moyens de paiement pièces et bancaire. Deux variantes sont prévues pour ces DAT « complets » :
 - Variante 1 : paiement pièces/CB + paiement billets de banque ;
 - Variante 2 : paiement pièces/CB sans paiement billets de banque.
- Distributeurs automatiques « simplifiés » (bornes de rechargement) : ces équipements assurent le chargement/rechargement de supports sans contact et n'acceptent que le paiement par carte bancaire.

Les distributeurs automatiques de titres devront être en mesure d'enregistrer l'ensemble des opérations unitaires réalisées et de comptabiliser les ventes et les recettes par opération de vente.

Poste de Commandes Centralisées

L'ensemble des commandes centralisées est regroupé au PCC (Poste de Commandes Centralisées) des lignes 16 et 17, localisé sur le site de maintenance et de remisage (SMR) des trains d'Aulnay. Un PCC de formation, prévu en un autre lieu (Gare de Noisy-Champs), permet d'assurer une continuité de service pour les cas rares d'indisponibilité majeure du PCC principal (par exemple destruction partielle ou totale du site PCC) : voir plus bas.

Afin de caractériser les commandes centralisées, les principes suivants ont été appliqués :

- L'ensemble des fonctions de supervision est regroupé au Poste de Commandes Centralisées de la Ligne 16 :
 - Poste de Commande du Transport (PCT) ;
 - Supervision centralisée des stations et de la ligne (SCADA Exploitation/Maintenance, Energie) ;
 - Supervision des moyens audiovisuels (MAV) ;
 - SSI / Commande centralisée des ventilateurs ;
 - Supervision de la sécurité.
- Il est par ailleurs possible d'accéder aux informations de supervision et aux commandes relatives aux équipements supervisés depuis des espaces de supervision déportés (gare, SMR...).

- Le système « commandes centralisées » est organisé selon les deux domaines «transport» et «espaces» pour les besoins de l'exploitation. La frontière entre ces domaines se situe au niveau du quai, les façades de quais étant incluses dans les fonctionnalités «transport». Le SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), outil de supervision central, supervise et contrôle les équipements du domaine «espaces». Pour le domaine «transport», le SCADA supervise uniquement les informations à des fins de maintenance (par exemple FdQ, MR...).
- Afin de pouvoir s'adapter aux choix d'organisation du futur exploitant, il sera possible de dupliquer les postes opérateurs des fonctionnalités «Espaces» et «Transport» en gare (= postes déportés) afin de permettre :
 - une délégation d'exploitation des équipements en local pour les «Espaces»,
 - une visualisation synthétique de l'exploitation en local (visualisation synthétique des trains notamment sur le périmètre de la gare et des inter-gares correspondantes) pour le «Transport».
- La supervision des états de maintenance est accessible en central au PCC ou au travers de postes déportés :
 - Etats de maintenance de synthèse tous systèmes (fonction d'aide à la maintenance du SCADA, remontant les alarmes techniques de synthèse des équipements déportés et centraux) : sur un poste banalisé.
 - Etats de maintenance des automatismes (fonction SAM : Système d'Aide à la Maintenance automatismes) : sur un poste banalisé si intégration SAM automatismes au SCADA, ou sur un poste dédié dans le cas contraire.
- Le SMR est supervisé par le PCC, hormis pour la gestion technique des bâtiments, qui reste locale : la supervision des mouvements de trains au SMR se fait donc à partir du Poste de Commande du Transport (PCT) au niveau de la salle d'exploitation, avec délégation potentielle aux opérateurs de maintenance pour l'accès aux voies d'atelier en mode automatique sans conducteur.
- Le SMI n'est pas supervisé à partir du PCC (hormis voie de raccordement entre la ligne et la zone de transfert située sur le site du SMI).



Figure 57 - Exemple d'ergonomie du poste opérateur banalisé

Dans les espaces en interconnexion entre plusieurs lignes du Grand Paris Express (par exemple gare de Noisy - Champs), les responsabilités de supervision et de commande de la gare seront attribuées au premier exploitant désigné par contrat d'exploitation. Le découpage en termes de responsabilité de supervision et de commande n'est pas contraint par le système technique mais l'est par configuration, afin de permettre les transferts de responsabilité entre opérateurs (i.e. les équipements dans les espaces communs à deux lignes doivent pouvoir être commandés uniquement par un sous-ensemble d'exploitation avec possibilité de déléguer les commandes vers l'autre sous-ensemble d'exploitation).

Poste de Commande du Transport

Le PCT (Poste de Commande du Transport) est le système d'exploitation du domaine « transport ». Le système PCT assure les fonctions nécessaires à la gestion du service des trains dont les principales sont :

- Gestion du programme d'exploitation ;
- Gestion de l'exploitation quotidienne ;
- Supervision des éléments du domaine transport :
 - Circulation des trains ;
 - Des équipements intervenants dans la circulation des trains :
 - Automatismes de conduite ;
 - Matériel roulant ;
 - Façades de quai.
 - Voyageurs.
- Contrôle et commande des éléments du « domaine transport » nécessaires à la circulation des trains :
 - De l'alimentation de traction;
 - Des arrêts d'urgence.
- Gestion des IHM du PC transport ;
- Support à la mise à disposition des véhicules ;
- Support à l'exploitation du domaine transport.

Certaines de ces fonctions nécessitent des commandes sécurisées du PCT.

Afin de faciliter les correspondances, le PCT est abonné à un service d'information de l'offre de transport théorique et réelle des lignes en correspondance. De même, le PCT met à disposition à travers un service d'information les données d'offre de transport théoriques et réelles.

Afin de maîtriser la consommation d'énergie électrique, il est possible depuis le PCT de sélectionner 3 types de marche-type des trains :

- La marche-type tendue;
- La marche-type normale;
- La marche-type économique.

La marche-type économique privilégie l'économie d'énergie avec un léger impact sur la vitesse commerciale et s'applique plutôt en heures creuses.

Le PCT intègre également une fonction de régulation automatique de l'énergie et de la puissance consommée afin d'adapter la consommation d'énergie du système de transport aux besoins de l'exploitation en cours en modifiant notamment l'allure et le moment de départ des trains.

Le système PCT peut également coordonner le départ des trains dans les différentes gares de la ligne avec le freinage d'autres trains en modifiant la consigne de temps d'arrêt de manière à mieux récupérer l'énergie de freinage. Il gère aussi les séquences de redémarrage progressif des trains suite à incident de façon à éviter les surintensités.

Supervision centralisée des stations et de la ligne (SCADA Exploitation/Maintenance, Energie)

Le système SCADA assure les rôles :

- De supervision et de commande des équipements du domaine « Espaces »,
- De supervision uniquement à des fins de maintenance des équipements du domaine «Transport».

Ainsi, les principales fonctions du SCADA sont :

- Liées à la distribution de l'énergie électrique,
- Liées au domaine des espaces :
- Gestion des installations non liées à la circulation des trains (état des équipements, interventions...).
- Liées au domaine du transport :
 - Supervision des informations de maintenance des installations liées à la circulation des trains (portes palières, machine à laver...),
 - Supervision des informations de maintenance des trains.
- Liées au domaine de la sécurité des biens et des personnes :
 - Supervision de la sécurité incendie, de la qualité de l'air et des risques NRBC-E,
 - Gestion du contrôle d'accès et de la détection d'intrusion.
- Liées aux fonctions « support » de l'exploitant :
 - Gestion de l'exploitation,
 - Enregistrement et restitution des données, statistiques et aides diverses.
- Liées aux fonctions « support » du mainteneur :
 - Transmission de l'état des équipements « automatismes » au système d'aide à la maintenance,
 - Consignation éventuelle d'équipements, inhibition d'alarmes...

Supervision des moyens audiovisuels (MAV)

Le système de supervision des MAV (SMAV) est le système permettant une utilisation des moyens de communication et de visualisation des espaces de la L16 et des trains transverse aux systèmes de Contrôle du Trafic et du SCADA.

La solution de supervision des MAV permet aux opérateurs d'accéder et d'utiliser depuis une seule IHM, aux fonctionnalités suivantes:

- Système de radiocommunication exploitant,
- Système de vidéo-surveillance dans les espaces et dans les trains,
- Système d'information voyageur dans les espaces et dans les trains,
- Système de sonorisation des espaces gares et des trains,
- Système d'interphonie et d'écoute discrète dans les trains et dans les espaces,
- Exploitation des enregistreurs des systèmes énoncés avec utilisation des archives vidéo, son et alarmes,
- Configuration et paramétrage.

SSI/Commande centralisée des ventilateurs

L'organisation de la sécurité incendie du réseau Grand Paris Express s'articule autour d'un Poste Central de Sécurité Incendie (PCSI) intégré dans le Poste de Contrôle et de commande Centralisé (PCC) des trains, sur le Site de Maintenance et de Remisage (SMR) d'Aulnay.

Le PCSI dispose des moyens humains et techniques de supervision répondant à la réglementation et aux normes et dimensionnés pour assurer la supervision des gares, des sites de maintenance et des ouvrages annexes répartis sur la ligne 16.

Tous les SSI des gares, du tunnel ligne 16 et du Site de Maintenance sont supervisés depuis le PCSI, à partir d'une UAE (Unité d'Aide à l'Exploitation).

Un PCSI de secours intégré au PCC de formation permet, en cas d'indisponibilité majeure et durable du PCC, d'assurer la reprise de la surveillance centralisée après un temps de basculement technique et une durée d'armement en personnel du site de repli.

En situation nominale, le PCSI de secours sert de plateforme de formation SSI et de tests.

Au niveau de la commande centralisée, les opérateurs du PCSI disposent d'une Unité d'Aide à l'Exploitation (UAE) dédiée au SSI ainsi que d'outils de supervision leur permettant de disposer d'informations et de commandes associées aux équipements techniques ou de communication participant à la mise en sécurité incendie (Exemples : les escaliers mécaniques (GA 36), l'interphonie ou la mise hors tension des commerces / des lignes de contrôle et dispositifs anti-fraude / des appareils de distribution à usage du public).

Les fonctions de supervision et de mise en sécurité disponibles au sein de l'UAE s'appuient, et se déclinent, sur celles associées au concept de sécurité de chaque site supervisé et déclinées pour chaque équipement du SSI local.

Le concept général de mise en sécurité se définit comme suit depuis le PCSI :

- Détection du sinistre
- Levée de doute : localisation / qualification du sinistre
- Application de la procédure associée (dont commandes de mise en sécurité) / Alerte des secours
- Gestion de l'intervention
- Clôture de la procédure
- Reprise de l'exploitation

Les fonctions de contrôle – commande de l'UAE permettent la discrimination rapide des informations qualifiées de sécuritaires de celles constituant des éléments d'information complémentaires. Le niveau de sécurité du SSI ligne, basé sur les fonctions sécurisées de l'UAE et les fonctions de traitement et de transport des données, jusqu'aux équipements centraux sur sites, correspond au niveau SIL 2 (à confirmer par un laboratoire reconnu compétent, comme exposé au § 4.4.6.1).

Les scénarios implémentés au sein de l'UAE permettent la mise en œuvre de configurations de mise en sécurité incendie. Celles-ci regroupent par exemple, simultanément ou séquentiellement, des arrêts techniques, des commandes de fermeture des registres, de ventilateurs de désenfumage, de compartimentage, etc.

Supervision de la sécurité

Un Poste de Commande Sécurité centralisé est prévu sur la ligne 16. Ce PC Sécurité jouxte la salle d'exploitation du PCC. Le PC Sécurité devant être informé de tous les événements potentiels de sécurité relatifs aux personnes et aux biens, des postes déportés type SCADA/PCT//MAV y seront installés et un profil d'utilisateur particulier sera paramétré.

Le PC Sécurité comporte les métiers suivants :

- Opérateur, qui reçoit les alarmes, réalise la levée de doute, pilote les interventions, assure la coordination avec la police sur les incidents qu'il traite, et demande des actions à l'informateur,
- Superviseur, qui coordonne les actions de la salle, et attribue les postes à chaque service,
- Informateur qui peut prendre en charge la recherche d'information complémentaire, la communication sortante le cas échéant, et peut faire de la veille sur l'actualité de la sécurité pour informer les opérateurs de situations à risques ou lors du traitement d'un événement.

- Sur le plan des échanges d'informations entre les opérateurs de transport assurant les missions de sécurité sur les réseaux de transport, il n'est pas prévu de dispositif technique particulier. Cependant, les échanges avec la préfecture de Police ont permis de prévoir la gestion des interfaces suivantes :
- Le PC Sécurité doit transférer la main courante nouvellement créée, ainsi que les informations complémentaires liées à une main courante existante, vers un serveur d'échange mis à disposition par le système externe de la préfecture de police.
- Le système de la préfecture de police constituerait donc un « nœud commun » entre les différents opérateurs de transport.
- Ce système, qui est en cours de définition, intégrerait un serveur d'échange mis à disposition des opérateurs de transport.
- Dès lors, il sera techniquement possible aux utilisateurs du système de la préfecture de police de transférer des informations de sécurité d'un opérateur de transport à l'autre.

PCC de repli et formation

Un PCC de repli et formation, sur un site distinct de celui du PCC (prévu à Noisy-Champs), permet :

- D'assurer la formation des personnels d'exploitation et de maintenance pendant la durée de vie du système ;
- De faciliter la qualification des évolutions et les essais des tronçons nouveaux en permettant une supervision d'une zone de voie d'essais ou d'un tronçon en essais pendant la période d'exploitation voyageurs des tronçons déjà en service ;
- D'assurer une continuité de service en cas de perte exceptionnelle et grave du PCC principal (par exemple destruction partielle ou totale du PCC) sous couvert d'un délai d'armement.

Les locaux d'exploitation pour le PCC de formation ligne 15 seront indépendants de ceux du PCC de formation des lignes 16 et 17.

4.4.6. Dossier de sécurité

4.4.6.1. Réglementation applicable

Les Dossiers de sécurité sont basés sur la réglementation applicable aux systèmes de transport public guidés régie par le décret n°2003-425 du 09/05/03 consolidé le 18 novembre 2011.

Cette réglementation introduit un régime d'approbation et d'autorisation préalable, un recours à un organisme qualifié, agréé (OQA) et des Organismes de Contrôle Technique Agréés (OCTA).

Dans le cadre du Système de Sécurité Incendie (SSI), comprenant entre autre le Poste Central de Sécurité Incendie, un laboratoire agréé SSI participera à l'évaluation de la sécurité.

La réglementation STPG vient en complément (donc n'inclut pas) du code du travail pour la protection des salariés, de la réglementation ERP qui s'applique dans les espaces.

Les dossiers de sécurité sont rédigés suivant les guides d'application du décret n°2003-425, dont les acronymes sont définis ci-dessous :

DDS : Dossier de Définition de Sécurité

DPS : Dossier Préliminaire de Sécurité

DJS : Dossier « Jalons » de Sécurité

DAE : Dossier d'Autorisation des tests et Essais

DS : Dossier de Sécurité

4.4.6.2. Dossiers de sécurité

Une projection des dossiers de sécurité pour chaque phase projet selon ces deux référentiels est présentée ci-dessous :

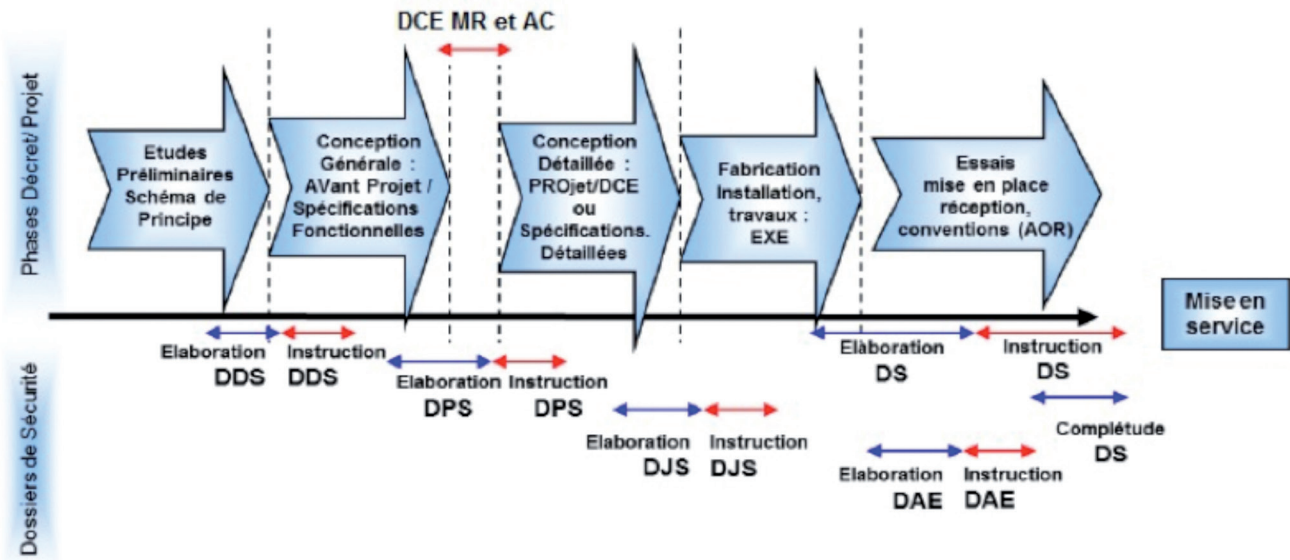


Figure 58 - Principaux jalons des dossiers de sécurité

Un tableau de correspondance entre les dossiers de sécurité des systèmes de transport public guidés urbains (STPG) et les phases loi MOP et EN50126 est présenté à titre indicatif ci-dessous :

<i>Phasage Décret STPG</i>	<i>Phasage tout type de projet</i>	<i>Phasage Loi MOP Génie-civil, infrastructures, aménagement de surface</i>	<i>Phasage Normes CENELEC EN 50126, 50128, 50129 (matériels roulants, équipements électrotechniques, logiciels de sécurité)</i>
DDS RTPGP*	Intention ou schéma de principe	Etudes préliminaires	Phase 1 : Analyse du Fonctionnement du Système (Concept)
DPS sur la base de l'Avant-Projet	Conception générale	Avant-Projet (AVP) avec présence d'un MOE	Phase 2 : Analyse Préliminaire de Dangers, définition du système et conditions d'application
			Phase 3 : Analyse Préliminaire de Risques
DJS	Conception détaillée	PRO / ACT / VISA / EXE	Phase 4 : définition des exigences du système
		EXEcution avec présence des entreprises de travaux	Phase 5 : allocation des exigences du système (partielle)
DAE DS	Fabrication Installation Réception et Mise en service	DET / AOR	Phase 5 : allocation des exigences du système (fin)
			Phase 6 : conception et réalisation
			<i>Nota :</i>
			<i>Pour MR et Automatismes, PRO directement réalisé par les industriels.</i>
			<i>Pour les autres GO, industriels présents à partir du VISA.</i>
			Phase 7 : fabrication
			Phase 8 : installation
			Phase 9 : validation du système
			Phase 10 : acceptation du système

* Le DDS RTPGP a été transmis et approuvé par les services de l'Etat

Figure 59 - Correspondance loi MOP / Démarche sécurité EN50126

4.4.6.3. Objectif de sécurité

L'objectif de sécurité est basé sur le principe GAME (Globalement Au Moins Equivalent), tel qu'il est mentionné dans le décret n°2003-425 du 9 mai 2003 relatif à la sécurité des transports publics guidés consolidé le 18 novembre 2011 :

« Tout nouveau système de transport ou toute modification d'un système existant est conçu et réalisé de telle sorte que le niveau global de sécurité à l'égard des usagers, des personnels d'exploitation et des tiers soit au moins équivalent au niveau de sécurité existant ou à celui des systèmes existants assurant des services comparables ».

Pour atteindre cet objectif GAME, la méthodologie mise en place dans le cadre de ce projet est la suivante :

- Mise en place d'une organisation de projet préservant pour chaque tâche l'autonomie nécessaire entre l'entité et/ou la structure qui réalise la prestation et celle qui a en charge de la contrôler, de la valider et/ou de l'approuver ;
- Mise en place d'une démarche sécurité ; des tâches de sécurité (et qualité associées) et adaptation de ses installations, équipements et logiciels nouveaux ou modifiés par rapport à des lignes similaires

- Mise en place d'une structure d'Assurance Qualité à tous les niveaux du projet, et d'une démarche renforcée d'Assurance Qualité pour les prestations ou fournitures ayant une incidence sur la sécurité.
- Définition de critères de clôture de dangers ;
- Réalisation d'une analyse préliminaire de dangers et des exigences de sécurité (au niveau des sous-systèmes, des interfaces, au niveau des exigences de sécurité exportées vers l'exploitation/maintenance) associées.

En ce qui concerne les sous-systèmes constitutifs du Système de Transport, l'objectif spécifique de sécurité est que l'ensemble des équipements et des infrastructures offrent au moins le même niveau de sécurité que ceux en service sur d'autres lignes en service en France et plus particulièrement en Ile de France (sous systèmes de ligne de métro ou RER).

En ce qui concerne les « Ouvrages d'Art », les objectifs spécifiques de sécurité sont :

- la conception et la réalisation des ouvrages d'art respectent les référentiels réglementaires et techniques de construction ;

- en particulier, la conception et la réalisation des ouvrages d'art doivent respecter l'IT tunnel du 22/11/2005 (comportement au feu des matériaux, désenfumage, cheminements d'évacuation...). La maîtrise d'ouvrage a accepté de prendre en compte dans les études ultérieures (à partir du PRO) les puits d'accès pour les secours, utilisables par les passagers dans le cadre d'une « Evacuation Contrôlée » par les services de secours : l'évacuation des usagers par les puits se fait sous le contrôle des services de secours et en particulier du Commandement des Opérations de Secours (COS) en étroite collaboration avec l'exploitant. Cette prise en compte est réalisée dans l'hypothèse selon laquelle la fonction « d'Evacuation Contrôlée » n'augmente pas les dimensions géométriques des Ouvrages Annexes (Dimension géométrique inchangée par rapport aux Ouvrages Annexes de la phase AVP).

Les objectifs de sécurité sont définis en application de l'EN 50126 au niveau système global par la MOA et sont conformes au DDS RTPGP approuvé par les autorités de tutelles le 23/07/2013.

L'objectif de sécurité à atteindre est l'absence de risque inacceptable.

4.4.7. Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité

Le programme fonctionnel des systèmes précise : « Le niveau objectif de disponibilité et de qualité de service est élevé ; a minima, il doit atteindre le niveau observé sur des lignes exploitées sans conducteur telle la ligne 14 du métro parisien ».

Les objectifs FMD sont fixés sur la base de la ligne 16 complète, c'est-à-dire une ligne de 27 km environ comportant 10 gares, en intégrant l'exploitation conjointe à terme de la ligne 17. Dans ce cadre, l'objectif de disponibilité technique des systèmes (demandée au concepteur et au mainteneur) pour la fonction de transport des voyageurs intégrant les systèmes voie, automatismes, portes palières et courant fort est supérieur à

99% (à l'exclusion des agressions par l'environnement dont le vandalisme, les incivilités et les anomalies suite aux opérations de maintenance préventive).

L'objectif d'indisponibilité totale (<1%) est réparti sur l'ensemble des ouvrages de la ligne 16 et décliné par les MOE à chacun des systèmes impactant potentiellement le service en cas de panne. Ces objectifs incluent les défaillances matériel (quantifiées de manière probabiliste) et logiciel (systématiques) ainsi que les temps alloués aux exploitants et aux mainteneurs pour le traitement de l'incident.



4.4.8. Systèmes de la Ligne 14 Nord

Les systèmes de la Ligne 14 comprennent :

- Le Matériel Roulant
- Les systèmes ferroviaires décomposés en sous-systèmes :
 - SAET : Pilotage Automatique (PA) et PCC, Transmission de Données Sol Train (TDST),
 - Le Poste de Commande de l'Energie (PCE),
 - La signalisation (SIG),
 - Le contrôleur Pneu Frotteur (CPF),
 - La logique Traction (LT),
 - Les Façades de quai (FQ),
- Les Systèmes Courants Faibles décomposés en sous-systèmes :
 - Les Moyens Audiovisuels du poste de commande du trafic (MAV PCT),
 - Le Système d'aide à l'exploitation des Espaces (SAEE),
 - Les Moyens Audiovisuels Embarqués,
 - Le Système d'information Voyageur,
 - Le Système de gestion centralisée de la sécurité incendie
- Les Systèmes Courants Forts,
- La Voie.

4.4.8.1. Matériel Roulant à destination des voyageurs

Une nouvelle génération de matériel pneu, le MP14 :

- 1^{er} métro conforme à l'arrêté accessibilité du 13 juillet 2009
 - 1 emplacement UFR par voiture d'extrémité
 - 6 assises PMR par voiture
 - Capacité : 932 Voyageurs en EL4 pour un taux de confort supérieur à 20 %

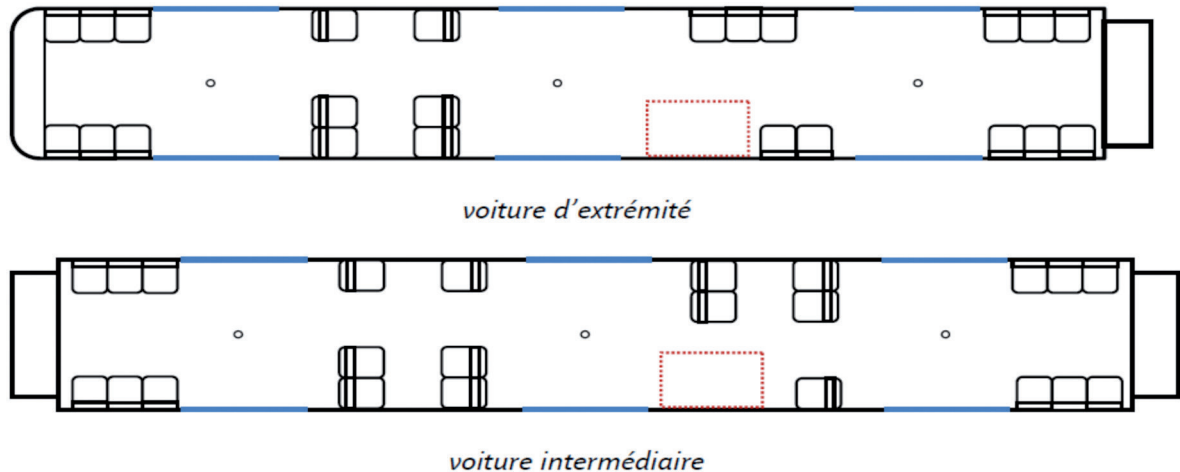


Figure 60 – Représentation des assises du matériel roulant

- Information voyageur visuelle et sonore
 - Matériel pouvant circuler à 80 km/h en vitesse soutenue
 - Accessibilité - Portes voyageurs (largeur x hauteur : 1,65 mètre x 1,95 mètre)
 - Matériel équipé d'un système de ventilation réfrigérée
 - Matériel prévu pour être équipé de 2 types d'automatisme de conduite
 - Information voyageurs (existant et nouvelle génération) :
 - 4 écrans 70 cm x 20 cm / voiture;
 - 6 Plans de ligne dynamiques / voiture évolutifs jusqu'à 30 stations
 - Transmission au sol des données de vidéo protection.
 - Matériel équipé d'un dispositif d'aide à la maintenance (aide au diagnostic, anticipation des interventions de maintenance curative)
 - Optimisation des masses, maximisation du freinage électrique, gains énergétiques
 - Diminution à configuration identique, de la consommation d'énergie de la ligne (-20 %)
 - Réduction d'émission de particules dans l'air

4.4.8.2. Les Systèmes Ferroviaires

Le SAET

Le système Automatismes de Conduite et Commandes Centralisées assure l'ensemble des fonctions d'exploitation des trains, dont les principales sont :

- garantir la sécurité du mouvement des trains (sécurité des itinéraires, espacement en sécurité des trains, contrôle en sécurité de la vitesse des trains, prévenir la collision avec des obstacles et des personnes),
- conduire les trains (contrôler l'accélération et le freinage),
- superviser l'échange voyageurs,
- exploiter les trains,
- gérer et superviser l'exploitation de la Ligne (réveil des trains, supervision des équipements embarqués...).

Les trois scénarios suivants :

- Prolongement du SAET existant,
- Renouvellement du SAET,
- Juxtaposition du SAET existant avec un nouveau SAET sur les prolongements,

ont été comparés au travers d'une analyse multicritères portant sur :

- la capacité du SAET actuel à supporter une extension jusqu'à Orly
- une analyse fonctionnelle
- les délais de réalisation
- les enjeux de sécurité
- les enjeux d'exploitation
- les coûts.

Le renouvellement du SAET est la solution qui répond le mieux à l'ensemble des critères.

Le Poste de Commande de l'Energie (PCE)

Le Poste de Commande de l'Energie (PCE) permet d'effectuer depuis un site central, la conduite globale du réseau de distribution de l'énergie HTA/HTB et BT pour l'ensemble du réseau exploité par la RATP en assurant la mise à disposition de l'énergie électrique dans les conditions requises de disponibilité.

Dans ce but, le système PCE permet la télésupervision des équipements des Postes Haute Tension (PHT) 63 et 225 kV, des postes de redressement (PR) Métro et RER ainsi que des Postes Eclairage Force (PEF) et des Postes Force (PF).

Les principales fonctions du PCE sont :

- Visualiser en temps quasi réel l'état de l'ensemble du réseau d'énergie,
- Permettre la gestion de la configuration du réseau grâce au contrôle-commande des appareils d'alimentation ou de distribution de l'énergie

- Informer des alarmes et défauts qui surviennent
- Afficher les mesures des grandeurs caractéristiques du courant
- Permettre le traitement des incidents en sécurité
- Disposer d'outils de mesure de la qualité de service
- Faciliter les interventions de maintenance

Dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à Saint-Denis Pleyel, le PCE sera mis à jour pour assurer la prise en compte :

- du nouveau PR en T de Saint-Denis Pleyel,
- du passage en sectionnement du PR Mairie de Saint-Ouen,
- du PEF de Saint-Denis Pleyel,
- PF de Saint-Denis Pleyel et du PF de l'OA 332,
- La création de la sous-section 3,
- La création de la section Mairie de Saint-Ouen / Saint-Denis Pleyel.

La Signalisation (SIG)

La signalisation assure les mêmes fonctionnalités que celle de la ligne 14 actuelle. En particulier, elle assure le suivi de la position des trains, la création et l'autorisation des itinéraires circulant sur les appareils de voie, le mouvement des trains non exploités en conduite automatique intégrale (CAI).

Elle est basée sur le même principe que la signalisation du Métro pour la circulation des trains non équipés.

Les principes de Signalisation tels qu'ils existent actuellement avec une conservation des standards pris pour le prolongement de la L14 à Mairie de Saint-Ouen, seront reconduits :

- Logique SIG réalisée en technologie NS1 ;
- Technologie des équipements mis en oeuvre similaire (aiguilles, signaux, CDV).

Dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à Saint-Denis Pleyel, les travaux de signalisation consisteront en :

- Le remaniement des équipements de signalisation au puits Pleyel (suppression puis remise en service des deux dernières positions de garage en arrière gare de Mairie de Saint-Ouen),
- La transformation en station de passage du terminus de Mairie de Saint-Ouen,
- La création du terminus Pleyel avec mise en oeuvre de :
 - 2 communications croisées pour la gestion de 16 positions de garage (SDP1 à SDP16) ;
 - 1 poste de signalisation au terminus Pleyel réalisé en technologie NS1 comprenant 32 itinéraires, 27 signaux de manœuvre et 26 circuits de voie pour gérer les 2 communications croisées et les 16 positions de remisage.

Le Contrôleur Pneu Frotteur (CPF)

Le CPF est un système d'aide à l'exploitation et à la maintenance. Cet équipement contribue à la sécurité en contrôlant sans perturber l'exploitation, la pression des pneus porteurs et guideurs du train ainsi que le shuntage des rails de roulement par les frotteurs négatifs et les frotteurs de masse.

Dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à SaintDenis Pleyel, le CPF mis en œuvre lors du prolongement à Mairie de SaintOuen répond au besoin ; il n'y aura donc pas de CPF implantés sur le tronçon Mairie de Saint-Ouen/SaintDenis Pleyel.

La Logique Traction (LT)

La « Logique Traction » (LT) permet de gérer, de manière centralisée et sécuritaire, l'alimentation électrique de traction en 750 V des voies principales et secondaires de la ligne 14.

La Logique Traction contribue directement à la sécurité ferroviaire, en répondant au besoin fonctionnel global, qui consiste à :

- fournir l'énergie électrique de traction aux navettes,
- sécuriser l'accès aux voies,
- stopper les navettes en secours.
- Pour répondre au besoin fonctionnel global, La Logique Traction assure les fonctions principales suivantes :
- le déclenchement général,
- le déclenchement de section,
- l'Incident Ligne,
- la mise en sécurité opérateur,
- les mémoires simples et double coupure,
- la gestion des avertisseurs d'alarme,
- les autorisations et/ou les commandes d'ouverture et/ou de fermeture des différents appareils d'alimentation et d'isolement en ligne (DHT, DV, DJ, IIT),
- la visualisation des états d'alimentation des voies,
- les alarmes associées à ces différentes fonctions.

Dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à SaintDenis Pleyel, les travaux relatifs à la « logique traction » consiste à prendre en compte :

- le PR (simple en T) de SaintDenis Pleyel,
- La transformation du PR de Mairie de Saint-Ouen (T en Sectionnement),
- La modification de la section PCY-MSO en PCY-SDP (création de la sous-section 3),
- La modification des platines DS au PCC de Bercy,

- La création des voies secondaires en arrière gare de SaintDenis Pleyel,
- La prise en compte des nouveaux Avertisseurs d'Alarme.

Les Façades de Quais (FQ)

Les quais des stations de la Ligne 14 sont équipées de « façades de quai » (façades vitrées en bordure de quai munies de portes pour accéder au train) qui « en permettant d'éviter toute intrusion ou chute sur les voies, contribuent à assurer un service régulier de la ligne et la sécurité des voyageurs ».

Les façades de quai permettent :

- une bonne gestion du « transfert voyageurs » (la montée-descente dans les trains) et des performances d'exploitation optimales ;
- un haut niveau de sécurité en éliminant le risque de chutes accidentelles et les tentatives de suicide ;
- la suppression sinon une très forte réduction du souffle provoqué par l'effet piston et le passage du train ;
- une forte réduction des bruits liés à la circulation des trains ;
- une gestion énergétique efficace dans la station (le chauffage, la ventilation et la climatisation sont plus efficaces quand la station est physiquement isolée du tunnel) ;
- le contrôle de l'accès aux voies et aux tunnels, ces accès étant limités aux personnes autorisées ;
- la suppression de l'accumulation de saletés et déchets sur la voie qui constituent un risque d'incendie ;
- l'amélioration de l'information voyageurs en constituant un support qui accueille des informations liées au transport, telles que le temps d'attente du prochain métro par exemple.

Dans le cadre du réseau de transport public du Grand Paris, il est prescrit l'installation de façades de quai de type pleine hauteur complètement fermées sur les stations du prolongement à Orly-Pleyel désignée par « Façades de quai complètes ». Elle isole ainsi totalement l'espace des quais de l'espace de circulation des trains. La façade de quai complète est composée d'une façade de quai haute et d'une imposte adaptée.

Les façades de quai sont composées d'une structure support, de portes palières, de portes de secours, et autres équipements dédiés. De plus, les façades de quai sont les supports à un ensemble de dispositifs tel que l'éclairage, la sonorisation du volume quai et l'information voyageurs (sonore et visuelle) et de caméras façades de quais permettant la levée de doute en cas d'incident.

Toutes les fonctionnalités habituelles des FQ actuelles sont maintenues.

4.4.8.3. Les Systèmes Courants Faibles

Les Moyens Audiovisuels du Transport (MAV PCT)

Les Moyens audiovisuels du poste de commandement trafic (MAV PCT) sont les outils qui permettent aux opérateurs d'assurer la surveillance visuelle de l'exploitation et d'assurer les communications avec les voyageurs et le personnel dans les navettes.

Les principales fonctions mises à disposition de l'exploitant sont :

Pour la surveillance visuelle :

- Visualiser les images en provenance des caméras intérieures des voitures :
 - En direct par sélection d'un ensemble de vue,
 - En direct suite à alarme (bouton d'alarme d'un interphone de la navette ou poignée d'alarme),
 - A partir d'enregistrements déclenchés par alarmes.
- Visualiser les façades de quais :
 - En direct par sélection des portes palières à observer,
 - En direct suite à alarme,
 - A partir d'enregistrements déclenchés sur alarme.
- Visualiser la voie grâce aux caméras d'extrémité du train:
 - En direct par sélection de la vue,
 - En direct suite à alarme de détection d'obstacle,
 - A partir d'enregistrements déclenchés par alarme.
- Visualiser des lieux spécifiques tels que machine à laver :
 - En direct sur sélection,
 - A partir d'enregistrements déclenchés sur alarme.

Les images sont affichées sur les écrans d'un mur d'images au PCC et sur les écrans des postes opérateurs.

Pour la communication avec les voyageurs :

- Sonoriser automatiquement les navettes en service voyageurs : annonce de station, de terminus...
- Effectuer des annonces sonores (préenregistrées ou prononcées par l'opérateur) dans toutes les navettes ou dans des groupes de navettes ,
- Entrer en communication avec un voyageur via les interphones de navette ,
- Effectuer une écoute discrète dans une navette,
- Enregistrer et réécouter les communications avec les voyageurs,

Les outils à disposition des opérateurs au PCC permettent également d'entrer en communication avec les agents d'exploitation à travers la radio et la téléphonie.

Ce système renouvelé dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à Mairie de Saint-Ouen est étendu dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à Orly-Pleyel.

Le Système d'Aide à l'Exploitation des Espaces (SAEE)

Le Système d'Aide à l'Exploitation des Espaces (SYMPHONIE SAE) est un moyen de supervision et contrôle des équipements de stations, de l'interphonie et de la vidéosurveillance dans les espaces.

L'opérateur au PCC dispose d'un pupitre présentant une interface avec plusieurs systèmes.

L'outil de supervision permet:

- De visualiser les espaces couverts par la vidéosurveillance,
- De sonoriser les espaces voyageurs,
- De présenter les informations équipements (états, alarmes, mesures) aux différents opérateurs concernés : en station, au PCS et à la maintenance,
- de traiter les commandes équipements par les différents opérateurs en station, au PCS et à la maintenance,
- de traiter les alarmes (prise en compte, réarmement, transfert) par les différents opérateurs,
- La gestion des priorités de commandes ou de traitements des alarmes entre acteurs.

Ce système renouvelé dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à Mairie de Saint-Ouen est étendu dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 à Orly-Pleyel.

La gare Saint-Denis Pleyel n'étant pas un ERP L14, la supervision des espaces ne concerne que :

- Les équipements présents dans le tunnel L14 (Ventilateur, épuisement)
- Les équipements présents dans les locaux techniques de la Ligne 14.
- Les équipements présents dans le local d'exploitation de la Ligne 14 ainsi que les équipements présents sur les façades de quai (informations des voyageurs, vidéosurveillance).

Les Moyens Audiovisuels Embarqués

Les moyens audiovisuels embarqués tels que déployés dans les nouveaux trains MP14 à l'ouverture du prolongement de la Ligne 14 à Mairie de Saint-Ouen sont étendus aux nouveaux MP14 nécessaires pour couvrir l'offre de transport induite par le prolongement de la Ligne 14 à Orly-Pleyel.

Le Système d'Information Voyageurs (SIV)

Le système d'information voyageurs tel que déployé à l'ouverture du prolongement de la Ligne 14 à Mairie de Saint-Ouen est étendu au prolongement de la Ligne 14 à Orly-Pleyel.

Le système d'information voyageurs permet de diffuser dans les espaces (salle, couloir d'accès, quais) les informations suivantes :

- Pour la ligne 14 et les lignes en correspondance, les destinations et temps d'attente des prochains passages des véhicules,
- L'état du trafic (compris les perturbations) concernant la ligne 14,
- Les informations de perturbation concernant les lignes en correspondance.
- Les messages d'urgence imposés par les autorités de l'état sans lien direct avec le service transport de la RATP.

La gare Saint-Denis Pleyel n'étant pas un ERP L14, le système d'information voyageur dans les espaces concerne à minima l'affichage des temps d'attente de la Ligne 14 qui se fait au travers de moniteurs intégrés aux façades de quais. L'ensemble de l'information sur le reste des quais L14 est gérée par l'exploitant de l'ERP.

Le système d'information voyageurs permet de diffuser dans les véhicules les informations suivantes :

- Un message d'accueil confirmant la ligne et la direction du véhicule
- le temps de trajet approximatif pour atteindre les principaux arrêts de la ligne

- les prochains arrêts desservis par le véhicule et les correspondances possibles à ces arrêts
- le nom de l'arrêt actuellement desservi et les correspondances possibles à cet arrêt
- les éventuelles perturbations sur la ligne et sur les modes lourds en correspondance (à minima RER et train)

Le Système de gestion centralisée de la sécurité incendie

Le système de Gestion Centralisée de la Sécurité Incendie (SYMPHONIE SSI) permet, en s'appuyant sur les possibilités permises par le règlement GA du 24 décembre 2007, de répondre aux objectifs suivants :

- Améliorer la réactivité et l'efficacité en cas de sinistre,
- Améliorer la vision globale du traitement de l'incendie,
- Permettre un fonctionnement homogène entre les différentes lignes du réseau.

La mise en place d'un tel système s'appuie sur le respect de la réglementation GA. Il permet de disposer localement d'équipements connus par les différents utilisateurs (BSPP, mainteneurs, etc.).

Le système permet à chaque acteur, en fonction de ces missions et responsabilités, d'accéder aux fonctionnalités de détection incendie et/ou de mise en sécurité (Détection incendie, Evacuation, Compartimentage, Arrêt technique, Désenfumage).

La gare Saint-Denis Pleyel n'étant pas un ERP L14, la sécurité incendie ne concerne que la surveillance des positions de remisage à quais et en arrière gare, et la mise en œuvre des ventilateurs du tunnel de la Ligne 14.

4.4.8.4. Les Systèmes Courants Forts

Les systèmes « Courants forts » assurent le transport et la distribution de l'énergie électrique :

- Moyenne tension : transport et distribution de l'énergie électrique HTA ;
- Traction : transformation, transport et distribution de l'énergie électrique de traction sur la ligne d'alimentation traction (rail de contact) ;
- Basse Tension : transformation, transport et distribution de l'énergie électrique BT utile aux équipements.

L'alimentation en Energie de Traction

Le principe de base du dimensionnement est d'avoir une architecture électrique telle que, en cas de défaillance d'un équipement ou d'une alimentation, l'exploitation puisse se poursuivre en mode nominal.

Par ailleurs, le schéma traction est réalisé pour prendre en compte des situations dégradées d'exploitation comme un « incident ligne (court-circuit) » nécessitant une coupure de l'énergie de traction : dans ce cas le schéma permet une reconfiguration de l'alimentation de la ligne permettant la reprise partielle du trafic (isolement de sections, sous-sections).

La condition d'implantation et de puissance des postes de redressement qui délivrent l'énergie traction électrique au matériel roulant est que la chute de tension (qui reste comprise entre 500 et 900V selon la norme EN 50163) en tout point de la ligne permette un fonctionnement :

- En charge nominale,
- Avec un intervalle de 85 secondes,
- Avec des trains à 8 voitures, en capacité nominale sans dégradation des performances.

Cette contrainte est assurée avec un PR à l'arrêt dans tout groupe de quatre consécutifs pour des raisons de maintenance et de travaux notamment. L'alimentation des PR consécutifs est par ailleurs fournie par des PHT différents pour diminuer la probabilité d'un mode commun de défaillance.

- Il est aussi à noter que la puissance des PR de la ligne 14 est déclassée de 10 % ceci pour :
 - absorber l'heure de pointe qui est d'une durée supérieure à celle de définition des transformateurs,
 - absorber le trafic des heures creuses qui est, en pourcentage des heures de pointe, supérieur à ce qui est défini pour les transformateurs.

Leur puissance unitaire est choisie parmi les valeurs retenues pour les postes actuels du METRO (Puissance 2 MW, 3 MW, 4 MW) afin de permettre une interchangeabilité des blocs de puissance (groupe redresseur, disjoncteur ...)

L'implantation physique permet la permutation d'un équipement à l'aide d'un semi-remorque spécialement étudié pour une intervention rapide (moins d'une 1/2 journée).

Le prolongement de la Ligne 14 à Saint-Denis Pleyel nécessite :

- La création d'un PR en T dans la gare de Saint-Denis Pleyel. Ce PR sera raccordé au PHT Ney – DT 209,
- La transformation du PR en T de la station Mairie de Saint-Ouen en PR en Sectionnement.

4.4.8.5. Voie et appareils de voie

Remaniement Puits Pleyel

Des mesures conservatoires, lors de la première phase de travaux du prolongement de la ligne 14 au nord (projet MSO), doivent être appliquées sur les 18 derniers mètres précédant le tympan à proximité du puits Pleyel. Ces mesures serviront lors de la seconde phase de travaux (de puits Pleyel à SDP), lors de l'arrivée du tunnelier. La solution de pose de voie à privilégier est la réalisation de 18m de radier en béton léger. Ce béton pourra alors être extrait avec l'arrivée du tunnelier lors de la seconde phase travaux.

Les travaux de la voie consistent, dans un premier temps, à :

- Condamner environ 2 x 120m de voie par la mise place de 2 heurtoirs provisoires ; ce qui correspond à une position de garage par voie,
- Sécuriser la zone chantier,
- Déposer les 2 x 18m de voie, précédemment évoqués, avant l'arrivée du tunnelier.

Après l'arrivée et l'évacuation du tunnelier, les travaux consisteront à remettre en service les 2 positions de garage.

Architecture HTA des PEF et PF

Les Postes Eclairage Force (PEF) sont implantés en station et permettent d'alimenter en BT tous les équipements nécessaires à l'éclairage et l'évacuation des voyageurs y compris les équipements qui sont indispensables pour la sauvegarde du patrimoine du réseau (pompe pour les stations qui sont rapidement noyées, batterie pour l'éclairage de jalonnement...).

Les Postes Force (PF) sont implantés en stations pour l'alimentation des ascenseurs, escaliers mécaniques, pompes de relevage, et dans les ouvrages annexes pour l'alimentation des ventilateurs pour le désenfumage ou des pompes de relevage.

Pour chaque PEF et PF, afin de réaliser une alimentation sécurisée conformément à la réglementation, il faudra 2 alimentations indépendantes issues de 2 transformateurs distincts, chacun d'eux alimenté par une source HT différente.

Il y aura 1 PEF situé dans la gare de Saint-Denis Pleyel avec 2 transformateurs de 630 kVA alimenté à partir de l'artère 8 RATP entre les PHT Lamarck et Lachaise AB.

Il y aura :

- 1 PF dans la gare de Saint-Denis Pleyel avec 2x2 transformateurs de 630 kVA, alimenté à partir de 2 arrivées ERDF indépendantes entre elles,
- 1 PF dans l'ouvrage annexe 332 avec 2x1 transformateurs, alimentés à partir de 2 arrivées ERDF indépendantes entre elles.

Voie Courante

- Solution de Base

Les voies sont constituées de traverses bi-blocs béton sur plateforme béton, de profilés type (rails et pistes) éprouvés sur la ligne 14 actuelle sur un total de 3359 ml de voies simples. Les barres de guidages présenteront une évolution de par leur section en H permettant d'améliorer la pose et la maintenance avec une meilleure fiabilité.

La hauteur de l'épaisseur de la structure de voie est de **550 mm** (du plan de roulement du rail au niveau supérieur du béton de rechargement du tunnel).

En tunnel :

3027,0 ml de voie simple y compris 2 communications croisées.

Les plaques de cheminements seront en matériau isolant (composite) et une distance d'isolement sera respectée avec les consoles supports, a priori, métalliques.

En Station :

332,4 ml de voie simple à Saint-Denis-Pleyel

- Variante

La plateforme voie peut être en dalles préfabriquées y compris blochets interchangeables.

Appareils de Voie

Les appareils de voie utilisés en voies principales sont d'un type tg0.13, type éprouvé sur la ligne 14 actuelle. Les moteurs d'appareils de voie sont de type « intégrés entre files de rails » avec une commande hydraulique déportée hors voie. Cette nouvelle pose permet de s'affranchir de la création de niches « moteurs » dans l'infrastructure du tunnel. Ils sont non talonnables.

Une communication croisée est prévue pour assurer la manœuvre de retournement.

Une communication croisée est prévue en arrière gare assurer la garage/dégazage des trains.

Barre de Guidage

Le système de guidage sera différent du système actuel.

Un profil de la barre de guidage, en H, sera installé pour le prolongement de la ligne 14 Nord.

Avantages du profil en H :

- Maintenance : Les barres en H s'affranchissent des goujons des barres de guidages ordinaires (en L) dont les soudures constituent des points de fragilité.
- Coût : Les barres en H seront des profilés standards.
- Espacement des isolateurs : En raison de la rigidité élevée des barres en H, il est à l'étude d'augmenter l'espacement entre chaque isolateur.
- Temps de pose : L'installation de ces barres est simplifiée et permet d'augmenter la cadence de montage de la voie.

Drainage des Voies

Le drainage des eaux d'infiltration est prévu dans des cunettes situées de part et d'autre des voies, le long des piédroits, avec un rejet latéral dans la plateforme tous les 9m.

- Voies Principales

Les eaux sont évacuées dans un caniveau central situé dans l'axe de voie en surface.

- En station

Le drainage de la voie en station présente une spécificité : le profil des voies est plan. Le drainage des voies étant gravitaire, il est nécessaire d'imposer une pente de 1% minimum dans l'engravure des voies.

4.4.8.6. Coupes Types Tunnel

Tunnel circulaire

Alignement droit - Pose à plat

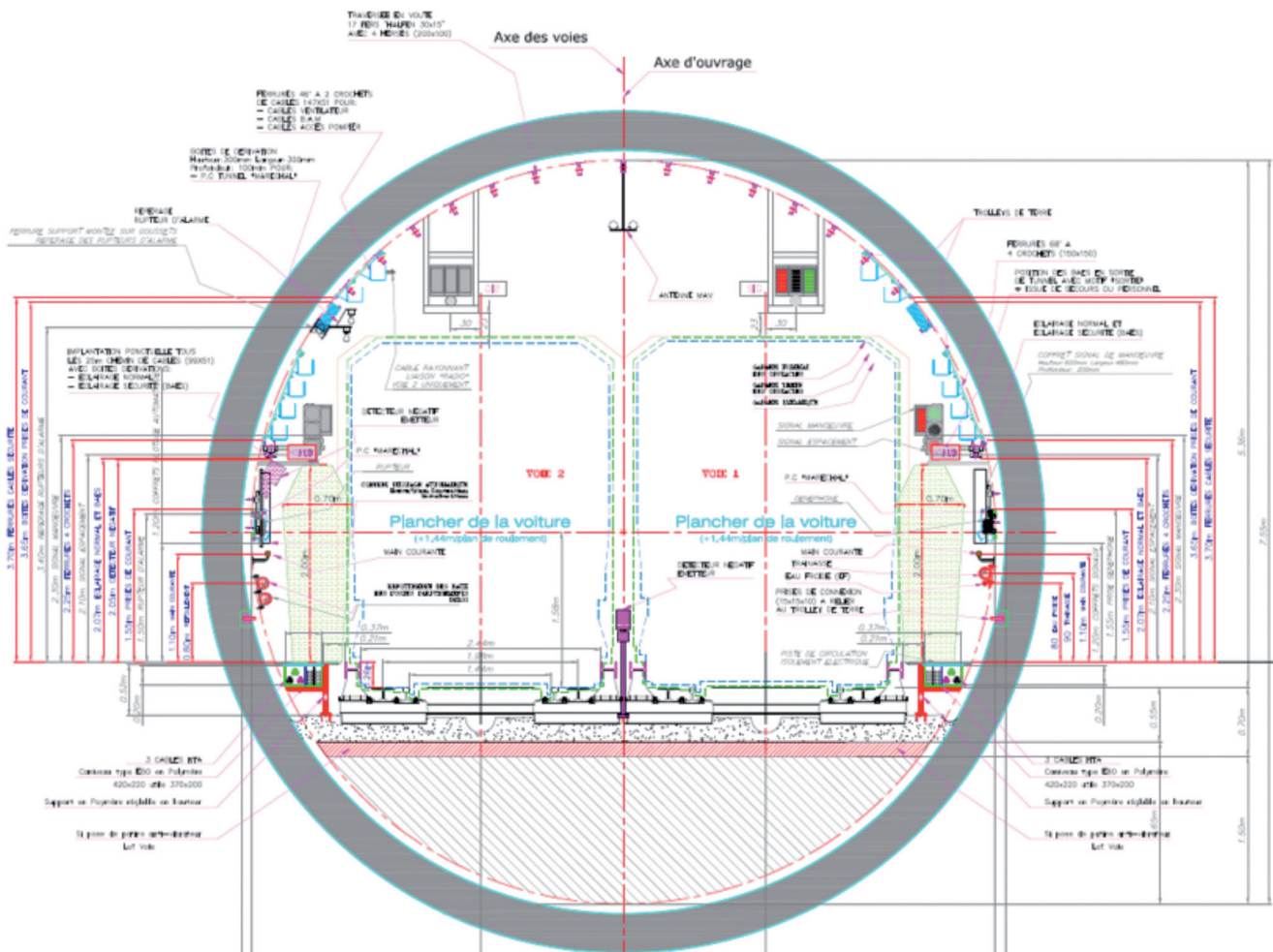


Figure 61 – Coupe tunnel

Tunnel circulaire

Rayon : 256.00m - Devers : 160mm - Courbe à droite

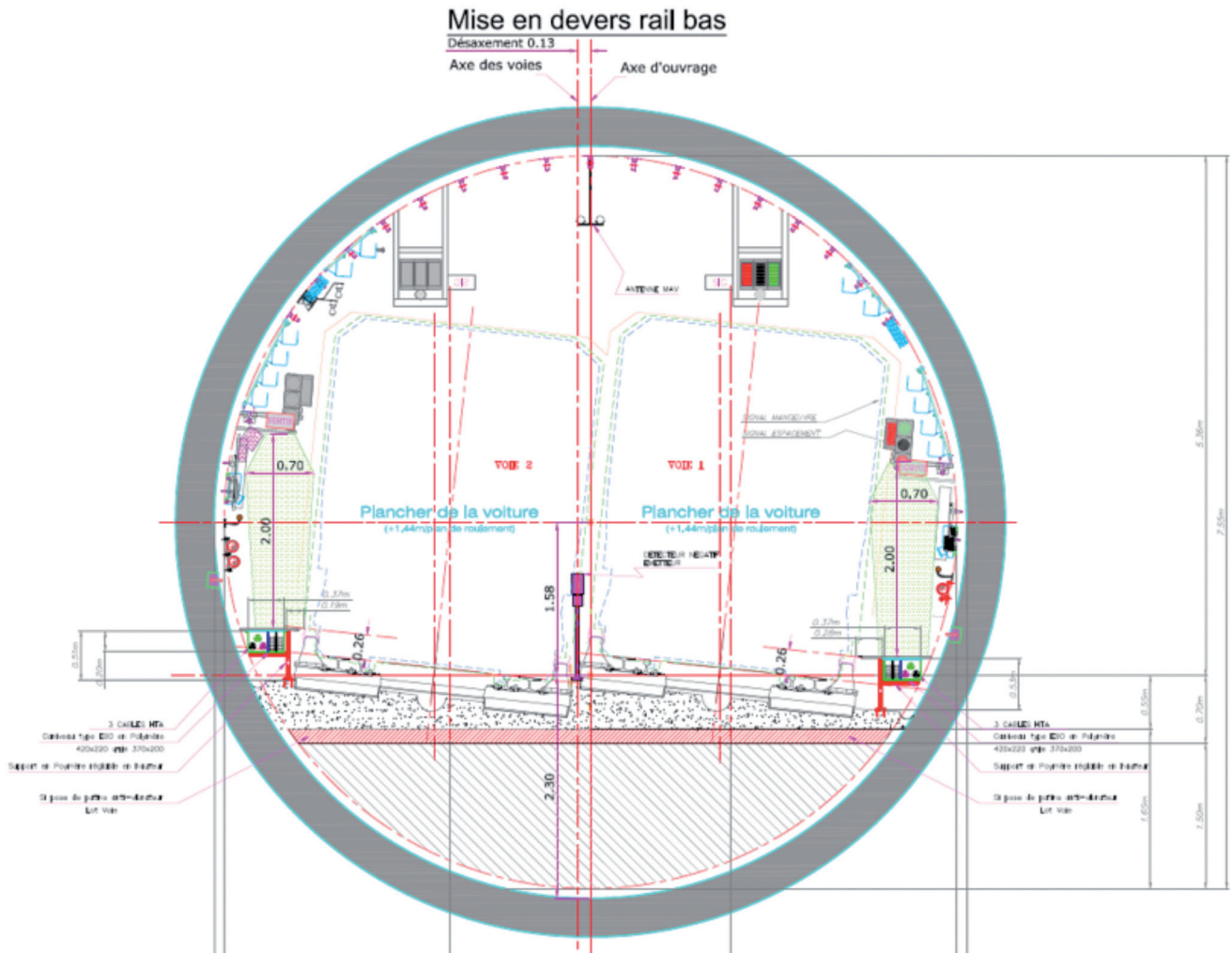


Figure 62 – Coupe tunnel

4.4.8.7. Équipements nécessaires à l'exploitation

Poste de Commandes Centralisées

L'unité opérationnelle Ligne 14 a la responsabilité de l'exploitation. Avec le département GDI de la RATP (conformément à l'article 20 de la loi n°2010597 du 3 juin 2010), il assure la maintenance de la ligne dans ses différentes composantes notamment de l'ensemble du parc des trains. Les principes de l'organisation mis en place sur la ligne 14 reposent sur les pôles suivants :

- **Transport** : il s'agit de l'ensemble des activités concourant à la production directe du mouvement des trains (régulation, manœuvre, mouvement). Ces activités s'exercent en ligne et au PCC ;
- **Station** : Ce pôle inclut les fonctions commerciales qui recouvrent l'ensemble des relations avec les voyageurs (accueil, vente, information, contrôle, sécurité...) et la gestion des espaces publics. Ces activités s'exercent en station et à l'intérieur des trains ;
- **Maintenance du matériel roulant** : Le pôle de maintenance des trains de la ligne 14 a pour mission d'assurer la maintenance des trains. L'objectif premier de ce pôle : fournir des trains voyageurs en garantissant un haut niveau de sécurité ferroviaire. Ces activités s'effectuent au Site de Maintenance et de Remisage des trains des Docks. Elles sont organisées depuis les SMR avec au PCC un Superviseurs de Maintenance du Matériel Roulant (SMMR) pour aider aux manœuvres et à la gestion des priorités ;

- **Maintenance des installations fixes** : Le pôle de maintenance des installations fixes assure la sécurité et la plus grande disponibilité des équipements en station. Ces activités s'exercent sur l'ensemble de la ligne ou dans des centres de maintenance. Elles sont suivies, organisées et coordonnées depuis le Poste Central de Maintenance

(PCM) à Bercy par un Superviseur de Maintenance des Installations Fixes (SMIF).

Le PCC de la ligne 14 est situé au niveau de la station Bercy de la ligne 14. L'adaptation pour le prolongement à SaintDenis Pleyel est réalisée dès la phase du prolongement à Mairie de SaintOuen.



Figure 63 – Représentation du Poste de Commande Centralisé

La salle d'exploitation comporte deux pôles : un pôle « transport (PCT) » et un pôle « station / maintenance (PCS) ».

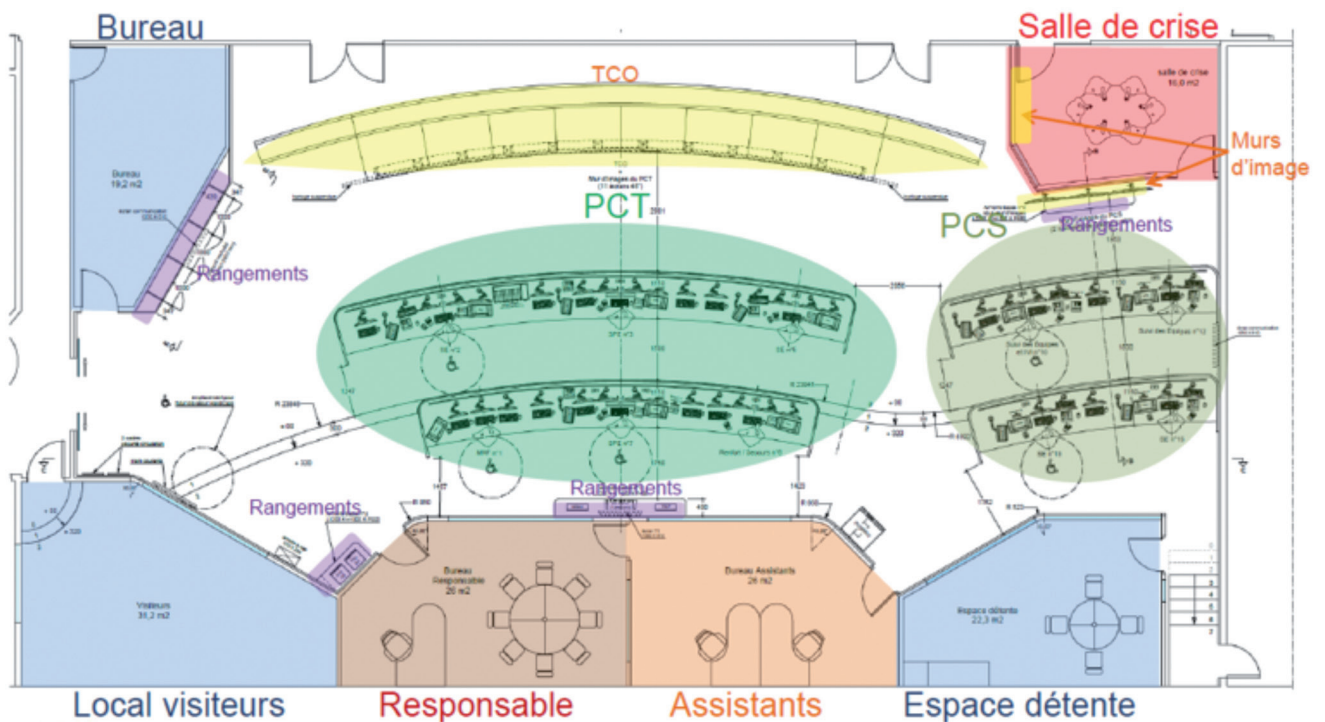


Figure 64 – Représentation du PCC de repli

Pcc de Repli / Outil de Formation

Conformément au programme système du métro du Grand Paris défini par la SGP qui demande d'assurer la continuité du service voyageurs en cas d'incident majeur, la ligne 14 disposera d'un système de secours avec une salle de repli dans un lieu distinct du PCC de Bercy.

Cet équipement doit permettre de palier une interruption de fonctionnement du PCC de Bercy au moyen d'un équipement permettant de continuer d'exploiter la ligne 14, en respectant un objectif de remise en marche de la ligne le lendemain.

Le modèle du système de repli/secours pour concevoir celui de la ligne 14 est celui de la ligne 1 du métro. Ce système offre la possibilité :

- de dispenser des formations,
- de disposer d'un environnement quasi équivalent à celui du PCC (pas de nouveau système).

Il doit être possible de reprendre les commandes de la ligne en mode nominal en 12 heures maximum à partir du PCC de repli en cas d'indisponibilité de la salle du PCC Bercy pour cause :

- d'évacuation du PCC de Bercy suite à un sinistre nécessitant la protection des personnes (dans ce cas, les équipements demeurent opérationnels) ou de besoins spécifiques de maintenance, travaux occasionnant des nuisances, etc.,
- de destruction partielle ou totale des équipements présents dans les locaux techniques du PCC.

Local d'exploitation à SaintDenis Pleyel

Bien que la gare de SaintDenis Pleyel ne soit pas un ERP Ligne 14, un local d'exploitation sera prévu au sein de la gare afin d'accueillir du personnel d'exploitation de la ligne 14, qui interviendra dans les espaces de la Ligne 14 (gestion des portes palières et du terminus) et pourra en complément assurer des missions d'accueil et d'information des voyageurs au sein de la gare.

4.4.8.8. Dossier de sécurité

Pour la ligne 14, la réglementation en vigueur (décret 2003-425 du 9 mai 2003) prévoit que :

- Pour les prolongements faisant partie du RTPGP :
 - c'est le maître d'ouvrage qui transmet le dossier de définition de sécurité (DDS) et le dossier préliminaire de sécurité (DPS) au préfet de région,
 - le STIF (AOT) transmet le dossier de sécurité (DS).
- Pour les modifications sur la ligne existante ou pour le prolongement à Mairie de Saint-Ouen : c'est la RATP qui

produit les dossiers de sécurité ad hoc, conformément au contrat STIF-RATP. Le STIF les transmet au préfet de région.

Pour garantir la cohérence de la procédure de sécurité aux différents horizons des prolongements de la ligne 14, il est nécessaire de définir et de formaliser entre la SGP, la RATP et le STIF une méthode et une organisation permettant de garantir une approche globale de la sécurité sur l'ensemble de la ligne 14.

La RATP portera la réalisation et l'assemblage des Dossiers de Sécurité pour l'ensemble de la Ligne 14.

4.4.8.9. Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité

Les exigences de fiabilité/Maintenabilité/disponibilité pour le Système de Transport de la Ligne 14 seront définies à l'issue de l'AVP du projet de Prolongement de la Ligne 14 à Orly (mi-2016).

Les performances FMDS du prolongement à SDP seront définies de sorte à conserver le même niveau de qualité de service que sur la ligne 14 prolongée à MSO à offre égale.



EXPLOITATION ET MAINTENANCE

5

5.1. Exploitation

5.1.1. Exploitation en ligne

5.1.1.1. Ligne 16

La ligne 16 est une ligne automatique, équipée de portes palières, d'une longueur de 27,5 km. Des trains de 3 voitures d'une capacité de l'ordre de 500 voyageurs y circulent. Ils assurent la desserte omnibus de 10 gares terminus de Noisy Champs au terminus de Saint-Denis - Pleyel.

Elle est supervisée depuis un Poste de Commandes Centralisées localisé sur le site du SMR d'Aulnay. Le PCC assure de façon centralisée les fonctions nécessaires à l'exploitation : gestion du transport, des gares, de l'énergie, de la sécurité incendie et de la sûreté. En cas d'indisponibilité durable de ce PCC suite à un incident majeur sur le site du SMR, la ligne peut être exploitée depuis le PCC de formation situé à Noisy-Champs, qui assure les mêmes fonctions.

La ligne est exploitée avec voyageurs 7 jours sur 7 de 5h30 à 1h15 (modulable) avec une extension de service jusqu'à 2h15 les veilles de fêtes et week-ends, et exceptionnellement en service continu 24h/24. Il est possible d'envisager un service

24h/24 plus régulier les week-ends sous réserve d'assurer les opérations de maintenance selon une organisation et des plages d'interventions à définir avec le(s) mainteneur(s). Les offres de service varient en fonction des saisons, des périodes de vacances et des jours, mais dans un premier temps, il est considéré qu'une année d'exploitation correspond approximativement à 320 jours plein trafic pour réaliser les calculs de production kilométrique.

A l'ouverture, la ligne 16 comptera un parc d'environ 25 trains de 3 voitures dont 20 environ en exploitation à l'heure de pointe (Offre en heure de pointe de l'ordre de 10 285 PPHPD : personnes par heure et par direction). La vitesse commerciale sera d'environ 66 km/h et la production kilométrique commerciale annuelle d'environ 6,2 millions de Trains.km.

Les offres d'exploitation et parc trains sont donnés à titre indicatif et sont adaptables en fonction des besoins qui seront précisés ultérieurement.

Cinq services provisoires sont implantés sur les 27,5 kilomètres de ligne 16 pour assurer le meilleur service pour le voyageur en cas d'incident en ligne nécessitant une exploitation en mode dégradé. A noter que, la banalisation des voies décidée par le maître d'ouvrage (mouvement des trains possibles dans les deux sens de circulation en toute sécurité), permet une grande souplesse d'exploitation y compris en cas d'incident et pour les circulations des trains de maintenance.

Les terminus de Noisy - Champs et Saint-Denis - Pleyel sont dimensionnés pour répondre aux contraintes d'exploitation de la ligne 16 à l'horizon-cible à faible intervalle. Ils offrent une bonne souplesse et robustesse d'exploitation. Le terminus de Saint-Denis - Pleyel dispose de 4 places de remisage et d'une position pour un train de réserve d'exploitation en dehors des 5 positions utilisées pour le retournement des trains. Le terminus de Noisy - Champs dispose d'une position pour un train de réserve d'exploitation en dehors des 5 positions utilisées pour le retournement des trains.

La ligne 16 sera raccordée au terminus de la ligne 15 à Noisy-Champs pour permettre des liaisons de service à usage de trains

de maintenance (VMI) ou d'échanges de trains sans voyageurs pour rejoindre un site de maintenance. Ces voies de liaison permettront en outre le remisage d'un maximum de 6 trains de la ligne 16.

Le terminus de Saint-Denis - Pleyel est un terminus complet avec communication croisée en arrière-gare et communication de voie en avant-gare. Cette configuration répond aux besoins d'exploitation de la ligne 16 à son horizon de mise en service (intervalle à l'heure de pointe de l'ordre de 3 minutes) et permet d'intégrer ensuite la branche ligne 17 avec un intervalle d'exploitation faible, sans modification du terminus. A noter qu'en cas d'indisponibilité d'un terminus, la ligne est exploitable dans les mêmes conditions jusqu'à la gare précédente par mise en œuvre du SP.

Compte tenu de l'intervalle d'exploitation envisagé aux heures de pointes, du nombre de gare desservies et du faible nombre de trains nécessaires pour assurer l'exploitation, la ligne 16 sera très robuste. Sa configuration sera alors similaire à des lignes automatiques du réseau parisien offrant une bonne qualité de service.

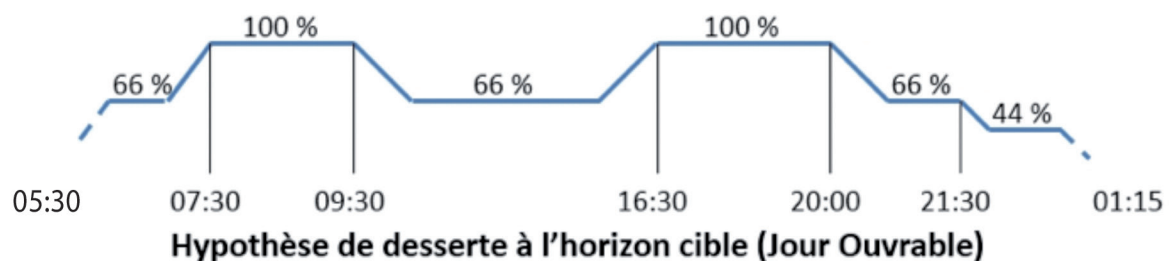


Figure 1 - Schéma hypothèses de desserte (mise en service et horizon cible)

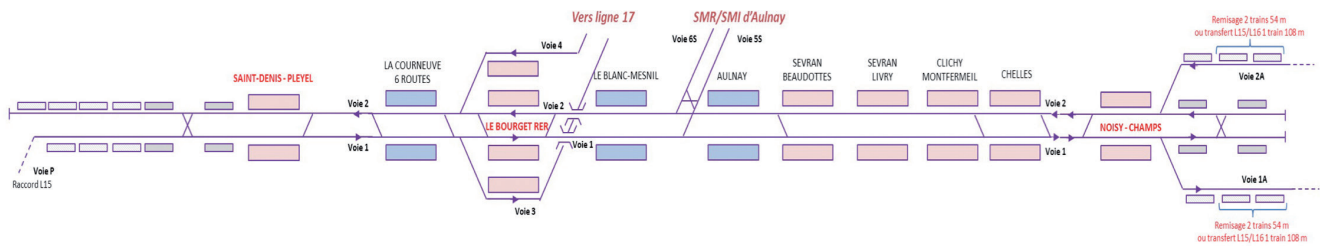


Figure 2 - Schéma des infrastructures ferroviaires de la ligne 16

Pour maintenir les trains, la ligne dispose, dès ouverture, d'un Site de Maintenance et de Remisage (SMR) situé à Aulnay. Ce site permet de remiser l'ensemble des trains de la ligne 16 à sa mise en service et d'en assurer le nettoyage et la maintenance. Le remisage est également prévu aux terminus de Saint-Denis Pleyel et de Noisy-Champs en complément permettant ainsi de disposer de davantage de souplesse d'exploitation et de diminuer les coûts d'exploitation liés aux kilomètres haut le pied (sans voyageurs) en début et fin de service avec voyageurs.

La capacité d'accueil des trains sur l'ensemble des sites de remisage (SMR et terminus de la ligne 16) est de l'ordre de 50 trains durant l'interruption du service voyageurs. Un complément de 11 positions de remisage sera apporté avec le terminus de la ligne 17 à terme.

La ligne 16 dispose également dès l'ouverture d'un Site de Maintenance des Infrastructures (SMI) situé à Aulnay, relié à la ligne 16 par le tunnel à 2 voies.

5.1.1.2. Lignes 16/17 avec tronç commun (à terme)

Le schéma d'exploitation retenu pour l'exploitation à terme des lignes 16/17 (2030) est un scénario d'exploitation interopérable avec un tronç commun court de 5 km et une exploitation par

«branches». Il combine deux types de missions, à une fréquence envisagée (et modulable) de un train sur 2 en heures creuses et de 4 trains sur 7 côté ligne 16 en heures de pointe :



- Des missions omnibus « ligne 16 » de Saint-Denis – Pleyel à Noisy - Champs (27,5 km – 10 gares).
- Des missions omnibus « ligne 17 » de Saint-Denis – Pleyel au Mesnil-Amelot (26,8 km – 9 gares).

L'exploitation de la ligne 16, y compris après mise en service de la ligne 17, sera supervisée depuis le PCC situé au SMR d'Aulnay. Ce dernier permet d'assurer les fonctions de gestion du transport, des gares, de l'énergie, de la sécurité incendie et de la sûreté pour l'ensemble de la ligne.

La ligne est exploitée avec voyageurs 7 jours sur 7 de 5h30 à 1h15 (modulable) avec une extension de service jusqu'à 2h15 les veilles de fêtes et week-ends, et exceptionnellement en

service continu 24h/24. Il est possible d'envisager un service 24h/24 plus régulier les week-ends sous réserve d'assurer les opérations de maintenance selon une organisation et des plages d'interventions à définir avec le mainteneur. Les offres de service varient en fonction des saisons, des périodes de vacances et des jours, mais dans un premier temps, il est considéré qu'une année d'exploitation correspond approximativement à 320 jours plein trafic.

Les besoins d'offre initialement proposés par la SGP à l'horizon cible 2030 avaient été évalués à 10 285 pphpd sur la ligne 16 et 7 715 pphpd sur la ligne 17. L'intervalle dans le tronçon commun était alors de 100 s aux heures de pointes permettant alors de proposer une offre de 18 000 pphpd dans le tronçon commun. Pour répondre à une demande du STIF d'améliorer l'offre sur les branches, au regard de la demande de transport prévisionnelle, en abaissant l'intervalle à 90 s aux heures de pointe dans le tronçon commun à l'horizon cible, la SGP a réévalué les offres à 11 428 pphpd sur la ligne 16 et 8 571 pphpd sur la ligne 17. Cette mesure qui vise à augmenter l'offre permet également d'améliorer le confort à bord des trains ainsi que la souplesse et la robustesse d'exploitation aux heures de pointe. A l'horizon cible 2030, les lignes 16/17 comptent un parc d'environ 45 trains de 3 voitures dont environ 39 en exploitation à l'heure de pointe. La vitesse commerciale des deux lignes est de 65 km/h et la production kilométrique commerciale annuelle totale d'environ 11,3 millions de Trains.km.

De plus, la faisabilité de la réduction de l'intervalle entre deux trains en-deçà de 90 secondes dans le tronçon commun sera analysée dans le cadre des phases d'études à venir, sur la base d'un benchmark établi en lien avec les consultations des industriels sur le matériel roulant et les automatismes de conduite. La réduction de l'intervalle pourrait ainsi permettre, si le besoin s'en fait sentir, une amélioration supplémentaire de la capacité de transport offerte sur le tronçon commun et sur chacune des lignes 16 et 17.

Le remisage des trains s'effectue en totalité entre les terminus des lignes 16/17 et le SMR d'Aulnay. Au stade d'avancement actuel des études, la capacité totale de remisage des lignes 16/17 couvre les besoins de remisage du parc à l'horizon cible et au-delà en offrant environ 60 places hors ligne. Par ailleurs, la conception des installations permet l'alternative du remisage en ligne.

Dix services provisoires sont envisagés sur l'ensemble des 50 kilomètres de lignes 16/17 pour assurer le meilleur service pour le voyageur en cas d'incident en ligne nécessitant une exploitation en services partiels. Des simulations d'incidents significatifs sur la ligne 15, dont les installations sont comparables, ont montré que l'utilisation des services provisoires permettait de limiter les perturbations pour les voyageurs sur la seule zone en relation avec l'incident et de poursuivre l'exploitation avec un bon niveau de qualité de service sur le reste de la ligne. Il n'a pas été constaté d'effet boule de neige des retards mais au contraire des capacités de récupération obtenues grâce aux marges d'exploitation.

Les terminus de Noisy - Champs et Saint-Denis - Pleyel sont dimensionnés pour répondre aux contraintes d'exploitation des lignes 16/17 à l'horizon cible et même au-delà puisqu'ils peuvent tous deux être exploités à 90 s d'intervalle. Ils offrent une bonne souplesse et robustesse d'exploitation. Le terminus de Saint-Denis - Pleyel permet le remisage de 8 trains à la fin du service

voyageurs. Le terminus de Noisy - Champs permet le remisage de 7 à 9 trains à la fin du service voyageurs. Chacun des terminus est capable d'accueillir un train de réserve d'exploitation. Pour le fonctionnement à terme, il est envisagé de disposer de 3 trains de réserve d'exploitation pour garantir une bonne robustesse aux heures de pointes.

La gare du Bourget RER est une gare à 2 quais centraux dotée de 4 voies : les voies centrales sont attribuées à la ligne 16 et les voies extérieures à la ligne 17. Des tronçons de voies d'environ 350 m situés entre les quais et la convergence viennent compléter le dispositif permettant d'assurer un séquençage efficace des trains dans le tronçon commun.

La gare du Bourget RER est également conçue pour pouvoir servir de terminus à la ligne 16 (en provenance de Noisy - Champs) permettant d'exploiter la ligne 16 indépendamment de la ligne 17. Dans ce cas de figure, la correspondance entre lignes 16 et 17 s'effectue en traversant le quai. Cette disposition permet une grande souplesse d'exploitation pour traiter des journées d'exploitation exceptionnelles, des incidents importants ou encore pour augmenter l'offre sur chacune des deux lignes à plus long terme. La conception des infrastructures et des systèmes garantit ainsi que la ligne 16 puisse, si la décision en est prise, fonctionner de façon autonome entre Noisy - Champs et Le Bourget RER avec une souplesse et robustesse d'exploitation encore augmentée par son nombre de gares réduit à 8 y compris les terminus. La gare de Le Bourget RER dispose de tous les appareils de voie utiles pour le fonctionnement en terminus ainsi que 3 positions de remisage dont une pour un train de réserve d'exploitation et une position de retournement en arrière-gare, Le tronçon de la ligne 17 situé entre Saint-Denis Pleyel et Le Bourget RER est, dans ce cas, exploité dans la continuité de la ligne 17 jusqu'à son terminus nord (Aéroport CDG ou Le Mesnil Amelot à terme).

Les études d'exploitation ont montré que la ligne était exploitable à faible intervalle dans le tronçon commun selon plusieurs scénarios comprenant entre autres le scénario d'exploitation décrit au début de ce chapitre (intervalle de 90 secondes dans le tronçon commun). Différentes pistes de renforcement de la robustesse de l'exploitation à faible intervalle ont été étudiées pour sécuriser si besoin l'arrivée des trains à l'heure prévue sur le tronçon commun 16/17 (et absorber un petit retard éventuel), ou pour égaliser les intervalles sur l'une des branches (dans le cas où la desserte de chaque branche serait dissymétrique pour s'ajuster à la demande de transport). Ces possibilités pourront être intégrées simplement dans la construction de l'horaire par le futur exploitant pour augmenter davantage la robustesse, grâce à des temps de réserve d'exploitation bien calibrés.

Le SMR assure la maintenance de l'ensemble du parc matériel roulant des lignes 16/17. Il dispose d'un raccordement avec chacune des lignes 16 et 17 pour plus de souplesse et de réactivité dans l'exploitation et la maintenance (voir le schéma des infrastructures ci-après).

L'injection et/ou le retrait de trains depuis ce SMR implique parfois des cisaillements des voies principales. Le plan de voie envisagé pour le branchement de la voie de raccordement du SMR d'Aulnay sur la ligne 16 comporte une double liaison orientée pour l'injection des trains vers le terminus de Saint-Denis - Pleyel et pour le retrait en venant de Saint-Denis - Pleyel à une vitesse d'environ 45 km/h. Ce plan de voie compact permet d'optimiser considérablement les infrastructures tout en préservant la robustesse de l'exploitation y compris à

faible intervalle. A noter que ce plan de voie permet également l'utilisation des branchements à contre sens en usage normal où en mode dégradé, ainsi que le retournement exceptionnel des trains venant de Saint-Denis - Pleyel dans le raccordement vers le SMR en cas d'incident, ce qui permet de disposer d'une grande souplesse d'exploitation et d'une bonne disponibilité.

Le SMI sera également relié à terme à la ligne 17 par le branchement à voie unique afin d'améliorer la maintenabilité et la disponibilité tout en diminuant les coûts de maintenance.

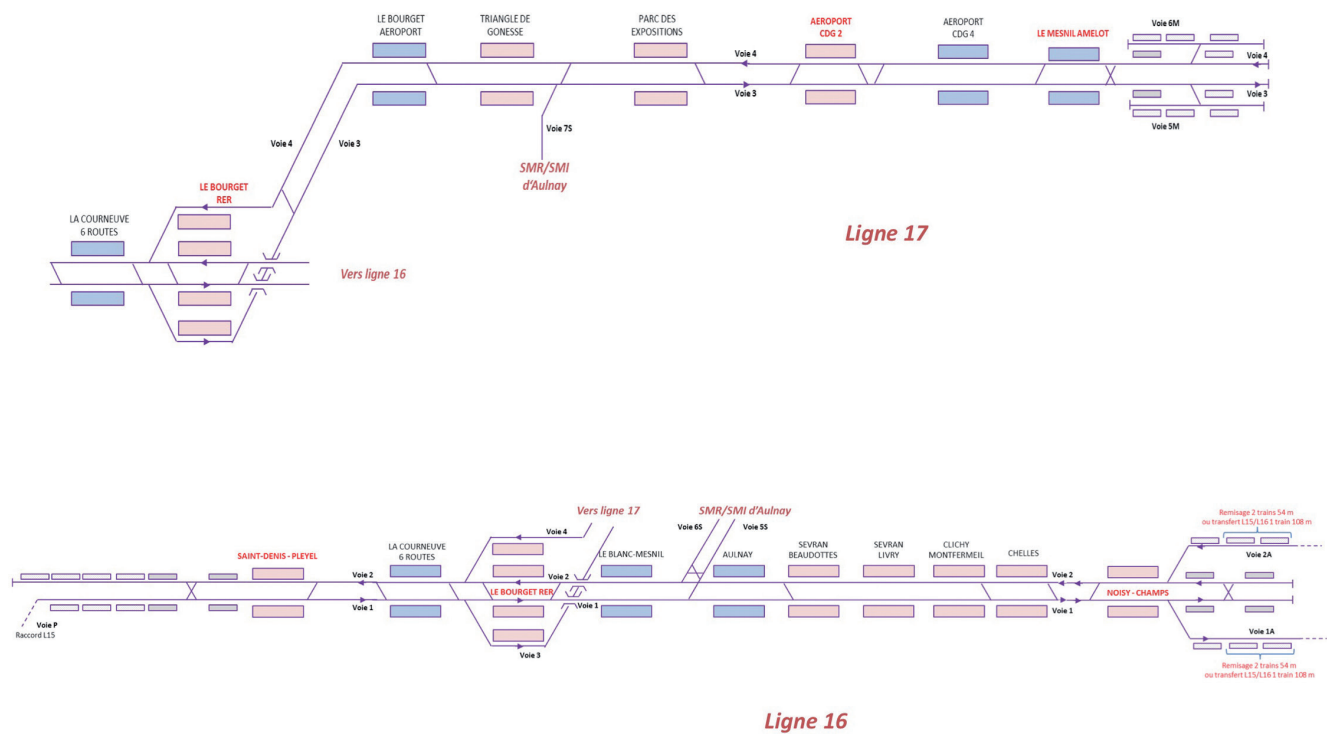


Figure 3 - Schéma des infrastructures ferroviaires des lignes 16/17

5.1.1.3. Liaison de service entre la ligne 15 et les lignes 16/17

Deux voies de service assurent la liaison entre la ligne 16 et la ligne 15 à Noisy - Champs. Ces voies permettent la circulation de trains de service dans les deux sens entre les deux lignes. Ces trains de service peuvent être soit des trains de maintenance, soit des trains vides de voyageurs de la ligne 16 se rendant au SMR de Champigny pour utiliser les moyens de maintenance lourde en cas d'indisponibilité de certains équipements à Aulnay (ou inversement des trains vides de la ligne 15 se rendant à Aulnay).

Une voie de service est également positionnée entre les lignes 16/17 et la ligne 15 à l'ouest de Saint-Denis – Pleyel en arrière gare. Cette voie est notamment destinée à faciliter la circulation des trains de maintenance vers la ligne 15 Ouest à partir du SMI d'Aulnay afin de répartir de manière optimisée les activités de maintenance entre les SMI prévus sur L15/L16/L17.

5.1.2. Exploitation en gare

Les gares sont un enjeu majeur pour la ville de demain. Au-delà de leur fonction de porte d'entrée au nouveau réseau de transport de la métropole, les nouvelles gares vont contribuer au développement des territoires desservis en devenant des lieux emblématiques du Grand Paris.

Elles seront plus que de simples stations ponctuant les arrêts d'une ligne de métro souterrain. Les gares du Grand Paris seront des espaces efficaces offrant un accès facile aux autres modes de transport y compris aux modes doux.

Intégrées à leur environnement et ouvertes sur la ville, les gares seront un lieu de vie au service des voyageurs et riverains, un équipement générateur d'une nouvelle dynamique pour une ville compacte, mixte et durable. Les gares du Grand Paris sont étudiées pour s'adapter aux spécificités de l'environnement dans lequel elles vont s'inscrire. Ainsi on retrouve :

- des gares de centre-ville qui s'intègrent dans des environnements urbains déjà existants et renforcent leur attractivité et leur dynamisme,
- des gares « nouvelle centralité » qui accompagnent les projets de développement urbains en cours ou planifiés pour valoriser et resserrer les liens entre des territoires encore peu structurés,
- des gares emblématiques du Grand Paris situées au cœur de la métropole qui sont des nœuds de correspondances

stratégiques et portent l'image d'excellence du développement de la Région Capitale,

- des gares « portes de la métropole » implantées au sein d'un aéroport ou d'une gare de train à grande vitesse, offrant au voyageur national ou international un accès privilégié à la Région Capitale.

Dans ces espaces, une diversité de population va se croiser, se côtoyer de manière continue ou ponctuelle : les voyageurs et riverains, le personnel des commerces et des services, le personnel d'exploitation, le personnel en charge de la maintenance des systèmes, des ouvrages et des espaces, les agents des services de police et de secours, les convoyeurs de fonds.

Sont présentées, par la suite, les hypothèses d'organisation indicatives concernant le personnel intervenant au sein des gares, en dehors de ceux assurant le fonctionnement du système de transport hors du périmètre des gares (trains, tunnels et ouvrages annexes).

Les grands domaines de l'exploitation d'une gare de métro peuvent être présentés comme suit :

- La relation de service ;
- La supervision des espaces et des équipements ;
- La surveillance des sécurités ;
- L'entretien.

5.1.2.1. La relation de service

Ceci inclut la relation commerciale avec les clients du réseau de transport et la gestion des espaces ouverts au public (espaces voyageurs).

Les activités de la relation de service couvrent les fonctions suivantes :

- L'accueil du public et l'assistance en gare doit être assuré en toutes circonstances, y compris en situation de perturbations. Cette fonction peut être assurée depuis les espaces d'accueil fixes identifiés en gare et/ou de manière mobile dans les espaces de la gare ou à distance depuis le PCC ;
- La vente de titres de transport, l'après-vente et la promotion du réseau. Il peut s'agir de vente manuelle (en particulier dans les gares les plus fréquentées), d'assistance à l'emploi des automates de vente, de gestion des équipements de vente, ou de service après-vente ;
- L'information voyageurs relative à tous les réseaux de transport publics franciliens et à la ville. La présence de personnel est

un vecteur d'information pour assurer une aide aux voyageurs, notamment occasionnels, en complément des dispositifs d'information voyageurs ;

- La gestion des flux de voyageurs notamment en situation dégradée. Une assistance à la fonction transport est nécessaire au niveau de chaque gare pour garantir la fiabilité du service de transport. Ceci concerne particulièrement la canalisation et la maîtrise des flux de voyageurs en cas d'affluence exceptionnelle ou d'incident d'exploitation entraînant une rupture de charge dans le trajet des voyageurs ou une modification ponctuelle de la desserte de la gare ;
- La relation avec les acteurs du territoire local : interaction au quotidien avec les acteurs locaux comme les commerces et services en gare, les institutions culturelles, les autorités d'action sur le territoire... Ces personnels peuvent être amenés à utiliser des locaux prévus à leur intention au sein de chaque gare.

5.1.2.2. La supervision des espaces et des équipements

L'ensemble des espaces et des équipements d'une gare doit bénéficier d'un système de supervision performant, maîtrisé assurant la commande et/ou contrôle. Il permet de garantir la robustesse du service offert.

Les systèmes nécessaires à l'exploitation des gares peuvent être visibles ou invisibles du voyageur mais ils contribuent tous à assurer à son confort et sa sécurité et de ce fait, ils doivent être supervisés. On retrouve ainsi les équipements suivants :

- Les escaliers mécaniques, ascenseurs, grilles de fermeture... ;
- Les équipements permettant la sonorisation des espaces ;
- Les interphones voyageurs ;
- Les équipements de billetterie tels que les lignes de contrôle et les automates de vente ;
- Les équipements de type postes d'éclairage force, postes d'épuisement des eaux, armoires électriques, éclairage de sécurité...

Le contrôle du bon fonctionnement d'une gare peut être assuré en local dans les locaux du personnel d'exploitation ou sur support mobile selon l'organisation retenue par le futur exploitant de la ligne 16 (supervision en gare) ou à distance, à partir du poste de commande centralisé.

Ce double mode de supervision ainsi que l'existence d'un système de délégation pour ces fonctions entre le PCC et les gares introduit une souplesse dans l'organisation de l'exploitation. Cela permet d'assurer la fonction de supervision depuis la gare sans pour autant nécessiter une présence permanente de personnel de supervision dans la gare. Ainsi, une mobilité du personnel d'exploitation est possible, ce qui peut permettre l'accomplissement d'autres fonctions.

Il faut noter que la gestion centralisée des gares permet d'assurer une information voyageurs instantanée et uniformisée et de sécuriser les espaces. Cette gestion des gares combinée avec la supervision du transport (exploitation en ligne) en un lieu unique permet une bonne réactivité des équipes et une bonne synergie entre les gares et le transport indispensable à la réalisation d'un service au voyageur adapté et efficace.

Ce type d'organisation s'accompagne nécessairement d'équipes mobiles sur le terrain relayant l'information et effectuant les actions de support sur le terrain.

5.1.2.3. La surveillance des sécurités

Les gares sont des établissements Recevant du Public (ERP) : par voie de conséquence et en raison de divers arrêtés et décrets, certaines activités de sécurité relèvent de la responsabilité de l'exploitant :

- La sûreté et sécurité incendie ;
- La vidéo-protection des espaces ;
- La maîtrise du territoire / prévention en matière de sûreté/ sécurité publique. L'exploitant a un rôle à jouer dans la perception positive de la sécurité et dans la sécurité réelle de la gare.

La surveillance de la sécurité incendie est assurée, quelle que soit la catégorie des gares, depuis un poste central de sécurité incendie (PCSI) situé au PCC ligne 16. Le mode de repli est la surveillance centralisée depuis le PCC de formation en cas d'indisponibilité majeure et durable du PCC.

Ce poste est couvert par au moins un agent de sécurité qualifié. Il n'y a aucune limite sur le nombre de gares dépendantes qu'il contrôle. Un agent SSIAP 2 (Service Sécurité Incendie et Assistance à Personnes) a minima est présent à ce poste pendant les heures d'ouverture au public des établissements couverts. Il assure la réponse aux appels de secours, surveillance et commande de la mise en sécurité incendie, désenfumage, sonorisation d'évacuation, libération des lignes de contrôle, gestion des appareils translateurs ; il effectue aussi la levée de doute via les systèmes de vidéosurveillance.

Une assistance locale peut être nécessaire en complément de la surveillance centralisée. L'obligation de prévoir du personnel présent est la suivante :

- Gare de 1^{ère} catégorie : obligation d'avoir au moins un membre du personnel en permanence pendant les heures d'ouverture au public, formé à la sécurité incendie.

5.1.2.4. L'entretien et la propreté

Les espaces et équipements doivent être contrôlés en temps réel en matière de netteté, de propreté, et de bon fonctionnement.

La maîtrise de l'état perceptible de la gare fait partie des missions essentielles de l'exploitant. La présence de personnel dans les gares, fixe ou mobile, constitue le moyen principal pour gérer les problèmes de netteté, de propreté et de dégradation. Le nettoyage et la gestion des déchets des espaces voyageurs peuvent être confiés à une entreprise spécialisée.

Des locaux spécifiques sont envisagés pour cette activité.

- Gare de 2^{ème} à 4^{ème} catégorie : pas d'obligation de présence de personnel.

La surveillance et la gestion des interventions de la sûreté et de la sécurité publique sont assurées au niveau de la ligne en central depuis le poste de commandement de sécurité (PCS). Cette fonction peut être assurée soit par du personnel d'exploitation soit être sous-traitée à un prestataire spécialisé. Ces agents sont en relation avec la police et en particulier le PC sécurité de la SDPRT (Sous-Direction de la Police Régionale des Transports) situé à proximité de la Gare de Lyon. L'action des agents de sécurité mobiles sur le terrain (positionnement et interventions) est coordonnée depuis ce poste en interface avec l'exploitant transport et gare.

En complément de la présence et de la veille assurées par le personnel en charge de la relation de service, une mission maîtrise du territoire et de prévention est nécessaire pour garantir la sécurité du public. Cela peut passer par une présence à temps plein d'agents de sécurité dans les gares les plus importantes et une présence ponctuelle dans les autres gares.

Le déploiement et les interventions de ces équipes est fonction du besoin identifié au quotidien : répression de la fraude, des nuisances, des comportements agressifs et dangereux...

En effet, dans ses tâches quotidiennes ce personnel peut être amené à assurer le contrôle des titres de transport pour un secteur de ligne ou la ligne entière.

Ces personnels utilisent les locaux d'exploitation prévus au sein de chaque gare, ainsi que les attachements de secteurs envisagés dans certaines gares.

Il est à noter que la possibilité d'assurer depuis le PCC la majeure partie des fonctions assurées par l'exploitant en gare permet d'introduire une souplesse dans la définition de l'organisation de l'exploitation du futur exploitant de la ligne 16. Ce dernier n'est plus obligé de garantir une présence en gare de son personnel 100% du temps. Un agent gare peut, en cas de nécessité, assurer ponctuellement une intervention dans le domaine du transport (intervention sur un train ou une façade de quai) et permettre ainsi d'offrir un service de transport de qualité aux voyageurs avec des temps d'intervention et une réactivité intéressants.

5.2. Maintenance

La maintenance est un élément essentiel de la performance globale du réseau du Grand Paris et du maintien du patrimoine.

Les orientations majeures guidant la conception du réseau sont les suivantes :

- L'accessibilité des équipements pour la maintenance est prise en compte dans les études de sorte à ne pas générer d'interruption du service voyageurs lors des opérations de maintenance courante. Les études PRO permettront d'améliorer l'accessibilité des équipements (transformateurs, ventilateurs...) des ouvrages le nécessitant ;
- La supervision de la grande majorité des équipements est prévue depuis le PCC (cf § 4.4.5.3) ;
- Dans la mesure du possible, il est recherché une uniformisation du parc d'équipements tout en tenant compte des contraintes technologiques.

L'ensemble de ces mesures a également pour objet de maîtriser les coûts de maintenance.

Le système de soutien logistique intégré, qui inclut la définition des plans de maintenance, la formation de formateurs et les outils spécifiques nécessaires aux opérations de maintenance ou à la surveillance sera de la responsabilité des différents fournisseurs afin de garantir la performance des opérations de maintenance et des services. Ce système de soutien logistique est complété par chaque mainteneur en fonction de ses propres exigences et pratiques.

L'organisation des équipes de maintenance devra optimiser les interventions de maintenance correctives permettant un retour rapide à une situation nominale d'exploitation.

Lorsque les opérations de maintenance préventive ne perturbent ni la disponibilité ni la sécurité des systèmes ou du système de transport complet (en présence de redondances, ou modes dégradés gérés par procédure temporaire convenue avec l'exploitant), celles-ci seront planifiées de manière privilégiée en journée.

La politique de maintenance mise en place par les différents titulaires d'une prestation de maintenance devra répondre aux objectifs suivants :

- garantir la sécurité des personnes et des biens,
- respecter la réglementation,
- répondre aux objectifs de performances assignés par la maîtrise d'ouvrage au système du métro du Grand Paris

Express notamment vis-à-vis de la qualité de service, de la disponibilité, de la fiabilité et du confort,

- optimiser la performance économique de la maintenance et de l'exploitation,
- assurer la pérennité matérielle des systèmes,
- minimiser l'impact sur l'environnement.

Les différentes entités responsables de la maintenance

Conformément à l'article 20 de la loi n° 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris, les lignes, ouvrages et installations mentionnés à l'article 7 sont, après leur réception par le maître d'ouvrage, confiés à la Régie autonome des transports parisiens qui en assure la gestion technique dans les conditions prévues à l'article L. 2142 3 du code des transports.

Toutefois à ce stade l'hypothèse est que certains systèmes en gare, ne contribuant pas au fonctionnement du système de transport, ne sont pas du ressort de RATP-GI :

- Billettique et contrôle d'accès, Information Voyageurs, escaliers mécaniques, ascenseurs, vidéo-protection...
- Les équipements embarqués dans les trains voyageurs (automatismes de conduite, vidéo-protection, ...),
- Les installations hors du périmètre du réseau de transport, telles que les infrastructures de téléphonie mobile publique (GSM & LTE), les postes de livraison d'ERDF et les espaces commerciaux des gares ne sont pas entretenus par la RATP-GI mais par les fournisseurs du service ou les concessionnaires des espaces commerciaux.

Cependant, pour assurer le maintien de la sécurité du système, la RATP-GI assurera la coordination de la gestion du référentiel global des automatismes de conduite en relation avec le mainteneur des équipements embarqués.

La maintenance des systèmes en gare, ne contribuant pas au fonctionnement du système de transport, sera confiée à une autre entité qui pourrait être l'exploitant ou un autre mainteneur.

La maintenance du matériel roulant voyageurs et des équipements embarqués sera assurée par l'exploitant ou un acteur tiers qui lui sera lié par contrat ou convention.

La définition des périmètres respectifs des différents mainteneurs reste à définir par l'Etat en conformité avec les textes légaux.

5.2.1. Maintenances des installations fixes

5.2.1.1. Organisation des équipes de maintenance de la billetterie, du contrôle d'accès et de l'information voyageur , escaliers mécaniques, ascenseurs, vidéo-surveillance en gare...

La maintenance de ces équipements, y compris l'actualisation de l'information statique, sera assurée par un acteur tiers désigné par la SGP (responsabilité de l'exploitant en lien avec le STIF ou autre choix).

Pour la maintenance corrective, ces équipes seront alertées par l'exploitant pour intervenir au plus tôt selon la criticité du signalement.

Pour la maintenance préventive, le responsable devra s'organiser de manière à assurer la maintenance de ses équipements, dans le respect des objectifs de qualité de service définis par le STIF et en évitant les perturbations pour les voyageurs.

5.2.1.2. Organisation des équipes RATP-GI

En fonction de son choix d'organisation définitif, la RATP-GI pourra mettre en place des équipes d'intervention itinérantes ou basées au SMI selon le type d'équipements à maintenir.

Le site du PCC pourra accueillir un mainteneur RATP-GI (à proximité de la salle et poste dans la salle géré par profil) afin de qualifier les incidents pouvant affecter ce système vital pour toute la ligne et d'y remédier rapidement.

Les postes de maintenance SCADA du PCC et du SMI, paramétrés selon des profils « mainteneur » ou « exploitant », permettront d'alerter rapidement les intervenants en cas d'incident, d'assurer le suivi de l'état du système, de coordonner les moyens d'intervention et le suivi du traitement. Le SCADA maintenance permet d'accéder à l'état des différents systèmes et de leurs équipements ainsi qu'aux informations de synthèse sur les défauts détectés.

Les informations complémentaires de détails sur l'état d'un équipement seront disponibles en utilisant les éventuels SAM (Systèmes d'Aide à la maintenance) dédiés à chaque système, dont les alarmes techniques (correspondant à des incidents constatés ou à des alertes, signes avant-coureurs d'incidents potentiels) sont remontées également vers le SCADA maintenance.

Les principes d'organisation, exprimés par RATP-GI sont à ce stade les suivants :

Equipes supports transverses

Les fonctions support assurent des missions d'ingénierie de maintenance tels que la gestion du parc des biens maintenus, du référentiel technique, des règles de maintenance, des configurations, des processus d'exploitation/maintenance.

Equipes d'intervention

Selon la nature des équipements à surveiller, l'organisation des équipes sera centralisée et regroupée sur un seul site (SMI d'Aulnay pour la ligne ou SMR d'Aulnay pour le PCC)

Compte tenu de la proximité du SMR et du SMI, l'intérêt d'une équipe d'intervention très réduite au SMR, pour le système de commande centralisée et les automatismes du SMR, sera évalué en fonction de la configuration du site.

Les équipes en charge de la surveillance des ouvrages d'art seront basées pour les équipes de nuit au SMI d'Aulnay (plus compléments éventuels au SMI de Vitry sur la L15) et pour les équipes de jour sur le site RATP-GI actuel de Val de Fontenay.

Les équipes itinérantes interviendront sur le réseau du Grand Paris Express et sur le réseau historique parisien, elles se déplaceront en véhicule routier muni d'un stock de pièces de rechange de 1^{er} niveau.

La maintenance de certains équipements (par exemple automatismes de conduite des trains et commandes centralisées) pourra être assurée par les industriels titulaires du marché de fourniture ou des prestataires spécialisés de maintenance.

Les équipes d'intervention se rendent sur la zone d'intervention en métro, en véhicule routier ou en véhicule de maintenance des infrastructures en fonction de la nature de l'intervention.

5.2.1.3. Site de maintenance pour les infrastructures (SMI)

Le SMI d'Aulnay supportera la maintenance des équipements et systèmes de la ligne 16 dès son ouverture puis de la ligne 17. Il sera relié à chacune des lignes pour améliorer la disponibilité et diminuer les coûts de maintenance.

Une connexion au réseau RFN du SMI est prévue pour la livraison des rails de remplacement via des tracteurs Diesel (convoi LRS) circulant le réseau RFN. Pour éviter des opérations de déchargement transitoires, les véhicules de transport des LRS mis en œuvre seront adaptés au gabarit des lignes 15, 16 et 17, de manière à ce que les convois LRS puissent circuler sur ces dernières (après changement de locotracteur).

La répartition détaillée des zones d'influence entre le SMI L16/17 et les sites de maintenance L15 de Vitry (Sud) et de Rosny (Est) est à l'étude par RATP-GI, selon deux scénarios. Le scénario intégrant la voie de service entre la L15 et les lignes 16/17 à

Saint-Denis- Pleyel permet d'optimiser la maintenance des trois lignes. La SGP a intégré la mise en œuvre de cette voie de service dans le projet Ligne 16 avec l'objectif d'une mise en service pour la mise en exploitation de la Ligne 15 Est. Cette disposition permet d'organiser la maintenance des lignes 15, 16, 17 à terme autour de deux SMI principaux (Vitry et Aulnay) et de voies de remisage de VMI à Nanterre et Rosny-Sous-Bois.

Une interopérabilité technique est également prévue entre la ligne 15 et la ligne 16 à Noisy-Champs pour permettre des circulations entre les deux lignes de trains de travaux ou de trains sans voyageurs, le cas échéant.

L'activité du site est prévue 24 h / 24, 365 jours par an, avec, le cas échéant une activité réduite les week-ends.

Les activités de maintenance réalisées sur le SMI couvriront les niveaux 1 à 3 de la norme NF FD X 60 000.

5.2.1.4. Les véhicules de maintenance des infrastructures de type train d'auscultation

Les trains d'auscultation constituent un enjeu majeur pour garantir un niveau élevé de disponibilité des installations du réseau. Le choix de concentrer plusieurs instruments de mesure sur un matériel dédié résulte d'une démarche d'optimisation de la maintenance pour réduire les coûts, contribuer à une bonne disponibilité de la ligne 16 et se doter d'outils performants

capables de fournir des informations fiables (diagnostic) sur l'état des installations ciblées.

Le matériel roulant d'auscultation peut être issu du matériel roulant voyageur 3 voitures et peut aussi circuler sur la ligne 15. Son mode de fonctionnement nominal est prévu en automatique sans conducteur.



Figure 4 - Composition de la rame d'auscultation

Ce matériel roulant ne possèdera aucun équipement intérieur prévu pour les voyageurs. Ces équipements seront remplacés par des équipements pour le personnel de maintenance des infrastructures et des équipements de mesure pour la voie, le caténaire, le tunnel,...

Les fonctions principales identifiées sont :

- Surveiller la captation électrique (état caténaire...),
- Surveiller les paramètres de la voie (défauts de rails),

- Surveiller les paramètres liés à l'ouvrage (génie civil),
- Pouvoir insérer le « train d'auscultation » dans le carrousel des trains voyageurs et le faire circuler à la vitesse commerciale de la ligne
- En complément : support logistique aux interventions de maintenance corrective urgentes à la voie (ex : coupon de rail, moteur d'aiguille) pour le transport rapide sur le lieu de l'intervention (personnel, matériels et outillages légers).

5.2.1.5. Véhicules de Maintenance des Infrastructures de type train d'intervention

Le matériel roulant d'intervention serait composé de wagons aménagés spécialisés par métier (voie, caténaire, OA, ...) encadrés par au minimum deux engins bi-mode caténaire-batteries.

Les véhicules d'intervention permettent de réaliser des opérations de maintenance spécifiques tel que le meulage du rail, le déroulage de câble électrique, le nettoyage de la voie, le transport de Longs Rails Soudés etc.

Le déplacement des VMI sur le SMI se fait en conduite manuelle, à une vitesse maximale de 15 km/h, sous responsabilité du mainteneur.

Le déplacement de ces véhicules en ligne se fera sous la responsabilité de conducteurs dédiés en mode contrôlé par

l'automatisme de conduite. Sous certaines conditions, certains trains d'intervention pourraient être amenés à circuler entre des trains de voyageurs pour réaliser une intervention urgente ou pour optimiser la plage d'intervention sur chantier.

Des véhicules de maintenance légers sur rail (de type « LAMA ») seront utilisés pour la maintenance des équipements du tunnel en hauteur (profil aérien de contact, antennes...). Des aires de stockage sont prévues pour les remiser le long de la ligne afin d'optimiser les délais d'intervention : au stade actuel d'avancement des études, ces emplacements sont au nombre de neuf sur la ligne 16 / 17 Sud, avec une interdistance moyenne de 3 500 mètres.

5.2.1.6. Stockage des pièces de rechange

La majorité des équipes de maintenance des installations fixes est basée sur les différents SMI.

Le stockage des pièces de rechanges et consommables peut être réalisé sur les SMI, pour les activités du ressort de la RATP-GI, ou sur un site déporté commun aux SMI.

Pour certains équipements très critiques un stock déporté pourrait être prévu au PCC, en gare ou dans les Ouvrages Annexes.

Le stockage de matériel en voie sera limité et principalement axé sur les particularités de la ligne telles que les zones de débranchement ou les puits d'accès tunneliers qui peuvent offrir des superficies de stockage à proximité des aiguillages stratégiques.

Le stockage de pièces moins sensibles pour la fonction transport pourra être réalisé sur des plates-formes logistiques basées en Ile de France.

5.2.1.7. Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

Les intervenants de maintenance disposeront de leur propre GMAO spécifiée et acquise sous leur responsabilité.

A ce stade, la RATP-GI dispose de plusieurs GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur) afin d'assurer la traçabilité entre les signalements de l'opérateur d'exploitation et les actions de maintenance entreprises pour rétablir une situation nominale.

Ces GMAO permettront également d'archiver toutes les opérations de maintenance préventive qui seront réalisées et facilitera le suivi des performances du système et des mainteneurs.

Elles permettront de suivre également la gestion de configuration installée des systèmes. Ces GMAO seront initialement renseignées par chaque mainteneur à partir des données des différents titulaires de marché.

A ce stade du projet, il est prévu une alimentation du système de gestion des signalements de l'exploitant et des mainteneurs via une interface « normalisée » avec le SCADA, mais pas de liaison directe du SCADA aux GMAO.

5.2.1.8. Systèmes d'aide à la maintenance

Selon les possibilités offertes par la solution industrielle retenue, un système ou équipement complexe sera doté d'un SAM (Système d'aide à la maintenance) en complément du SCADA, permettant aux mainteneurs de surveiller l'état des équipements, de détecter immédiatement toute panne ou signe avant-coureur

de panne, de réaliser des diagnostics d'identifications des unités déposables de 1^{er} niveau en panne pour préparer les interventions de maintenance corrective sur site.

Néanmoins, l'hyperviseur de maintenance du SCADA est la solution de base retenue commune à tous les systèmes.

5.2.1.9. Gestion des travaux en ligne

A ce stade, un poste de maintenance banalisé au PCC pourrait être servi soit par l'exploitant, soit par la RATP-GI durant l'interruption de service afin d'organiser et de piloter les travaux de nuit, plus particulièrement ceux organisés en voie.

La RATP-GI dispose d'un système d'information de gestion des chantiers pour faciliter la programmation des chantiers.

RATP-GI pourrait paramétrer le système d'automatisme pour définir les zones de conduite autorisée de véhicules de maintenance en préalable chaque jour en relation avec l'exploitant.

5.2.2. Maintenance du matériel roulant

La maintenance du Matériel roulant voyageurs 3 voitures est réalisée principalement au SMR d'Aulnay. Celui-ci est dimensionné pour permettre l'exploitation de la ligne durant chacune des phases de mises en service de la ligne 16 puis de la ligne 17.

Ce site de maintenance sera doté des équipements industriels (notamment tour en fosse, colonnes de levage) permettant de réaliser l'ensemble des opérations de maintenance du niveau 1 au niveau 3 au sens de la norme NF FD X 60-000.

Il est prévu que le SMR L16/17 (pour les rames 3 voitures) puisse accueillir exceptionnellement des rames de 6 voitures L15 au passage à la machine à laver ou nécessitant une intervention avec tour en fosse (dans les cas d'indisponibilité de l'équipement industriel aux SMR L15).

Toutes les visites préventives ou correctives des trains s'effectueront au SMR.

Les VMI seront maintenus sous responsabilité de RATP-GI sur le site du SMI d'Aulnay, avec possibilité de délégation de certaines tâches au SMR pour les VMI d'auscultation automatiques.

5.2.2.1. Organisation des équipes

Equipes supports transverses

L'organisation de la maintenance du matériel roulant s'appuie sur des entités de support d'ingénierie afin que la maintenance se déroule de manière efficace et dans le respect des exigences de sécurité. Ces services support assureront notamment :

- élaboration des gammes de maintenance et suivi de l'activité
- administration et pilotage de la GMAO
- suivi des indicateurs de maintenance (disponibilité, fiabilité, MTTR)
- gestion de la documentation de maintenance,

- suivi des contrats de sous-traitance et de la politique d'achat,
- suivi de la formation des équipes,
- construction du programme de maintenance patrimoniale.

Equipes de maintenance du matériel roulant

L'organisation du mainteneur MR permettra d'assurer une présence pendant tout le service commercial afin de pouvoir garantir une bonne réactivité pour le traitement des rames en panne et porter assistance à l'exploitant.

En règle générale, la maintenance préventive du matériel est privilégiée en journée.

Des équipes de nuit pourront être prévues si la charge de maintenance préventive le justifie, en particulier pour réduire le taux de réserve de maintenance du matériel roulant.

Les effectifs de maintenance évolueront avec les mises en service successives des différents tronçons de la ligne 16 puis de la ligne 17.

Les opérations de maintenance de niveaux 4 & 5 de la norme (révisions partielles ou générales et renouvellement d'équipements) seront réalisées à l'extérieur du site, car elles nécessitent des moyens logistiques lourds et des compétences spécifiques complémentaires.

Le SMR disposera des moyens nécessaires à la bonne réalisation des opérations de maintenance de niveau 1 à 3, y compris pour le reprofilage des roues et l'échange des bogies, avec un tour et des colonnes de levage. De même les équipements industriels de maintenance tels que les ponts roulants ou la machine à laver seront mis à disposition du mainteneur du matériel roulant.

L'indisponibilité d'un équipement industriel lourd d'un SMR pourra être suppléée par un autre SMR pour les opérations programmées non reportables, moyennant accord de coopération entre les mainteneurs des lignes 15 et 16/17.

5.2.2.2. Parc de réserve et production kilométrique

Le plan de roulage individuel des trains sera adapté à la demande du mainteneur pour bien anticiper les différents pas de maintenance et notamment les révisions générales.

Le kilométrage moyen annuel des trains attendu est d'environ 250 000 km/an/rame pour la ligne 16/17 en situation cible.

La mise en service progressive des lignes par tronçons devrait permettre de lisser la charge de maintenance sur l'ensemble du parc.

Le parc de rame de réserve est pris par hypothèse à 10 % du parc global, soit 3 rames pour la mise en service du tronçon L16

(arrondi par excès pour tenir compte des défauts de jeunesse des trains) et 4 rames à terme pour l'ensemble des lignes 16/17.

L'opérateur de maintenance disposera en plus sur le SMR de rames remisées en heures creuses, sur lesquelles des opérations de maintenance préventives légères pourront être réalisées.

L'organisation, la planification et la performance de la maintenance du matériel roulant devront au final permettre d'assurer l'objectif quotidien de production kilométrique contractualisé par l'exploitant.

5.2.2.3. Site de Maintenance et de Remisage

La maintenance des rames voyageurs sera réalisée sur le SMR, ainsi que leur nettoyage intérieur et extérieur. Le cas échéant, le nettoyage des trains garés hors SMR la nuit sera réalisé en terminus.

Le nettoyage des trains sera sous la responsabilité de l'exploitant, responsable de la tenue des objectifs de qualité de service en termes de propreté.

Le déplacement des véhicules sur le SMR est réalisé en automatique sans conducteur pour les véhicules équipés en

système GOA4 (sauf voies de maintenance renforcée) et sous la responsabilité de l'exploitant jusqu'aux voies de passage vers les zones de maintenance courante ou de nettoyage renforcé. Le déplacement entre les voies de passage et ces zones, et à l'intérieur de ces zones, s'effectue également en automatique, à vitesse très basse (entre 3 et 6 km/h), sur autorisation d'un mainteneur s'assurant de l'absence d'obstacle ou de personnel sur la zone considérée (conduite automatique « coopérée »).

5.2.2.4. Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

Le titulaire de la maintenance du matériel roulant est doté ou se dotera d'une GMAO (Gestion de la maintenance assistée par ordinateur) pour pouvoir notamment :

- gérer et optimiser les moyens techniques et humains de la maintenance,
- préparer les interventions, leur planification et leurs coûts,

- suivre le stock de pièces de rechange,
- faire le lien avec la gestion de configuration,
- et suivre la fiabilité des différents organes des trains.

Le mainteneur renseignera la GMAO à partir des données des titulaires de contrat du MR et des équipements embarqués.

5.2.2.5. Système d'aide à la maintenance

L'opérateur de maintenance du matériel roulant disposera d'un SAM (Systèmes d'aide à la maintenance) permettant de localiser des pannes du MR et de ses éléments constitutifs. L'intégration, dans le matériel roulant, de systèmes intelligents capables de fournir des informations techniques sur l'état des matériels en temps réel devra permettre d'atteindre les objectifs suivants :

- Fournir au PCC des informations de synthèse sur l'état de n'importe quel matériel roulant pour anticiper son remplacement,

- Permettre à la maintenance (mainteneur, SAV) de comprendre l'environnement des pannes (contexte d'apparition), d'anticiper les besoins opérationnels, de déclencher les mises au point et d'affiner les modèles prédictifs de fiabilité et de maintenance.
- Réduire les tâches de maintenance et le soutien par l'intégration de moyens de surveillance (remplacement de tâches de maintenance de niveau 1 par des autotests par exemple).
- Réduire les temps d'indisponibilité et de pannes de trains en ligne.

5.3. Exploitation et maintenance de la ligne 14 Nord

Les éléments présentés dans le présent paragraphe sont susceptibles d'évolution dans le cadre de la finalisation des études d'avant-projet systèmes ligne 14 actuellement en cours.

5.3.1. Présentation de la Ligne 14 Olympiades / Saint-Denis-Pleyel

- Longueur des Interstations

Inter stations	Station départ	Station arrivée	L en mètres	
Saint-Denis Pleyel	Mairie de Saint-Ouen	T	C	1 063
Mairie de Saint-Ouen	Clichy St Ouen RER	C	C	1 365
Clichy Saint-Ouen RER	Porte de Clichy	C	C	1 574
Porte de Clichy	Pont Cardinet	C	S	685
Pont Cardinet	Saint-Lazare	S	C	1 987
Saint-Lazare	Madeleine	C	C	760
Madeleine	Pyramides	C	C	794
Pyramides	Châtelet	C	C	1 096
Châtelet	Gare de Lyon	C	C	2 784
Gare de Lyon	Bercy	C	C	622
Bercy	Cour Saint Emilion	C	S	984
Cour Saint-Emilion	Bibliothèque FM	S	C	816
BFM	Olympiades	C	S	766

T = Terminus, C = Correspondance, S = Simple

5.3.2. Longueur des arrières gare et des voies de raccordement

Arrière gare	L en mètres	
Saint-Denis Pleyel	Cul de sac	1150

Voie de Raccordement	L en mètres
Au SMR des Docks	532
L14/L6	320

- Plan de Voies Principales

Plan de Voie Principales : 29 positions de remisage dont 14 utilisées à fin de service

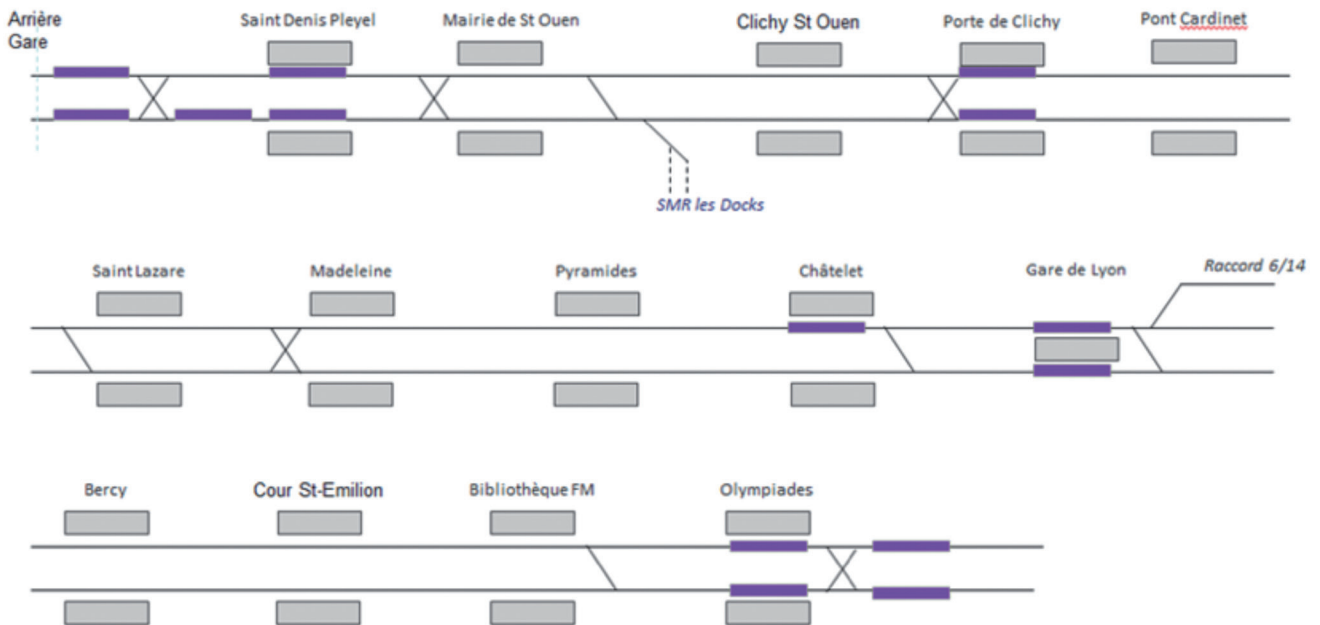


Figure 5 – Plan de voies principales

- Plan de Voies secondaires et SMR

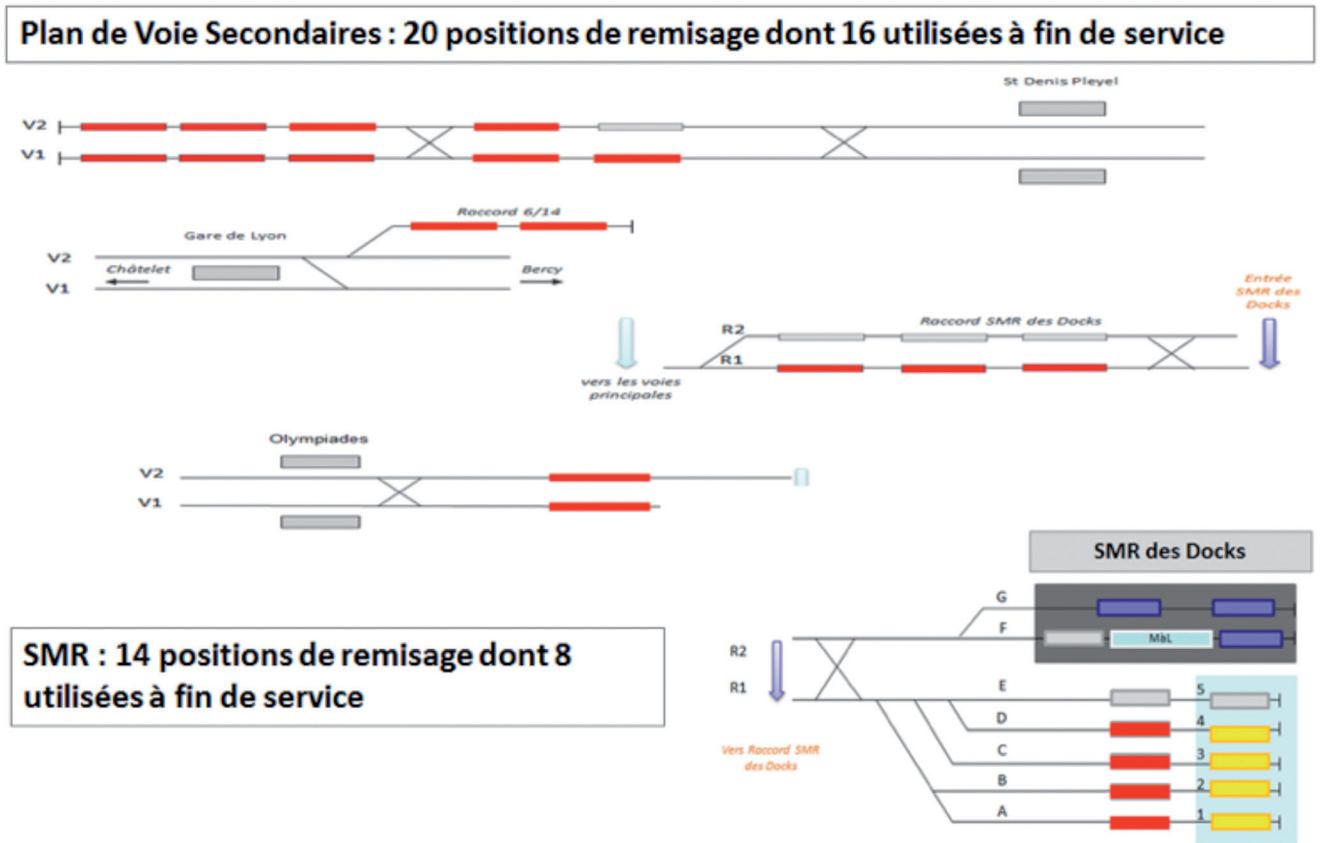


Figure 6 – Plan de voies secondaires et SMR

- Marche Type Pratique

Temps de stationnement	723
Temps de retournement hors temps stationnement en terminus	312
Longueur de la ligne (en mètres)	15 296
Durée d'une course Marche Type Théorique V1 (en secondes)	1 076
Vitesse commerciale V1 (en km/heure)	39,7
Durée d'une course Marche Type Théorique V2 (en secondes)	1 049
Vitesse commerciale V2 (en km/heure)	39,1
Durée du tour Marche Type Pratique	3 160

Tableau 7 – Données en marche type pratique

Le serpent de charge à l'horizon 2023 dans le cadre du prolongement à Saint-Denis Pleyel prévoit une charge max aux HPM d'environ 31 000 voyageurs (interstation Gare de Lyon – Châtelet vers Pleyel).

L'offre de 95 secondes aux HPM avec des MP14 permettant d'assurer une charge d'environ 35 300 voyageurs (en considérant la capacité minimale de 932 voyageurs inscrite au marché MP14) peut être maintenue.

Le programme et l'offre d'exploitation appliqués, sont définis de la manière suivante :

JO plein trafic :

- Heures creuses journée : 180 s
- Heure de pointe du matin : à définir en fonction de l'estimation de trafic (entre 95 s et 85s)
- Autres tranches horaires : identiques aux hypothèses L14 Mairie de Saint-Ouen.
- Remisage

Le tableau ci-après présente le principe de remisage avec un parc de 38 MP14 permettant de réaliser les 95s aux HPM à l'ouverture à Saint-Denis Pleyel.

Tranche Horaire	Heure Pointe Matin 7h30-9h30	Heure Pointe Soir 16h30-19h30	Heure Creuses 06h30-07h30	Heure Creuses journée 9h30-16h30	Heures Creuses 19h30-20h-30	Heures Creuses 05h30-06h30 20h30-01h15	Fin de service
Offre	95	100	180	180	180	240	0
Navettes en Circulation	34	32	18	18	18	14	0
Navettes garées	4	6	20	20	20	24	38
Saint-Denis Pleyel Arrière Gare	0	0	8	5	5	8	9
Atelier SMR des Dock	3	4	4	4	4	4	4
SMR des Docks	0	1	1	4	4	4	4
Raccord SMR des Docks	0	0	3	3	3	3	3
Raccord L6/L14	0	0	2	2	2	2	2
Arrière Gare Olympiades	1	1	2	2	2	3	3
Terminus Saint-Denis	0	0	0	0	0	0	5
Terminus Olympiades	0	0	0	0	0	0	3
Ligne	0	0	0	0	0	0	5

Tableau 8 – Principe de remisage

Ainsi pour passer des Heures Creuses Matin aux Heures de Pointes du Matin, il est nécessaire de sortir 2 trains du SMR des Docks et 3 trains du raccord des Dock, soit 5 manœuvres de cisaillement, ce qui améliore (-3) la situation par rapport à Mairie de Saint-Ouen.

Ces données sont basées sur une exploitation de la ligne 14 après l'ouverture de la station Saint-Denis Pleyel et avant l'ouverture du prolongement de la ligne à Orly. Elles ne tiennent pas compte d'impact éventuel durant cette période de la réalisation de travaux concomitants liés au prolongement à Orly dont les études d'avant-projet sont actuellement en cours.

5.3.2. Impact sur l'exploitation du prolongement

Les travaux préparatoires à l'arrivée du tunnelier en provenance de Saint-Denis Pleyel engendrent la perte des 2 dernières positions de remisage en arrière gare de Mairie de Saint-Ouen à partir d'août 2019 pour une durée estimée aujourd'hui à environ 2 ans. L'objectif est, sous réserve de compatibilité des calendriers effectifs de réalisation des travaux, de restituer les positions de garage avant le début des travaux en arrière gare d'Olympiades nécessités par le projet de prolongement de la ligne 14 à Orly.

A ce stade des études, la perte des positions de garage peut se traduire par une augmentation du cisaillement en sortie des Docks de Saint-Ouen et/ou une suroffre durant les heures creuses.

L'impact précis de la neutralisation de ces places de garage reste à analyser et consolider dans le cadre des études d'avant-projet actuellement en cours dans le cadre du projet de prolongement à Orly de la ligne 14.

5.3.3. Mise en Service

En raison des contraintes d'essais et de qualification du Système de Transport, ainsi que celles liées à la constitution du dossier de sécurité, le déploiement de deux versions logicielles successives liées aux mises en service des prolongements à Pleyel et Orly

de la Ligne 14 devront être espacées d'au minimum 9 mois. Alternativement, une mise en service simultanée des deux prolongements (version logicielle unique) pourrait également être envisagée.

5.3.4. Exploitation de la ligne 14



Composé d'agents de maîtrise polyvalent, les acteurs du transport sont formés et qualifiés à l'exploitation d'une ligne en conduite automatique. Ils assurent, en alternance, la supervision de la fonction transport depuis le PCC (Pôle transport) et le management des équipes en ligne (Pôle station).

L'ensemble de ce personnel est managé par le responsable transport de la ligne, qui est le garant de la Sécurité Ferroviaire et le responsable du PCC et par le responsable du pôle station.

Le Superviseur Principal d'Exploitation (SPE) :

Agent de maîtrise polyvalente ayant déjà acquis une expérience en animation d'équipe et en exploitation ferroviaire dans ses fonctions antérieures, il gère l'ensemble des ressources placées sous sa responsabilité, pour développer un service commercial de qualité au plus près des voyageurs.

Pour l'exploitation de la Ligne prolongée à Orly-Pleyel, il y aura au PCC 2 SPE : Un chef de poste et un accesseur. Le chef de poste coordonne l'intervention de tous les acteurs de la ligne et, en cas de situation perturbée, pilote et est responsable de la résolution des incidents.

En tant que chef de poste il veille :

- Au respect de la sécurité ferroviaire,
- A la régularité et à la qualité du trafic ferroviaire,
- A la disponibilité des équipements qui contribuent au transport,
- A la gestion des anomalies aux installations fixes et au matériel roulant,

- Supervise la réalisation du programme d'exploitation et de maintenance commerciale.
- Lors d'incidents il veille :
 - A la résolution des incidents,
 - A l'application des procédures.

Il est directement responsable de :

- L'organisation du travail au sein du PCC,
- La production conformément au programme d'exploitation prévu,
- La gestion des incidents ferroviaires et de la rédaction du compte rendu correspondant,
- La gestion de l'énergie électrique de traction.

Lors de sa vacation en ligne, il est le manager de proximité des agents de station ; il les accompagne dans leurs activités quotidiennes :

- La maîtrise du territoire et au respect du code des transports,
- Participe aux enquêtes techniques et commerciales,
- L'animation commerciale et à l'information des voyageurs,
- Le maintien des connaissances du personnel et à l'animation des briefings/débriefings de début et de fin de service,
- Encadre une équipe d'itinérants (contrôle, sécurisation, assistance, information, ...),
- Anime les briefings/débriefings de prise et fin de service,

- Intervient sur les incidents et situations dégradées en station et du transport.

Le métier du Superviseur d'Exploitation (SE)

C'est un agent de maîtrise polyvalent (agent de maîtrise sur son premier poste) dont les activités alternent au PCC et en ligne.

Au PCC au poste transport (PCT), le rôle du SE consiste à assister le chef de poste (le SPE) à la régulation du trafic et à la résolution d'incident.

- Il est en charge de l'information voyageurs dans les trains au cours des incidents,

- Il gère les alarmes techniques issues du matériel roulant ou des équipements techniques, et gère les interventions en liaison avec les centres de maintenance,
- Il informe les voyageurs présents dans les trains et sur les quais des perturbations externes à la ligne.

Au PCC au poste « station » (PCS), le SE supervise les installations fixes des stations, gère les remontées des alarmes des équipements en station, assure le suivi des agents en station durant la durée du service voyageurs et est responsable de l'information voyageurs dans les stations

En ligne le SE est chargé des mêmes fonctions que le SPE en vacation en ligne.

5.3.5. Maintenance de la ligne 14

5.3.5.1. Maintenances des installations fixes

Les périmètres de responsabilité de ce pôle sont :

- la maintenance corrective,
- la maintenance préventive,
- les petits travaux,

Les différents domaines d'activités de la maintenance de la ligne 14 correspondent aux grands métiers du département M2E.

Le Superviseur de Maintenance des Installations Fixes (SMIF)

Au Poste « maintenance » (PCM) le SMIF est en charge de :

- organiser et de coordonner la maintenance de tous les équipements situés dans les stations de la ligne 14 en traitance ou sous traitance.

- superviser les installations fixes des stations,
- gérer les remontées des alarmes des équipements en station et assurer le suivi des agents de maintenance sur le terrain.

Au Poste « Centre d'Exploitation et de Maintenance » (CEM), le rôle du SMIF consiste à :

- manager au quotidien des équipes de maintenances des installations fixes.
- suivre la mise à jour et optimiser les opérations de la maintenance (corrective, préventive, travaux) d'une ou plusieurs familles d'équipement ou espaces de la ligne 14.
- participer et animer les briefings communs avec l'exploitation pour les domaines des installations fixes.

5.3.5.2. Maintenance des infrastructures du Transport

Globalement, les exigences de Soutien Logistique Intégré s'appliquent à tous les domaines de la maintenance des infrastructures du transport.

Les exigences ci-dessous résument les spécificités pour chaque métier qui concourent à la performance de la ligne.

- La Voie

Les solutions mises en œuvre privilégient la standardisation des matériels par rapport à l'existant Ligne 14 concernant le roulement pneu (traverses, attaches, rails fer et pistes métalliques), les appareils de dilatation, les joints isolants.

Les opérations de remplacement d'un élément de voie (de longueur 18 mètres : rail, piste et barre de guidage) devront être effectuées pendant la durée d'interruption de l'exploitation ou en 2 heures maximum.

Les besoins pour les interventions de maintenance sont :

- Permettre et faciliter le cheminement sur la plateforme des voies (cheminement de personnes)
- Drains ouverts en plateforme pour faciliter le nettoyage
- Prévoir un moyen de descendre les charges de la voirie jusqu'au quai avec des moyens existants (ascenseurs de charge), l'équipement des stations ne prévoyant pas de monte-charge spécifique pour la maintenance.
- Transformation et Distribution de l'Energie de Traction

Postes de Redressement :

- Les PR seront implantés pour être accessible depuis la voirie. ils seront compatibles pour livraison par remorque spécifique, les blocs de puissance doivent être mis sur rails de roulement

Partie HTA des Postes Eclairage Force ou Postes Force :

- La puissance des postes est limitée à 800 KVA

Equipements et systèmes Traction :

- Les équipements seront accessibles en exploitation (locaux en station...), dissociés des équipements tunnels et des zones accessibles au public. Les locaux spécifiques sont fermés.

Fournitures exigées du système de soutien

Les contraintes à prendre en compte pour les interventions de maintenance sont :

- Accessibilité 24h/7j des postes de redressement et postes éclairage/force à des camions pour remplacement d'équipement
- Prévoir les moyens de manutention nécessaires selon la configuration du site (voie de roulement, déplacement de charge...).

- La conduite du Transport

Situation des locaux techniques

Afin de faciliter la maintenance, les locaux techniques destinés à accueillir des équipements du SAET ne devront pas se situer sous tunnel.

Pour les équipements qui ne peuvent, pour des raisons techniques justifiées, être déportés en station, un aménagement adapté permettra d'accéder et de travailler en journée sur ces équipements, sans interrompre l'exploitation de la ligne.

Caractéristiques techniques des locaux techniques :

Les locaux techniques renfermant des équipements du SAET, qu'ils soient en station ou sur un site central, posséderont au moins les caractéristiques suivantes :

- Disposer d'une porte d'accès double vantaux d'au moins 1,20 mètre de large
- Disposer de climatisation/chauffage assurant une température maximale 25°C pour les locaux de signalisation ou de 35 °C pour les autres locaux, en toute saison
- Disposer d'un faux plancher permettant le passage des câbles
- Disposer d'un monte-charge ou ascenseur de charge (non exclusif à ce local) si le local n'est pas directement accessible depuis la voirie
- Disposer de passages vers la station et/ou la voie, afin de permettre le passage des câbles. Ce ou ces passages seront pourvus d'un système évitant l'introduction de poussière et débris dans le local technique
- Disposer d'un accès au réseau d'entreprise métier (exemple IRIS) via une prise RJ45 à proximité des équipements de GDI-CT
- Disposer d'une couverture radio TETRA
- Disposer, autant que possible, d'une couverture GSM.

Les façades de quai

Toutes les nouvelles stations disposeront d'un local afin d'y stocker les rechanges des façades de quai.

5.3.5.3. Maintenance du matériel roulant

- Nettoyage des Trains

La propreté des trains est assurée par deux types de nettoyage :

- Le lavage mécanisé assuré hebdomadairement par une machine à laver
- Le nettoyage manuel selon deux types :
 - Le nettoyage MEP « maintien en propreté renforcé » des trains,
 - Le nettoyage patrimonial NP

Le Lavage mécanisé : Passage en machine à laver

Il existe une machine à laver implantée sur la voie F du SMR des Docks.

Pour un parc de 38 trains, le nombre de trains à laver par jour est au minimum de 6 avec un maximum de 8.

Le passage à la machine à laver est inclus dans les tableaux d'exploitation des trains. Il est impératif en l'absence de conducteur, que la navette puisse passer en machine sous le seul contrôle du PCT. Les trains MP14 sont dotés d'une ventilation réfrigérée sans ouvrants. Leur passage dans la machine à laver ne nécessite donc pas de personnel sur place pour vérifier la fermeture de ces ouvrants.

Le nettoyage MEP « maintien en propreté renforcé » des trains

Le personnel de nettoyage ne peut plus circuler sur les voies ou être en zone isolée d'arrière gare pendant les heures d'exploitation, en dehors des trains. Le nettoyage doit donc se faire embarqué à bord des trains, hors présence voyageur, mais pendant le service voyageur.

Le pôle technique MTS avec la collaboration de MOP/PL14 a réfléchi à une organisation pour assurer ce nettoyage manuel. Elle consiste à effectuer du Maintien En Propreté (MEP) pendant le retournement des trains au terminus de Saint-Denis Pleyel, sans interférence sur la grille horaire. Cette activité est assurée pendant 2 h à raison de deux fois par jour, pendant l'heure de pointe du matin et du soir.

Le nettoyage NP : « nettoyage patrimonial »

Il inclut :

- Grand nettoyage intérieur des trains,
- Dégraissage des trains,
- Complément de grand nettoyage extérieur.

3 positions sur les voies F et G dans le SMR des Docks sont dédiées à ces opérations.

Pour être en mesure d'effectuer le nettoyage patrimonial tous les 14 jours calendaires sur la base d'un temps d'ouverture des aires de nettoyage de 300 jours par an (6 jours par semaine) pour un parc de 38 trains, il faut le réaliser sur 3 trains par jour. Les grands nettoyages peuvent être réalisés pendant les heures d'ouverture de la ligne, si le temps d'immobilisation minimum de 6 heures est possible.

La RATP fait appel à des entreprises externes pour faire le nettoyage manuel. L'accès à l'ensemble des équipements de propreté est libre au personnel de nettoyage pendant les plages horaires de nettoyage.

Des locaux sociaux et d'accompagnement seront mis à disposition des prestataires externes

Le nettoyage manuel est également assuré ponctuellement pour des opérations de dégraissage.

- Maintenance du Matériel Roulant

Le site « des Docks » accueillera l'ensemble des activités de maintenance courantes et renforcées des trains réalisées de la ligne 14.

Le site sera ouvert 24h sur 24, 7 jours sur 7. En période normale, l'atelier fonctionnera en 2 services.

Cependant, afin de répondre à des évolutions de l'offre de transports qui conduiraient à des évolutions d'organisation, l'atelier sera conçu pour fonctionner en trois services.

La circulation des trains (hors hall de maintenance) sera commandée depuis le Poste de Commandement Centralisé (PCC) situé à Bercy. Le SMR sera conforme à la norme ISO 14001. Les flux logistiques nécessaires au fonctionnement aux ateliers sont assurés par voie routière.

La maintenance des trains de la ligne 14 entraîne des échanges entre la ligne et les sites de Maintenance et de Remisage.

Ces échanges entraînent des garages et des dégarages quasi en continu au long de la journée. La gestion de ces échanges est importante pour optimiser les moyens de production du site de maintenance.

Les échanges de trains sont liés soit:

- à la maintenance préventive, ce sont des activités en fonction des parcours et elles sont programmées (maintenance courante, dépose d'organes pour maintenance patrimoniale comme les bogies). Les échanges liés à cette activité peuvent donc être réalisés en période hors pointe afin de ne pas perturber l'exploitation.
- soit aux contrôles périodiques, hebdomadaires, réalisés dans le cadre d'une exploitation en automatique pour avoir un contrôle visuel succinct de l'état du train.
- aux activités correctives (suites aux défaillances) et aux actions liées au vandalisme.

Pour un parc de 38 trains de 8 voitures et un parcours par an et par train équivalent à celui actuel, le nombre d'échanges quotidiens estimé :

- Pour maintenance préventive (hors nettoyage) est de l'ordre de 2 (dans une fourchette de 2 à 3) par jour hors période de pointe,
- Pour les contrôles périodiques «train automatique» est de l'ordre de 6 (dans une fourchette de 6 à 7) par jour hors période de pointe,
- Pour le correctif en prenant 20% de vandalisme supplémentaire par rapport à la situation actuelle est de l'ordre de 6 (dans une fourchette de 6 à 7) par jour. Une de ces avaries se produit statistiquement à l'heure de pointe.

Les phases transitoires durant lesquelles s'effectueront les essais du SAET pour les mises en service, auront un taux d'échange plus élevé.

Glossaire

AE	Acte d'Engagement
AO	Autorité Organisatrice / Appel d'Offre
APUR	Atelier Parisien d'Urbanisme
AVP	Avant-Projet
AMO	Assistant à Maîtrise d'Ouvrage
AMOG	Assistance à Maîtrise d'Ouvrage Générale
ASC	Ascenseur
BHNS	Bus à Haut Niveau de Service
BSPP	Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris
BTP	Bâtiment et Travaux Publics
CDT	Contrat de Développement Territorial
CNDP	Commission Nationale du Débat Publique
CTCSC	Comité Technique Consultatif Sécurité Civile du Grand Paris
CCDSA	Commissions Consultatives Départementales de Sécurité et d'Accessibilité
DEUP	Dossier d'Enquête préalable à la déclaration d'Utilité Publique
DOI	Dossier d'Opération d'Investissement
DCE	Dossier de Consultation des Entreprises
DRIEA	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
DEA	Département Eau et Assainissement
EGT	Exhaust Gas Temperature
EP	Équipements de Protection
EM	Escaliers mécaniques
EF	Escaliers fixes
ETFE	Ethylene tetrafluoroethylene
ERP	Etablissement Recevant du Public
GA	Gare Accessible au public
GC	Génie Civil
GED	Gestion Électronique des Documents
GPE	Grand Paris Express
HP	Heure de pointe
HPM	Homme par minute
HPH	Heures de pointe du matin
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
IGSI	Inspections Générales de Sécurité Incendie
ITC	Interruption temporaire de circulation
L	Ligne
LBG	Gare Le Bourget
LVP	Limitation de vitesse permanente
M	Minute
MOA	Maîtrise d'ouvrage ou Maître d'ouvrage
MOE	Maîtrise d'œuvre ou Maître d'œuvre
NGF	Nivellement Général de la France

NGP	Nouvelle Gestion Publique
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
OPC	Ordonnancement, Pilotage et Coordination
OIN	Opération d'Intérêt National
PCC	Poste de Commande et de contrôle Centralisé
PASO	Passage souterrain
PPM	Période de pointe du matin
PPS	Période de pointe du soir
PRO	Etudes de Projet (Phase des Etudes)
QSE	Qualité-Sécurité-Environnement
RATP	Régie Autonome des Transports Parisiens
RATP-GI	Régie Autonome des Transports Parisiens - Gestionnaire d'Infrastructure
RER	Réseau Express Régional
RFF	Réseau Ferré de France
RFN	Réseaux Ferrés Nationaux
RTPGP	Réseau de Transports Publics du Grand Paris
SDRIF	Schéma Directeur de la Région Ile-de-France
SDIS	Services Interministériels de Défense et de Protection Civile
SOE	Second Œuvre
SOA	Second Œuvre Architectural
SGP	Société du Grand Paris
SIV	Système d'aide à l'exploitation d'Informations Voyageurs
SIDPC	Services Interministériels de Défense et de Protection Civile
SMI	Site de Maintenance Infrastructure
SMR	Site de Maintenance et de Remisage
SNCF	Société Nationale des Chemins de fer Français
STIF	Syndicat des transports d'Île-de-France
T	Tramway
TER	Train Express Régional
TCSP	Transport Collectif en Site propre
LVP	Limitation de vitesse permanente
TLN	Tangentielle Légère Nord
SMQSE	Système de management de la Qualité Sécurité Environnement
SDQSE	Schéma directeur qualité sécurité environnement
PAQSE	Plan Assurance Qualité Sécurité Environnement
GOE	Gros œuvre étendu
RATP	Régie Autonome des Transports Parisiens
PMR	Personne à mobilité réduite
RDC	Rez-de-chaussée
RN	Route Nationale
SSI	Système de sécurité incendie
WE	Week-end
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté

Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société du Grand Paris est interdite.