

GRAND PARIS EXPRESS LIGNE 15 SUD

AVANT – PROJET DU MAITRE D'OUVRAGE

Livret 4 sur 5 : Chapitres 4.2 à 5.2.2

CONFIDENTIALITÉ **C1** 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.

Suivi du document

DATE ÉMISSION	VERSION	REDACTION	VERIFICATION	VALIDATION / APPROBATION
22/04/2015	V1	Artemis	Direction du programme	Directoire
16/11/2015	V2	Artemis – Actualisation prenant en compte les réserves et demandes du STIF	Direction du programme	Directoire

Références

Code GED : DPO_02_AVB_ADM_00438_01

Nom du fichier : 150422 AVP MOA L15S CH 4_2 à 5_2_2_Livret 4

15SU	00000	TTT	GEN	DPO	02	AVB	ADM	00438	01	01
SECTEUR	OBJET	NIVEAU	SPÉCIALITÉ	ÉMETTEUR	DISCIPLINE	PHASE	TYPE DOC	N° INCRÉMENTATION GED	INDICE GED	IND. INTERNE ÉMETTEUR

SOMMAIRE

4. Description du Projet

4.2. Ouvrages souterrains et ouvrages annexes	4
4.2.1. Référentiel de conception des ouvrages.....	4
4.2.2. Ouvrages souterrains et spéciaux.....	8
4.2.3. Ouvrages annexes.....	35
4.3. Sites de maintenance	43
4.3.1. SMI	43
4.3.2. SMR	53
4.4. Systèmes.....	68
4.4.1. Matériel Roulant à destination des voyageurs.....	68
4.4.2. Automatismes de conduite des trains.....	71
4.4.3. Alimentation et distribution électrique.....	73
4.4.4. Voie et appareils de voie	79
4.4.5. Equipements nécessaires à l'exploitation	86
4.4.6. Dossier de sécurité	106
4.4.7. Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité (FMD).....	108
4.5. Travaux d'interconnexions sous maîtrise d'ouvrage des opérateurs RATP et SNCF.....	109
4.5.1. Description du projet d'interconnexions RATP	109
4.5.2. Interconnexions avec le réseau ferré national (correspondance et adaptations des réseaux existants).....	147

5. Exploitation et Maintenance 169

5.1. Exploitation.....	169
5.1.1. Exploitation en ligne	169
5.1.2. Exploitation en gare.....	172
5.2. Maintenance.....	174
5.2.1. Maintenances des installations fixes.....	175
5.2.2. Maintenance du matériel roulant	178

4.2. OUVRAGES SOUTERRAINS ET OUVRAGES ANNEXES

4.2.1. Référentiel de conception des ouvrages

4.2.1.1 Programme Fonctionnel

Le référentiel de conception des ouvrages se fonde sur le Programme fonctionnel des systèmes de la ligne rouge, Version 0.6 du 30 juillet 2013 qui conditionne le dimensionnement des gares, du tunnel, et des OA.

Ce Programme fonctionnel des systèmes est enrichi et précisé par un référentiel technique système issu de l'AVP, intégrant notamment :

- Un **Dossier d'Analyse Fonctionnelle**, spécifiant les contraintes de tracé. Les éventuels écarts par rapport à ces exigences sont traités par des demandes de dérogation ou de modification de programme, prises en compte et évaluées, puis validées ou non par SGP.
- Un **Schéma des Infrastructures ferroviaires**, présentant les hypothèses d'études relatives au Schéma des Infrastructures Ferroviaires (SIF) de la ligne Rouge du Grand Paris Express. Ce schéma fait notamment apparaître les Gares, Accès SMR, Accès SMI, Appareils de voie, Vitesses de circulation.
- Des **Fiches de Locaux Techniques**, spécifiant les fonctionnalités et caractéristiques techniques à intégrer dans les gares et les ouvrages : caractéristiques nécessaires d'un local pour répondre à une fonction spécifique (surface, volume, hauteur sous plafond, taille et nombre d'accès, climatisation...).
- Un dossier coupe tunnel, présentant les différents gabarits envisagés (coupe tunnel présentée par ailleurs dans le présent document).

Sur la base des évaluations infra et systèmes en cours d'AVP, de décisions partagées lors des comités tripartite entre la SGP, le STIF et la RATP-GI ou lors de comités techniques d'exploitation, des échanges lors des comités techniques de sécurité civile, la Société du Grand Paris a procédé à des arbitrages sur les décisions de conception nécessaires à la production des études infra et systèmes cohérentes, et, le cas échéant, permettant d'optimiser le coût de possession. A titre d'exemple, la décision du maître d'ouvrage d'équiper les ouvrages de ventilation tunnel de by-pass moyennant un investissement conséquent permettra d'améliorer la durée de vie des ventilateurs, de diminuer les coûts de maintenance et de consommation d'énergie et de réduire les nuisances aux riverains.

4.2.1.2 Conception du tracé

Ce chapitre résume l'ensemble des paramètres qui régissent le tracé du tunnel vu sous l'angle « systèmes ». Les paramètres principaux concernent l'exploitabilité et la maintenabilité de la ligne 15, la performance et le confort de la ligne 15, la sécurité du système ainsi que sa disponibilité.

En matière de sécurité, les tunnels seront conçus conformément à l'arrêté du 22 novembre 2005 (ventilation, cheminement, éclairage, énergie, colonne sèche...) et le matériel roulant sera conçu conformément à la norme EN 45 545.

4.2.1.2.1 Matériel roulant

Les principales caractéristiques du matériel roulant prévu dans le cadre de la Ligne Rouge du Grand Paris sont récapitulées dans le tableau suivant :

Caractéristiques principales	
Roulement	Fer
Conduite	Automatique
Vitesse maximum	110 km/h
Vitesse de circulation (voie principale VP)	60 km/h
Vitesse de circulation (voie de manœuvre VM)	50 km/h
Vitesse de circulation (voie secondaire VS)	30 km/h
Accélération et décélération de service	1,1 m/s ²
Longueur des trains (courts/longs)	54 / 108 m
Longueur des voitures	18 m
Largeur des voitures	2,80 m

Figure 1 : Tableau : Principales caractéristiques du matériel roulant

4.2.1.2.2 Contraintes sur le tracé

4.2.1.2.2.1 Paramètres de confort

Les principales caractéristiques vis-à-vis du confort des voyageurs pour la conception du tracé sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

	Valeur nominale	Valeur exceptionnelle
Accélération transversale non compensée maximale	0,883 m/s ²	non admise
Insuffisance de devers I maximale	135 mm	Non admise
Dévers maximum (en mm) d	160 mm	Non admise
Variation du devers maximale en fonction du temps	50 mm/s	60 mm/s
Pente de raccordement maximale p	180/V limité à 2,25 mm/m	216/V limité à 3 mm/m
Jerk maximal	0,4 m/s ³	0,5 m/s ³
Variation maximale de l'insuffisance de devers en fonction du temps	Inf. ou égal 60 mm/s	Inf. ou égal 75 mm/s
Accélération verticale maximale	0,20 m/s ²	0,40 m/s ²

Figure 2 : Tableau- Principales caractéristiques vis-à-vis du confort des voyageurs pour la conception du tracé

4.2.1.2.2.2 Tracé en plan

Les critères géométriques à prendre en compte pour le tracé en plan sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

	Valeur nominale	Valeur exceptionnelle
Rayon minimal en VP	600 m	300
Rayon minimal en VM	350 m	150
Rayon minimal pour les autres voies	150 m	Non admis
Voies en gare	En alignement	Non admis
Zone d'alignement de chaque côté de la gare	20 m	18 m
Longueur minimale développement courbe rayon constant (VP, VM)	20 m	Non admis
Longueur minimale clothoïde (VP, VM)	20 m	Non admis
Longueur minimale alignement entre courbe et contre courbe (VP, VM)	50 m	20 m
Longueur minimale entre fin de courbe et pointe d'aiguille appareil de voie (VP, VM)	20 m	20 m

Figure 3 : Tableau – critères géométriques à prendre en compte pour le tracé en plan

4.2.1.2.2.3 Profil en long

Les critères géométriques à prendre en compte pour le profil en long sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

	Valeur nominale	Valeur exceptionnelle
Pente maximale en alignement droit	40/1000	50/1000
Pente maximale avec courbe en plan, R en m	40/1000 – 800/R	50/1000 – 800/R
Rayon raccord déclivité en m (VP, VM) R Sup. ou égal $V^2/12,96Y$	5600 m	2500 m
Rayon raccord déclivité en m (VS, VA)	1000 m	Non admis
Pente maximale en gare	0	2/1000
Pente maximale en VM et VS (hors voie de garage)	30/1000	Non admis
Pente maximale en voie de garage	10/1000	30/1000
Zone en palier ou pente constante minimale de chaque côté de la gare (pour tunnelier)	25 m	à étudier

Figure 4 : Tableau- Critères géométriques à prendre en compte pour le profil en long

4.2.1.3 Caractéristiques des tunnels au tunnelier

Le tunnel principal est excavé pratiquement en totalité au tunnelier ; le tunnel est de type monotube à deux voies. Le diamètre intérieur de la section courante du tunnel est défini par les contraintes issues pour l'essentiel des systèmes et donc fourni par le MOE Systèmes.

La valeur d'entraxe retenue est de 3,50 m en ligne et de 3,62 m au droit d'une communication croisée.

- En prenant en compte l'épaisseur des voussoirs (2 x 40 cm), la tolérance de guidage (2 x 10 cm) et la surcoupe pour le bourrage de mortier entre les voussoirs et le terrain (2 x 15 cm) les diamètres excavés sont les suivants :
- Φ_{int} égal 8.50 m (hors tolérance de guidage)

- Φ_{ext} égal 9,50 m
- $\Phi_{excavé}$ égal 9,80 m

Le béton de remplissage pourra faire partie du périmètre de la MOE des infrastructures. Les données d'entrée à prendre en compte dans le béton de remplissage sont les suivantes :

- le drainage $\Phi 250$ et regard tous les 50 m ;
- le maillage drainant des courants vagabonds ;
- 2 multitubulaires de 3 fourreaux $\Phi 200$ pour câbles HTA ;
- 2 multitubulaires de 6 fourreaux $\Phi 90$ pour câbles RMS ;
- les traversées de fourreaux $\Phi 100$ (traction, signalisation ...).

Nota bene : les positions exactes des équipements sont indiquées au 4.4.4.8.

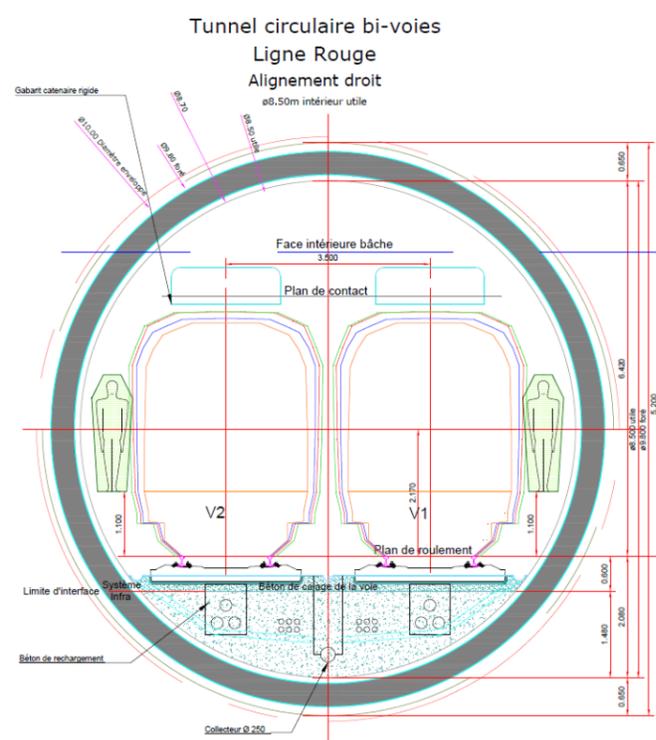


Figure 5 : Coupe tunnel monotube bivoies

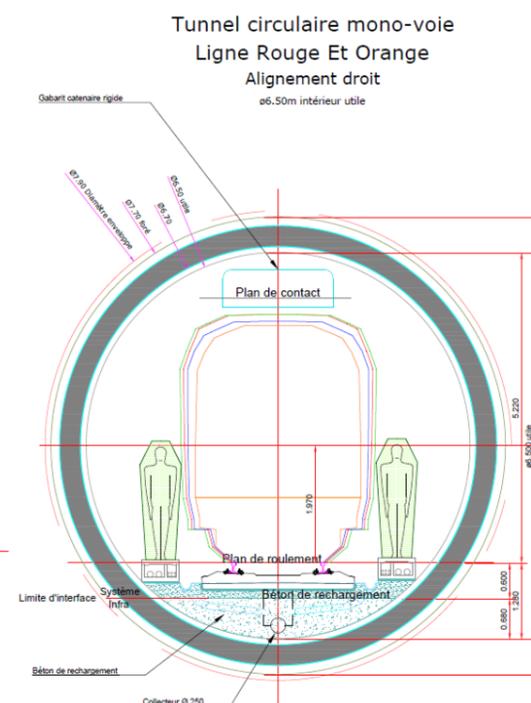


Figure 6 : Coupe tunnel monotube à voie unique (accès au site de maintenance de Vitry)

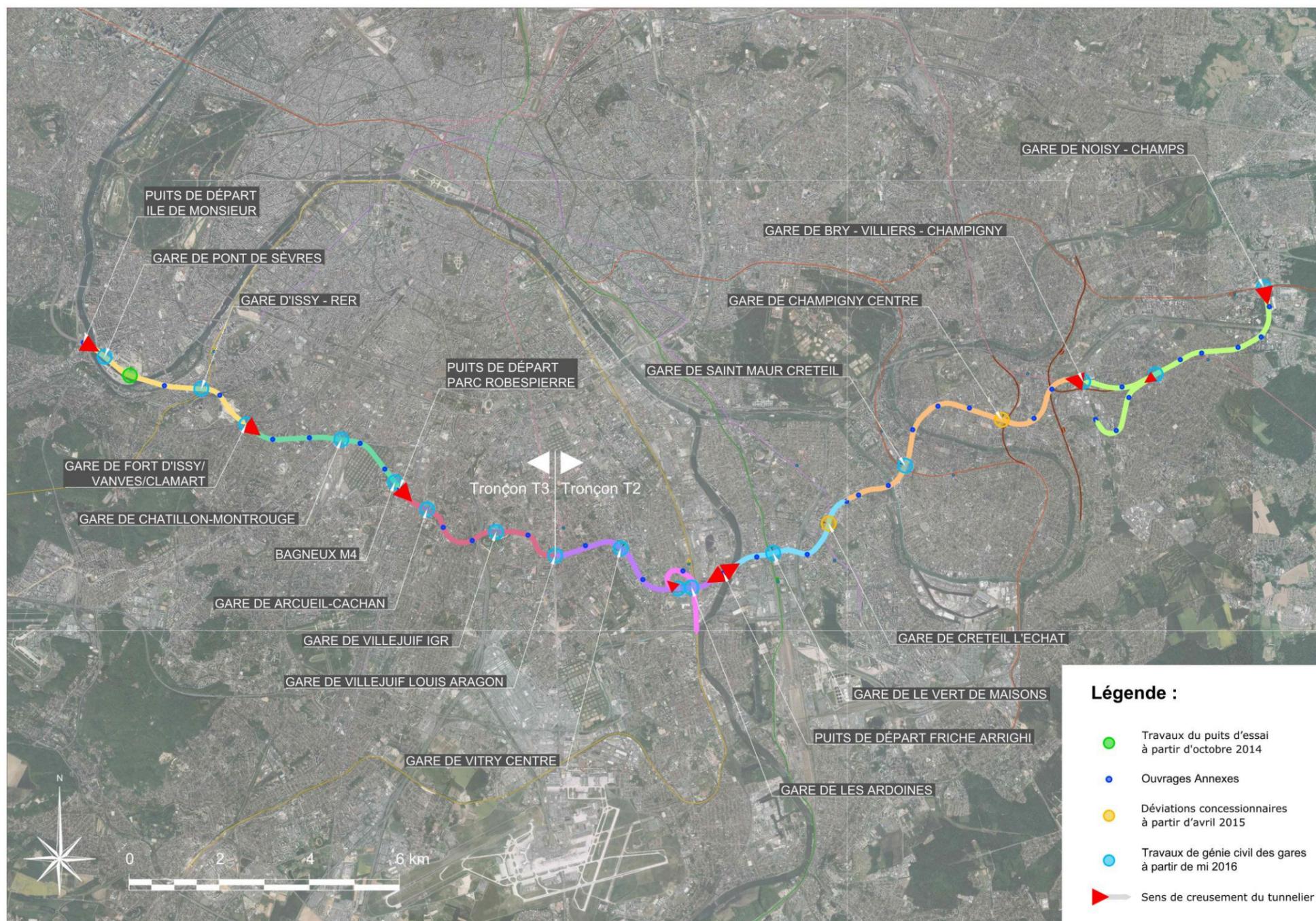


Figure 7 : Cinématique des tunneliers de la ligne 15 SUD

4.2.2. Ouvrages souterrains et spéciaux

Intergares	Longueur (m)
Noisy-Champs	Bry-Villiers-Champigny 5217
Bry-Villiers-Champigny	Champigny-Centre 2219
Champigny-Centre	Saint Maur Créteil 3008
Saint Maur Créteil	Créteil l'Échat 2148
Créteil l'Échat	Vert-de-Maisons 1519
Vert de Maisons	Ardoines 1895
Ardoines	Vitry centre 1909
Vitry centre	Villejuif Louis Aragon 1432
Villejuif Louis Aragon	Villejuif IGR 1562
Villejuif IGR	Arcueil-Cachan 1948
Arcueil-Cachan	Bagneux 946
Bagneux	Châtillon-Montrouge 1595
Châtillon-Montrouge	Fort d'Issy-Vanves-Clamart 2214
Fort d'Issy-Vanves-Clamart	Issy RER 1337
Issy RER	Pont de Sèvres 2323
Pont de Sèvres	Puits Ile de Monsieur 574

Figure 8 : Distances intergares sur la ligne Sud

4.2.2.1 De Noisy-Champs à Villejuif – Louis Aragon

4.2.2.1.1 Description générale

De Noisy-Champs à Villejuif – Louis Aragon, le projet comprend 20 km de tunnel reliant sept gares situées dans le Val-de-Marne et une gare entre la Seine-Saint-Denis (Noisy-le-Grand) et la Seine-et-Marne (Champs-sur-Marne). Le projet intègre également

- 26 ouvrages annexes pour assurer la ventilation et la sécurité, et/ou assurant des fonctions spécifiques dont l'ouvrage de raccordement avec la ligne 15 Est à Champigny (ouvrage d'entonnement),
- le site de maintenance et de remisage (SMR) et son tunnel de raccordement (2,2 km),
- le site de maintenance des infrastructures (SMI) et son tunnel de raccordement (1,2 km),
- le terminus de la ligne 15 Sud à Noisy-Champs.

Le projet comprend également la réalisation de la gare de la ligne 15 Est à Champigny centre et le terminus de la ligne 16 à Noisy-Champs.

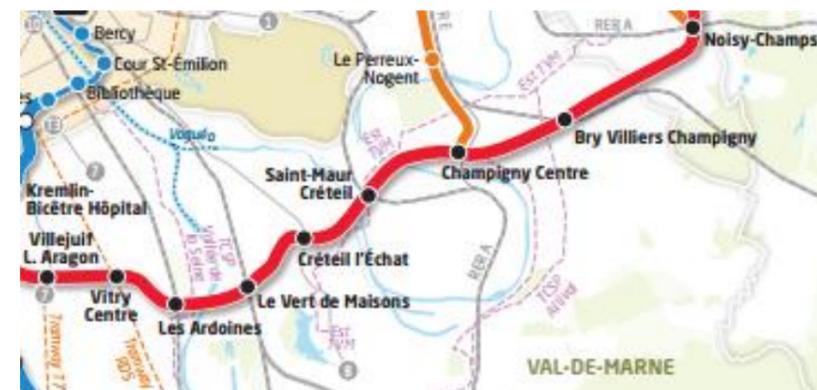


Figure 9 : Plan schématique de Noisy-Champs à Villejuif Louis Aragon2

4.2.2.1.2 Contexte géologique et hydrogéologique

La figure sur la page suivante localise le tracé du tunnel sur les extraits des cartes géologiques de la région parisienne.

La succession stratigraphique rencontrée au droit du projet comprend les formations du Quaternaire et les couches sédimentaires du Tertiaire, du Calcaire de Brie (Sannoisien) à la Craie du Campanien.

Le bassin sédimentaire parisien se présente comme un entablement régulier de couches d'épaisseur et de nature variées n'ayant pas été affectées par des mouvements tectoniques intenses. Le projet se situe cependant à proximité de l'anticlinal de Meudon de la gare de Noisy-Champs à Saint-Maur-Créteil puis au sud de celui-ci jusqu'à la fin du tracé. L'axe de l'anticlinal de Meudon est orienté Ouest Est (à WSW-ENE localement) sur cette section et marque l'ensemble des couches géologiques.

Les formations géologiques perméables constituent des réservoirs aquifères, sièges des nappes principales suivantes :

- la nappe des alluvions de la Marne et de la Seine,
- la nappe de l'Oligocène contenue dans la formation du Calcaire de Brie,
- la nappe de l'Eocène supérieur contenue à l'est de la Marne dans les Marnes de Pantin, le Calcaire de Champigny, le Calcaire de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp, et à l'ouest dans les Marnes de Pantin, les Masses et Marnes du Gypse, le Calcaire de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp uniquement,
- la nappe de l'Eocène moyen et inférieur contenue dans les formations du Lutétien et les Sables de l'Yprésien,
- la nappe de la Craie.

Les types de terrains traversés sont nombreux (une vingtaine), très variés, tant sur le plan de la succession stratigraphique que sur celui des variations de faciès.

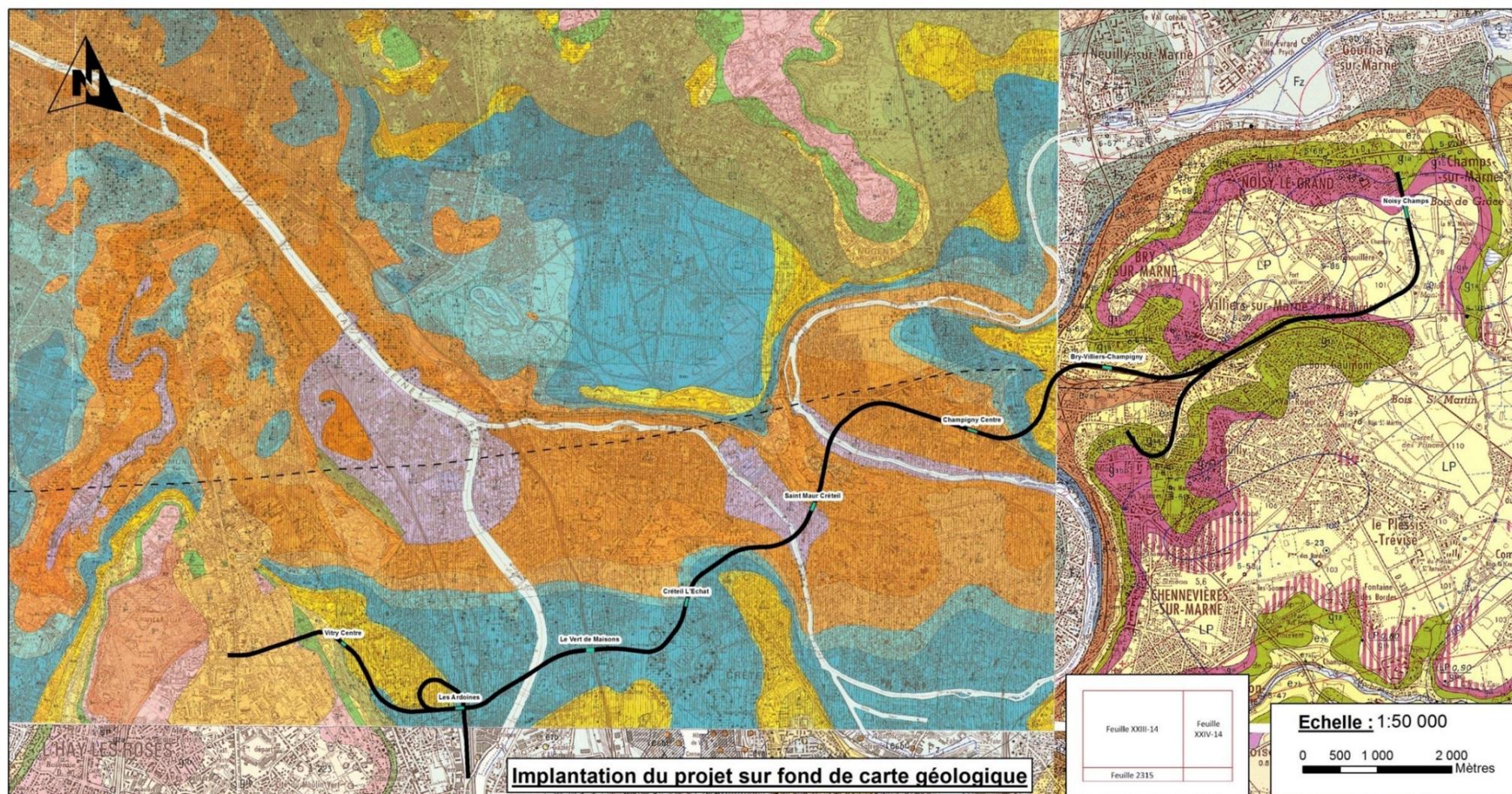
4.2.2.1.3 Profil en long entre Noisy-Champs et Villejuif LA

Les gares entre Noisy-Champs et Villejuif-Louis Aragon ont respectivement les profondeurs suivantes (profondeurs des rails par rapport au TN) :

Gare	Profondeur (m)
Noisy-Champs	22
Bry-Villiers-Champigny	24
Champigny Centre	22
Saint-Maur Créteil	53
Créteil l'Echat	22
Vert de Maisons	38
Les Ardoines	30
Vitry Centre	26

D'une façon générale, le profil en long du tunnel en inter-gare adopte un profil en chaînette, de façon à optimiser les consommations énergétiques du système de transport. Chaque inter-gare comprend idéalement un point bas qui se situe au droit ou à proximité immédiate d'un ouvrage annexe assurant la fonction d'accès des secours et d'ouvrage d'épuisement, et si nécessaire de ventilation. Ce principe a cependant été lissé par endroits.

La couverture du tunnel varie entre 12 m et 50 m.



Légende

Projet

- Gare
- Tracé du projet

Structure géologique

- - Anticlinal

Carte géologique au 1/50000
Feuille 2315 - CORBEIL ESSONNES

- Fz Alluvions récentes

Carte géologique au 1/50000
Feuille XXIV-14 - LAGNY

- LP Limons des plateaux
1 - Epaisseur supérieure à 1m50
2 - Epaisseur égale ou inférieure à 1m50 avec indication du substratum
- Fz Alluvions actuelles ou subactuelles
- Fy Alluvions anciennes
Basse terrasse : 10-15m
- g^{1a} Stampien inférieur "Sannoisien"
Formation de Brie (Argile, meulière et calcaire)
- g^{1b} Stampien inférieur "Sannoisien"
Marnes blanches de Pantin
Marnes bleues d'Argenteuil

Carte géologique au 1/25000
Feuille XXIII-14 - Paris

- LP Limons des plateaux et basses sur substrat déterminé
- EC Formations de versant, éboulis et colluvions
EC - Formations de versant et alluvions sur substrat déterminé
- F Alluvions quaternaires non différenciées (0 à 15 mètres)
- g^{1a} Stampien supérieur
Sables de Fontainebleau (80 mètres à Meudon)
- g^{1b} Stampien inférieur
Marnes à Hulstres (3 mètres à Montmartre)
- g^{1c} Sannoisien supérieur
Calcaire de Brie et de Sannois (5 mètres à Belleville)

- g^{2a} Sannoisien inférieur
Argile verte (6 à 8 mètres à Montmartre)
- l¹ Lutien supérieur
Marnes supragypseuses (11 à 16 mètres à Montmartre)
- l² Lutien moyen
Marnes et marnes du Gypse (ou Calcaire de Champigny)
- 1^{ère} Masse du Gypse (14 à 19 mètres à Montmartre)
- Marnes à fers de lance (4 à 7 mètres à Montmartre)
- 2^{ème} Masse du Gypse (4 à 6 mètres à Montmartre)
- Marnes à Lucines (2 à 5 mètres à Montmartre)
- 3^{ème} Masse du Gypse (2 à 3 mètres à Montmartre)
- l³ Lutien inférieur et Lutien inférieur indifférencié
Lutien : Marnes à Pholadomyces (1 mètre à Montmartre)
Marinien : - 4^{ème} Masse du Gypse (1 mètre à Montmartre)
- Calcaire de Noisy-le-Sec (1,5 mètre à la Goutte d'Or)

- m¹ Marinien supérieur
Sables de Monceau (3 mètres à la Plaine Monceau)
- m² Marinien inférieur
Calcaire de Saint-Ouen et Calcaire de Ducy (12 mètres à la V...)
- m³ Auxerrien
Sables de Beauchamp (11 mètres à l'Étoile)
- l⁴ Lutien supérieur
Marnes et calcaires (14 mètres à Denfert-Rochereau)
- l⁵ Lutien inférieur et moyen
Calcaire grossier (18 mètres à Denfert-Rochereau)

- Yvonandien
Sables et argiles
m⁴ - Sables de Cuis et Sables supérieurs (11 mètres à la Bibliothèque nationale)
m⁵ - Fausses glaises (7 mètres à Auteuil) et Sables d'Auteuil (2 mètres à Auteuil)
m⁶ - Argile plastique (12 mètres à l'Arsenal) et Conglomérats de Meudon (0,5 mètre à Ixny)



Figure 10 : Implantation du tracé du projet sur fond de carte géologique de la région parisienne

4.2.2.1.4 Conception du tracé et du tunnel

4.2.2.1.4.1 Insertion du tracé & franchissement des points singuliers

L'insertion du tracé en plan et en profil a été établie avec l'objectif d'insérer au mieux les gares (position, profondeur) et les ouvrages annexes, tout en prenant en compte les principales contraintes induites par le franchissement des points singuliers identifiés, existants ou en projet :

- impacts bâtis : Bâtiments de grande hauteur, présence de sous-sols et de fondations profondes, bâtiments à usage sensible comme les établissements de santé ou les laboratoires de recherches, monuments inscrits ou classés au patrimoine historique ;
- impacts voies routières et ferroviaires: RATP, SNCF Réseau, Autoroutes, Ponts...
- impacts réseaux concessionnaires : réseaux de grande importances ; émissaires et collecteurs SIAAP et DSEA, câbles HT RTE, gazoduc de GRTgaz, oléoduc du TRAPIL ;
- zones d'aléas géotechniques sensibles ; cavités naturelles et anthropiques.

Il faut rappeler cependant que les données de l'enquête bâti disponibles présentent un niveau d'incertitudes encore élevé, et que des modifications de tracé en plan et en profil sont possibles lors de la phase PRO, notamment en raison du risque de sous-sols ou de fondations profondes non identifiés. Les données à venir issues de la campagne de reconnaissance du sol en cours pourront aussi amener des optimisations locales de l'insertion.

4.2.2.1.4.2 Synoptique des tunnels

Le tunnel principal de la ligne rouge et les tunnels de raccordement aux sites de maintenance (SMI et SMR) seront excavés par un creusement mécanisé c'est-à-dire au tunnelier :

- le tunnel principal et le tunnel SMR seront entièrement forés au tunnelier bi-voies ; la section excavée est d'environ 75,5 m² pour un diamètre de tunnelier de 9,80 m.
- le raccordement au site SMI sera partiellement foré au tunnelier mono-voie, l'autre partie du raccordement étant réalisé en tranchée depuis la surface; la section excavée est d'environ 46,5 m² pour un diamètre de tunnelier de 7,70 m.

Cinq tunneliers seront ainsi nécessaires pour la réalisation de l'ensemble du linéaire.

De manière générale, les puits d'entrée et de sortie des tunneliers sont situés en gares et dans des ouvrages annexes ou spécifiques. Certains ouvrages supplémentaires sont également prévus pour permettre le départ de tunneliers, comme sur le site de friche Arrighi d'EDF à Vitry-sur Seine.

Les différents linéaires de tunnel ainsi que leur zone d'action sont résumés ci-dessous :

Tunnelier n°	Puits de départ	Puits d'arrivée	Linéaire [m]
1	Gare Noisy Champs	Gare Bry Villiers	4679
2	Puits Friche Arrighi	OA 1103 P Créteil	4486
1 *	Ouvrage Débranchement SMR	Puits SMR - Parc du Plateau	2139
3	Gare Bry Villiers Champigny	OA 1103P Créteil	6981
4	Puits Friche Arrighi	Gare Villejuif-Louis-Aragon (Ligne 15 Tronçon 3)	3974
5	Raccordement du SMI à la gare des Ardoines	Ouvrage Débranchement SMI	1136

Figure 11 : Tableau - Localisation des puits d'attaque ou de sortie des tunneliers, et linéaire de tunnel associé

* à noter que les déblais issus de ce tunnelier sont extraits à la gare de Noisy Champs

4.2.2.1.4.3 Intergare de Villejuif – Louis Aragon (VLA) à Vitry Centre (VIC)

Ce tronçon de 1435 m est situé sur les communes de Villejuif et Vitry-sur-Seine et sera foré de la gare VIC vers la gare VLA par le tunnelier n°4. Le profil en long est conditionné par la profondeur des 2 gares, ce qui impose une pente forte de 50‰ : VLA zrail égal 69,10 NGF et VIC zrail égal 25,50 NGF.

De même, le passage à un front de taille mixte, sous nappe jusqu'à la gare de VIC (calcaire de Saint Ouen (SO) au radier et MFL en partie supérieure) contraint le passage du tunnelier en présence de plusieurs bâtiments à enjeux (école maternelle, bâtiments de grande hauteur R+6 max,...).

4.2.2.1.4.4 Intergare de Vitry-Centre (VIC) - Vitry aux Ardoines (ARD)

Ce tronçon de 1912 m est situé sur la commune de Vitry-sur-Seine et sera foré de la gare ARD vers la gare VIC par le tunnelier n°4, avec ripage dans l'ouvrage de débranchement du site de maintenance des infrastructures de Vitry (SMI).

Le profil en long est conditionné par le passage sous un collecteur VL10 et par la profondeur de l'ouvrage SMI.

A l'approche de la gare ARD le tunnel traverse une zone à risque de tassements (exploitation à ciel ouvert de sablières associée à une couverture altérée par dissolution du gypse).

Côté VIC, le tunnel passe d'abord à proximité de la Bibliothèque Nelson Mandela inscrite aux Monuments Historiques, puis sous le parking souterrain de la mairie de Vitry avec un front inséré dans les MFL, pouvant être à l'origine de déformations qui doivent être contrôlées.

Le tunnel s'insère ensuite sous la RD5 afin d'éviter des immeubles de grande hauteur, et longe le VL10 jusqu'au PK 2127+700, point où il vient croiser le collecteur à grande profondeur, avec une distance de la voûte au radier de 7 m, en s'inscrivant dans différentes formations dont les calcaires de Saint-Ouen (CSO), les Sables de Beauchamps (SB) et les Marnes et Caillasse. La distance au SIAAP est de 2Ø et l'impact du creusement est évalué comme admissible à ce stade vis-à-vis des tassements et des vibrations.

Aux alentours du passage sous le VL10, le tunnel croise différents bâtiments à enjeux (écoles maternelles, centre commercial, bâtis de grande hauteur...). Le front est alors inscrit dans les Marnes et Caillasse, sans risque de tassements excessifs.

Le tunnel traverse ensuite une zone pavillonnaire avant de longer la rue du Bel-Air, où se trouve l'ouvrage de débranchement vers le SMI.



Figure 12 : Tracé en plan VIC/ARD

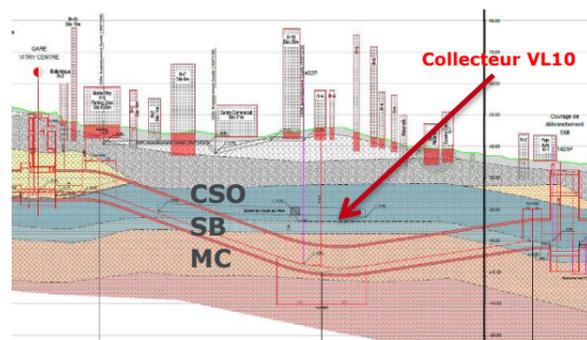


Figure 13 : Profil géologique VIC/ARD

4.2.2.1.4.5 Raccordement vers le Site de Maintenance des Infrastructures (SMI)

Le raccordement au SMI est situé sur la commune de Vitry-sur-Seine. C'est un ouvrage à voie unique qui permet de relier la ligne principale au site du SMI.

L'objectif est de créer le tracé le plus court possible afin de venir se placer le long des voies du Réseau ferré National (RFN) puis de les longer jusqu'au SMI tout en n'obérant pas le projet de mise à six voies (SNCF RÉSEAU).



Figure 14 : Insertion en plan du raccordement au SMI

Les contraintes majeures pour l'ouvrage de raccordement au SMI sont principalement liées aux voies du RFN de la ligne reliant Paris à Bordeaux-Saint-Jean parcourue par des RER C et au projet de mise à six voies de cette ligne, au projet urbain porté par l'EPA ORSA et en particulier le pont de franchissement des voies du Réseau ferré National (RFN), ainsi qu'au plan de voies prévu pour le SMI.

Le raccordement au SMI est composé de plusieurs ouvrages : l'ouvrage de débranchement (89m), le tunnel foré (1134m), le puits de démarrage du tunnelier et le passage en gare (63m), pour finir la tranchée couverte (195m) puis ouverte (220m) allant jusqu'au site du SMI.

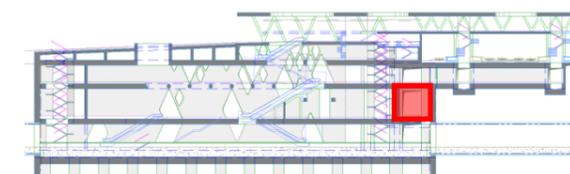


Figure 15 : Passage de la voie d'accès au SMI

L'insertion en profil est fixée par trois points durs : d'abord le point de jonction avec le SMI placé au niveau du terrain naturel, puis le passage dans la gare sous le couloir de correspondance du Réseau ferré National (RFN), et enfin l'ouvrage de débranchement pour le raccordement au SMI.

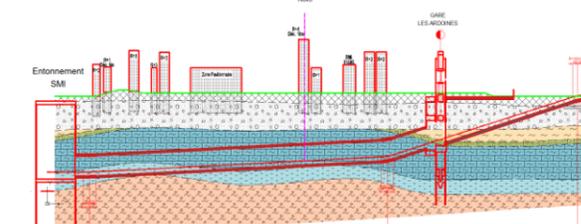


Figure 16 : Profil en long raccordement au SMI

4.2.2.1.4.6 Intergare des Ardoines (ARD) à Vert de Maisons (VDM)

Ce tronçon de 1900 m est situé sur les communes de Vitry-sur-Seine, Alfortville et Maisons-Alfort et sera foré par les tunneliers n°2 vers la gare Les Ardoines et n°4 vers le Vert de Maisons, depuis un puits situé sur le site de l'ancienne centrale EDF Arrighi (Friche Arrighi). De manière générale, le profil en long est conditionné par les deux gares, le passage sous la Seine et le collecteur VL9 SIAAP.

Le profil en long est conditionné par la profondeur de la gare de CLE : il remonte sur toute l'intergare. La couverture varie d'environ 30 m au niveau de VDM jusqu'à environ 14 m au niveau de la gare de CLE.

La présence d'anciennes sablières dans les alluvions de la Seine dans un contexte d'immeuble de grande hauteur a contraint la profondeur du tunnel afin de limiter les impacts. A l'AVP, un approfondissement de CLE a ainsi été retenu car il permet, en éloignant la clé du tunnel du contact sablières / Terrain Naturel, de réduire substantiellement les déformations induites au passage sous les talus de la ligne 8.

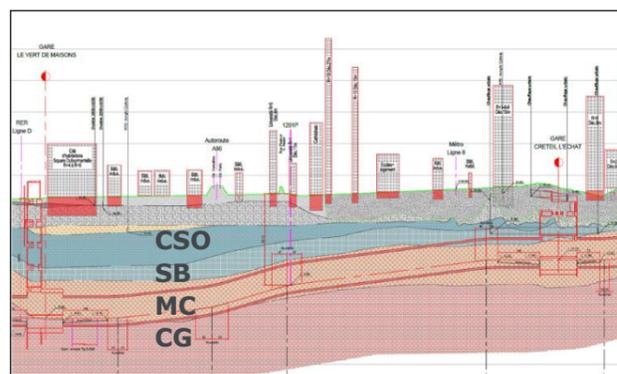


Figure 19 : Profil en long VDM/CLE

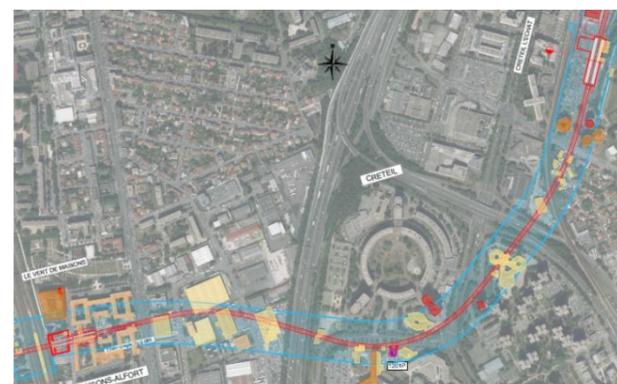


Figure 20 : Tracé en plan VDM/CLE

Le tunnel passe sous le Square Dufourmantelle, puis franchit l'A86, se place sous la rue Pasteur Vallery Radot (entre l'université Paris Est Créteil et son projet d'extension et la cathédrale), évite les nombreux Immeubles de grande hauteur (allant jusqu'à R+18) en utilisant un rayon de 300m puis s'insère sous la RD1 et sous la ligne 8 du métro (ligne en aérien) pour rejoindre la rue Gustave Eiffel.

Côté ARD, le tunnel passe dans les Calcaires de Saint-Ouen (CSO) sous les halles SNCF, avec en voûte une couverture altérée par dissolution du gypse et l'exploitation à ciel ouvert de sablières. Le tunnel coupe ensuite la rue Léon Mauvais entre les immeubles SANOFI, à 14 m des fondations des bâtiments sensibles aux vibrations. Il passe sous la sous-station RTE et s'inscrit sous la friche Arrighi d'où seront lancés les tunneliers. Il passe ensuite sous la Seine dans les Marnes et Caillasses (MC), avec une couverture de l'ordre de 15 m de Calcaires de Saint-Ouen (CSO) et Sables de Beauchamp (SB) pour rejoindre la rive Est.

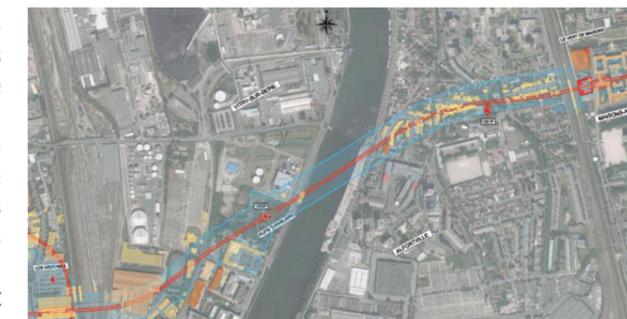


Figure 17 : Tracé en plan ARD/VDM

Côté VDM, le tunnel passe sous une zone pavillonnaire à grande profondeur, pour éviter le futur collecteur VL9 du SIAAP (6m entre radier et voûte), parallèle aux voies du RER D.

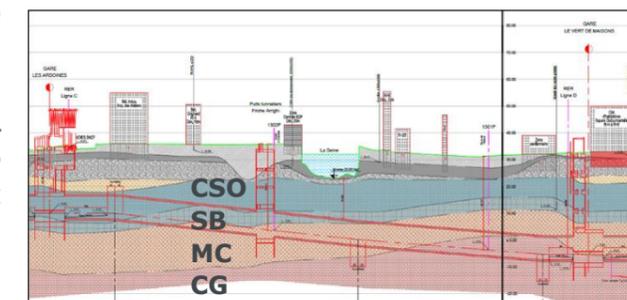


Figure 18 : Profil en long ARD/VDM

A l'arrivée en gare de VDM, le tunnel franchit les voies SNCF avec une couverture de 28m. Il est alors inscrit en toit dans les Marnes et Caillasses (MC) avec le radier dans le Calcaire Grossier (CG). Les contraintes de tassement sous les voies ferrées ont conduit à approfondir le tracé.

4.2.2.1.4.7 Intergare de Vert de Maisons (VDM) à Créteil L'Échat (CLE)

Ce tronçon de 1560m sera foré par le tunnelier n°2, à partir du puits de démarrage du tunnelier de la Friche Arrighi vers CLE.

4.2.2.1.4.8 Intergare de Créteil L'Échat (CLE) à Saint-Maur Créteil (SMC)

En sortie de CLE le tunnel est inséré dans la couche des Marnes et caillasses sous une couverture d'environ 15 m constitué quasi exclusivement de remblais de sablière, matériau hétérogène et compressible.

Du Pk 2121+550 au Pk 2117+000 (au-delà de ce tronçon) le tunnel s'inscrit principalement dans les Fausses Glaises et les Argiles Plastiques, sols argileux qui peuvent générer un colmatage de la roue de coupe du tunnelier conduisant à des difficultés d'avancement, voire des tassements excessifs en surface.

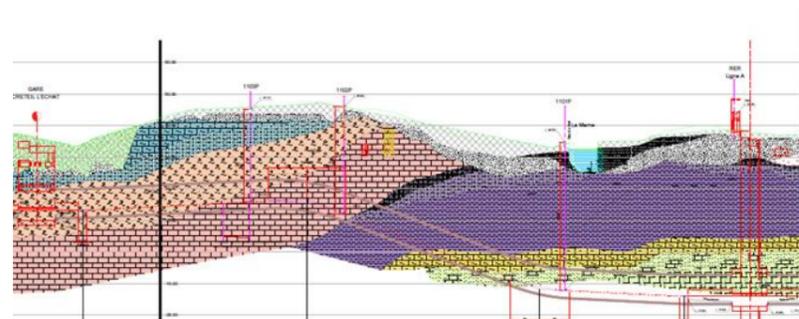


Figure 22 : Profil en long CLE / SMC

L'implantation du profil en long est principalement liée à la profondeur des gares de CLE, peu profonde, et de SMC plus profonde de 30 m que la précédente. Le profil est également conditionné par le passage sous la Marne et les zones de carrières reconnues.

Le passage sous la Marne se fait à une profondeur de l'ordre de 11m dans les Argiles Plastiques par rapport au lit du fleuve. La couverture du tunnel sous la Marne est supérieure à un diamètre de tunnel.

4.2.2.1.4.9 Intergare de Saint-Maur Créteil (SMC) à Champigny Centre (CHC)

Ce tronçon de 2981m sera foré par le tunnelier 3 à partir de la gare de BVC en direction de SMC, avec un ripage du tunnelier pour le franchissement de l'ouvrage d'interopérabilité avec la ligne 15 Est.

En sortie de SMC, le tunnel s'inscrit sous une zone d'immeubles de faible hauteur avant de traverser la Marne, de passer sous le cimetière puis de rejoindre la RD4 au niveau de l'avenue Maxime Gorki et de la longer jusqu'au niveau de l'ouvrage d'interopérabilité avec la ligne L15 Est.

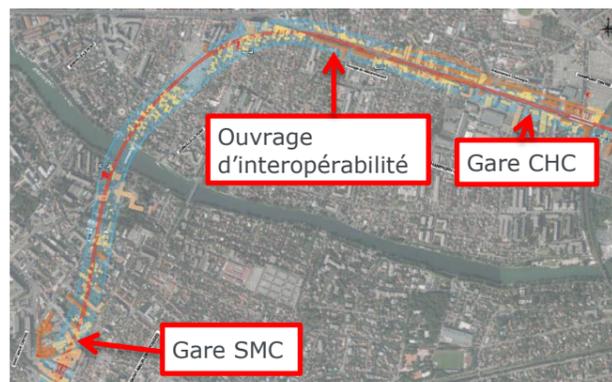


Figure 23 : Tracé en plan du tronçon SMC/CHC

Un tunnel de 770m relie cet ouvrage à la gare de CHC. Le profil en long remonte depuis la gare profonde SMC, passe sous la Marne avec une couverture de l'ordre de 15m par rapport au lit, puis rejoint l'ouvrage d'interopérabilité puis celui de la gare de CHC.

En sortie de gare, le tracé longe la rue Gustave Eiffel avec des bâtiments de grande hauteur côté Nord à proximité du tracé et du Centre Hospitalier Universitaire (C.H.U) Henri Mondor côté sud, avant de traverser une zone pavillonnaire et franchir la Marne.



Figure 21 : Tracé en plan CLE/SMC

Dans la zone de carrières, le tracé du tunnel évite les bâtiments fondés sur pieux et le tunnel se situe à une distance raisonnable d'éventuelles galeries souterraines, mais la connaissance exacte des limites de celles-ci et de leur état est incertaine et des mesures de reconnaissances complémentaires sont donc en cours pour déterminer si un comblement des carrières est nécessaire.

Parmi les nombreux réseaux concessionnaires sur le tracé, le risque d'impact sur le SIAAP VL3c (Ø 2500) à proximité du puits 1003P, et le NCSM (Ø 2500) sous l'avenue Charles Floquet (RD3), où la distance entre le radier du collecteur et la voûte du tunnel est d'environ 5m dans des Sables de Cuisse et Fausses Glaises ont nécessité une étude approfondie.

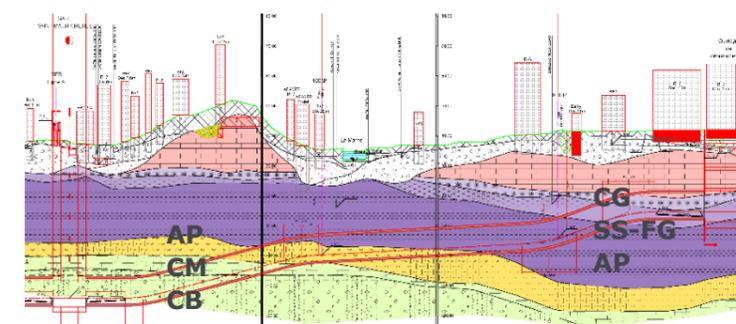


Figure 24 : Profil en long SMC/CHC Partie 1/2

Le long de la RD4, le tunnel traverse une zone densément urbanisée avec des bâtiments R+6 et de nombreux avoisinants sensibles tels que l'Institut médico-éducatif AFASER, l'ancienne abbaye de Saint Maur, le lycée Paul Langevin et de nombreux bâtiments R+7

4.2.2.1.4.10 Intergare de Champigny Centre (CHC) à Bry Villiers Champigny (BVC)

Ce tronçon de 2222m est situé sur les communes de Champigny-sur-Marne et Villiers-sur-Marne. Il sera entièrement réalisé foré par le tunnelier n°3 de BVC vers CHC.

A l'est de la gare Champigny-Centre, le tunnel franchit un pont-rail maçonné ainsi qu'un talus de la ligne de la Grande Ceinture. Le tunnel s'insère ensuite sous des bâtiments sensibles (R+4 à R+8, Lycée G. Politzer) et sous une zone pavillonnaire avant de longer la rue Guy Môquet. Le tunnel passe ensuite sous les voies ferroviaires de la Grande Ceinture complémentaire et de la voie de liaison vers le RER E, puis vient se placer au nord de ces dernières pour arriver à la gare de BVC. A 300 m en amont de la gare de BVC, le tunnel croise le Collecteur de Rejet de Noisy (CRN).



Figure 25 : Tracé en plan CHC / BVC

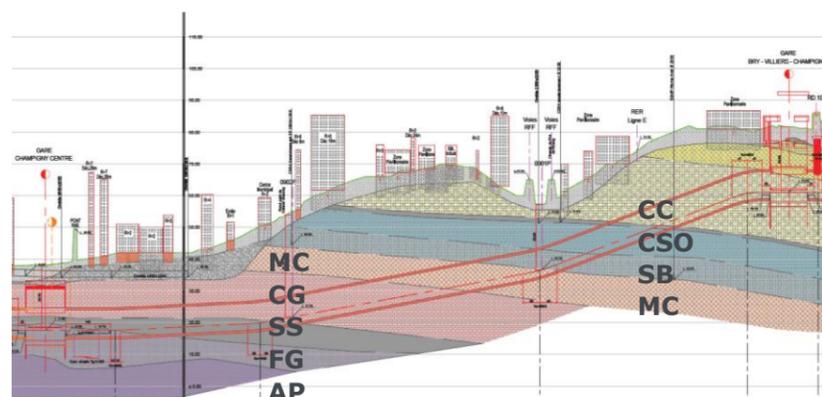


Figure 26 : Profil en long CHC / BVC

4.2.2.1.4.11 Intergare de Bry Villiers Champigny (BVC) à Noisy Champs (NCH)

Ce tronçon de 4860m sera réalisé au tunnelier pour un linéaire de 4680m (tunnelier n°1) et sera foré de NCH vers BVC, avec un ripage du tunnelier pour le franchissement de l'ouvrage du débranchement SMR, en souterrain (102m) et à ciel ouvert (78m). Les principales contraintes de ce tronçon sont dues à la présence de quelques bâtiments et ouvrages sensibles (école maternelle des Richardets, collège Pierre et Marie Curie, et bâtis R+4 à R+9) ainsi qu'à des infrastructures routières et ferroviaires (passage sous l'autoroute A4 et sous le pont de la RD10, passage le long des voies de la ligne Paris-Bâle et de la gare du RER E de Plessis-Tréville).

Environ 1500m après BVC se situe l'ouvrage de débranchement vers le site de maintenance et de remisage de Champigny (SMR).

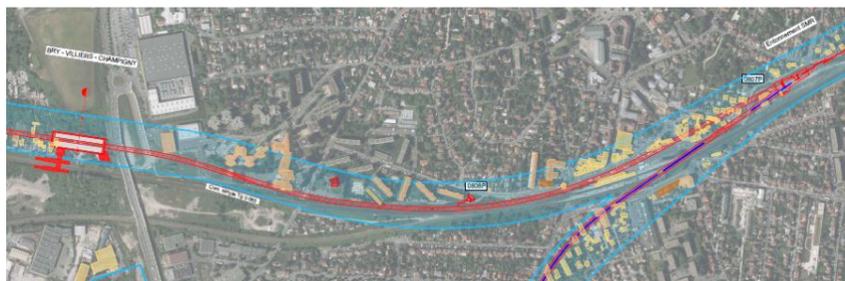


Figure 27 : Tracé en plan BVC/Ouvrage débranchement SMR, 1/2

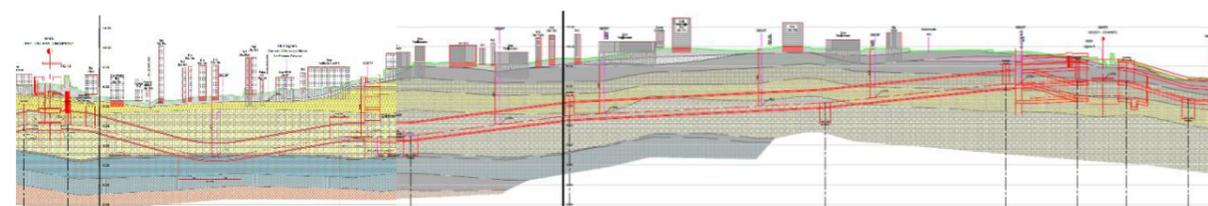


Figure 28 : Profil en long BVC/NCH

Pour cette intergare, le profil en long a été conditionné par les objectifs suivants : placer le tunnelier dans une seule couche géologique pour éviter les faciès mixtes, éviter les argiles vertes et le calcaire de Champigny, permettre un débranchement au SMR le moins profond possible, approfondir le tunnel rapidement pour garantir une couverture suffisante à la sortie de NCH.

Le passage du tunnel à proximité des voies du Réseau Ferré National (RFN) pourrait nécessiter de la part de SNCF RÉSEAU la mise en place de Limitation Temporaire de Vitesse (LTV) au moment du passage du tunnelier.

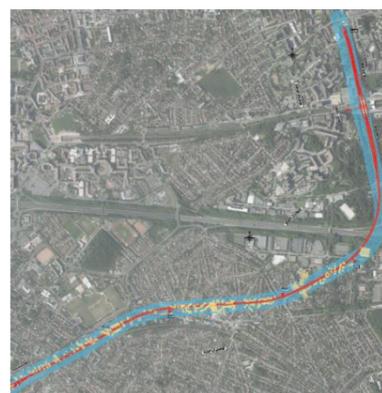


Figure 29 : Tracé en plan Ouvrage débranchement SMR/NCH, 2/2

4.2.2.1.4.12 Raccordement vers le Site de Maintenance des Remisage (SMR)

Ce tunnel de liaison d'une longueur de 2140 m qui sera foré par le tunnelier 1 entre la ligne principale et le SMR démarre de l'ouvrage de débranchement, longe la RD 233 (rue du Général Leclerc) jusqu'au carrefour avec la rue du Professeur Leriche puis traverse une zone industrielle avant de rejoindre le puits 0813S.

Le profil en long est conditionné par la profondeur de l'ouvrage de débranchement au Sentier des Marins, la tranchée du site du SMR et la position de l'ouvrage annexe 0810S pour avoir le point bas du tunnel à son niveau.

Entre le Pk 2140+300 et 2140+200 à l'est de l'ouvrage de débranchement le tunnel franchit un Pont-Rail maçonné ainsi qu'un talus de la ligne RER E.

Mise à part la première partie dans les Marnes de Pantin et d'Argenteuil à partir du pk 2141+700, le tunnel se situe dans le Calcaire de Champigny avec des bonnes caractéristiques géotechniques et une couverture de 18m lors du passage sous le RER E.

Les tassements induits sous les voies du RER, admissibles d'après les évaluations, pourront néanmoins nécessiter la mise en place d'une Limitation Temporaire de Vitesse (LTV) au moment du passage du tunnelier dans la zone d'influence des talus des voies ferroviaires.



Figure 30 : Insertion en plan du raccordement au SMR

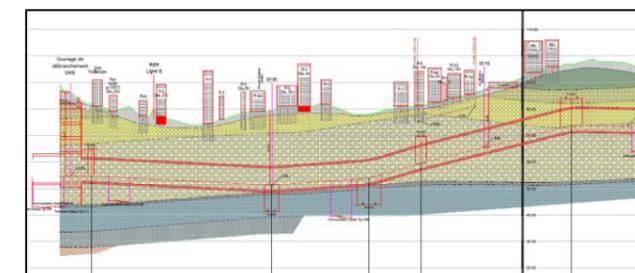


Figure 31 : Profil en long du raccordement au SMR

4.2.2.1.4.13 L'interopérabilité entre les lignes 15 Sud et 15 Est

A la gare de Champigny centre, la gare ligne 15 Est vient se connecter à la ligne 15 Sud. Il a été demandé à la SGP de prévoir « l'interopérabilité » entre ces deux lignes, c'est-à-dire de permettre à des trains en provenance de Saint-Maur Créteil (ligne 15 Sud), de s'engager en direction de Saint-Denis (ligne 15 Est). Ce dispositif permet aux voyageurs de rester à bord du métro à Champigny sans avoir à effectuer un changement de train.

La gare de Champigny centre comporte deux ensembles de quais l'un pour les trains de la ligne 15 Sud, l'autre pour les trains de la ligne 15 Est. Par ailleurs il est nécessaire de créer un ouvrage de liaison entre les deux lignes appelé « ouvrage d'entonnement ». Le présent avant-projet intègre la création de cet ouvrage d'entonnement ainsi que le creusement et la quasi-totalité du gros œuvre de la gare souterraine de la ligne 15 Est (y compris partie sous la parcelle Planchette).



Figure 32 : Les ouvrages permettant l'interopérabilité à Champigny

4.2.2.1.5 Méthodes constructives

De manière générale, le contexte géologique et hydrogéologique du site (creusement sous nappe dans les formations du bassin parisien) et l'environnement fortement contraint du projet (urbanisation).

GEOLOGIE	
GV - Argile verte	
MP - Marnes de Pantin	
MA - Marnes d'Argenteuil	
MFL - Masses et Marnes du Gypse	
CC - Calcaire de Champigny	
MIG - Marnes Infragypseuses	
SV - Sables Vertes	
SO - Calcaire de Saint Ouen	
SB - Sables de Beauchamp	
MC - Marnes et Caillasses	
CG - Calcaire grossier	
SS - Sables de Cuisse	
FG - Fausses Glaises	
AP - Argile plastique	
CM - Marno-calcaire du Montien	

4.2.2.1.5.1 Méthode de construction des tunnels forés au tunnelier

De manière générale, le contexte géologique et hydrogéologique du site (creusement sous nappe dans les formations du bassin parisien) et l'environnement fortement contraint du projet (urbanisation forte qui implique de limiter les tassements induits sur le bâti de surface et le nombre des attaques) amènent à envisager des tunneliers à confinement de front, bien adapté à la traversée des terrains de mauvaise tenue.

SECTIONS PRINCIPALES (TUNNEL FORE)	FAMILLE	INTER - GARE	LONGUEUR [m]	LONGUEUR TOTALE [m]	LONGUEUR TOTALE PAR FAMILLES [m]	REPRESENTATION SUR LA LIGNE (%)
	Famille 1	Villejuif Louis Aragon - Vitry Centre	500	500	6959	32%
	Famille 1	Champigny Centre - Bry Villiers Champigny	300	3609		
	Famille 1	Bry Villiers Champigny - Noisy Champs	1690			
	Famille 1	Débranchement SMR	1619			
	Famille 1	Bry Villiers Champigny - Noisy Champs	1830	2350		
	Famille 1	Débranchement SMR	520			
	Famille 1	Bry Villiers Champigny - Noisy Champs	500	500	2166	10%
	Famille 2	Vitry Centre - Les Ardoines	330	1186		
	Famille 2	Les Ardoines - Le Vert de Maisons	200			
	Famille 2	Débranchement SMI	656			
	Famille 2	Vitry Centre - Les Ardoines	120	980		
	Famille 2	Les Ardoines - Le Vert de Maisons	220			
	Famille 2	Champigny Centre - Bry Villiers Champigny	160			
	Famille 2	Débranchement SMI	480	1080	24%	
	Famille 3	Vitry Centre - Les Ardoines	110			
	Famille 3	Les Ardoines - Le Vert de Maisons	460			
	Famille 3	Le Vert de Maisons - Créteil l'Echat	320			
	Famille 3	Champigny Centre - Bry Villiers Champigny	190	2050		
	Famille 3	Vitry Centre - Les Ardoines	560			
	Famille 3	Les Ardoines - Le Vert de Maisons	130			
	Famille 3	Le Vert de Maisons - Créteil l'Echat	900			
	Famille 3	Créteil l'Echat - Saint Maur Créteil	460	1460		
	Famille 3	Les Ardoines - Le Vert de Maisons	540			
	Famille 3	Le Vert de Maisons - Créteil l'Echat	280			
	Famille 3	Créteil l'Echat - Saint Maur Créteil	330			
	Famille 3	Champigny Centre - Bry Villiers Champigny	310	590		
	Famille 3	Les Ardoines - Le Vert de Maisons	100			
	Famille 3	Créteil l'Echat - Saint Maur Créteil	210			
	Famille 3	Champigny Centre - Bry Villiers Champigny	280			
	Famille 4	Créteil l'Echat - Saint Maur Créteil	930	1670	3180	14%
	Famille 4	Saint Maur Créteil - Champigny Centre	740			
	Famille 4	Créteil l'Echat - Saint Maur Créteil	80	600		
	Famille 4	Saint Maur Créteil - Champigny Centre	520			
	Famille 4	Saint Maur Créteil - Champigny Centre	910	910	890	6%
	Famille 5	Créteil l'Echat - Saint Maur Créteil	110			
	Famille 5	Saint Maur Créteil - Champigny Centre	450			
	Famille 5	Champigny Centre - Bry Villiers Champigny	330	460		
	Famille 5	Champigny Centre - Bry Villiers Champigny	460			
LONGUEUR TOTALE REPRESENTEE [m]					18835	86%

Figure 33 : Tableau - Configurations principales au front de taille le long du tracé

Rappelons que le principe de creusement au tunnelier à confinement consiste à excaver le terrain à l'abri d'un bouclier, en assurant la stabilité du front de taille et en équilibrant la charge hydrostatique à l'aide d'une contre-pression au front. Dans ce cas, le tunnelier assure différentes fonctions :

- le creusement et le marinage des déblais,
- le soutènement du front de taille,
- la pose du revêtement à l'arrière du bouclier (voussoirs béton armé).

La technologie de ce type de machine est actuellement bien maîtrisée par les constructeurs et par les entreprises utilisatrices. Le revêtement est constitué d'anneaux de voussoirs préfabriqués en béton armé, posés à l'arrière du bouclier.

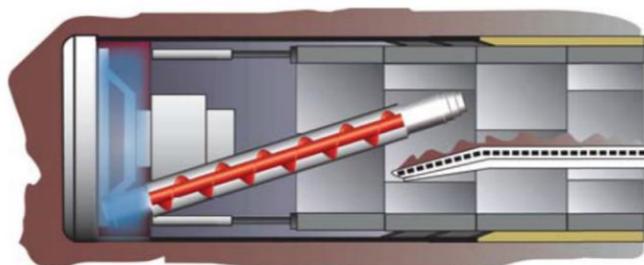


Figure 34 : Tunnelier à pression de terre

Le train suiveur assure la logistique tunnelier. Il porte les équipements de puissance et de commande de la machine ainsi que les équipements nécessaires à la manutention des voussoirs, à la mise en œuvre du mortier de bourrage et au marinage. Il permet également le transfert entre la logistique d'approvisionnement du tunnel et la machine (réseaux, puissance, marinage, eaux, air comprimé, exhaure...).

En outre, l'analyse multicritères effectuée sur la base des données disponibles permet de désigner un tunnelier à pression de terre ou Earth Pressure Balance (EPB) comme le choix le plus adéquat (domaine d'application classique ou étendu) en première approche pour les tunneliers du tronçon T2 de la ligne 15.

L'utilisation des tunneliers à pression de terre devra alors être accompagnée, entre autre, par des mesures spécifiques:

- injection de bentonite avec pression le long de la jupe ;
- conditionnement approprié de la terre ;
- système de confinement actif supplémentaire (Babendererde, 2003 ; Grasso et al., 2007) pour lisser les fluctuations de la pression de confinement dans la chambre d'abattage.

Dans le cas d'une entrée/sortie de tunnelier, il s'agit de :

- Assurer la stabilité du front,
- Limiter ou empêcher les circulations d'eau.

La longueur de terrain traité doit présenter une garde suffisante par rapport à la longueur du bouclier et du premier anneau en sortie de jupe, pour permettre son injection

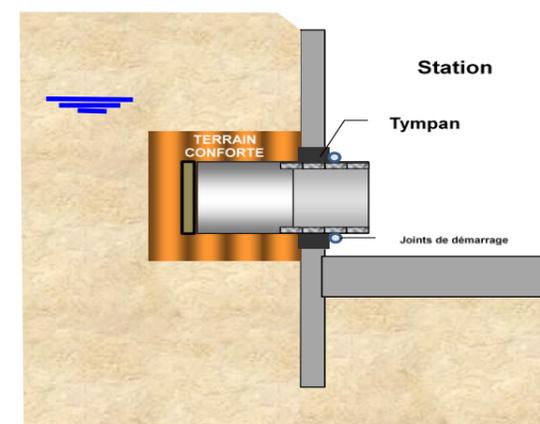


Figure 35 : Schéma descriptif du tunnelier en terrain traité

4.2.2.1.5.2 Méthode de construction de l'ouvrage de raccordement du SMR

L'ouvrage de débranchement du tunnel de raccordement au SMR est composé :

- d'un puits de 80m de long réalisé à ciel ouvert,
- d'une partie souterraine de 100m de longueur qui sera excavée mécaniquement en méthode conventionnelle depuis le puits à ciel ouvert. Celui-ci a la particularité de se situer en partie sur une parcelle appartenant à SNCF RÉSEAU à proximité de voies ferroviaires.

Aux contraintes fonctionnelles liées à l'équipement des systèmes et à la sécurité (cheminements d'évacuation), s'ajoutent les contraintes d'ouvertures liées au tracé (position des voies et appareil de voies, vitesses d'exploitation), et les contraintes liées au phasage de travaux. Il est en effet prévu que le tunnelier 1 soit ripé à travers l'ouvrage, ce qui impose une hauteur suffisante de l'intrados. Il en résulte une ouverture intrados d'environ 13 m pour 10,4m de hauteur intrados.

L'analyse du contexte dans lequel le tunnel du débranchement SMR sera réalisé (couverture, conditions géotechniques, nappes,...) et l'étude d'autres cas analogues réalisés auparavant dans des conditions similaires, ont conduit à étudier la réalisation du tunnel par deux différentes méthodes :

- Excavation en demi-section
- Excavation en pleine section

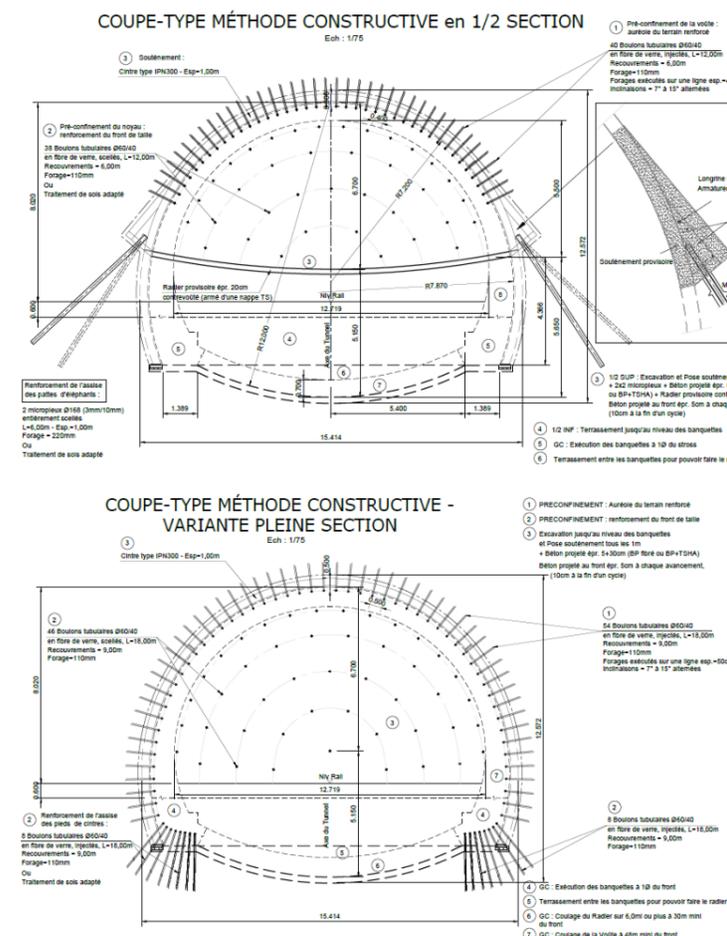


Figure 36 : Coupes types méthodes constructives en demi et en pleine sections

Chaque méthode présente à la fois des avantages et inconvénients. Si la méthode en demi-section a été retenue pour l'AVP (solution plus conservatrice à ce stade des connaissances, et avec plus de retour d'expérience dans le sol parisien), la solution en pleine section constitue également une alternative crédible. Le choix définitif entre ces deux méthodes fera l'objet d'une étude en phase PRO en fonction du cadre géotechnique fiabilisé, des délais, coûts, de la logistique de chantier, etc.

Il est à noter que quel que soit la méthode de construction retenue (demi-section ou pleine section), il est nécessaire que la mise en place du soutènement soit exécutée au front afin de limiter les déformations ; dans la même logique, il est aussi préférable que la pose du revêtement suive au plus près l'avancement du front.

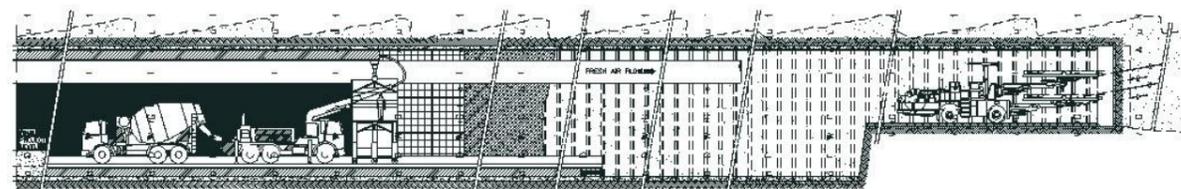


Figure 37 : Schéma du profil d'excavation en demi-section

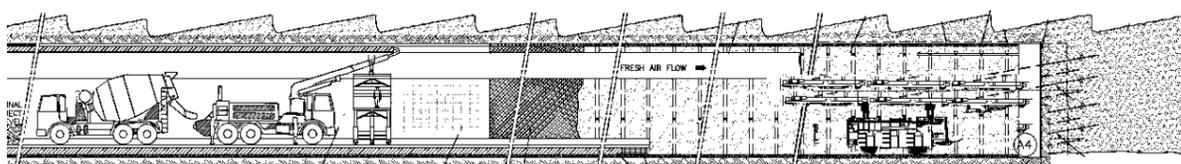


Figure 38 : Schéma du profil d'excavation en pleine section

4.2.2.1.5.3 Méthode de construction du raccordement au SMI

- Tunnel foré au tunnelier

Le contexte géologique se prête bien à l'utilisation d'un tunnelier à confinement du front qui permet de maintenir l'équilibre de la nappe et la maîtrise des tassements sans nécessiter de traitements de terrains préalables.

- Tranchée

La tranchée est divisée en plusieurs zones (les longueurs seront confirmées lors du choix de la variante de tracé) :

- une tranchée couverte avec butons intermédiaires : approximativement 195 m,
- une zone en tranchée ouverte avec mur de rehausse et butons : approximativement 55 m,
- une zone en tranchée ouverte avec rehausse sans butons : approximativement 64 m,
- un ouvrage cadre avec mur de rehausse : 97 m,
- une zone de voie sur dalle à l'air libre jusqu'au raccordement au joint de pointe de l'appareil du SMI : approximativement 30 m.

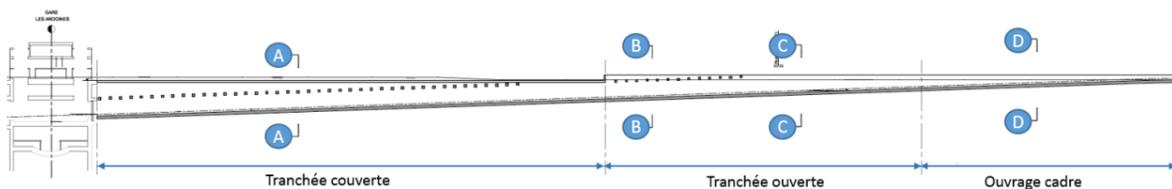


Figure 39 : Tranchée - typologies de méthodes constructives

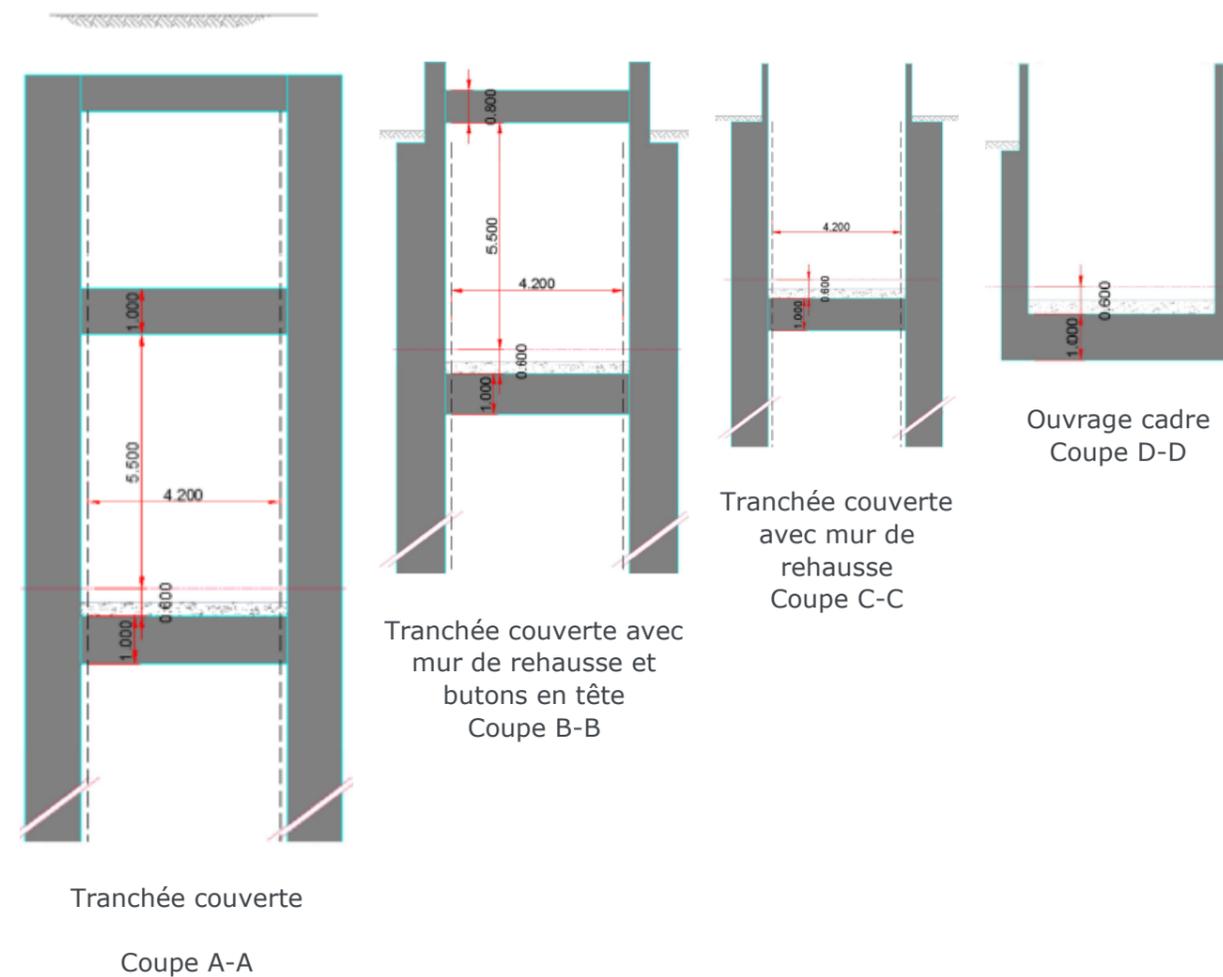


Figure 40 : Coupe transversale de la tranchée ouverte (à droite) et couverte (à gauche)

4.2.2.1.5.4 *Méthode de construction de l'ouvrage d'entonnement ligne rouge / ligne 15 Est OS 1001P*

L'ouvrage d'entonnement de Champigny est situé sur la commune de Champigny Sur Marne sur l'Avenue Roger Salengro, au niveau de l'intersection avec le boulevard Aristide Briand. Cet ouvrage, réalisé en parois moulées et certaines parties en parois coulis dans des phases travaux, permet le raccordement entre les lignes L15 Sud (ligne rouge) et L15 Est (ligne orange). En phase travaux de la ligne 15 Est, il est utilisé comme puits de sortie de trois tunneliers.

En phase d'exploitation (opérationnelle), l'ouvrage assure aussi les fonctions de ventilation, de désenfumage, de décompression et d'accès secours.

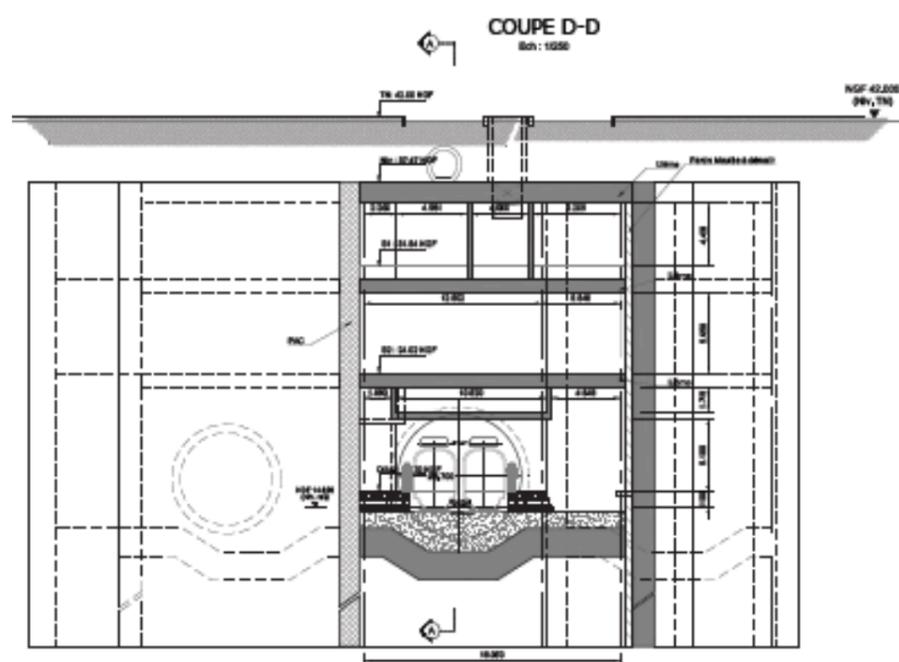


Figure 41 : Coupe -OS 1001P



Figure 42 : Vue en plan OS 1001P

4.2.2.1.5.5 *Méthode de construction de l'ouvrage de débranchement SMR – OS 0807P*

L'ouvrage de débranchement vers le SMR se situe sur une parcelle appartenant à SNCF RÉSEAU à l'est de la gare de Villiers – Plessis Tréville du RER E. L'ouvrage, réalisé en parois moulées, permet le raccordement du tunnel provenant du SMR à celui de la ligne (ligne principale). En phase travaux, il est utilisé comme puits d'entrée du tunnelier provenant du SMR. L'ouvrage comporte une plateforme d'accès pour la réalisation d'une partie du tunnel par la méthode traditionnelle. En phase d'exploitation (opérationnelle) de la ligne, cet ouvrage assure aussi les fonctions de ventilation, de désenfumage, de décompression et d'accès secours, il est équipé d'un poste de redressement double implanté au niveau N-1.

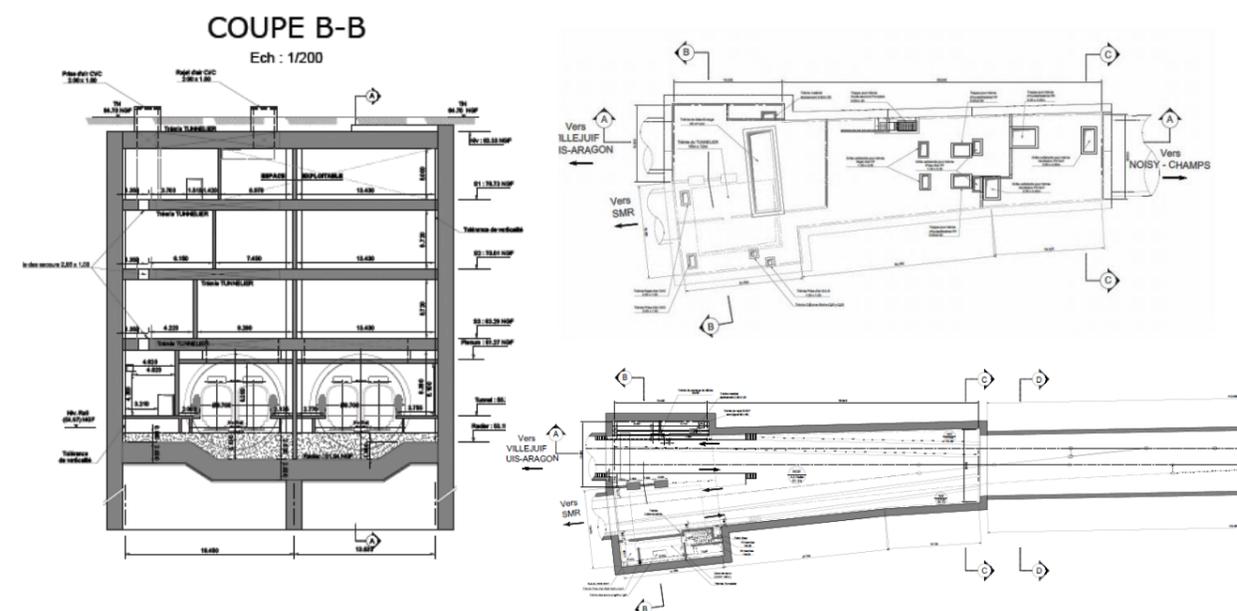
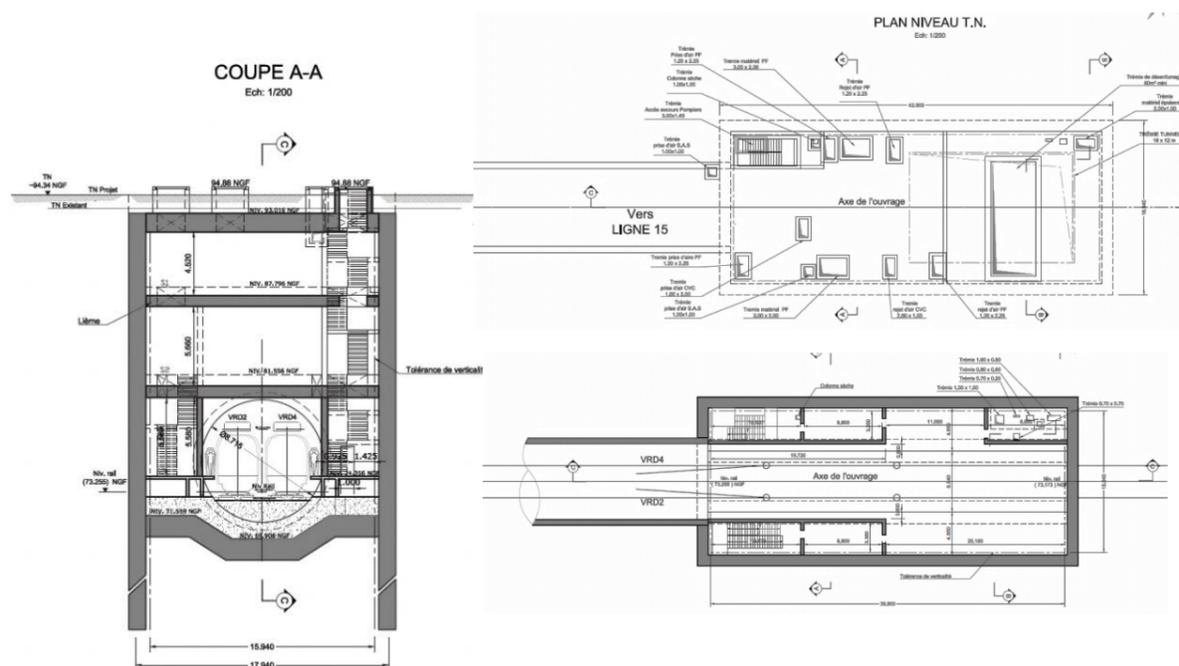


Figure 43 : Coupe / Vues en plan niveau Tunnel - Vue en plan Niveau TN OS 0807P

4.2.2.1.5.6 Méthode de construction du puits de sortie du tunnelier du SMR – OS 0813S

L'ouvrage puits de sortie du Tunnelier du tunnel de raccordement au SMR est situé sur la commune de Champigny Sur Marne, dans le parc départemental du plateau. Cet ouvrage réalisé en parois moulées sert en phase travaux pour la sortie du tunnelier du tunnel d'accès au SMR.

En phase d'exploitation (opérationnelle), il assure les fonctions de ventilation, de désenfumage, de décompression et d'accès secours.



4.2.2.1.6 Les Carrières sur le tronçon Noisy-Champs / Villejuif Louis Aragon

- Généralités

Le projet de tunnel est impacté par la présence d'anciennes carrières souterraines du Calcaire Grossier, notamment le long de l'intergare Créteil l'Echat – Saint Maur Créteil.

Les méthodes d'exploitation des carrières et les risques affectants le projet sont analogues à ceux liés à la partie de la ligne Villejuif LA / Pont de Sèvres, décrit ci-après.

Comme pour la partie de ligne Villejuif LA / Pont de Sèvres, la consultation des données de l'IGC et la réalisation de sondages ont permis d'estimer les risques liés aux carrières pour la phase d'AVP.

- Impact sur le projet et traitement du risque

Le tracé des tunnels a été étudié de sorte à minimiser le risque associé à la présence des carrières.

En l'état actuel il n'est pas prévu de conforter les carrières. Toutefois des provisions pour risques ont été prises en compte.

4.2.2.2 De Villejuif - Louis Aragon à Pont De Sèvres

4.2.2.2.1 Description générale du tracé

4.2.2.2.1.1 Tracé en plan

Le tracé a été étudié, en fonction de l'implantation retenue pour les gares et les obstacles physiques, de manière à limiter les temps de parcours et les contraintes de passage en tréfonds d'immeubles sensibles. Il est d'une longueur d'environ 12,5 km entre Pont-de-Sèvres et Villejuif-Louis-Aragon (y compris l'arrière gare entre la gare Pont de Sèvres et l'Ile de Monsieur). L'implantation des gares retenues et les longueurs d'inter-gares sont définies dans le tableau ci-dessous :

Inter-gares (hors gare)		Longueur (m)
Puits Ile de Monsieur	Pont-de-Sèvres	574
Pont-de-Sèvres	Issy RER	2323
Issy RER	Fort d'Issy-Vanves-Clamart	1337
Fort d'Issy-Vanves-Clamart	Châtillon-Montrouge	2214
Châtillon-Montrouge	Bagneux	1595
Bagneux	Arcueil-Cachan	946
Arcueil-Cachan	Villejuif IGR	1948
Villejuif IGR	Villejuif-Louis-Aragon	1562

Compte tenu des dérogations spécifiques mises en œuvre dans les zones où les rayons en plan de 300-325 et 400 m limitent la vitesse à respectivement 90 et 100 km/h et où la pente est relevée au-delà de la valeur nominale de 4 %, le tracé permet d'assurer la vitesse maximale d'exploitation de 110 km/h en inter-gares sauf entre :

- Issy RER et Fort d'Issy Vanves,
- Châtillon-Montrouge et Bagneux,
- Arcueil-Cachan et Villejuif IGR,
- Villejuif IGR et Villejuif Louis Aragon.

4.2.2.2.1.2 Profil en long

Les gares entre Pont de Sèvres et Villejuif-Louis Aragon ont respectivement les profondeurs suivantes (profondeurs des rails par rapport au TN) :

Gare	Profondeur (m)
Pont de Sèvres	29
Issy RER	22
Fort d'Issy - Vanves – Clamart	27
Châtillon – Montrouge	32
Bagneux	39
Arcueil Cachan	26
Villejuif IGR	50
Villejuif Louis Aragon	30

D'une façon générale, le profil en long du tunnel en inter-gare adopte un profil en chaînette, de façon à optimiser les consommations énergétiques du système de transport. Chaque inter-gare comprend idéalement un point bas qui se situe au droit ou à proximité immédiate d'un ouvrage annexe assurant la fonction d'accès des secours et d'ouvrage d'épuisement, et si nécessaire de ventilation. Ce principe a cependant été lissé par endroits.

La couverture du tunnel varie entre 12 m et 50 m.

4.2.2.2.2 Description détaillée du tracé

4.2.2.2.2.1 Intergare de l'Ile Monsieur à Pont de Sèvres

Le creusement du tunnelier 1 (Secteur Ouest) débute par une traversée sous fluviale : le puits de départ, situé en rive gauche de la Seine sur l'Ile de Monsieur, est en effet distant d'environ 580 m de la gare du Pont de Sèvres implantée sous le quai Georges Gorse.

Du puits de l'Ile de Monsieur jusqu'à la gare du Pont de Sèvres, le creusement est réalisé sous nappe, uniquement dans la craie Campanienne : le tunnel y traverse un front mixte composé d'environ 50% de craie altérée (Ca1) et de 50% de craie fracturée (Ca2).

Les contraintes de site résultent principalement de la présence des ouvrages de franchissement de la Seine, actuels ou antérieurs, sous forme de vestiges, formant des obstacles potentiels au tunnelier.

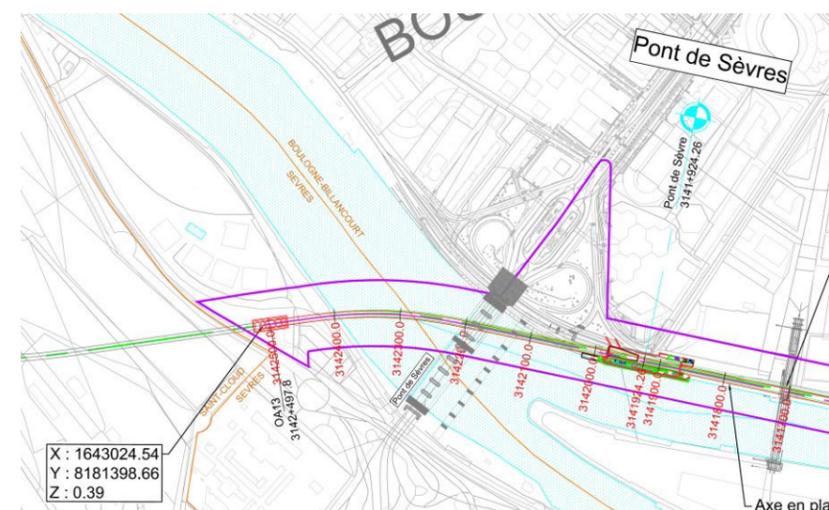


Figure 44 : Tracé en plan Ile-de-Monsieur / PDS

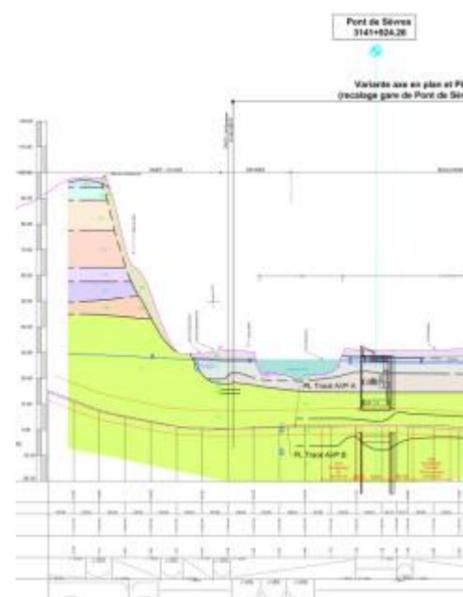


Figure 45 : Profil en long Ile-de-Monsieur / PDS

4.2.2.2.2 Intergare de Pont de Sèvres à Issy RER

De la gare du Pont de Sèvres à celle d'Issy RER, le tunnel longe le quai Georges Gorse en rive droite, traverse une seconde fois la Seine pour passer sous l'Île Saint Germain et enfin une troisième fois pour rejoindre Issy les Moulineaux en rive gauche. Là, le tunnel passe sous la Place de la Résistance et se poursuit sous l'avenue Aristide Briand avant d'atteindre la gare d'Issy RER implantée sous la Place Léon Blum.

Sur cette portion, le tunnel est majoritairement creusé dans la Craie altérée ou fracturée (Ca1/Ca2) avec quelques passages dans la Craie saine (Cs) et en totalité sous nappe. Avant d'arriver à la gare d'Issy RER, sur une longueur d'environ 200 m, le tunnel rencontre un front mixte constitué d'Alluvions Anciennes sur 1/3 de la hauteur, au toit de la Craie Altérée.

Le projet s'inscrit dans cette zone dans un tissu urbain dense.

En rive droite, en longeant le quai G. Gorse, le tunnel passe en dessous des ponts Renaud et Daydé et à proximité de la ZAC Val de Seine, où plusieurs projets d'aménagements sont en cours.

En rive gauche, les contraintes de site résultent, d'une part de la présence d'ouvrages d'art importants et d'autre part, d'un bâti urbain dense constitué d'immeubles tertiaires ou résidentiels relativement élevés.

Le tunnel passe sous les ouvrages du quai de Stalingrad et de l'ancien autopont de la RD7, sous la culée du viaduc du tram 2 et à proximité du bâtiment SODEXO R+8. Il longe ensuite le centre commercial Auchan R+11, avant de tangenter le tréfonds des bâtiments R+4 de l'OPH Seine Ouest Habitat, au 51 et 61 Rue Aristide Briand.



Figure 46 : Tracé en plan PDS / ISS

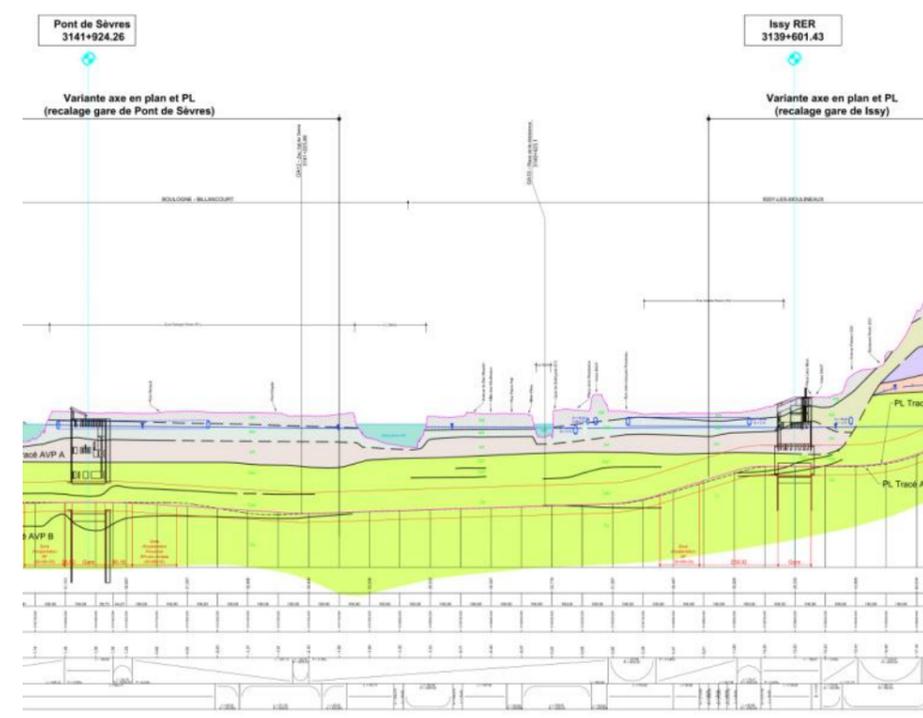


Figure 47 : Profil en long PDS / ISS

4.2.2.2.3 Intergare d'Issy RER à Fort d'Issy-Vanves-Clamart

De la gare d'Issy RER à la gare de Fort d'Issy-Vanves-Clamart, le tunnel passe sous les coteaux des Hauts d'Issy, dépasse le fort d'Issy avant d'atteindre les communes de Vanves et de Clamart.

En sortie de la gare d'Issy RER, sur une longueur d'environ 110 m, le tunnel poursuit en front mixte constitué d'Alluvions Anciennes sur 1/3 de la hauteur, au toit de la Craie Altérée.

Le tunnel traverse ensuite successivement quatre unités géologiques distinctes: la Craie (majoritairement saine), les Marnes de Meudon, les Argiles Plastiques et les Fausses Glaises.

En dépassant le fort d'Issy, le tunnel sort de la nappe de la Craie et ne rencontre pas a priori la nappe du Lutétien.

En sortie de gare d'Issy RER, le tunnel passe entre les culées du viaduc du RER C dans l'axe de l'avenue Victor Cresson, puis tangente en tréfonds le bâtiment du 1 Avenue Pasteur qui est accolé au viaduc.

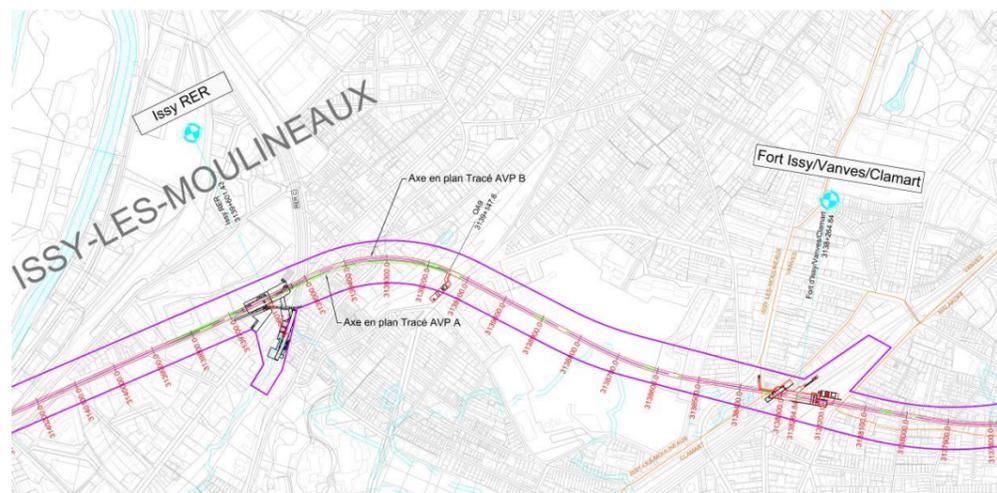


Figure 48 : Tracé en plan ISS / FVC

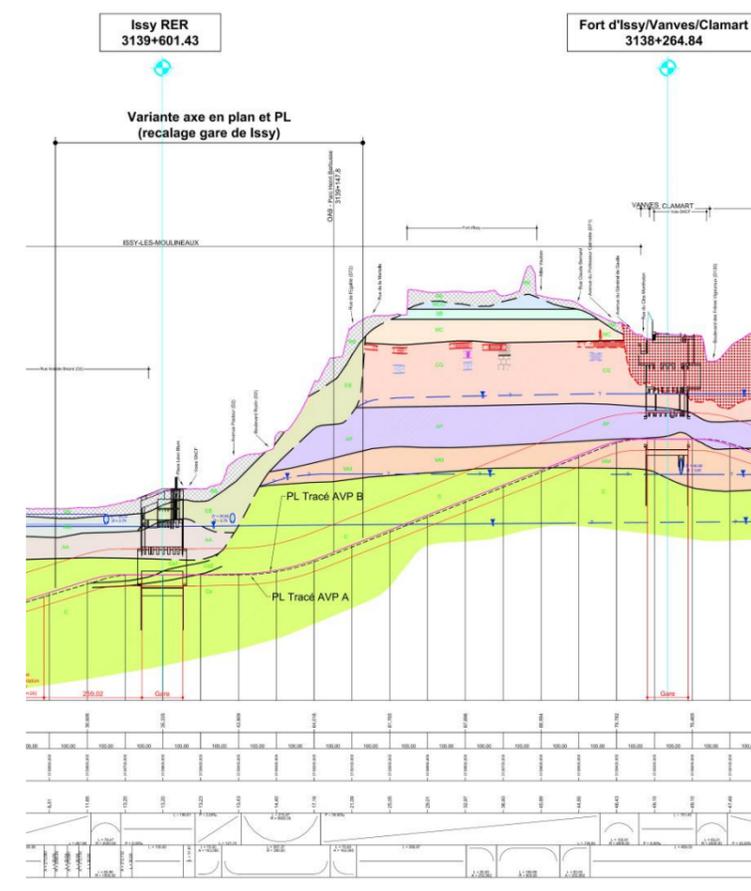


Figure 49 : Profil en long ISS / FVC

4.2.2.2.4 Intergare de Fort d'Issy-Vanves-Clamart à Châtillon-Montrouge

Le tunnelier 2 (Secteur Central) est lancé en gare de Fort d'Issy-Vanves-Clamart (FVC). Il plonge rapidement et passe à forte couverture en s'incurvant vers le Nord sous une zone pavillonnaire dense (commune de Malakoff) et au droit de l'Ecole élémentaire Henri Barbusse et du Lycée Professionnel Louis Girard.

A l'exception de la section entre le Fort de Vanves et l'OA7, où le tunnelier traverse les Argiles Plastiques en pleine section, le tunnel sera excavé majoritairement dans des fronts mixtes :

- principalement : Calcaire Grossier / Argiles Plastiques / Argiles Plastiques sableuses,
- mais aussi : Calcaire Grossier / Marnes de Meudon / Craie.

La présence de carrières souterraines dans le Calcaire Grossier, sur un ou deux niveaux, est mise en évidence ou pressentie sur une grande partie du linéaire entre l'OA8 Square Malleret Joinville et la gare CHM. La couverture entre le plancher des carrières et la voûte du tunnel reste en général supérieure au diamètre d'excavation.

Des zones de carrières remblayées à ciel ouvert ont été mises en évidence, en particulier au niveau de la gare de Fort d'Issy-Vanves-Clamart où la couverture (reliquat de dalle de Calcaire Grossier) entre les remblais et le tunnel est réduite à 3 ou 4 m.

A deux reprises, le tunnel passe en-dessous du doublement de l'Emissaire Sud 2ème branche de diamètre 3.60m puis 2.80 m avec une couverture respective de 5.6 m et 3.9 m. Le tunnel passe également au-dessous de l'Emissaire Sud 2ème branche de diamètre 2.75 m avec une couverture de 8.4 m.

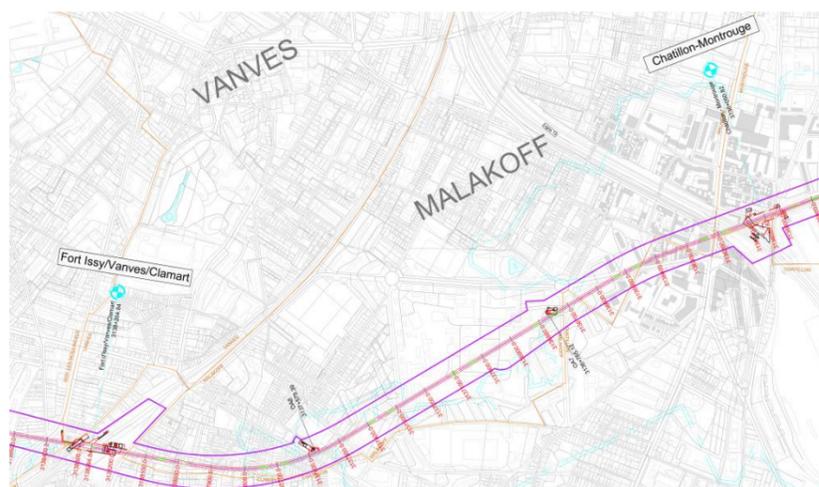


Figure 50 : Tracé en plan FVC / CHM

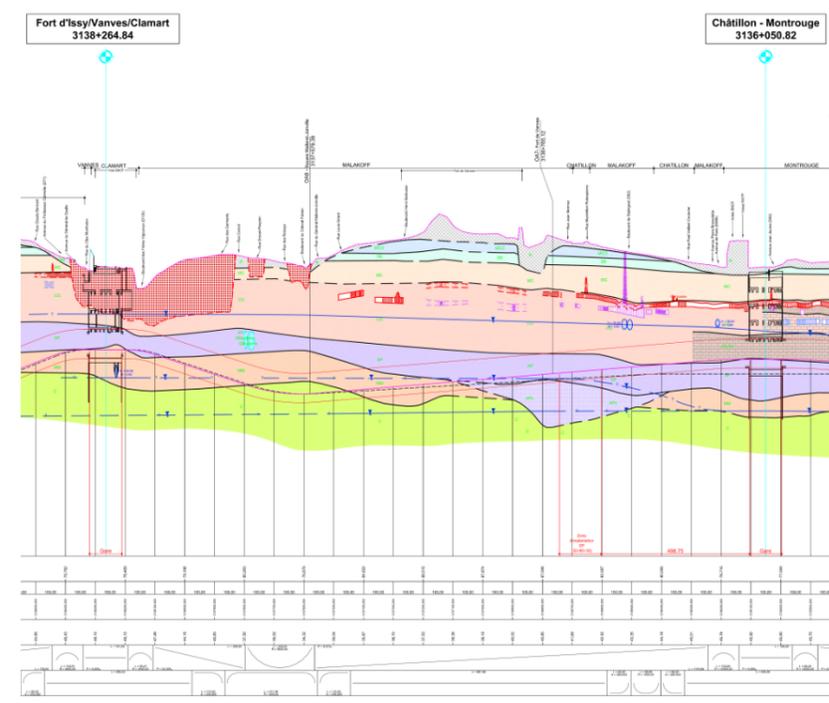


Figure 51 : Profil en long FVC / CHM

4.2.2.2.5 Intergare de Châtillon-Montrouge à Bagneux

En sortant de la gare de Châtillon-Montrouge, le projet passe sous l'avenue Marx Dormoy sur environ 360 m avant de s'incurver vers le sud pour traverser le Cimetière Parisien.

A l'Est du Cimetière Parisien, le tunnel coupe l'avenue Henri Ravera et passe ensuite sous une petite zone pavillonnaire puis une zone d'habitats collectifs de grande hauteur. Enfin, le tunnel passe en-dessous de la nouvelle gare de la ligne 4 du métro parisien avant d'arriver en gare de Bagneux.

Sur cette section, le front de taille du tunnelier est quasiment entièrement dans un front mixte, Calcaire Grossier / Argiles Plastiques sauf au niveau de l'OA6 et en entrée de la gare de Bagneux où le profil remonte légèrement pour se retrouver dans un front homogène dans le Calcaire Grossier.

Le secteur entre Châtillon-Montrouge et Bagneux est fortement marqué par la problématique des anciennes exploitations de carrières souterraines. La présence de carrières souterraines dans le Calcaire Grossier, sur un ou deux niveaux, est mise en évidence ou pressentie sur la quasi-totalité du linéaire. La couverture entre le plancher des carrières et la voûte du tunnel est très faible en sortie de la gare CHM (entre 2 et 5 m de couverture au niveau de l'avenue Marx Dormoy) mais aussi en entrée de la gare BAG (entre 3 et 5 m de couverture).

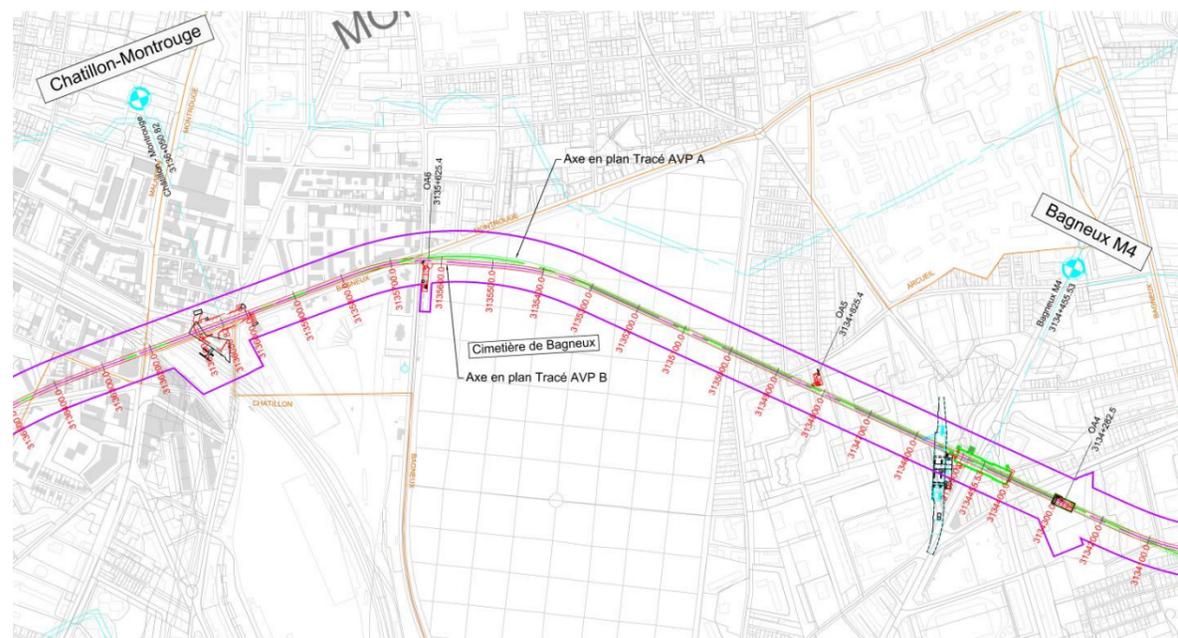


Figure 52 : Tracé en plan CHM / BAG

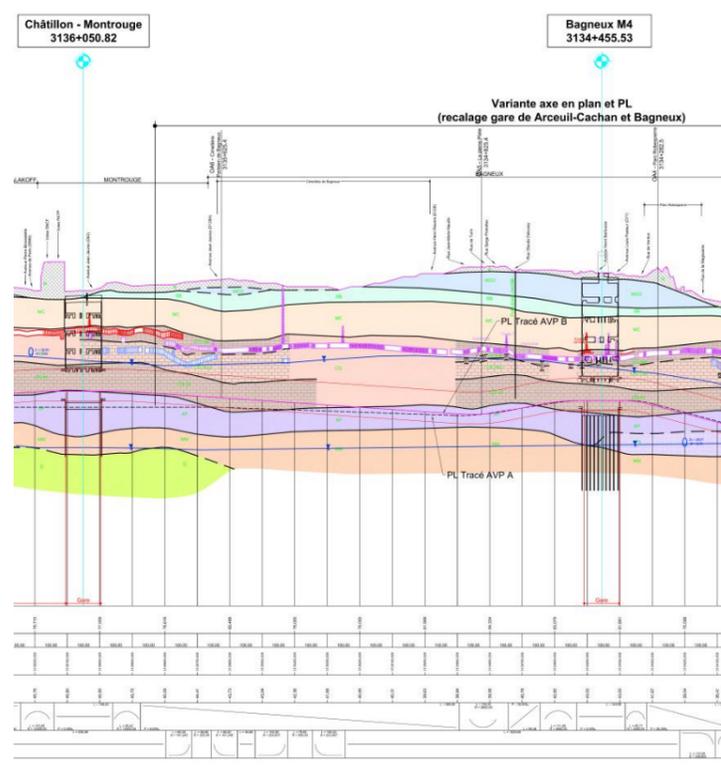


Figure 53 : Profil en long CHM / BAG

4.2.2.2.6 Intergare de Bagneux à Arcueil-Cachan

En sortie de la gare de Bagneux, le tracé passe sous quelques pavillons et traverse le puits du Parc Robespierre après avoir croisé la rue de Verdun.

Le tracé continue de plonger pour suivre le dénivelé du TN (début de la vallée de la Bièvre), croise le réseau d'assainissement de l'Emissaire Sud 2ème branche (situé à moins de 4.0 m sous le projet) et passe à l'aplomb d'une zone d'habitats collectifs de grandes hauteurs, s'incurve vers le sud-est, coupe l'avenue Aristide Briand et rejoint la gare d'Arcueil-Cachan en passant sous une zone pavillonnaire dense et les voies du RER B.

En plongeant en sortie de la gare de Bagneux sous une faible couverture de Calcaire Grossier en section supérieure, le tunnelier passe d'un front homogène de Calcaire Grossier à un front mixte Calcaire Grossier / Argiles Plastiques. En adoucissant la pente du tunnel, ce dernier passe par un front homogène d'Argiles Plastiques puis de nouveau par un front mixte Calcaire Grossier/Argiles Plastiques sous faible couverture de Calcaire Grossier sain avant d'entrer en gare d'Arcueil-Cachan.

Le secteur entre les gares de Bagneux et d'Arcueil-Cachan est fortement marqué par la problématique des anciennes exploitations de carrières :

- principalement dans le Calcaire Grossier en souterrain et à ciel ouvert,
- parfois dans les Argiles Plastiques.

La présence de carrières souterraines dans le Calcaire Grossier, sur un ou deux niveaux, est mise en évidence ou pressentie sur la quasi-totalité du linéaire. La couverture entre le plancher des carrières et la voûte du tunnel reste supérieure au diamètre d'excavation sur la majorité du linéaire mais est de l'ordre du diamètre :

- en sortie de la gare de Bagneux (l'absence du niveau inférieure a été confirmée par l'IGC en Septembre 2014),
- à l'approche de la gare d'Arcueil-Cachan.

Le tunnel passe au-dessus de l'Emissaire Sud 2ème branche de diamètre 2.75 m avec une couverture de 4 m.

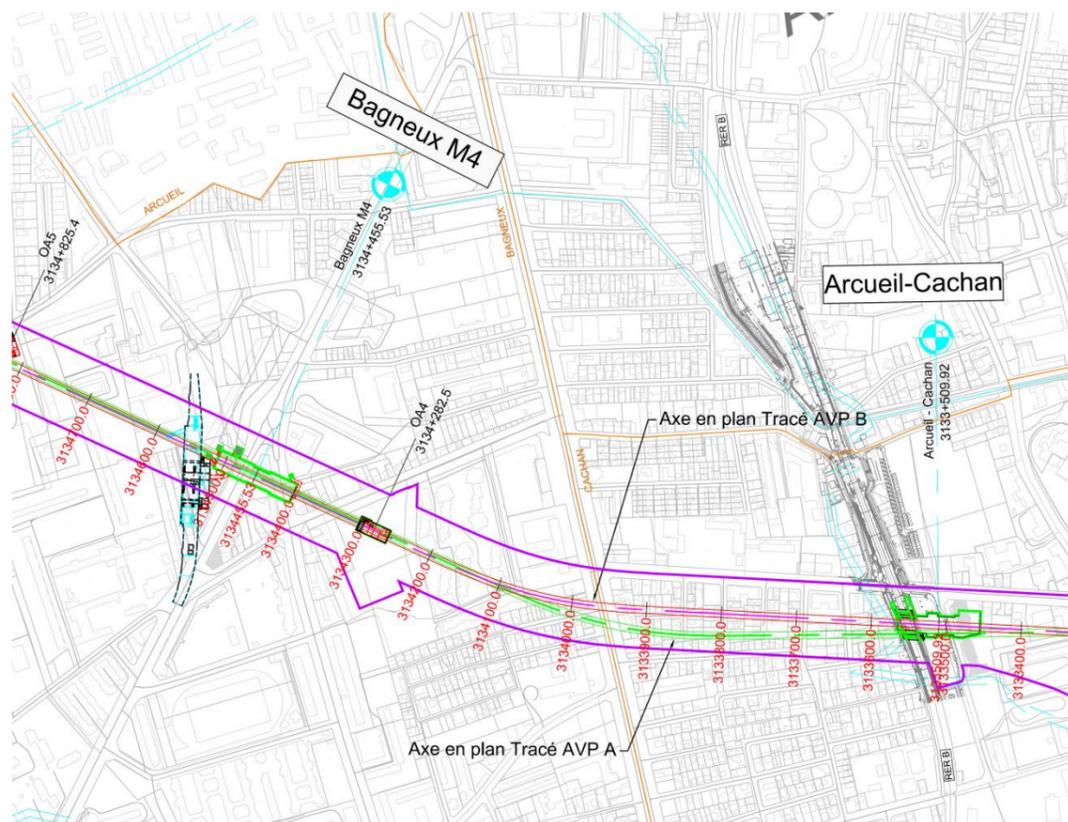


Figure 54 : Tracé en plan BAG / ARC

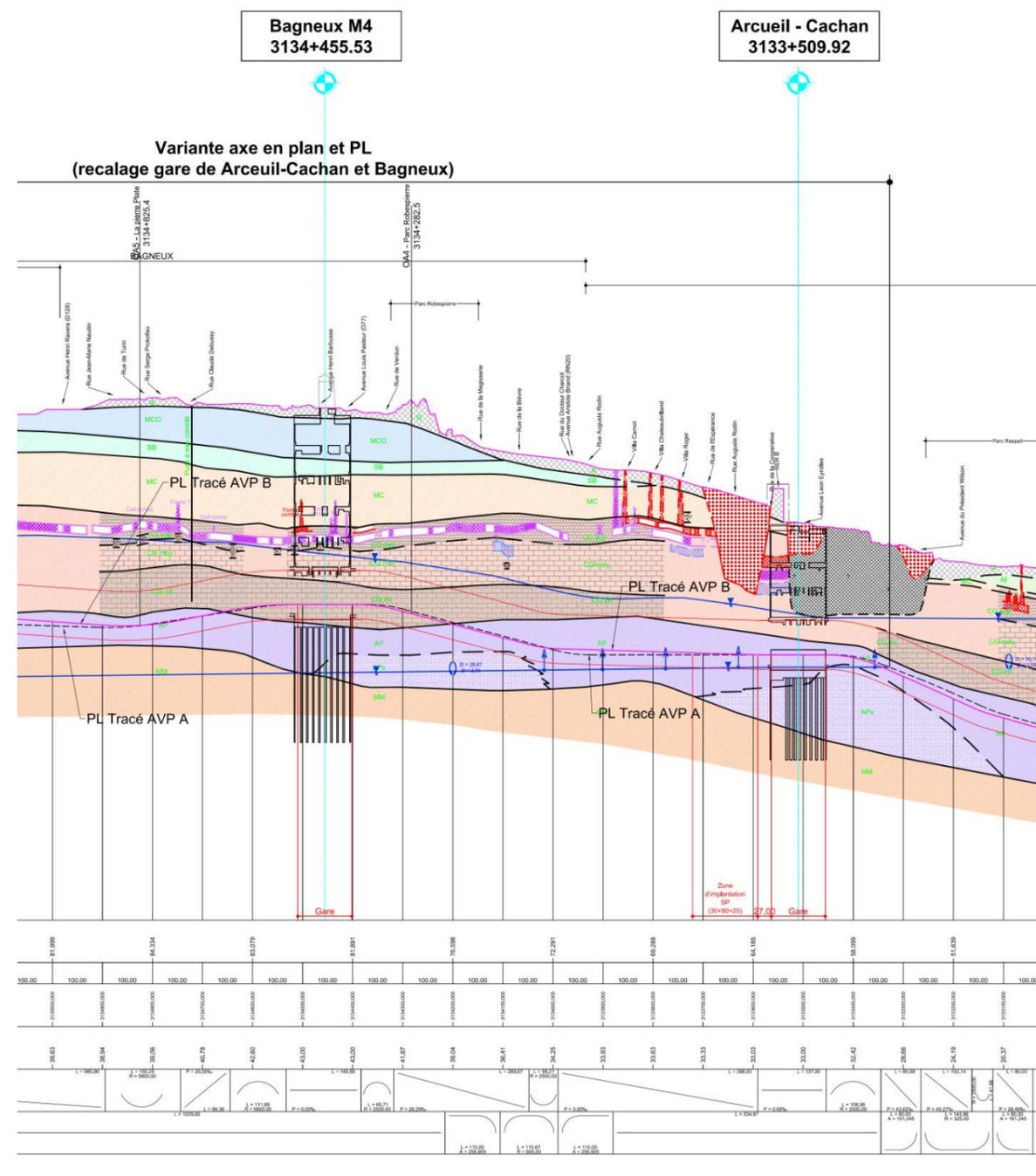


Figure 55 : Profil en long BAG / ARC

4.2.2.2.7 Intergare d'Arcueil-Cachan à Villejuif IGR

En sortie de la gare d'Arcueil-Cachan, le tracé traverse l'avenue du président Wilson, passe sous le Parc Raspail et le point bas de la vallée de la Bièvre (TN à 44 NGF) et remonte vers le plateau de Villejuif (TN à 121 NGF) en passant sous l'autoroute A6.

Le contexte géotechnique est particulièrement hétérogène dans cette intergare. Le tunnel s'inscrit tout d'abord dans un front mixte Calcaire Grossier / Argiles Plastiques entre la gare d'Arcueil-Cachan et la vallée de la Bièvre. Puis, en remontant le coteau du plateau de Villejuif, le projet intercepte les formations du Lutétien au Ludien avec le Calcaire Grossier et Marnes et Caillasses (en front mixte avec les éboulis et colluvions) en point bas. Enfin, en remontant sur le plateau de Villejuif, le projet traverse le Marno-Calcaire de Saint-Ouen, les Marnes Infra-gypseuses, les Masses et Marnes du Gypse et les Marnes Supra-Gypseuses d'Argenteuil.

Sur cette section le tunnel passe en-dessous de plusieurs réseaux concessionnaires :

- L'intercepteur de Blagis-Cachan de diamètre 3.08 m avec une couverture de 3.1 m ;
- Le réseau « Egout profond » de dimensions 2 m x 1.20 m avec une couverture de 5.8 m.

Il est à noter que le profil en long est contraint dans cette section par le point bas de la Bièvre où il a été admis une couverture de sol de 1 diamètre minimum entre le terrain naturel et la voûte du tunnel. Au droit du point bas, le tracé en plan a été fixé de manière à éviter tout bâtiment à fondations profondes et à passer sous les bâtis dont le mode de fondation en superficiel a été confirmé par l'AMO-bâti.

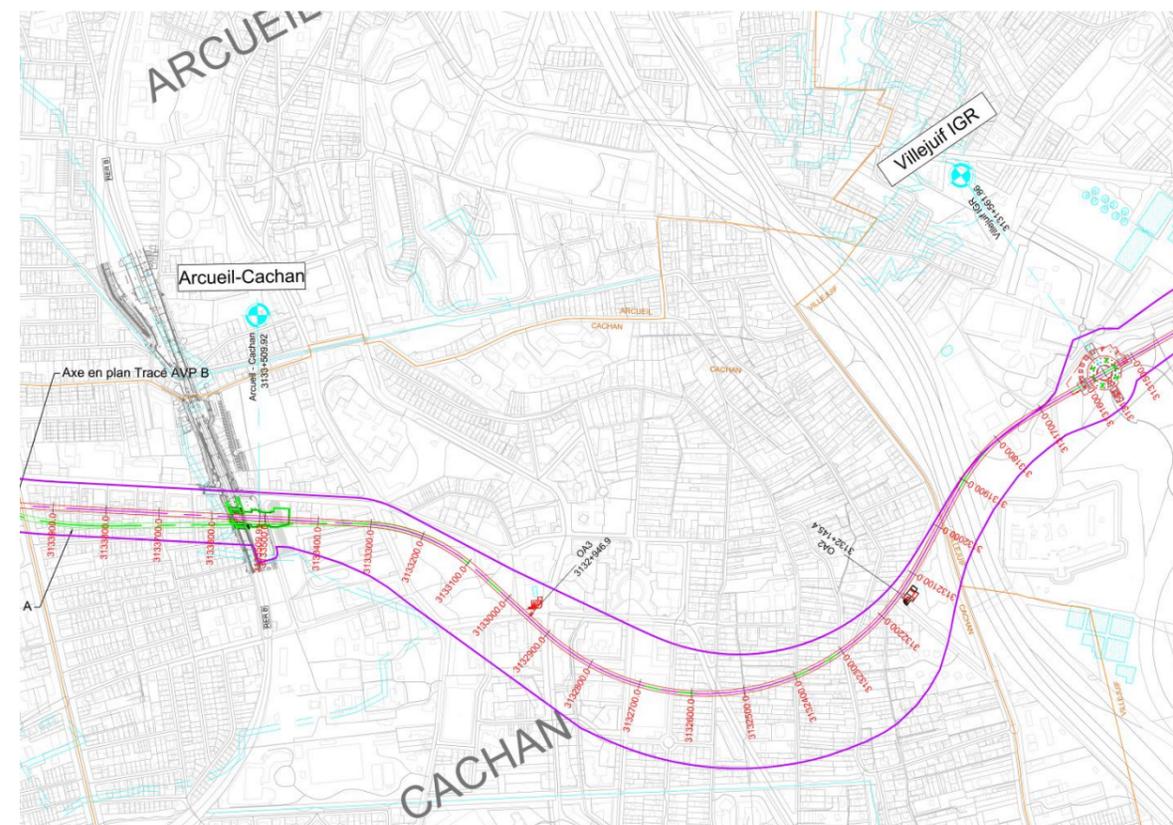


Figure 56 : Tracé en plan ARC / IGR

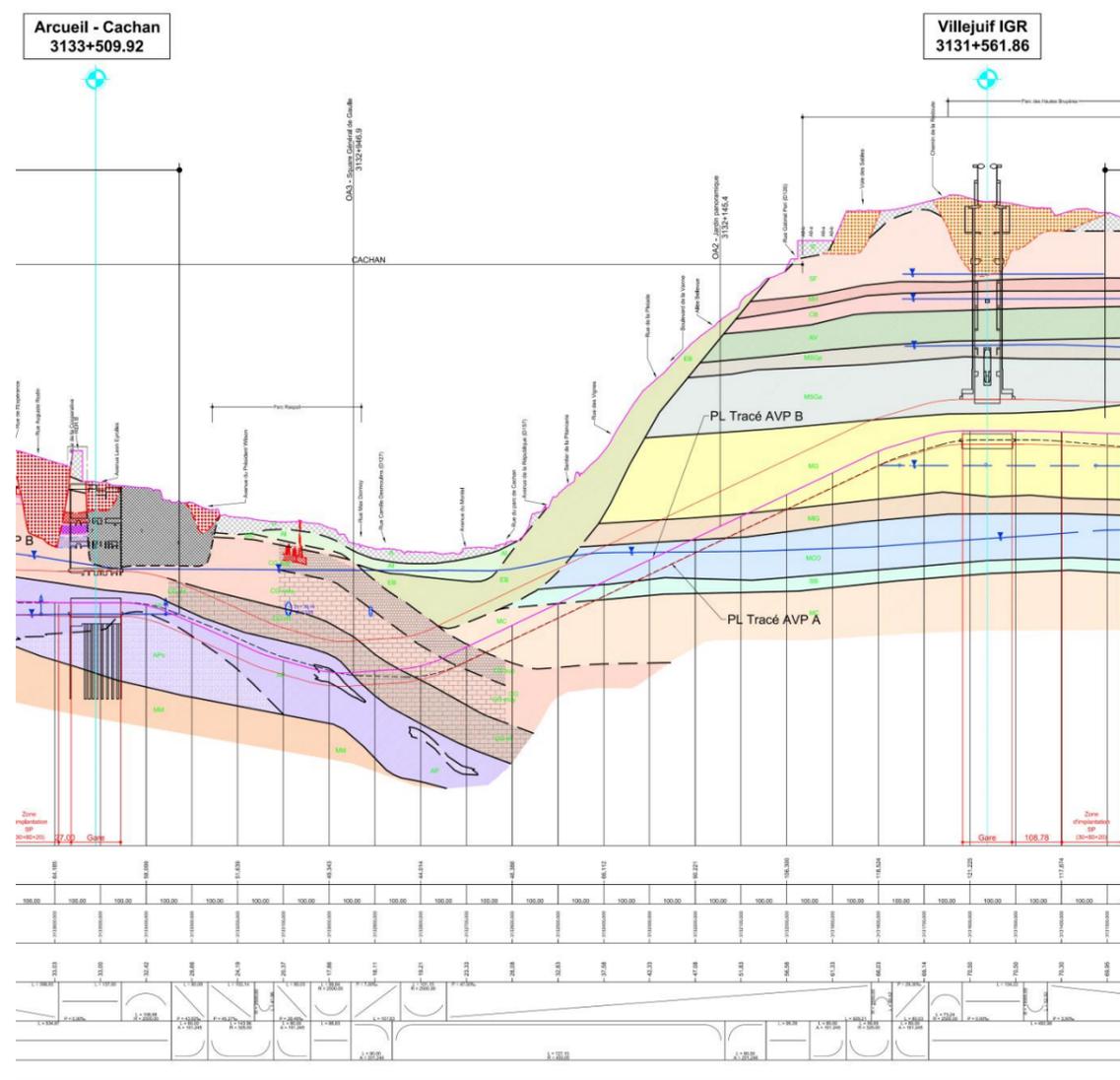


Figure 57 : Profil en long ARC / IGR

4.2.2.2.8 Intergare de Villejuif IGR à Villejuif – Louis Aragon

En sortie de la gare Villejuif IGR, le tracé plonge légèrement sous le parc des Hautes Bruyères avant d'atteindre une zone d'habitation pavillonnaire entourant un cimetière. Le projet décrit ensuite un S en longeant en partie les rues Jules Joffrin et René Hamon. En remontant vers la gare de Villejuif – Louis Aragon, le tracé passe sous quelques bâtiments de moyenne hauteur puis longe l'avenue de la République.

Le front rencontré par le tunnelier est tout d'abord mixte, principalement dans les Marnes et Marnes du Gypse avec la voûte légèrement inscrite dans les Marnes Supra-Gypseuses d'Argenteuil. Le profil en long s'abaissant, le front devient rapidement homogène (Marnes et Marnes du Gypse) puis retrouve les Marnes Supra-Gypseuses d'Argenteuil.



Figure 58 : Tracé en plan IGR / VLA

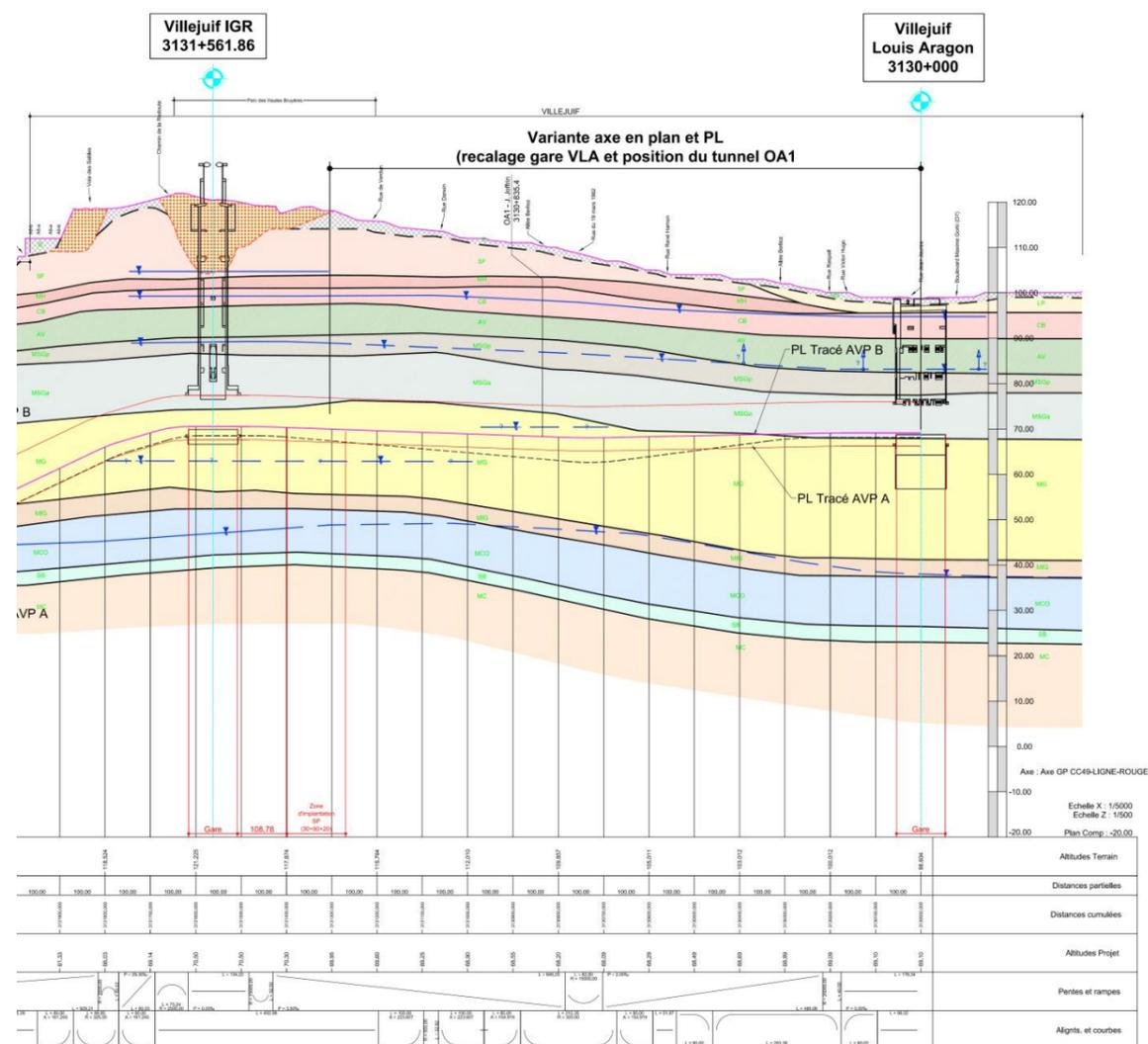


Figure 59 : Profil en long IGR / VLA

4.2.2.2.3 Caractéristiques des tunnels au tunnelier sur le tronçon Villejuif / Pont de Sèvres

4.2.2.2.3.1 Choix des tunneliers

Il a été retenu de disposer de trois tunneliers.

- Tunnelier 3 – Secteur Ouest

Le tunnelier 3 part de la gare de Pont de Sèvres et est démonté en gare de Fort d'Issy-Vanves-Clamart après avoir foré 3 940 m.

En vallée de Seine, du puits de départ jusqu'à la gare d'Issy RER, le tunnel est creusé sous nappe et sous couverture alluvionnaire. Sur cette section, le creusement s'effectue entièrement dans la Craie Campanienne hormis en entrée et sortie de la gare d'Issy RER où le tunnel rencontre un front mixte avec en calotte des Alluvions Anciennes.

De la gare d'Issy RER à celle de Fort d'Issy-Vanves-Clamart, le tunnel passe sous le versant des Hauts d'Issy et traverse successivement la Craie, les Marnes de Meudon, les Argiles Plastiques et les Fausses Glaises. Le creusement dans la Craie représente près de 90% de l'ensemble du linéaire.

La quantité de fines contenues dans les Argiles Plastiques, les Fausses Glaises, la Craie et les Marnes nécessite l'utilisation d'un tunnelier pression de terre.

La granulométrie des Alluvions Anciennes, rencontrées sur un linéaire d'environ 270 m, correspond quant à elle au domaine d'utilisation classique des tunneliers à pression de boue.

Les développements récents permettent cependant une utilisation élargie des tunneliers pression de terre : l'ajout de polymères modernes et de boues très denses permet d'utiliser le confinement à la terre pour creuser des terrains très perméables.

Le domaine d'utilisation des tunneliers pression de terre élargi présenté par certains constructeurs permettrait même de forer dans les Alluvions Anciennes.

Les Alluvions Anciennes sont rencontrées en front mixte avec environ 2/3 de la section dans la Craie Altérée et 1/3 dans les Alluvions. Cette situation est favorable car elle aura tendance à charger en fines le mélange dans la chambre d'abattage.

Au stade de l'AVP un creusement au tunnelier pression de terre avec ajout d'adjuvant et de mousse est retenu pour le Secteur Ouest. Pour laisser la liberté aux entreprises de répondre avec les moyens qui leur semblent adaptés, l'espace au sud du PDS, nécessaire à la centrale de traitement doit cependant être conservé.

- Tunnelier 2 – Secteur Central

Le tunnelier 2 part de la gare Fort d'Issy-Vanves-Clamart et est démonté au puits d'attaque Robespierre. Il rencontre des horizons géologiques s'inscrivant dans les étages géologiques compris entre le Lutétien et le Campanien (De haut en bas : Calcaire Grossier, Argiles Plastiques, Marnes de Meudon et Craie).

Le front de taille du tunnelier rencontre sur un grand linéaire les Argiles Plastiques : cela

exclu donc l'utilisation d'un tunnelier à pression de boue. La majeure partie du linéaire présente un front mixte (Calcaire Grossier / Argiles Plastiques; Argiles Plastiques / Marnes de Meudon ; Marnes de Meudon / Craie), avec localement la présence d'un faciès sableux au sein des Argiles Plastiques. Cela ne remet pas en cause la faisabilité d'utiliser un tunnelier à pression de terre : il est en effet possible d'ajouter, si nécessaire, des adjuvants pour homogénéiser et plastifier le terrain dans le chambre de coupe afin de maîtriser la pression de confinement.

- Tunnelier 1 – Secteur Est

Le tunnelier 1 part du puits d'attaque Robespierre et est démonté en gare de Villejuif-Louis Aragon. Il rencontre dans un premier temps sur environ 1 500 ml le Calcaire Grossier et les Argiles Plastiques, essentiellement en front mixte. Il passe ensuite sous la vallée de la Bièvre, en interceptant en voûte les éboulis constituant le fond de la vallée fossile de la Bièvre en pied du plateau de Villejuif. Le tunnel remonte ensuite la série du Lutétien au Ludien, en interceptant le Calcaire Grossier, les Marnes et Caillasses, les Sables de Beauchamp, le Marno-Calcaire de Saint Ouen, les Marnes Infra gypseuses, les Masses et Marnes de Gypse et les marnes Supra gypseuse d'Argenteuil.

L'ensemble de ces formations rentre dans le domaine d'utilisation d'un tunnelier à pression de terre. L'interception des Argiles Plastiques sur plus de 1 km (en section inférieure) exclut a priori l'utilisation d'un tunnelier à pression de boue.

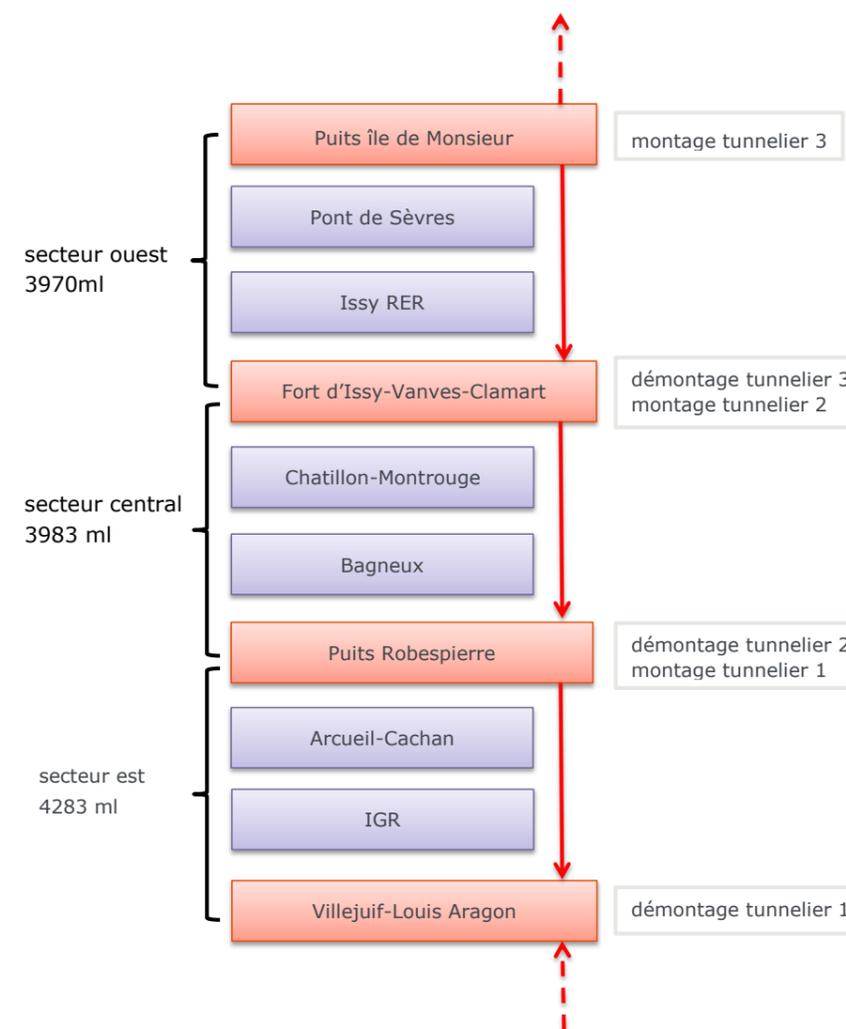
4.2.2.2.3.2 Phasage de lancement des tunneliers

Les 3 tunneliers correspondent aux 3 secteurs suivants :

- Secteur Ouest (tunnelier 3) : le puits d'attaque du tunnelier est un ouvrage annexe réalisé au Sud de l'Ile de Monsieur (Sèvres) à l'Ouest de la gare Pont de Sèvres. Le tunnelier traverse ensuite les gares de Pont de Sèvres et d'Issy RER. Le puits de sortie est la gare Fort d'Issy – Vanves – Clamart.
- Secteur Central (tunnelier 2) : le puits de départ du tunnelier est la gare Fort d'Issy Vanves Clamart. Le tunnelier traverse ensuite les gares de Châtillon – Montrouge et de Bagneux. Le puits de sortie est mutualisé avec le puits d'attaque du tunnelier 1 (OA Parc Robespierre).
- Secteur Est (tunnelier 1) : le puits de départ du tunnelier est un ouvrage réalisé au niveau du Parc Robespierre (Bagneux) à l'Est de la gare de Bagneux. Le tunnelier traverse ensuite les gares d'Arcueil – Cachan et de Villejuif IGR. Le puits de sortie est la gare Villejuif Louis Aragon

Le tableau ci-dessous résume la cinématique retenue :

Tunnelier	Puits d'entrée	Puits de sortie	Linéaire
Tunnelier 3	Ile de Monsieur	Fort d'Issy Vanves Clamart	3971 ml
Tunnelier 2	Fort d'Issy Vanves Clamart	Parc Robespierre	3704 ml
Tunnelier 1	Parc Robespierre	Villejuif Louis Aragon	3976 ml



4.2.2.2.3.3 Puits d'attaque

Les trois tunneliers avancent depuis l'ouest vers l'est. Les linéaires forés (hors gare) parcourus par chacun sont, d'ouest en est, de 3 971 m, 3 704 m et 3 976 m.

Le premier tunnelier démarre depuis un puits situé sur l'Ile de Monsieur à proximité du tramway T2 et de la Seine. Une fois le chantier achevé, ce puits aura un rôle fonctionnel, et notamment celui d'accès des secours et d'usine de ventilation du tunnel (voir chapitre 12). Il aura également un rôle de puits d'attaque pour le tronçon T4 du projet qui part vers le nord. Il a donc été conçu afin que ce double rôle soit rendu possible, ce qui nécessite certaines dispositions conservatoires.

L'aire de chantier disponible est particulièrement exiguë (environ 4 000 m²). Il est prévu une communication franchissant le tramway T2 pour accéder à la Seine au bord de laquelle un aménagement fluvial devrait permettre le transport par barges d'une partie des déblais et des voussoirs. Le puits d'arrivée de ce premier tunnelier est en fait un espace de la gare de Fort d'Issy-Vanves-Clamart : cet espace est constitué de la partie ouest de la « boîte » gare avant le passage sous le faisceau de voies du Réseau Ferré National (RFN). Les possibilités d'implantation d'un puits de sortie sont réduites et il n'est pas exclu de devoir ressortir une partie du bouclier (les mécanismes intérieurs) par le puits d'entrée.

Le second tunnelier part depuis l'extrémité est de la gare de Fort d'Issy-Vanves-Clamart en limite du RFN. L'espace est exigu et est partagé entre deux chantiers : celui du puits d'entrée du tunnelier et celui du ripage de la dalle de la gare. En effet, compte-tenu des fortes contraintes ferroviaires, la conception de l'enveloppe extérieure de la boîte s'est orientée vers la réalisation de la dalle de couverture en bord de faisceau ferré puis d'un ripage de cette dalle durant quelques jours d'interruption des circulations.

Le corollaire est que l'aire de préfabrication de cette dalle est située à l'aplomb direct de la partie est de la gare qui joue également le rôle de puits d'entrée du tunnelier. Il en ressort, d'une part, que ce puits est relativement exigu car proche du faisceau ferré et, d'autre part, qu'il y a un phasage complexe des divers ouvrages pour permettre de ne pénaliser ni le chantier de tunnel ni celui de la gare. Ceci constitue un point critique du planning.

Il est envisagé un raccord ferré sur le RFN pour permettre l'évacuation partielle des déblais par train.

Le puits d'arrivée du tunnelier est le puits du parc Robespierre à Bagneux, qui est également le puits de départ du troisième tunnelier. Ce puits situé à l'intérieur d'un parc urbain est à proximité directe de la gare de Bagneux.

Il jouera le rôle ultérieur d'accès des secours et d'usine de ventilation tunnel. En effet, puisqu'il est nécessaire de l'agrandir pour lui faire jouer le rôle de puits de chantier (longueur portée à environ 40 m), l'espace ainsi rendu disponible dans ce puits est mis à profit pour l'ouvrage en exploitation, ce qui libère des contraintes sur la gare de Bagneux.

L'emprise disponible n'est que de 7 500 m², ce qui force à réduire notablement les stocks tampons sur site, qu'il s'agisse des déblais, des voussoirs ou des diverses fournitures ou consommables. L'autonomie du chantier vis-à-vis des approvisionnements s'en trouve limitée (de l'ordre de 2.5 jours).

Le puits de sortie du tunnelier est dans la gare de Villejuif Louis Aragon. Cette gare accueillera également le tunnelier creusant la partie ouest du tronçon T2.

4.2.2.2.4 Les carrières sur le tronçon Villejuif / Pont de Sèvres

4.2.2.2.4.1 Présentation de la problématique « carrière »

- Contexte

Le projet de tunnel est fortement impacté par la présence d'anciennes carrières souterraines du Calcaire Grossier, entre la vallée de la Bièvre et le coteau d'Issy, soit sur un linéaire de plus de 6 km. Le tracé passe sous les carrières, avec une couverture de CG résiduel entre la voûte du projet et le plancher des carrières variant de 25 m à 4 m.

A noter qu'aucun retour d'expérience ne permet d'analyser l'impact de l'excavation d'un tunnel au tunnelier de grand diamètre lors de son passage sous les carrières.

- Les carrières souterraines du Calcaire Grossier

La plupart des carrières rencontrées au droit du projet ont été exploitées par la méthode dite de « hagues et bourrage », sur un à deux niveaux. Cette technique se caractérise par la présence de « piliers à bras » (empilement de blocs de calcaire pour soutenir le ciel), de murs en pierres sèches (hagues) derrière lesquels sont entassés les déchets d'exploitations (bourrages). Il en résulte souvent la présence de vide entre les bourrages et le toit des carrières ; parfois, le ciel s'est affaissé sur les remblais, provoquant la décompression des Marnes et Caillasses sus-jacentes. A noter qu'il subsiste un grand nombre de galeries vides de dimensions plus ou moins importantes.



Ponctuellement, les carrières souterraines ont été consolidées (en particulier au droit des bâtiments, dont le PC est soumis à des recommandations émises par l'Inspection Générale des Carrières). Jusqu'aux années 70, le mode privilégié de mise en sécurité des cavités était la réalisation de piliers maçonnés à pied d'œuvre. Depuis les années 80, les techniques de comblement par injection depuis la surface se sont largement répandues du fait de leur

performance technico-économique.

- Les risques associés

Les zones sous minées par d'anciennes carrières sont sujettes à des risques dont les conséquences en surface peuvent être importantes.

L'événement le plus fréquemment observé est la remontée d'un **fontis** en surface : la rupture du ciel en carrières (ciel tombé) entraîne l'apparition d'une cloche de fontis dont la progression vers la surface est fonction de la hauteur de vide initiale et de son diamètre.

Les origines de déstabilisation de la structure d'une carrière sont multiples et peuvent provenir d'un ciel en mauvais état (fissures, ciel tombé...), de piliers dégradés (piliers à bras instables, piliers tournés « ogivés »...) voire d'un poinçonnement du sol de la carrière. Il apparaît donc clairement qu'une bonne connaissance de l'état des carrières est indispensable pour estimer le niveau de risque.

4.2.2.2.4.2 Caractérisation des risques et des incertitudes

- Caractérisation des carrières du Calcaire Grossier

La bonne connaissance de l'étendue et de l'état des carrières souterraines est un prérequis indispensable afin d'analyser les risques liés à leur présence. En phase AVP, un travail important de collecte des données a été entrepris en se basant sur :

- les cartes de l'IGC, qui constituent la principale source d'informations, et qui demandent une lecture approfondie afin d'en tirer toute la substance ;
- les informations complémentaires (non indiquées sur les cartes) recueillies auprès de l'IGC lors des réunions de travail que nous avons mises en place (il s'agit par exemple des notes reportés sur leurs cartes minutes au fur et à mesure des visites) : confortements réalisés, zones en mauvais état, galeries à conserver...
- les sondages d'archives et ceux réalisés pour les campagnes G11 et G12, qui permettent de recouper les informations fournies par l'IGC ;
- les visites de carrières.

- Impact du projet

L'incidence de la réalisation de la galerie au tunnelier sur les carrières existantes a été étudiée par des simulations numériques bi et tridimensionnelles. Ceci a permis de prendre en compte le caractère purement 3D du problème et de simuler l'avancement du tunnelier sur plusieurs mètres afin d'atteindre un état stationnaire à l'arrière du front. Les profils de tassement longitudinal et transversal ont pu être étudiés ainsi que les déplacements et l'évolution des contraintes dans les piliers.

Sur la base des résultats obtenus, les constats suivants peuvent être faits :

- Excavation du tunnel en pleine section dans les Calcaires Grossiers et carrières à 3 m de la voûte :

- La faible distance entre l'excavation et la carrière induit que la cuvette de tassement transversale à la base de la carrière est particulièrement étroite (i de 6 m environ).
- Les piliers les plus proches du tunnel (à 2 et 6 m de l'axe) montrent une décompression. L'effort de compression, en revanche, augmente dans les autres piliers.
- L'effort de traction augmente le plus dans les piliers situés dans les 4 premières files, c'est-à-dire jusqu'à 15 m de l'axe du tunnel.
- Excavation du tunnel en pleine section dans les Argiles Plastiques et carrières à 16 m de la voûte :
 - La distance plus importante entre l'excavation et la carrière induit que la cuvette de tassement transversale à la base de la carrière est significativement plus large que dans le cas d'étude précédente.
 - L'effort de compression augmente fortement dans les piliers situés à 14, 18 et 22 m de l'axe.
 - L'effort de traction augmente le plus dans les piliers compris entre les files 3 et 6, c'est-à-dire entre 10 et 22 m de l'axe du tunnel, là où la pente de la cuvette à la base de la carrière est maximale.
 - Le traitement par bourrage des premiers 16 m de la carrière (par rapport à l'axe du tunnel) a une influence importante sur les contraintes dans les piliers. Dans la partie traitée, en effet, l'évolution des contraintes après le passage du tunnelier est négligeable. Au-delà de la zone traitée, on obtient même dans ce cas une augmentation des contraintes de compression et de traction mais celle-ci reste globalement plus faible que dans le cas sans traitement.

Ces constats donnent des indications utiles sur les effets de l'excavation du tunnel sur le comportement des piliers de la carrière. Toutefois, il faut garder à l'esprit que ces résultats dépendent des différentes hypothèses et simplifications qui ont dûes être prises en compte dans la modélisation numérique. Celles-ci concernent en particulier :

- La simulation simplifiée de la géométrie de la carrière (maille régulière de piliers)

Les hypothèses relatives aux caractéristiques du pilier et à sa géométrie (élément continu de 2 m de hauteur, encastré à la base et au toit de la carrière).

- Infrastructures en surface

Le risque lié à la réalisation d'un tunnel au tunnelier sous les carrières souterraines du Calcaire Grossier porte principalement sur les infrastructures en surface. Il est donc important de caractériser le bâti et autres existants (voies ferrées, réseaux...).

L'AMO bâti (Véritas) a pour mission de réaliser une enquête afin de déterminer la sensibilité et la vulnérabilité des bâtiments de la ZIG. L'analyse de risque est conduite suivant ses conclusions.

4.2.2.2.4.3 *Traitement du risque*

En fonction des critères détaillés ci-dessus (état des carrières, impact du projet et sensibilité des infrastructures en surface), on en déduit le niveau de risque ce qui permet de conclure sur la nécessité ou non de prévoir des actions de réduction des risques

Il n'existe pas de méthode de traitement universelle pouvant s'appliquer et se justifier sur l'ensemble des cas rencontrés sur ce projet. Les critères de choix permettant de privilégier l'une ou l'autre des méthodes sont principalement les suivants :

- les objectifs à atteindre en termes de maîtrise du risque ;
- l'accessibilité des carrières ;
- l'état des carrières ;
- la position du projet vis-à-vis des carrières ;
- les problématiques techniques ;

Le choix de la technique à mettre en œuvre relève donc d'une analyse multicritère qu'il faut mener au cas par cas.

Dans tous les cas, la technique de confortement des carrières lors du creusement ne prévoit pas la mise en place de structures permanentes.

4.2.2.2.4.4 *Application au projet*

Le tracé est concerné par le risque des carrières sur environ 6km entre la gare de Fort d'Issy et la gare d'Arcueil-Cachan. La démarche exposée ci-avant nous amène à estimer le linéaire de traitement des carrières à environ 2,7 km.

4.2.3. Ouvrages annexes

4.2.3.1 **Présentation générale des ouvrages annexes**

4.2.3.1.1 Définition

Les ouvrages annexes sont situés en dehors des gares et des tunnels et sont nécessaires à l'exploitation, et assurant une ou plusieurs des fonctions décrites ci-après. Ces ouvrages peuvent avoir des conceptions variées et, par exemple, être composés d'un puits vertical relié au tunnel principal par un rameau de liaison ou bien d'un puits vertical centré sur le tunnel.

Les fonctions des ouvrages annexes sont les suivantes :

- Accès de secours ;
- Ventilation / Désenfumage ;
- Décompression ;
- Epuisement
- Postes de redressement et postes éclairage force

Certains puits permettent en outre d'assurer en phase chantier l'entrée ou la sortie du tunnelier dans le tunnel.

4.2.3.1.2 Fonction secours des ouvrages annexes

Conformément au §.2 de l'arrêté du 22 novembre 2005, la fonctionnalité première d'un puits est de permettre l'accès au tunnel depuis la surface pour les équipes de secours, en cas d'incident. Les équipements décrits dans la suite seront donc a fortiori intégrés à la conception.

Les accès des moyens de secours sont composés :

- d'une partie en puits sur une profondeur dépendante de la cote tunnel ;
- d'une éventuelle partie en galerie constituant le rameau d'accès pompiers reliant le puits au tunnel. La longueur de ce rameau dépend de l'implantation de l'ouvrage en surface.

Le point de raccordement rameau – tunnel constitue le point de référence pour calculer les interdistances entre accès pompier puisque c'est le dernier lieu où les pompiers sont en secteur protégé.

- Rameau d'accès pompiers

Les dimensions du rameau d'accès pompier sont régies par les réglementations en vigueur vis-à-vis de la sécurité des ouvrages souterrains, lesquelles sont exposées plus haut.

Le rameau comprend un sas de surface supérieure à 5 m² ainsi qu'un volume tampon de surface minimale de 25 m² (voir § 3.1 Référentiels Règlementaires partie 8.1.1).

En référence aux dispositions retenues pour les issues de secours dans les tunnels routiers, pour éviter la pénétration des fumées, ce sas doit être mis en surpression.

- Ascenseur

L'ascenseur est prévu dans les puits dont la différence de niveau entre le terrain naturel et le cheminement piétons en tunnel est supérieure à 30 m. Conformément au § 8.1.1 de l'arrêté du 22 novembre 2005, l'ascenseur d'un ouvrage d'accès secours doit permettre le transport du brancard normalisé. Le brancard normalisé n'est pas défini dans les textes mais on peut distinguer les brancards dits « catastrophe » d'une longueur dépliée de 1850 mm, les chariots brancards de 1995 mm de longueur et enfin certains brancards à main d'une longueur de 2280 mm. Afin de couvrir toutes ces dimensions de brancards, il a été convenu avec le MOE-Systèmes de mettre en œuvre des ascenseurs de 1275 kg de capacité présentant des dimensions internes de 1200 mm x 2300 mm (pour un ascenseur présentant une ouverture sur une seule face). Compte tenu de ces dimensions de cabines, les dimensions intérieures retenues pour la gaine ascenseur sont : 2020 mm x 2700 mm.

Certains ouvrages accueillent un local technique Poste de Sectionnement en fond de puits. Le MOE-Systèmes a confirmé la possibilité d'assurer l'accès maintenance au Poste de Sectionnement au moyen d'un ascenseur 1275 kg (capacité et dimensions suffisantes pour le transport des équipements du Poste de Sectionnement démontés en sous-éléments), doublé d'une échelle à crinoline en cas de panne de l'ascenseur.

- Escaliers

La réglementation impose une largeur des dispositifs d'accès de secours de deux unités de passages, soit 1,40 m.

Dans le cas d'un escalier droit, la largeur est de 1,50 m (y compris deux mains courantes) et le palier a une profondeur de 1,60 m de façon à permettre une bonne circulation du brancard réglementaire.

Pour un escalier tournant, la même largeur de 1,50 m que pour un escalier droit est pris en compte.

Par ailleurs, la hauteur minimale entre paliers afin d'éviter le « coup-de-tête » est de 2,20 m.

4.2.3.1.3 Fonction Assainissement/Exhaure des ouvrages annexes

Les points bas du profil en long du tunnel en inter-gare sont positionnés autant que faire se peut au niveau des ouvrages annexes. Certains ouvrages annexes assurent aussi le rôle d'ouvrages d'exhaure/assainissement du tunnel (et d'eux-mêmes).

Pour les ouvrages annexes qui ne sont pas situés en point bas du profil en long du tunnel, il est prévu de rejeter gravitairement les eaux d'infiltration du puits vers le tunnel.

4.2.3.1.4 Locaux techniques et ouvrages annexes

Les Ouvrages Annexes hébergent aussi de nombreux locaux techniques destinés à remplir diverses fonctionnalités. Ces fonctionnalités sont propres à chaque ouvrage.

On présente succinctement à la suite les grandes familles de locaux techniques leurs fonctionnalités et certaines spécifications majeures, comme rappelé en introduction.

- Ventilation / désenfumage

Le tableau synthétique des OA indique les puits recevant la fonction ventilation/désenfumage. Chaque ouvrage annexe recevant une usine de ventilation est aussi équipé d'un by-pass de décompression. Ces ouvrages sont dessinés avec l'installation de ventilation / désenfumage suivante :

- 2 ventilateurs avec registres d'isolement et chaudronnerie de transition, dont l'un est le secours de l'autre,
- Gaine de ventilation, cette gaine peut être mutualisée avec la gaine de décompression moyennant un registre de by-pass,
- Un silencieux des ventilateurs vers l'extérieur (qui peut être constitué de deux étages successifs),
- Un silencieux des ventilateurs vers le tunnel, qui peut être mutualisé avec le silencieux de la gaine de décompression, nécessaire pour atténuer vers l'extérieur le bruit des trains en circulation,
- Une aire de maintenance des ventilateurs et une hauteur sous plafond suffisante pour le levage et déplacement des éléments de ventilateurs.

- Postes forces et locaux batteries

Les Ouvrages Annexes contiennent les Postes Force pour alimenter au plus près les différentes utilités dans le puits et dans la section de tunnel proche : éclairage, pompes d'épuisement, communications, détection d'intrusion, détection incendie...

Pour assurer l'alimentation des équipements sécurité à tout moment, deux locaux onduleurs - batteries de 12 m² sont adjoints aux Postes Force.

- Autres locaux techniques

Les ouvrages annexes constituent également une opportunité d'intégration de certains des équipements nécessaires au fonctionnement de l'infrastructure et du système de transport. Le déport de ces équipements en ouvrage annexe permet ainsi d'éviter la création de niches en tunnel dont la réalisation est difficile, donc coûteuse.

Les locaux techniques concernés comprennent notamment :

- Local courants faibles puits,

- Local courants faibles opérateurs puits,
- Local Ferme Optique Puits,
- Local CVC puits,
- Local Poste de Sectionnement en ligne,
- Diverses armoires.

Par ailleurs, quelques ouvrages annexes reçoivent un Poste de Redressement double implanté sur un seul niveau.

4.2.3.1.5 Contraintes de site

- Accessibilité routière

Conformément au § 8.1 du texte réglementaire, l'accès de secours doit se trouver à moins de 50 m d'une voirie permettant l'arrivée des véhicules de secours, le croisement des véhicules ainsi que leur retournement dans le cas d'une voie en cul de sac.

- Implantation du système de ventilation

La distance minimale à respecter entre le débouché de ventilation et les façades avoisinantes est de 8 m (cf. NF EN 13779).

- Contraintes réseaux

Les réseaux enterrés représentent une contrainte majeure pour la réalisation des puits notamment les réseaux de gaz haute pression et les réseaux gravitaires profondément enterrés (assainissement) très délicats à dévier. Les réseaux présents sur les sites de travaux de chaque ouvrage annexe sont identifiés sur les plans de synthèse des réseaux spécifiques à chaque ouvrage annexe.

Les principales émergences par ouvrage annexe sont :

- une (ou deux) grille(s) de ventilation,
- une trappe d'accès matériel pour l'accès des équipements des locaux techniques (peut être mise en commun avec la trappe d'accès du matériel ventilateur),
- une trappe d'accès secours,
- une trappe d'accès maintenance, éventuellement mise en commun avec la trappe d'accès secours,
- une prise d'air pour la mise en surpression du sas d'accès au tunnel,
- deux trappes des branchements pompiers pour chacune des 2 colonnes sèches en ouvrage,
- une prise d'air de dimensions variables pour la CVC des locaux techniques et du Poste de Redressement qui dégagent de la chaleur.

4.2.3.1.6 Interface tunnel / ouvrages annexes

Le raccordement du rameau avec le tunnel est une opération délicate et différentes techniques sont considérées en fonction des conditions géologiques rencontrées (bicône de cisaillement, clouage des voussoirs, linteau provisoire...).

Dans le cas d'un tunnel foré au tunnelier, ces opérations de raccordement sont généralement réalisées depuis le tunnel et en fin de creusement afin de ne pas entraver les flux nécessaires à l'avancement du tunnelier (voussoirs, marinage, aérage...). Vue la section du tunnel, une co-activité des opérations de creusement avec les opérations d'ouverture des voussoirs est néanmoins envisageable.

Par ailleurs, pour éviter toute infiltration d'eau, le rameau doit être étanché. De même, les jonctions du rameau avec le puits et le tunnel feront l'objet d'un traitement spécifique.

4.2.3.2 **Ouvrages annexes types**

Les études de conception des ouvrages annexes ont conduit à définir 5 types principaux d'ouvrages :

- Les ouvrages d'accès secours et d'épuisement circulaires entièrement enterrés ;
- Les ouvrages d'accès secours et d'épuisement rectangulaires entièrement enterrés ;
- Les ouvrages d'accès secours et d'épuisement avec locaux techniques en surface ;
- Les ouvrages de ventilation, décompression, désenfumage et accès secours (V+D+D+AS) circulaire de type A ;
- Les ouvrages de ventilation, décompression, désenfumage et accès secours (V+D+D+AS) type B.

4.2.3.2.1 De Villejuif – Louis Aragon à Noisy-Champs

4.2.3.2.1.1 *Critères de choix des ouvrages annexes*

Les principaux critères ayant conduit au choix des types de solutions adaptées pour chaque ouvrage sont présentés ci-après :

- Les emprises disponibles pour la mise en place du chantier et pour l'implantation de l'ouvrage (les géométries rectangulaires requièrent en général plus d'emprise que les géométries circulaires) ;
- Les caractéristiques géotechniques et hydrogéologiques du sol (les géométries circulaires sont plus adaptées aux terrains avec des fortes poussées (argiles plastiques) ;

- Le coût de l'ouvrage (à méthode de réalisation identique, les ouvrages de géométrie circulaire sont plus économiques que les géométries rectangulaires car ces derniers requièrent plus de volumes de matériaux et d'excavation) ;
- Les réseaux existants et concessionnaires.

En fonction de ces critères, les ouvrages annexes suivants ont été définis sur le linéaire du tronçon T2 :

4.2.3.2.1.2 Ouvrages d'accès secours et d'épuisement circulaires

Il s'agit de puits de descente circulaire abritant les escaliers et un ascenseur pour les ouvrages de plus de 30m de profondeur.

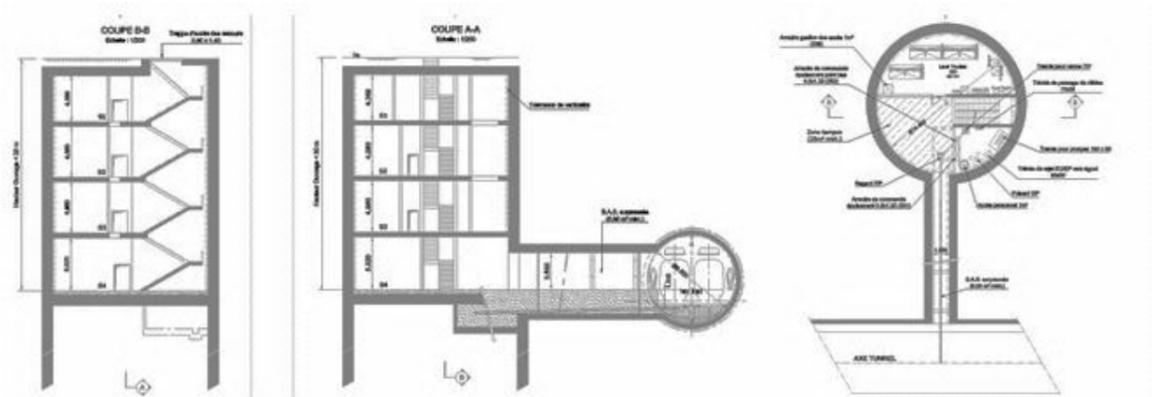


Figure 60 : Coupe et vue en plan niveau cheminement OA accès secours et d'épuisement circulaires

4.2.3.2.1.3 Ouvrages d'accès secours et d'épuisement rectangulaires

Il s'agit de puits de descente rectangulaires abritant les escaliers et un ascenseur pour les ouvrages de plus de 30m de profondeur.

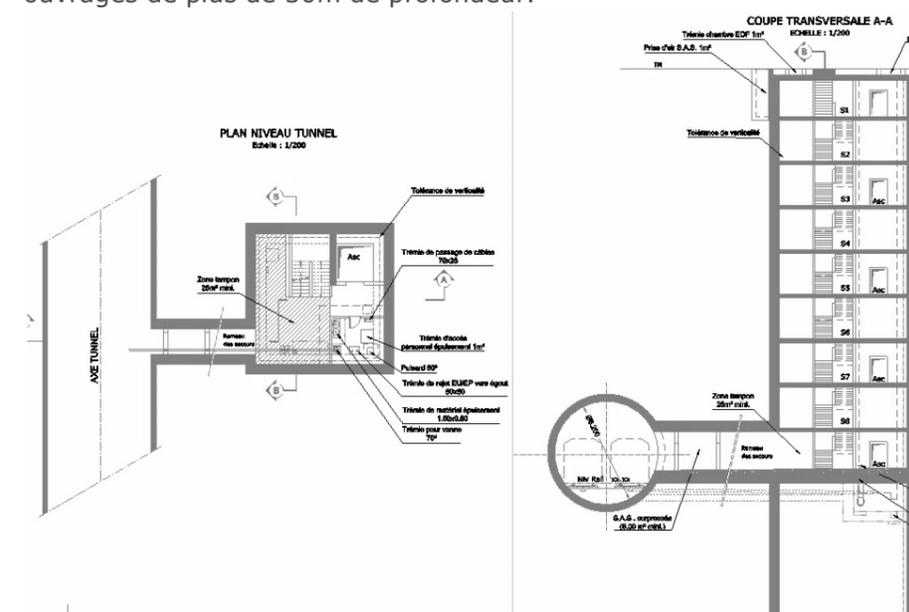


Figure 61 : Coupe et vue en plan niveau cheminement OA accès secours et d'épuisement circulaire

La conception de ces puits d'accès de secours entièrement enterrés tient compte de l'intégration de locaux techniques des équipements de sécurité et des équipements ferroviaires.

4.2.3.2.1.4 Ouvrages d'accès secours et d'épuisement avec locaux techniques en surface

Il s'agit de puits avec emprises limitées. Ils sont constitués de deux parties :

- Une partie enterrée abritant les escaliers et un ascenseur pour les puits de profondeur supérieur à 30 m ;
- Une partie en surface sur deux niveaux abritant les locaux techniques d'alimentation électrique, des équipements de sécurité et des équipements ferroviaires.

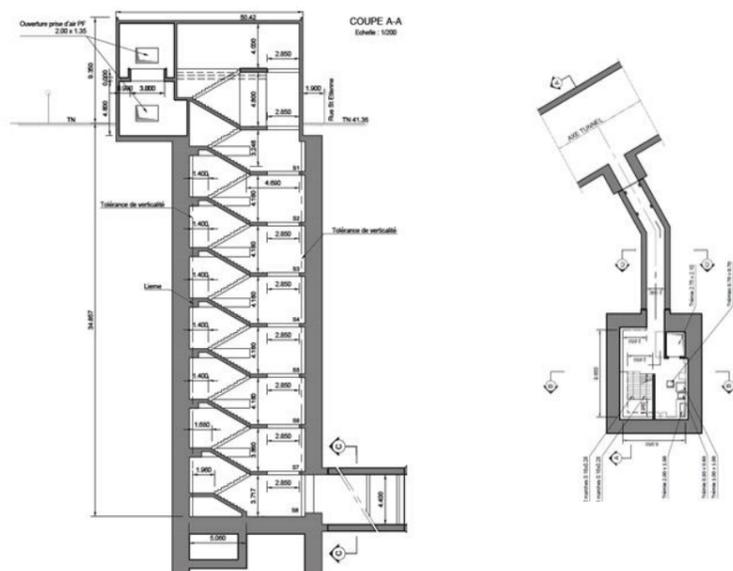


Figure 62 : Coupe et vue en plan niveau cheminement OA accès secours et d'épuisement avec locaux techniques en surface

4.2.3.2.1.5 Ouvrages circulaires type A

L'ouvrage, de type circulaire, intègre les fonctions de ventilation, désenfumage, décompression et accès secours.

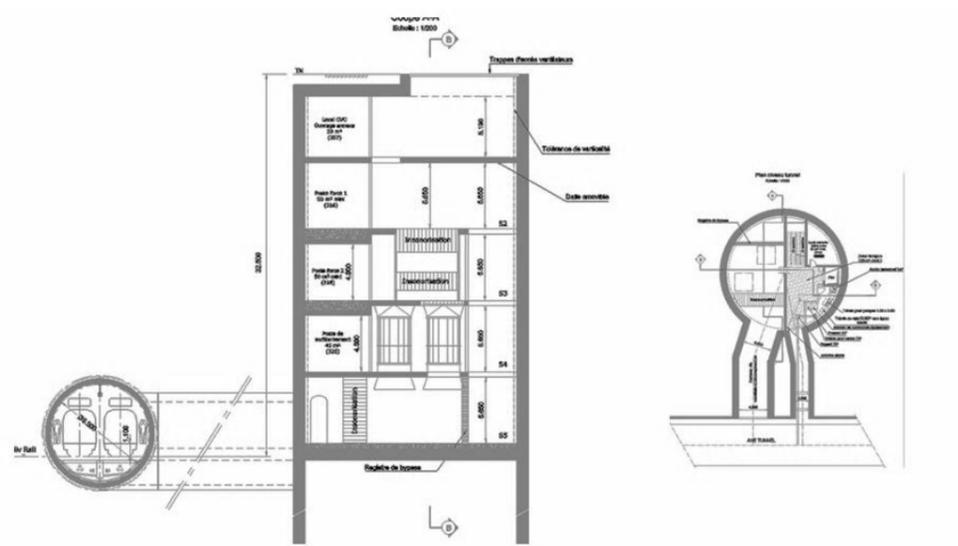


Figure 63 : Coupe et vue en plan au niveau du cheminement OA Circulaire type A

Les ventilateurs sont implantés à la verticale en profondeur de l'ouvrage.

4.2.3.2.1.6 Ouvrages type B

Ce type d'ouvrage est composé de deux parties :

- Une partie rectangulaire en subsurface,
- Une autre partie rectangulaire plus profonde et de dimension plus réduite, prolongeant le puits jusqu'à la profondeur du tunnel.

L'ouvrage intègre les fonctions de ventilation, décompression, désenfumage et accès secours.

Les ventilateurs sont implantés à l'horizontal au niveau N-1.

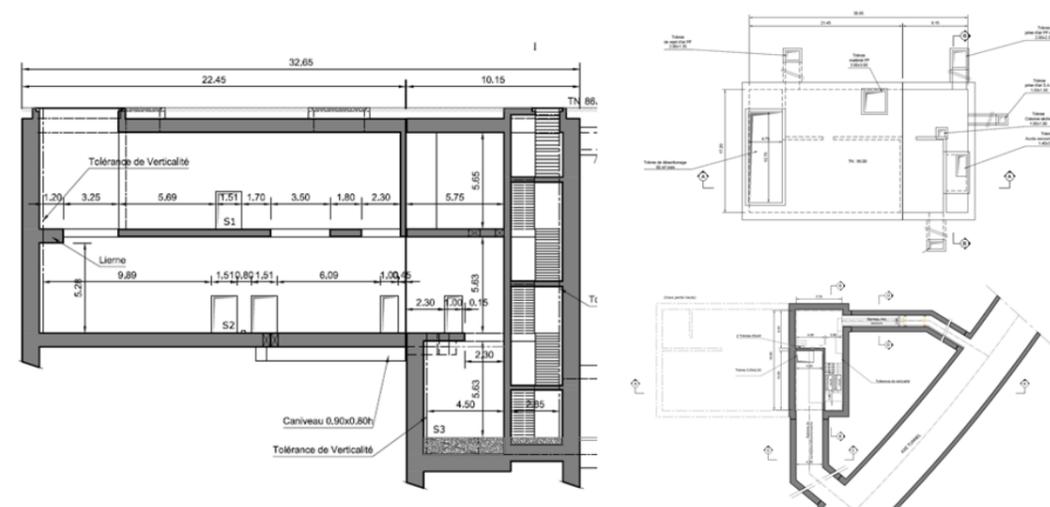


Figure 64 : Coupe et vue en plan de l'ouvrage de type B

4.2.3.2.2 De Villejuif – Louis Aragon à Pont de Sèvre

Hormis pour les puits d'attaque de tunnelier (rectangulaires et centrés sur l'axe du tunnel), c'est la configuration d'ouvrage avec usine de ventilation et / ou locaux techniques en subsurface (ouvrages de type B) qui est mise en œuvre en AVP pour chaque puits.

L'ouvrage de type B est donc constitué d'une usine de ventilation et de locaux techniques faiblement enterrés sous la surface. Un puits profond doté d'une gaine de ventilation et d'un volume escaliers/ascenseurs puis un rameau mutualisé entre puits et tunnel permet la liaison usine de ventilation/tunnel et l'accès des secours au tunnel.

La section fonctionnelle de puits combinant un accès secours et une gaine de ventilation a les dimensions suivantes : puits circulaire de 9.40 m de diamètre interne fonctionnel.

L'usine de ventilation représente une emprise fonctionnelle en surface de l'ordre de : 10 m x 22 m sur 10 m de profondeur, en considérant une épaisseur de terre d'environ 1,0 m au-dessus de la dalle de couverture. Les ventilateurs sont le plus souvent disposés à l'horizontale côte à côte.

Les autres locaux techniques représentent une surface totale d'environ 190 m² (hors espaces de desserte et éventuel Poste de Sectionnement de 45 m² ou Poste de Redressement double de 255 m²). Ces locaux peuvent être positionnés différemment selon les contraintes de site autour du puits.

L'emprise en surface d'un ouvrage sans PS ou PR représente de 500 à 600 m² et les émergences (grille de ventilation de 60 m² selon les données MOE-Systèmes, trappes d'accès pompier...) représentent 80 m² ou 140 m² environ s'il y a aussi une grille de décompression.

Etant donnée la profondeur des ouvrages annexes de la ligne, conjuguée à de forte charge hydraulique en section Ouest et de grandes variations de faciès sur les sections Centre et Est, dont certains sont des terrains défavorables, la forme circulaire autostable est privilégiée. Cette forme autostable permet aussi d'éviter la mise en œuvre d'un butonnage pendant l'excavation du puits.

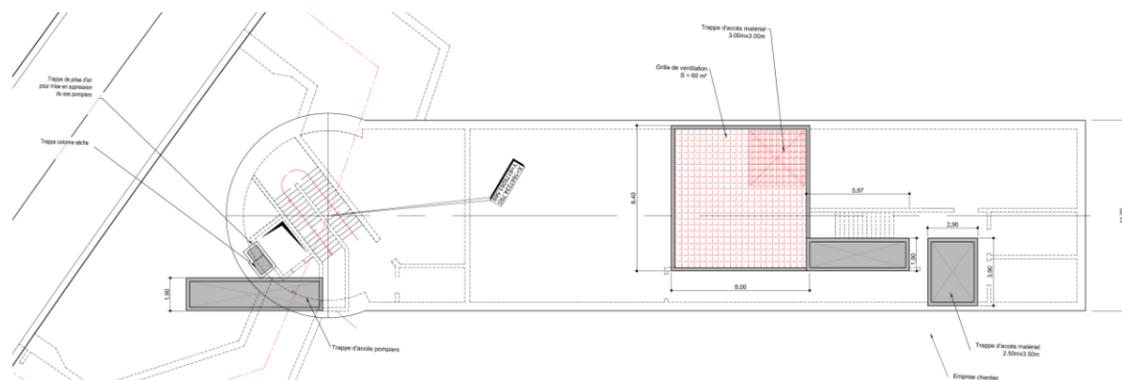


Figure 65 : Vue en plan de l'ouvrage de type Puits de décompression, ventilation et accès de secours (exemple : « Cimetière Parisien »)

4.2.3.2.3 Récapitulatif des ouvrages annexes

Numéro d'ouvrage	Nom	Commune	Type d'ouvrage
0801P	BD DE CHAMPS NESLES CHAMPS SUR MARNE	Champs-sur-Marne	Ouvrage spécial (arrière gare)
0802P	BD DU RU DE NESLES NOISY LE GRAND	Noisy-le-Grand	Ouvrage spécial (avant gare)
0803P	RUE DU BALLON	Noisy-le-Grand	Accès secours circulaire enterré
0804P	PLACE DES YVRIS	Noisy-le-Grand	Ouvrage de Type A
0805P	AVE MEDERIC	Noisy-le-Grand	Ouvrage de Type A
0806P	RUE MOZART	Villiers-sur-Marne	Accès secours circulaire enterré
0807P	SENTIER DES MARINS	Villiers-sur-Marne	Ouvrage spécial (débranchement SMR)
0808P	AVE HENRI DUNANT VILLIERS	Villiers-sur-Marne	Accès secours circulaire enterré
0810S	RUE DU GENERAL LECLERC	Villiers-sur-Marne	Accès secours circulaire enterré
0811S	AVE MAURICE THOREZ	Champigny-sur-Marne	Ouvrage de Type B
0813S	PUITS DE SORTIE DU TUNNELIER SMR	Champigny-sur-Marne	Ouvrage spécial (puits sortie tunnelier)
0901P	CLOS DU PRE DE L'ETANG	Champigny-sur-Marne	Accès secours circulaire enterré
0902P	RP DU COLONEL GRANCEY CHAMPIGNY	Champigny-sur-Marne	Ouvrage de Type A
1001P	AV ROGER SALENGRO CHAMPIGNY	Champigny-sur-Marne	Ouvrage spécial (entonnement)
002P	AVE CHARLES FLOQUET	Champigny-sur-Marne	Accès secours avec locaux en surface
1003P	IMPASSE ABBAYE	Saint-Maur-des-Fossés	Ouvrage de Type A
1101P	RUE DU PORT CRETEIL	Créteil	Ouvrage de Type A
1102P	AVE CEINTURE	Créteil	Accès secours circulaire enterré
1103P	STADE F. DESMOND	Créteil	Type A (puits sortie tunnelier)
1201P	UNIVERSITE CRETEIL	Créteil	Ouvrage de Type A
1301P	RUE DE ROME	Alfortville	Ouvrage de Type A
1302P	FRICHE ARRIGHI	Vitry-sur-Seine	Ouvrage spécial (puits d'entrée tunnelier)
1401P	CENTRE TECHNIQUE MUNICIPAL VITRY/RUE BEL AIR	Vitry-sur-Seine	Ouvrage spécial (débranchement SMI)
1402P	RUE LOUIS MARCHANDISE ET AVE ALBERT THOMAS	Vitry-sur-Seine	Ouvrage de Type A
1404S	RUE GABRIEL PERI	Vitry-sur-Seine	Accès secours rectangulaire enterré
1501P	RUE DU GENIE	Vitry-sur-Seine	Ouvrage de Type A
1601P	JULES JOFFRIN	Villejuif	Puits de ventilation,

			décompression et accès de secours (type B)
1701P	JARDIN PANORAMIQUE	Cachan	Puits de ventilation, décompression et accès de secours (type B)
1702P	SQUARE GENERAL DE GAULLE	Cachan	Puits d'accès de secours (type B)
1801P	PARC ROBESPIERRE	Bagneux	Ouvrage spécial (puits d'entrée et de sortie tunnelier) et Puits de ventilation, décompression et accès de secours
1901P	PIERRE PLATE	Bagneux	Puits d'accès de secours (type B)
1902P	CIMETIERE PARISIEN	Bagneux	Puits de ventilation, décompression et accès de secours (type B)
2001P	FORT DE VANVES	Malakoff	Puits de ventilation, décompression et accès de secours (type B)
2002P	SQUARE MALLERET JOINVILLE	Malakoff	Puits de ventilation, décompression et accès de secours (type B)
2101P	PARC HENRI BARBUSSE	Issy-les-Moulineaux	Puits de ventilation, décompression et accès de secours (type B)
2201P	PLACE DE LA RESISTANCE	Issy-les-Moulineaux	Puits de ventilation, décompression et accès de secours (type B)
2203P	ZAC SAEM	Boulogne-Billancourt	Puits de ventilation, décompression et accès de secours (type B)
2301P	ILE DE MONSIEUR	Sèvres	Ouvrage spécial (puits d'entrée tunnelier) et Puits de ventilation, décompression et accès de secours

4.2.3.3 Repérage et synoptique des ouvrages annexes

4.2.3.3.1 De Villejuif – Louis Aragon à Noisy-Champs

Le tronçon entre Villejuif – Louis Aragon et Noisy-Champs comporte 26 ouvrages annexes et ouvrages fonctionnels d'une profondeur jusqu'au fond de fouille variant de 19 à 50 m

Le synoptique est le suivant :

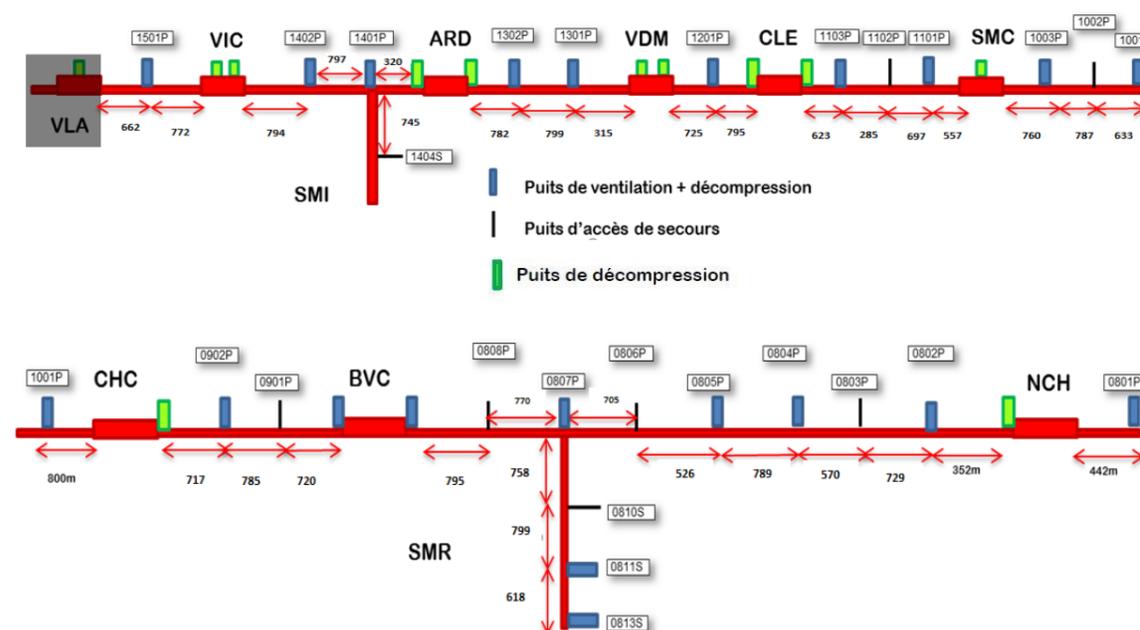


Figure 66 : Synoptique des ouvrages annexes sur le tronçon Est de la L15 Sud

Vingt-six ouvrages annexes jalonnent en effet le tronçon de la ligne L15 Sud entre Noisy – Champs et Villejuif – Louis Aragon. Certains ouvrages sont directement intégrés à des ouvrages spéciaux en ligne, d'autres sont reliés au tunnel par des rameaux.

Suivant les caractéristiques des puits, on distingue le long du tracé :

- 8 Puits d'accès secours et d'épuisement dont un sur le tunnel vers le SMI et un sur le tunnel vers le SMR ;
- 11 Puits de ventilation, décompression, désenfumage et accès secours dont deux sur le tunnel vers le SMR ;
- 5 ouvrages fonctionnels en ligne dans lesquels sont contenus des ouvrages annexes de ventilation, décompression, désenfumage et accès secours ;
- 2 ouvrages fonctionnels intégrés dans la tranchée de Noisy – Champs.

4.2.3.3.2 De Villejuif – Louis Aragon à Pont de Sèvres

Le tronçon entre Villejuif – Louis Aragon et Pont de Sèvres comporte 12 ouvrages annexes (2 ayant également la fonction de puits de départ du tunnelier) d’une profondeur jusqu’au niveau rail variant de 28 à 60 m. Un treizième ouvrage annexe le P22.02, était proposé comme accès secours aux études préliminaires et a été supprimé.

Le synoptique est le suivant :

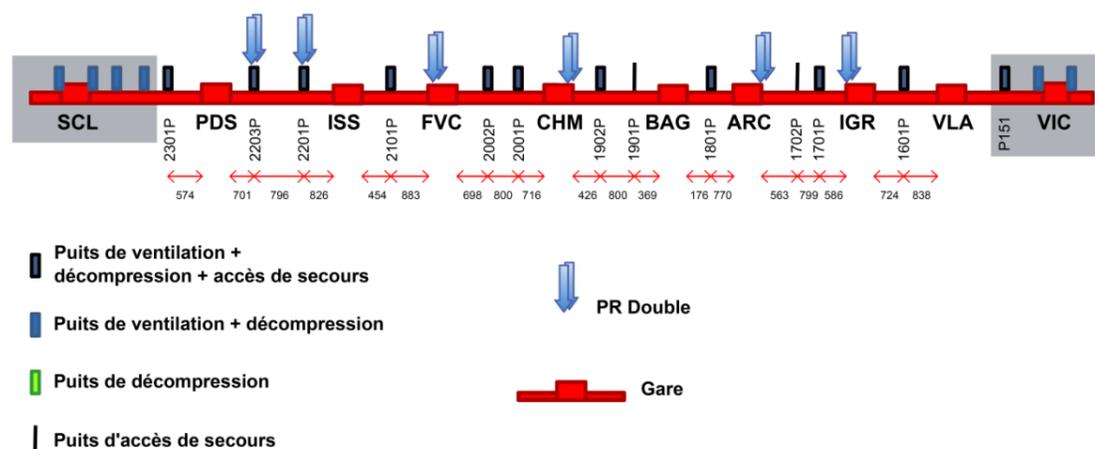


Figure 67 : Synoptique des ouvrages annexes sur le tronçon Ouest de la L15 Sud

Douze ouvrages annexes jalonnent en effet le tronçon de la ligne L15 Sud entre Pont de Sèvres et Villejuif – Louis Aragon.

Deux de ces ouvrages, situés sur l’Ile-de-Monsieur (Sèvres) et au parc Robespierre (Bagneux) comportent également la fonction de puits de départ du tunnelier (Ile-de-Monsieur et Parc Robespierre) et de puits de sortie du tunnelier (Parc Robespierre).

Suivant les caractéristiques des puits, on distingue le long du tracé :

- 2 puits ayant uniquement fonction d’accès de secours ;
- 10 puits de ventilation, décompression et accès de secours, dont 2 servant également de puits de départ/sortie du tunnelier.

4.3. SITES DE MAINTENANCE

4.3.1. SMI



4.3.1.1 Exploitation du SMI

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.

La RATP Gestionnaire d’Infrastructure (GI) sera l’exploitant et l’unique utilisateur du SMI de Vitry, et est, à ce titre, la SGP lui a confié la programmation du SMI et le suivi de l’adéquation programme/projet de façon à l’associer étroitement dès la phase de conception.

4.3.1.2 Programme

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, voie, énergie, contrôle-commande et signalisation, gros équipements électro-mécaniques.

Le SMI de Vitry est conçu pour répondre à 50% des besoins de maintenance de la ligne 15 déterminés par RATP-GI.

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

- Génie civil pour les ouvrages d’art, tunnel, viaduc ;
- Voie pour l’entretien des supports de rails, traverses, remplacement de rails, ballast ;
- Energie pour l’entretien des dispositifs d’alimentation électrique ;
- Automatismes et signalisation ferroviaire pour l’entretien de la signalisation et des systèmes de contrôles-commandes ferroviaires et les façades de quais ;
- Aménagements et équipements des gares ;
- Equipements de sécurité du tunnel ;
- Maintenance propre des véhicules d’intervention (véhicules de maintenance industrielle) pour les niveaux 1 à 3 (au sens de la norme NF FD X 60000) et pour les opérations de niveau 4 ne nécessitant pas d’outillage spécifique.

Les interventions depuis le SMI s'effectuent par des moyens ferroviaires, les Véhicules de Maintenance des Infrastructures (VMI) ou par des véhicules routiers, en fonction de la nature des interventions. Ces différents moyens sont remisés sur le site.

Le site regroupe à la fois des moyens opérationnels, humains et matériels mais aussi administratifs, à savoir :

- Un faisceau de voie permettant le remisage, la formation et chargement des convois utilisés pour les chantiers ;
- Une zone de transfert permettant la transition entre mode de conduite des VMI en sortie de site
- Un raccordement ferroviaire en voie unique à la ligne 15 ;
- Un raccordement ferroviaire au réseau RFN permettant notamment la réception de convois de Longs Rails Soudés ;
- Des zones de stockage extérieures ;
- Un hall de maintenance des VMI comprenant trois voies ;
- Un bâtiment recevant au rez-de-chaussée les ateliers et les magasins nécessaires aux activités de maintenance, et dans les étages le parking, les locaux sociaux et les espaces tertiaires ;
- Un poste de travail PCC déporté et banalisé permettant à l'opérateur d'accéder, depuis le SMI, aux fonctionnalités du PCC, en fonction des droits associés à son profil utilisateur.

L'emprise foncière du SMI initialement prévue lors de l'enquête publique a dû être étendue au Nord lors des études AVP pour tenir compte des besoins identifiés par RATP-GI.

Le site est bordé à l'est par le RFN, au sud par l'A86, à l'ouest par la rue Léon Geffroy et au nord par un centre de recherche de Sanofi, par conséquent toute nouvelle extension de l'emprise s'avère impossible.

Compte tenu de cette contrainte, la programmation du SMI de Vitry fait actuellement l'objet d'optimisations de la part de la RATP-GI, en visant notamment des mutualisations d'espaces entre les disciplines, en préfiguration de l'organisation future de la maintenance.

A ce stade des études, le faisceau de voie du SMI, conçu par RATP-GI, offre un linéaire de total de 2022 m de voie. Compte tenu des contraintes techniques de gabarit des locomotives des convois de livraison en provenance du RFN et des circulations piétonnes autour de ces convois, la limite Est de l'emprise foncière doit faire l'objet d'un calage fin avec SNCF Réseau pour concilier les impératifs techniques du projet du SMI et ceux du futur sextuplement des voies du RFN.

Le SMI de Vitry sur Seine prend à sa charge la maintenance de niveau 1 à 3 de la ligne 15 Sud et d'une partie de la ligne 15 Ouest. A terme, la maintenance des infrastructures des lignes 15, 16 et 17 sera assurée conjointement par les SMI de Vitry, d'Aulnay et la Garenne.

4.3.1.3 Organisation interne du bâtiment

Les activités industrielles liées à la maintenance des infrastructures nécessitent d'importantes surfaces et imposent des contraintes liées à la manutention très structurante pour le bâtiment.

Le programme technique détaillé établi par RATP-GI le 15 septembre 2015 propose une programmation du bâtiment optimisée et permet l'implantation de ces activités sur trois niveaux sans modification de l'emprise au sol du bâtiment et sans impact sur le faisceau de voie, tout en générant les surfaces utiles nécessaires au stockage et aux ateliers.

Ainsi, certaines surfaces de stockage initialement prévues en rez-de-chaussée ont pu être placées sur un niveau intermédiaire en mezzanine grâce à la mise en place des moyens de levage spécifiques (pont roulant desservant une extrémité de la mezzanine et monte-charge).



Figure 68 : Plan d'aménagement des stockages et ateliers de maintenance de l'infrastructure

4.3.1.4 Stockages extérieurs

L'aménagement extérieur du SMI permet de répondre globalement aux besoins de stockage identifiés par RATP-GI dans le programme technique détaillé du 15 septembre 2015.

La zone de stockage des déchets, initialement envisagée d'un seul tenant, sera répartie en plusieurs zones pour permettre une meilleure utilisation du foncier disponible sans pour autant pénaliser l'exploitation du site.

Lors de la phase d'études à venir, l'utilisation de délaissés au sud de l'A86 sera étudiée pour répondre au besoin de surface de stockage d'équipements utilisés peu fréquemment.

4.3.1.5 Contexte et insertion

Le site retenu pour l'implantation du futur Site de Maintenance des Infrastructures (SMI) se situe sur la commune de Vitry-sur-Seine dans la partie Sud jouxtant Choisy-le-Roi, en bordure Ouest des voies du Réseau Ferré National (RFN) et à 150 mètres environ de la Seine. Dans sa pointe Sud, le site est traversé, en surplomb, par l'A86 reliant Créteil à Versailles.

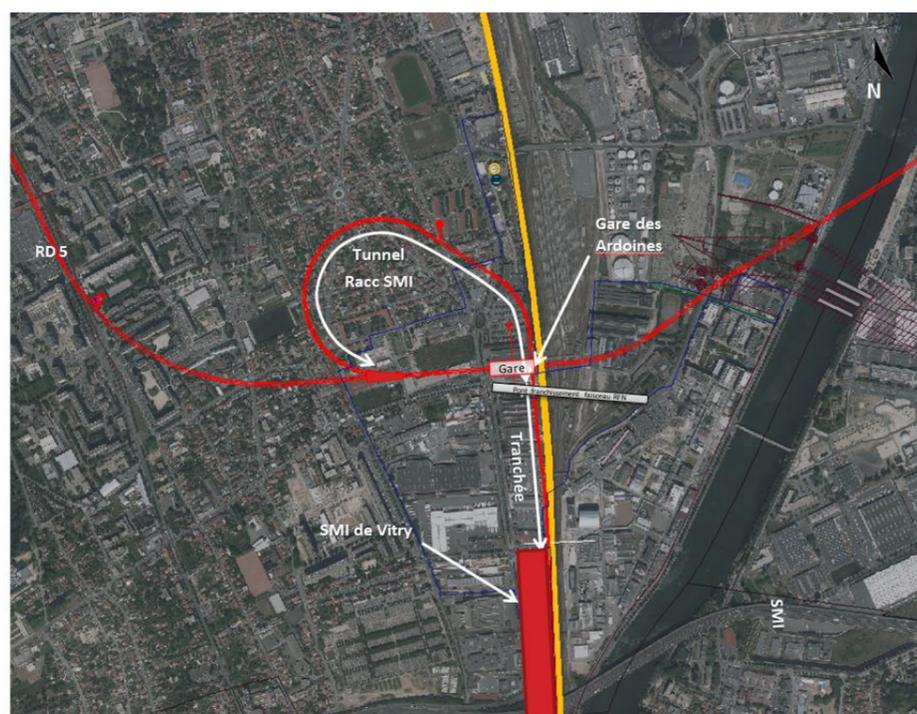


Figure 69 : Localisation du SMI



Figure 70 : Plan d'insertion urbaine du SMI

La construction d'un 'Site de Maintenance des Infrastructures' (SMI) sur la commune de Vitry-sur-Seine fait directement écho à l'histoire industrielle du site des Ardoines. Dans le cadre du renouvellement urbain du quartier, qui accueillera pour partie des activités tertiaires ainsi que des opérations de logements, la venue d'un marqueur contemporain de l'activité industrielle renforce la qualité du parti-pris mis en œuvre au sein de la ZAC :

« Construire un nouveau quartier sur les réminiscences industrielles »

Dans le même temps, avec l'arrivée du Réseau de Transport du Grand Paris, le quartier des Ardoines sera revitalisé à double titre : d'une part, par la création d'une gare Grand Paris Express et d'autre part par l'implantation du site de maintenance à l'entrée sud de la ZAC.

Cette implantation, en limites d'infrastructures routière et ferroviaire, présente de nombreuses contraintes pour le développement du projet, notamment pour l'aménagement du site dicté par le respect absolu des contraintes d'exploitation.

Ainsi, en limite Est, le projet de création d'une sixième voie sur le RFN, à l'Ouest du faisceau actuel (voie 2 ter), dans le cadre d'une future Ligne à Grande Vitesse Paris / Orléans / Clermont-Ferrand / Lyon, contraint fortement l'emprise disponible pour l'implantation du SMI.

Au Sud, les fondations de la pile de l'A86, ainsi que les servitudes et mesures de protection vis-à-vis de la chute d'objet liées à cet ouvrage, restreignent l'emprise disponible pour le SMI.

Enfin, à l'Ouest, le site est bordé par la rue Léon Geffroy (RD 274), axe nord-sud important de la commune de Vitry-sur-Seine, concerné bordé par un projet de ligne nouvelle de bus à haut niveau de service (BHNS) entre Paris (Bibliothèque François Mitterrand) et Choisy-le-Roi, le TZen5, aujourd'hui au stade DOCP pour une mise en service prévue à l'horizon 2020.

La parcelle du SMI est issue du maillage existant du quartier des Ardoines. Sa structure est définie par une fine bande qui s'étend du nord au sud. Elle souligne la présence des voies ferrées à l'est et la voie Léon Geffroy à l'ouest. Le terrain vient ainsi border le maillage à

dominance Est-ouest avoisinant, repris dans le cadre du réaménagement de la ZAC. La volumétrie des bâtiments vient jouer de ce contexte : la rupture constituée de la rue intérieure entre le bâtiment nord et le hall, la répétition des sheds monumentaux en toiture de la halle forme un rappel fort des lignes paysagères Est Ouest coté voie Léon Geffroy. Coté voies ferrées la présence d'un volume haut et fin, implanté nord-sud, fait écho à la présence du rail. Cette disposition donne ainsi à voir en belvédère la Seine depuis les bureaux.

Avec l'arrivée de la future gare du Grand Paris Express, le développement de l'urbanisation vers l'est marque la volonté d'ouvrir la ville vers la Seine, aujourd'hui confisquée à ses habitants. Le SMI sera l'un des premiers lots développé sur la ZAC. Sa position géographique marque l'entrée sud du futur quartier des Ardoines. A ce titre, il revêt un fort caractère métropolitain : véritable marqueur de l'urbanisation à venir.

4.3.1.6 *Parti architectural*

Par leurs emprises exceptionnelles au cœur des territoires d'Ile de France, le site industriel de Vitry, comme celui de Champigny présenté dans le paragraphe suivant, sera un formidable champ d'innovation technique et architecturale. Ces sites devront pleinement s'insérer dans le paysage des communes qui les accueille, intégrer et adapter la multiplicité des contraintes du processus industriel.

La participation des sites de production industrielle au marquage architecturale et l'intégration urbaine du réseau de transport public du Grand Paris a fait l'objet d'une démarche transversale en dialogue avec le territoire et a permis l'élaboration d'une charte architecturale, urbaine et paysagère des sites industriels. Celle-ci a pour objectif une conception spécifique à chaque site, tout en assurant une cohérence harmonieuse entre les sites, leurs fonctionnalités et le territoire. Les qualités transversales portées par la charte des sites industriels valorisent l'excellence technologique par l'intégration d'un processus industriel hautement innovant, les espaces dédiés au travail, la gestion des énergies, la promotion des métiers de la maintenance et la mise en valeur du caractère industriel de l'activité.

Le parti-pris mis en œuvre est de mettre en scène les différentes activités présentes au sein de l'équipement. Il s'agit de rendre intelligible le bâtiment et ses composantes industrielles ou tertiaires. Ainsi chaque fonction est accueillie dans un bâtiment singulier. L'ordonnancement clair en trois entités correspond à l'expression des grandes fonctionnalités du bâtiment (atelier de maintenance des VMIs, magasins et petits ateliers du pôle infrastructure et bureaux pour les fonctions administrative et de support).

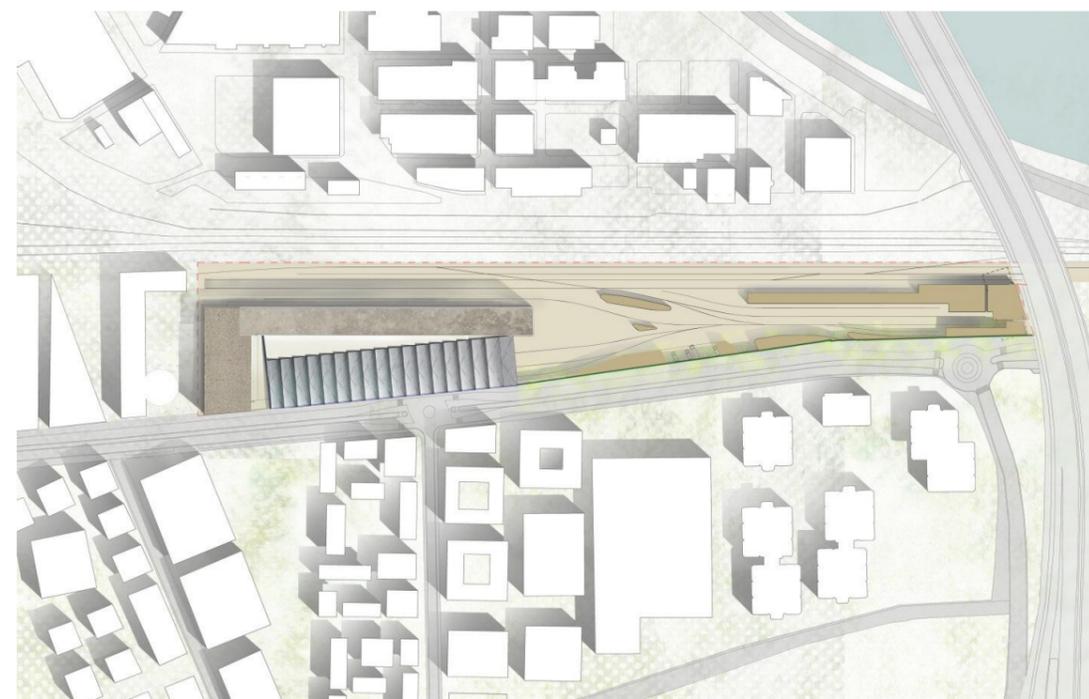


Figure 71 : *Plan masse – Séquence Bâtiment Nord / Halle / Clôture*

Hall des VMI sur la rue Léon Geffroy

L'atelier de maintenance des VMIs est implanté le long de la voie Léon Geffroy. Cette disposition permet, d'un point de vue fonctionnel, de regrouper l'ensemble des magasins de stockage le long des voies ferrées. Dès lors, côté rue, le volume dédié à la maintenance des trains émerge, singulier et identifiable sous la forme d'une halle. Sa volumétrie confère au bâtiment l'image d'une « usine expressive ».



Figure 72 : *Alignement sur la rue Léon Geffroy*

L'enveloppe de l'atelier se fait un lointain écho de l'archétype de l'atelier, en conservant les aspects utiles de l'écriture industrielle, à savoir : les sheds apportant de la lumière constante du nord, et la massivité d'une façade revêtue de brique respectant les contraintes coupe-feu des installations classées ICPE.

L'activité intérieure est mise en scène par une transparence sur la façade nord de l'atelier de maintenance, laissant voir l'activité à l'intérieur depuis le parvis créé par le recul du bâtiment d'accueil. L'orientation Nord de la principale ouverture permet de limiter les rayonnements directs du soleil sur l'atelier et donc de proposer un confort visuel et thermique pour les travailleurs.

Cette transparence sera travaillée au stade ultérieur des études et à l'appui du programme technique détaillé afin de laisser percevoir l'activité intérieure depuis l'ouest tout en protégeant les travailleurs de la vue et de l'inconfort qu'elle peut apporter.

Ainsi, cette mise en avant permet d'offrir une visibilité sur l'équipement et la mécanique de précision qui y prend place.



Figure 73 : Façade Ouest sur la rue Léon Geffroy et ouverture Nord

Socle côté voies ferrées

Les magasins et stockages du bâtiment SMI sont disposés coté voies ferrées, ce qui permet de répondre de manière optimale aux contraintes de manutention et de fonctionnement de ces locaux via une desserte possible par les voies.

En outre, ce bâtiment de 10 m de hauteur, massif et opaque, constitue un masque des nuisances des voies ferrées sur les 160 m qu'il occupe, préservant ainsi la rue Léon Geffroy.

Ce bâtiment est traité en béton vue lasuré, conformément à sa fonction de socle.

Ce volume simple et monolithique répond à une durée de perception 'éclair', facilement identifiable par les voyageurs des Transilien du RER C.

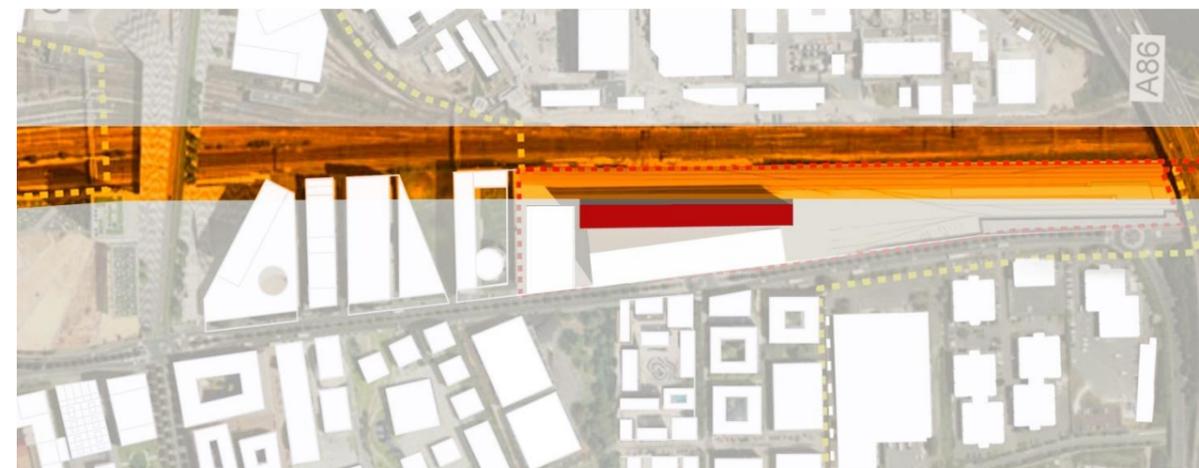


Figure 74 : Rapport aux rails

Volume en belvédère

La compacité des volumes alignés en partie basse (ateliers et stockages sur deux niveaux) forme un socle sur lequel vient prendre place le volume qui abrite un niveau de parking au R+3, les bureaux (pôle administratif), les vestiaires (pôle sanitaire et social – communs) et le restaurant (pôle sanitaire et social – pôle réfectoire, détente), le tout au R+4. Dans le même temps, l'espace libéré à R+2 entre ces deux volumes superposés accueille le second niveau du stationnement aérien.

En termes de forme urbaine, la compacité des volumes bas crée un contraste d'échelle avec la finesse des éléments hauts construits à R+3 et R+4. Cette hiérarchisation accentue l'effet de signal recherché.

La superposition de ces fonctions crée un volume orienté Est-Ouest et traité de manière homogène, par des brises soleil verticaux en aluminium, qui est dissocié de l'emprise du rez-de-chaussée, dessine un élément signal remarquable.

Les bureaux répartis au R+4 profitent donc tous de lumière naturelle et d'une vue sur la Seine ou le coteau de Vitry. Compte tenu de la proximité du rail, l'orientation du volume de bureaux parallèle aux voies ferrées protège du bruit la façade ouest et permet l'usage des ouvrants de ventilation. Par ailleurs, tous ces locaux à R+3 bénéficieront d'un affaiblissement acoustique de 45 DB au niveau des menuiseries.

L'identification claire des activités tertiaires contenues dans un simple volume posé 'sur le toit des ateliers' participe à la constitution d'un ensemble architectural mixte à l'image des activités du futur quartier.



Figure 75 : Vue du volume en belvédère depuis les voies ferrées



Figure 76 : Articulation du bâtiment nord et du Hall VMI par le parvis et la rue intérieure

Bâtiment accueil et parvis

Le bâtiment d'accueil au Nord, séparé par une rue intérieure, est implanté en retrait par rapport à la rue Léon Geffroy, dégagant ainsi un véritable parvis.

Ce bâtiment abrite l'accueil des travailleurs et des visiteurs ; le poste de gardiennage opérationnel 24h sur 24 ; ainsi que la rampe d'accès au parking aérien.

Il organise une nouvelle centralité des flux et des regards sur la parcelle, facilement identifiable, et crée dès lors un point d'accroche sur la trame développée par les urbanistes de la ZAC ; que la configuration initiale trop compacte, ne permettait pas.

Le parvis est bordé par la façade nord du hall de maintenance des VMI, largement vitrée, et par la rampe d'accès au parking. Le bâtiment outil et l'infrastructure sont **mis en scène** par un usage du lieu. Il s'agit pour nous de tisser des liens tangibles entre l'activité qui prendra place dans le bâtiment et son quartier. Ce dispositif garantira une bonne appropriation de l'équipement par les habitants de la future ZAC.

Voies et process au sud

La partie sud de la parcelle est dédiée aux voies et aux stockages couverts extérieurs. Cette zone est délimitée par une clôture en brique le long de la voir Léon Geffroy, végétalisée par plantes grimpantes.

Cette clôture sera poreuse pour répondre au PPRI. Sa hauteur permettra de dissimuler les stockages aux yeux curieux.

4.3.1.7 Calage altimétrique

Le calage altimétrique du faisceau de voie est imposé à 34,68 NGF par le niveau des voies du RFN auxquelles le SMI est raccordé, leur proximité immédiate ne permettant pas de dénivellé.

Le hall VMI, lui-même raccordé au faisceau de voie est calé à cette même cote.

Cette cote étant située sous le niveau de la crue centennale, le faisceau de voie est inondable. La conception du site tient compte de cette contrainte pour garantir sa résilience à la crue et diminuer le temps nécessaire à sa remise en service. Le hall de maintenance des VMI sera protégé de l'inondation par des dispositifs amovibles, ainsi que la trémie du tunnel de raccordement du SMI à la ligne.

Le plancher du bâtiment dédié aux activités de maintenance des infrastructures est calé au niveau 35,83 ce qui permet de le maintenir hors d'eau en cas de crue centennale.

4.3.1.8 Objectifs environnementaux

Le Site de Maintenance des Infrastructures intègre la démarche d'éco-conception et fait l'objet d'une démarche de certification Haute Qualité Environnementale®.

1) La démarche écoconception

Cette démarche s'insère dans un schéma général de prise en compte de l'environnement qui comprend également des engagements précis résultant de la programmation et des obligations réglementaires. Elle consiste en des engagements de principe qui sont à préciser pour le SMI au travers de huit thématiques :

- **Énergie et gaz à effet de serre** : maîtriser les consommations d'énergie et les émissions polluantes atmosphériques, lutter contre les îlots de chaleur, maximiser la part des énergies renouvelables et anticiper l'évolutivité des installations ;
- **Déchets et déblais** : établir une logistique durable des déblais et optimiser leur valorisation, assurer une gestion rationnelle et économe des déchets, faciliter leur évacuation en phase exploitation, limiter leur production à la source et assurer la traçabilité des déchets et des déblais ;
- **Matériaux et équipements** : prendre en compte la qualité environnementale des matériaux et leurs qualités en termes d'entretien, de maintenabilité et de durabilité et anticiper la logistique d'approvisionnement ;
- **Eau** : réduire les consommations, gérer les eaux (de ruissellement, superficielles, usées, industrielles, d'exhaure, souterraines...), prendre en compte le risque d'inondation, anticiper les mesures compensatoires et protéger les eaux et les sols des pollutions accidentelles ;
- **Air et santé** : maîtriser les émissions de poussières et les émissions polluantes atmosphériques et assurer le confort des voyageurs ;
- **Acoustique, vibrations et électromagnétisme** : limiter les nuisances sonores, maîtriser les vibrations et l'exposition aux ondes électromagnétiques ;
- **Biodiversité** : préserver les espèces, prendre des mesures compensatoires, préserver les habitats et les continuités écologiques ;
- **Insertion territoriale** : prendre en compte l'insertion dans l'environnement (monuments historiques, insertion paysagère, sites inscrits/classés), favoriser l'intermodalité des gares, maintenir ou améliorer les mobilités (commerces, particuliers, transports en commun, routier, PMR, stationnement, agricole), contribuer à la couverture très haut débit, assurer la propreté des voiries et maîtriser les risques technologiques et naturels.

Ces thématiques sont développées en fonction des caractéristiques techniques et de l'environnement du site, notamment dans une logique d'optimisation des coûts dont les coûts d'exploitation (optimisation de la consommation d'énergie, choix de matériaux limitant le coût de la maintenance, process de réutilisation des eaux pluviales, etc.).

2) Certification environnementale

Pour le SMI de Vitry, la Société du Grand Paris a entrepris une certification HQE® déclinée en 14 cibles :

	Base	Performant	Très Performant
Les cibles de l'Eco – Construction			
C1 : Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat		■	
C2 : Choix intégré des procédés, produits et systèmes		■	
C3 : Chantier à faibles nuisances			■
Les cibles de l'Eco – Gestion			
C4 : Gestion de l'énergie			■
C5 : Gestion de l'eau	■		
C6 : Gestion des déchets d'activité		■	
C7 : Gestion de l'entretien et de la maintenance		■	
Les cibles de Confort			
C8 : Confort hygrothermique			■
C9 : Confort acoustique	■		
C10 : Confort visuel		■	
C11 : Confort olfactif	■		
Les cibles de Santé			
C12 : Qualité sanitaire des espaces	■		
C13 : Qualité sanitaire de l'air	■		
C14 : Qualité sanitaire de l'eau		■	

Figure 77 : Les 14 cibles pour la certification HQE

Les économies de ressources préconisées par la démarche Qualité Environnementale, la limitation des impacts du bâtiment sur son environnement imposent dès le démarrage de l'étude du projet une définition rigoureuse des usages fonctionnels et techniques, des choix de matériaux et d'équipements. La notion de cycle de vie du bâtiment et de durabilité de celui-ci offre une réflexion dépassant le cadre restreint de la réalisation d'un projet et d'un bâtiment pour poser la vraie question du coût de la qualité. L'analyse en coût global veut donner l'opportunité d'une qualité maîtrisée en intégrant non seulement les coûts d'investissement, mais aussi ceux de fonctionnement, d'entretien de maintenance pouvant aller même jusqu'à la déconstruction. En raisonnant à moyen ou long terme, l'approche environnementale offre un bâtiment économique, sain et confortable d'une manière durable.

4.3.1.9 **Génie civil/Espaces extérieurs**

4.3.1.9.1 Génie civil

Les ouvrages de génie civil nécessaires à la réalisation du SMI comprennent :

- un quai de chargement / déchargement situé au Nord-Est de la parcelle, le long du bâtiment du SMI, avec retour sur l'avancée de la façade Sud ;
- un mur de soutènement entre la plateforme et la rue Léon Geffroy à l'Ouest du site ;
- des dalles de stockage ;
- le bassin de rétention ;
- les fondations des portiques extérieurs, des supports PAC et des mâts d'éclairage.

Quai de chargement / déchargement : A ce stade du projet, ce quai est calé à une hauteur de 1,15 m par rapport au niveau du rail, soit 35,83 NGF. Le calage altimétrique sera affiné lors des phases ultérieures en fonction des études relatives aux VMI. Ce niveau altimétrique permet de maintenir hors d'eau cette partie du bâtiment en cas de crue centennale.

De rampes seront aménagées aux extrémités du quai, pour l'accès des engins de manutention.

Mur de soutènement : La différence de niveau entre la plateforme (34,68 NGF) et la rue Léon Geffroy (33,28 NGF au Sud de la station de lavage) nécessite la mise en place d'un petit mur de soutènement en bordure du site entre le bâtiment et l'entrée principale. Ce mur reprendra la charge des stockages et parkings implantés au-dessus.

Dalles de stockage : Ces dalles affleurent au même niveau que les chaussées : 34,68 NGF.

Bassin de rétention : Le SMI ne dispose pas d'emprise permettant d'implanter un bassin terrassé. Le bassin sera donc enterré. En fonction du volume utile, qui sera déterminé par les études hydrauliques, l'ouvrage pourra être implanté sous la plateforme routière et / ou sous le bâtiment SMI dont le Rez de Chaussée est sur-élevé.

Fondations : Les chemins de roulement des portiques de manutention extérieurs, reposeront sur des longrines, non dimensionnées à ce stade. Les fondations des mâts d'éclairage seront calculées en fonction de la solution d'éclairage mise en œuvre. Les fondations des portiques de contrôle des gabarits routiers et ferroviaires, des auvents, et autres mâts et poteaux seront définis lors des phases d'étude suivantes.

4.3.1.9.2 VRD

La réalisation des VRD du projet comprend l'ensemble des aménagements réalisés au-dessus des terrassements, à savoir :

- la mise en place d'un réseau assainissement,
- le déploiement des autres réseaux, secs et humides, nécessaires à l'exploitation du site,
- la réalisation des chaussées,
- les éclairages extérieurs,
- les équipements divers : clôtures, barrières ...

La giration des convois exceptionnels de 25m de longueur (3^{me} catégorie) est vérifiée.

4.3.1.10 **Bâtiments**

La conception des bâtiments du SMI intègre les composantes suivantes :

- fondations
- superstructure
- enveloppe (façades, menuiseries extérieures, toitures)
- aménagement intérieur
- lots techniques (Chauffage – Ventilation – Climatisation, Plomberie, Protection Incendie, Courants Forts, Courants Faibles, Appareils élévateurs)
- équipements industriels

4.3.1.10.1 Fondations

A ce stade, les fondations se matérialiseront par deux types de sous-œuvre :

- un système de longrines qui sera disposé à la base de la périphérie des bâtiments, ainsi qu'entre les massifs ; celui-ci aura pour but de reprendre la structure extérieure, les façades des diverses entités, ainsi que de renforcer et de solidariser l'assise des éléments portés sur une ou plusieurs parties des édifices, qu'ils soient ponctuels ou filants ;
- une trame de massifs sera placée au droit des éléments structurels ponctuels à l'intérieur des bâtiments, afin de reprendre les charges transmises par ces derniers.

4.3.1.10.2 Superstructure

La superstructure sera assurée par un système de poteaux-poutres, en acier ou en béton. Elle privilégiera la flexibilité quant aux diverses fonctions que les bâtiments recevront. Ces superstructures se traduiront pour le hall VMI par une charpente métallique, tandis que le bâtiment du SMI comprenant la zone de stockage, les parkings et les bureaux et le réfectoire seront en béton armé.

Pour les bâtiments béton, la trame de poteaux sera la plus large possible afin de libérer les espaces et de limiter un maximum l'impact de la structure sur les activités, favorisant de ce fait l'optimisation des aménagements vis-à-vis d'éventuelles évolutions. A cet effet, les planchers seront prévus en dalles alvéolaires précontraintes, ce qui aura pour effet d'en réduire la densité des points porteurs, ainsi que d'optimiser les délais de pose et de coût.

La structure du hall VMI quant à elle sera une charpente métallique composée de poteaux d'extrémité et d'une poutre treillis proposée de type Pratt permettant le franchissement de grande portée. A l'intervalle des poutres viendra s'ajouter une passerelle technique.

Cet ensemble sera intégré à la disposition en sheds de la toiture et favorisera une transmission lumineuse optimale pour le hall. Cette charpente subira un traitement intégral anticorrosion par galvanisation au bain à chaud.

4.3.1.10.3 Enveloppe (façades, menuiseries extérieures, toitures)

- Hall de maintenance VMI

Il est prévu la réalisation d'une enveloppe en produit verrier double vitrage afin de garantir la performance énergétique du hall et d'un bardage plan sur les pignons.

- Bâtiment du SMI

Il est prévu une enveloppe en béton banché isolé peint.

- Parking des niveaux R+2 à R+4

Il est prévu une vêtue de la façade en vantelles fixes persiennées, afin de permettre la ventilation naturelle de ces espaces.

- Bureaux à R+5

Le pôle tertiaire constitue un volume isolé par l'extérieur, au moyen d'un bardage métallique plan à cassettes sur support béton de type 'ALUCOBOND'. Les menuiseries (double vitrage) seront en aluminium ou en acier et répondront à l'affaiblissement acoustique de 45 DB du programme. Pour assurer le confort d'été de ces locaux, le projet prévoit également la mise en œuvre de vantelles fixes formant brise soleil ainsi que l'intégration de stores dans les vitrages.

4.3.1.10.4 Aménagement intérieur

Afin de garantir la robustesse de locaux à usage intensif, le cloisonnement des ateliers et magasins de stockage est prévu en maçonnerie. Il est par ailleurs prévu de la peinture au sol pour les ateliers. Dans un souci de flexibilité du plateau de bureau, les cloisonnements seront réalisés en plaque de plâtre à peindre assurant un isolement acoustique conforme à la norme. Il est également prévu un sol souple collé pour les bureaux et des menuiseries intérieures bois.

4.3.1.10.5 Lots techniques du bâtiment

Chauffage – Ventilation – Climatisation

La production d'eau glacée sera réalisée à partir d'un groupe frigorifique à condensation implanté en terrasse du bâtiment du SMI. Ce groupe frigorifique sera équipé de deux circuits indépendants de manière à garantir une puissance minimale sur le réseau de distribution d'eau glacée (fonction secours). Sa puissance estimative sera de l'ordre de 450 kW.

La production de chaleur sera réalisée à partir d'une chaufferie comprenant deux chaudières à condensation assurant chacune 2/3 des besoins (fonction secours), implantée en RDC et directement accessible depuis l'extérieur. Sa puissance estimative sera de l'ordre de 1700 kW.

Traitement d'air

Bureaux (R+4) et salles de réunion : En base, il est proposé l'installation de ventilo-convecteurs disposés en plénum de faux plafond. En variante, l'ambiance des bureaux est prévue traitée par plafonds rayonnants hybrides. Dans les deux cas, ces appareils terminaux seront, selon la saison, alimentés soit en eau chaude soit en eau glacée (système change over

L'air neuf sera chauffé ou rafraîchi à température neutre par les centrales de traitement d'air, et la distribution sera assurée par un réseau de gaines.

Réfectoire (R+4) : Pour le réfectoire, la ventilation, le chauffage et la climatisation seront assurés par un système tout air indépendant, par une CTA à débit variable avec sonde de CO2 installée en local technique.

Pour la cuisine, des extracteurs appropriés, disposés en terrasse, assureront l'évacuation des fumées, vapeurs, et odeurs, captées au droit des hottes dédiées. La compensation d'air sera assurée par une CTA à deux vitesses, installée en local technique, préparant l'air à des conditions neutres.

Désenfumage

Le désenfumage des bureaux sera assuré par des ouvrants de désenfumage répartis en façade conformément à l'Instruction Technique 246 et au code du travail.

Le hall de maintenance VMI sera désenfumé naturellement par entrées d'air en partie basse en façade sur trois côtés et des ouvrants d'extraction des fumées en partie haute dans les sheds. Le désenfumage est dimensionné conformément à l'Instruction Technique 246.

Le désenfumage mécanique du réfectoire s'effectuera à l'aide de ventilateurs de désenfumage en terrasse. Les arrivées d'air neuf seront naturelles par l'intermédiaire des ouvrants de façade.

Ventilation

Hall de maintenance : Le hall de maintenance VMI sera ventilé naturellement. Les zones à pollution spécifique seront dotées d'extractions mécaniques spécifiques afin d'assurer la protection des travailleurs. Le hall sera chauffé avec des radiants à eau chaude placée juste sous la dalle en béton pour tenir compte des exigences de fonctionnement des ponts roulants. L'étude du chauffage du hall sera poursuivie dans les phases ultérieures.

Autres locaux : La ventilation mécanique des sanitaires sera assurée par l'extraction d'air permanente, simple flux, depuis les extracteurs installés en toiture terrasse du bâtiment du SMI. Les locaux techniques, les locaux internes sans occupation permanente, et les machineries d'ascenseur seront ventilés par des installations indépendantes.

Les parkings seront prévus ventilés naturellement et règlementairement, sachant que ces parkings ne sont pas sprinklés. Le parking ne comprendra qu'un seul compartiment par niveau.

Ces sujets seront mis en accord avec la notice de sécurité qui sera établie en phase APS, par l'architecte. Pour mémoire, le bâtiment du SMI n'est pas classé ERP (établissement recevant du public), mais soumis au code du travail. Le classement PS est une rubrique des ERP.

Courants faibles

Les équipements courants faibles prévus sont les suivants :

- La vidéo surveillance ;
- Le contrôle d'accès /intrusion ;
- La gestion des visiteurs ;
- L'interphonie ;
- La sonorisation ;
- La gestion technique du bâtiment ;
- Le câblage informatique ;
- La téléphonie ;
- La radiocommunication / wifi ;
- La gestion du temps (gestion horaire) ;
- La chronométrie (distribution de l'heure) ;
- Le système de sécurité incendie.

4.3.1.11 Equipements industriels

Le programme fonctionnel du SMI prévoit la mise en place des équipements industriels suivants :

- un pont roulant de charge utile 3t et de largeur utile 15m environ pour le hall de maintenance courante des VMI ; ce pont roulant sera fixé sur la charpente métallique, structure principale du hall VMI, et ce afin de ne pas entraver les espaces de travail du hall de maintenance courante d'obstacles structurels ponctuels ; chaque poteau de trame accueillera un corbeau auquel sera fixé un rail filant le long de la structure et autorisant la translation du pont roulant ;
- un portique de charge utile 15t et de largeur 14m environ ainsi que quatre colonnes de levage pour le hall de maintenance renforcée des VMI ; contrairement au pont-roulant de l'atelier de maintenance courante, ce demi-portique, sera directement relié au sol, sa translation s'effectuant grâce à des roues au sol ;
- deux portiques de charge utile 5t et de largeur 18m environ pour la grande dalle de stockage extérieur à plat située au Sud de la parcelle ;
- un pont roulant de charge utile 15t et de largeur 10m desservant une partie des stockages et ateliers des disciplines « énergie » et « équipements de sécurité du tunnel » ;
- Un portique pour le quai de chargement / déchargement situé accolé à l'Est des bâtiments

Suivant l'aménagement retenu dans le bâtiment, un pont roulant de charge utile 5t pourra venir compléter les dispositifs de manutentions.

4.3.2. SMR



4.3.2.1 Programme

Les sites de maintenance du matériel roulant sont les installations indispensables pour permettre au futur exploitant d'assurer le niveau de qualité, de performance et de sécurité de l'offre de service imposé par l'autorité organisatrice de transport. Le SMR est le lieu où le matériel roulant du réseau est révisé, entretenu, réparé et remisé. Le SMR constitue également les espaces de réception des futures rames du métro automatique. Il sera confié, par le STIF, à l'exploitant et mainteneur de la ligne.

La maintenance d'environ 70 trains de voyageurs constitués de 6 voitures sera réalisée au SMR de Champigny sur Marne (kilométrage annuel estimé : 200 000 kms). Celui-ci est dimensionné pour permettre l'exploitation de la ligne durant les différentes phases de mises en service de la ligne 15. Le SMR de La Garenne viendra en complément de celui de Champigny lors du bouclage complet de la ligne 15. Les VMI seront maintenus par les moyens propres à RATP-GI sur le site du SMI.

L'ensemble des opérations de maintenance du niveau 1 au niveau 3 sera réalisé sur le site (au sens de la norme NF FD X 60-000), tout en :

- Optimisant le processus industriel, avec pour objectifs de :
 - Réduire l'immobilisation du matériel, notamment par une circulation automatique des trains jusque dans les halls de maintenance courante et de grand nettoyage (y compris la machine à laver,
 - Assurer la fluidité des accès et approvisionnements, en identifiant, hiérarchisant et facilitant les différents flux, en regroupant les stockages et leur gestion,
 - Faciliter les accès aux composants techniques du matériel en assurant une conception ergonomique des interfaces homme / équipement
- Garantissant la sécurité du site en considérant sa vulnérabilité mais également les contraintes des différentes plages de services.
- Garantissant les modalités de réalisation d'une gestion durable du site, pour la consommation d'énergie, la gestion des déchets industriels et des sources de nuisances, le choix des matériaux et principes de maintenance patrimoniale.
- Garantissant les conditions sociales, la qualité, la sécurité du travail et l'accessibilité pour l'ensemble des 450 employés.

Le SMR de Champigny intégrera également le Poste de Commandement Centralisé, et le management, direction de l'ensemble de la ligne 15. Par ce PCC, transitent toutes les

informations relatives à l'exploitation de la ligne de transport. Point névralgique de la ligne, il est le lieu de convergence de données en temps réel sur son fonctionnement.

Le site présente la particularité de fonctionner en 2 services pour la maintenance du matériel roulant et 7 jours sur 7 24 heures sur 24 pour le PCC. L'ensemble du site sera géré en une entité unique mettant à disposition tous les moyens opérationnels, administratifs, humains et matériels mis à disposition de l'exploitant.

4.3.2.2 Contexte et insertion

Le SMR est situé au sud de la future gare de Bry-Villiers-Champigny. Un tunnel permet le raccordement du SMR à la ligne 15. Le raccordement entre le tunnel et le SMR se fait par un ouvrage totalement enterré nommé ouvrage d'entonnement.

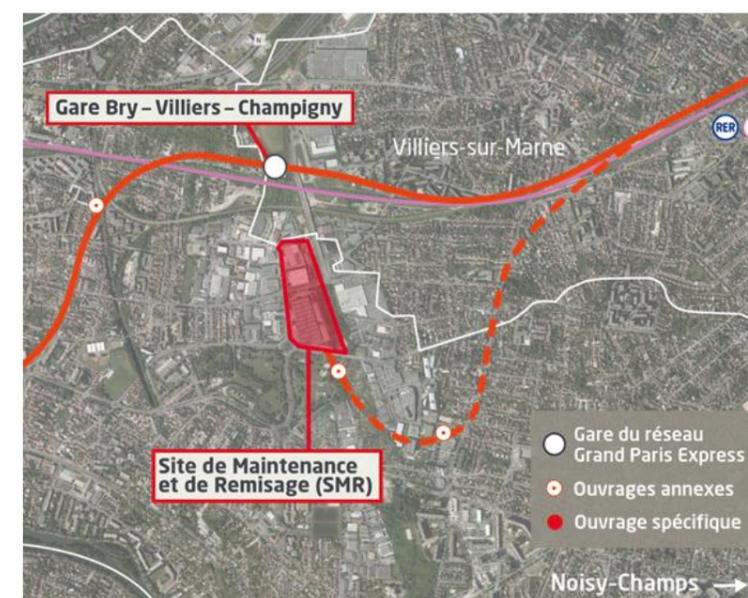


Figure 78 : Localisation du SMR

Situé sur le territoire de Champigny sur Marne, en limite de Villiers sur Marne, ce site de près de 8 hectares (500 mètres de longueur et 200 mètres de largeur en moyenne), s'inscrit dans un contexte existant marqué par son environnement urbain et sa topographie.

Le tissu urbain, sans identité territoriale particulière, est composé de zones d'activités coté Champigny et de zones commerciales et pavillonnaires coté Villiers sur Marne. Le parc Départemental du Plateau borde la partie sud du futur site et bouleverse ce tissu urbain sans l'avoir encore requalifié.

Le réseau viaire existant est marqué par l'axe Est-Ouest articulant les communes de Champigny et de Villiers. Il sera restructuré pour l'implantation du projet par :

- La suppression de la rue Alexandre Fourny entre la RD10 et la rue Ambroise Croizat,
- La création de la rue Benoit Frachon prolongée au Nord du terrain,

- L'extension de la RD10 à partir de la rue Alexandre Fourny avec le projet de TCSP Altival.



Figure 79 : Les impacts sur le réseau viaire

La topographie de l'emprise est caractérisée par une double déclivité très prononcée ; le point haut étant au nord le long de la RD 10. Cette topographie ainsi que les contraintes de passage du faisceau de voie sous la rue de Bernaü ont nécessité d'implanter le plan de voie à la cote 72,90 NGF. Cette cote correspond au niveau de la rue Benoit Frachon afin de permettre la livraison du matériel roulant par convois exceptionnels.

Le site se situe en dehors des zones des plus hautes eaux connues ; il n'est pas implanté dans une zone à risques et le risque de remontée de nappe est faible.



Figure 80 : Vue en plan du SMR

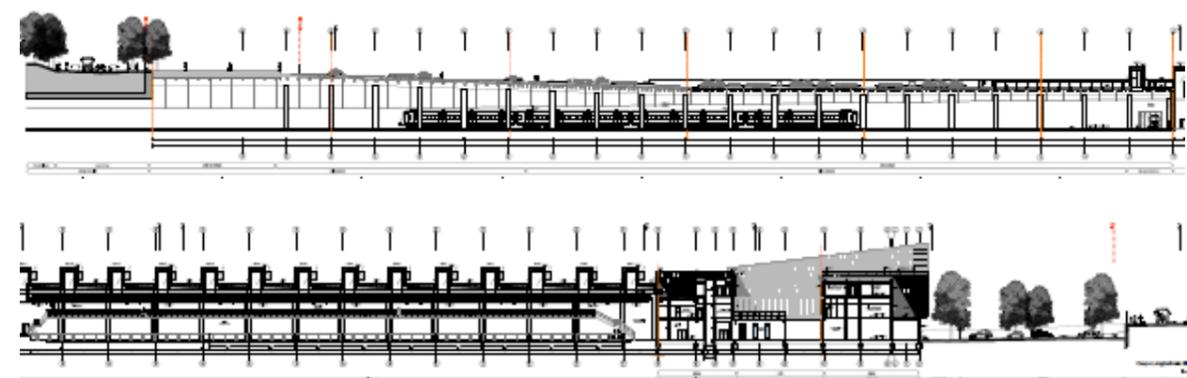


Figure 81 : Coupe longitudinale du SMR

4.3.2.3 Objectifs environnementaux

La SGP porte une attention particulière aux enjeux et objectifs environnementaux sur le site de maintenance et de remisage (SMR) du fait de son importante surface et de l'importance des impacts environnementaux qu'il pourrait générer. Ainsi, comme pour l'ensemble du projet GPE, une démarche d'éco-conception est mise en place. De plus, et dans ce cadre, une démarche de certification Haute Qualité Environnementale® est engagée spécifiquement pour le SMR.

1) La démarche éco-conception

Cette démarche s'insère dans un schéma général de prise en compte de l'environnement qui comprend également des engagements précis résultant de la programmation et des obligations réglementaires. Elle consiste en des engagements de principe qui se déclinent au travers huit thématiques :

- **Énergie et gaz à effet de serre** : maîtriser les consommations d'énergie et les émissions polluantes atmosphériques, lutter contre les îlots de chaleur, maximiser la part des énergies renouvelables et anticiper l'évolutivité des installations ;
- **Déchets et déblais** : établir une logistique durable des déblais et optimiser leur valorisation, assurer une gestion rationnelle et économe des déchets, faciliter leur évacuation en phase exploitation, limiter leur production à la source et assurer la traçabilité des déchets et des déblais ; Matériaux et équipement : prendre en compte la qualité environnementale des matériaux et leurs qualités en termes d'entretien, de maintenabilité et de durabilité et anticiper la logistique d'approvisionnement ;
- **Eau** : réduire les consommations, gérer les eaux (de ruissellement, superficielles, usées, industrielles, d'exhaure, souterraines...), prendre en compte le risque d'inondation, anticiper les mesures compensatoires et protéger les eaux et les sols des pollutions accidentelles ;
- **Air et santé** : maîtriser les émissions de poussières et les émissions polluantes atmosphériques et assurer le confort des voyageurs ;
- **Acoustique, vibrations et électromagnétisme** : limiter les nuisances sonores, maîtriser les vibrations et l'exposition aux ondes électromagnétiques ;
- **Biodiversité** : préserver les espèces, prendre des mesures compensatoires, préserver les habitats et les continuités écologiques ;
- **Insertion territoriale** : prendre en compte l'insertion dans l'environnement (monuments historiques, insertion paysagère, sites inscrits/classés), favoriser l'intermodalité des gares, maintenir ou améliorer les mobilités (commerces, particuliers, transports en commun, routier, PMR, stationnement, agricole), contribuer à la couverture très haut débit, assurer la propreté des voiries et maîtriser les risques technologiques et naturels.

Ces thématiques sont développées en fonction des caractéristiques techniques et de l'environnement du site de maintenance et de remisage, notamment dans une logique d'optimisation des coûts dont les coûts d'exploitation (optimisation de la consommation d'énergie, choix de matériaux limitant le coût de la maintenance, process de réutilisation des eaux pluviales, etc.).

Dans ce cadre, les actions suivantes sont en cours d'étude sur le site de maintenance de Champigny:

- La réalisation d'un minimum de 12 000 m² de toiture végétalisée ;
- L'anticipation de la Réglementation Thermique (RT) 2020, en prévoyant des niveaux de performance pour l'enveloppe et les consommations équivalentes à la RT 2012 - 30% et de compensation par les énergies renouvelables.

2) Certification environnementale

La Société du Grand Paris a entrepris une démarche de certification HQE® de l'ensemble de ses sites de maintenance à niveau (passerport) Très Bon, Excellent ou Exceptionnel. La certification environnementale est effectuée selon le référentiel HQE générique 2011 (version du 20/01/2012) et repose sur trois audits : un audit de programmation, un de conception et un de réception. Le SMR de Champigny a passé l'audit de programmation attestant un profil HQE à niveau Excellent. Les deux autres audits se dérouleront ultérieurement.

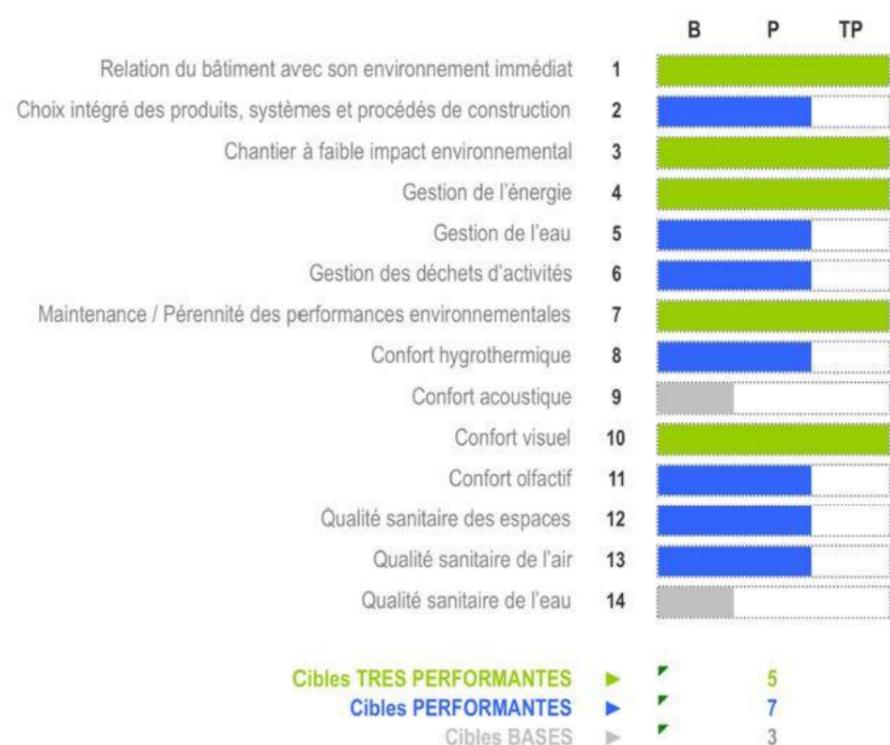


Figure 82 : Référentiel de certification HQE

4.3.2.4 Organisation et fonctionnalités

Le projet est organisé en sept grands secteurs.

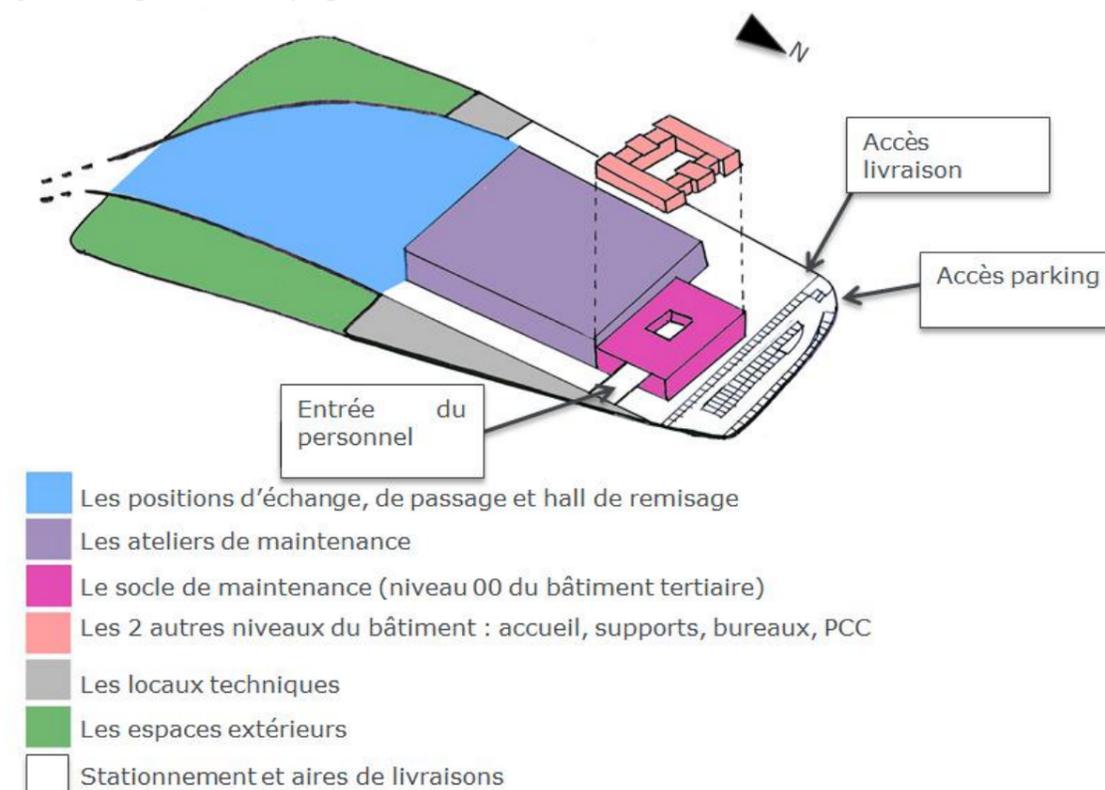


Figure 83 : Schéma d'organisation générale du SMR

4.3.2.4.1 Les positions d'échange, de passage et hall de remisage

Les positions d'échange, de passage et hall de remisage doivent permettre les transferts et mouvements des trains en automatique depuis le SMR vers le réseau de la Ligne 15 et réciproquement. Ce secteur permet aux deux voies du tunnel de raccordement de se diffuser sur un faisceau comprenant 19 voies en son extrémité. Ces 19 voies se décomposent de la manière suivante :

- 3 voies d'attente devant le hall de maintenance renforcée. Cette zone sera accessible au personnel afin de procéder au dé freinage et remorquage des trains pour entrer ou sortir de l'atelier de maintenance renforcée.
- 9 voies d'attente devant le hall de maintenance courante.
- 2 voies d'attente devant le hall de grand nettoyage et 1 voie déviée spécifique à la machine à laver. La machine à laver en tant que tel, se situe juste devant la voie carrossable avant les portes trains d'entrée en zone atelier.
- 4 voies de remisage équipées de quais centraux afin de procéder aux opérations de petit nettoyage.

Ce grand ensemble fonctionnel d'environ 25 000 m² est essentiellement constitué de voies ferrées au sol, de poteaux de structures portant une couverture paysagère.

Une voie carrossable (accès secours) se situe à l'extrémité de cette zone juste devant les portes d'entrées des ateliers de maintenance.

Le hall de remisage et les positions d'attente devant le hall de maintenance renforcée seront des zones sécurisées afin de protéger le personnel des zones gérées en automatisme intégral. La vitesse de circulation des trains dans la zone sera de 30 km/h.

Egalement, cette zone intègre le besoin de la RATP GI d'entreposer entre les voies existantes des équipements de voies tels que cœur d'aiguille et demi aiguilles (25m²) et deux zones (de 4 à 5 m²) de stockage pour des tourets de câbles.

La capacité de remisage du secteur est de 16 trains, en complément des 30 positions de garage se trouvant dans le tunnel de raccordement. Les détails de l'ensemble des positions de garage et ceux relatifs à la conception de la voie se trouvent au chapitre 5.2.2 du présent document.

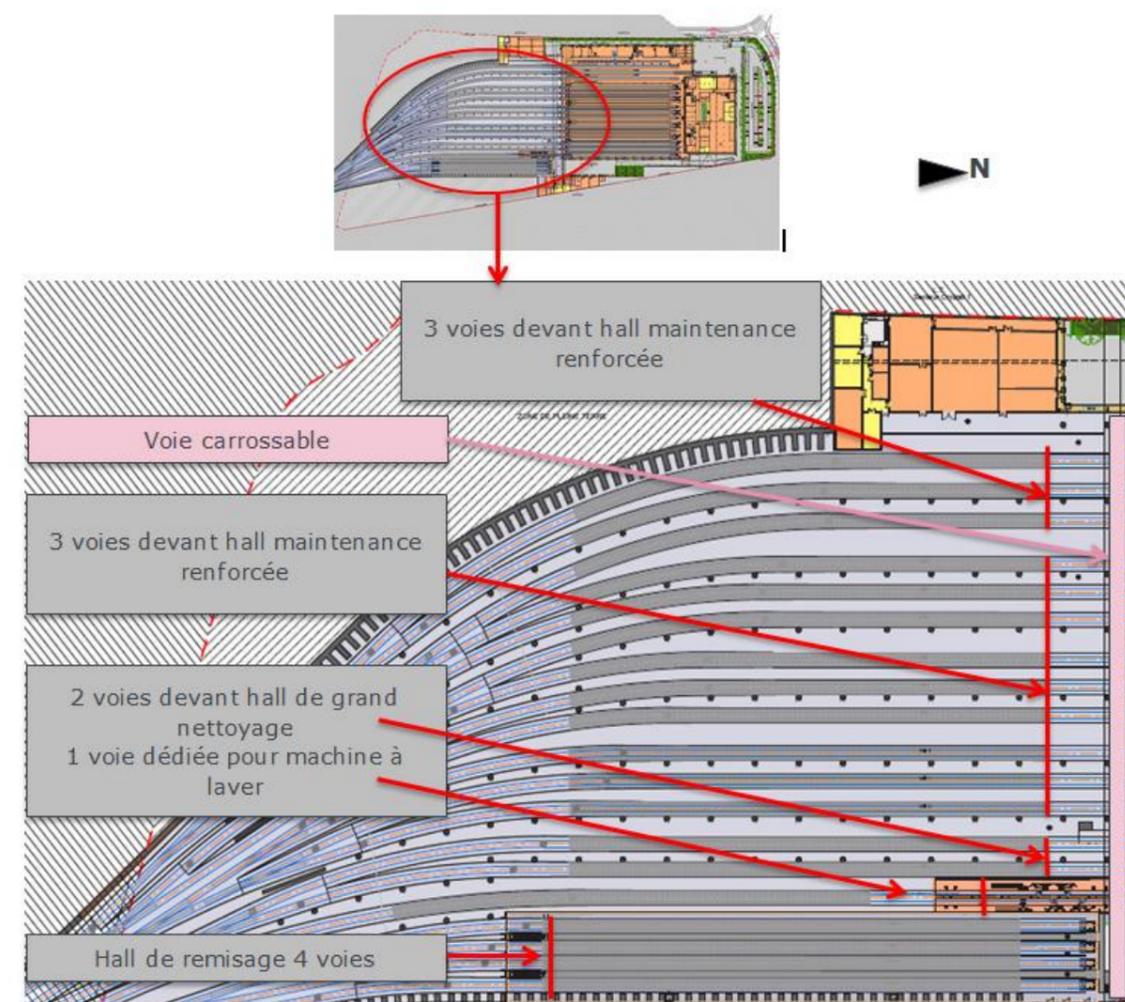


Figure 84 : Zoom sur les positions d'échange, de passage et hall de remisage

4.3.2.4.2 Les ateliers de maintenance

Le secteur des ateliers de maintenance est constitué de 15 voies réparties en un hall de maintenance renforcée de 3 voies, un hall de maintenance courante de 9 voies et un hall de grand nettoyage de 3 voies.

Ce secteur d'environ 18 000 m² sera éclairé naturellement avec des sheds orientés au nord ; un minimum de poteaux structurels au sol optimisera la circulation des opérations de maintenance et de manutention. Les trains entrèrent en mode automatique au sein des 9 voies du hall de maintenance courante et des 2 voies du hall de grand nettoyage. La capacité de remisage dans le secteur des ateliers de maintenance est de 13 trains. La vitesse de circulation des trains sera de l'ordre de 6 km/h. Les détails de l'ensemble des positions de garage et ceux relatifs à la conception de la voie se trouvent au chapitre 5.2.2 du présent document.

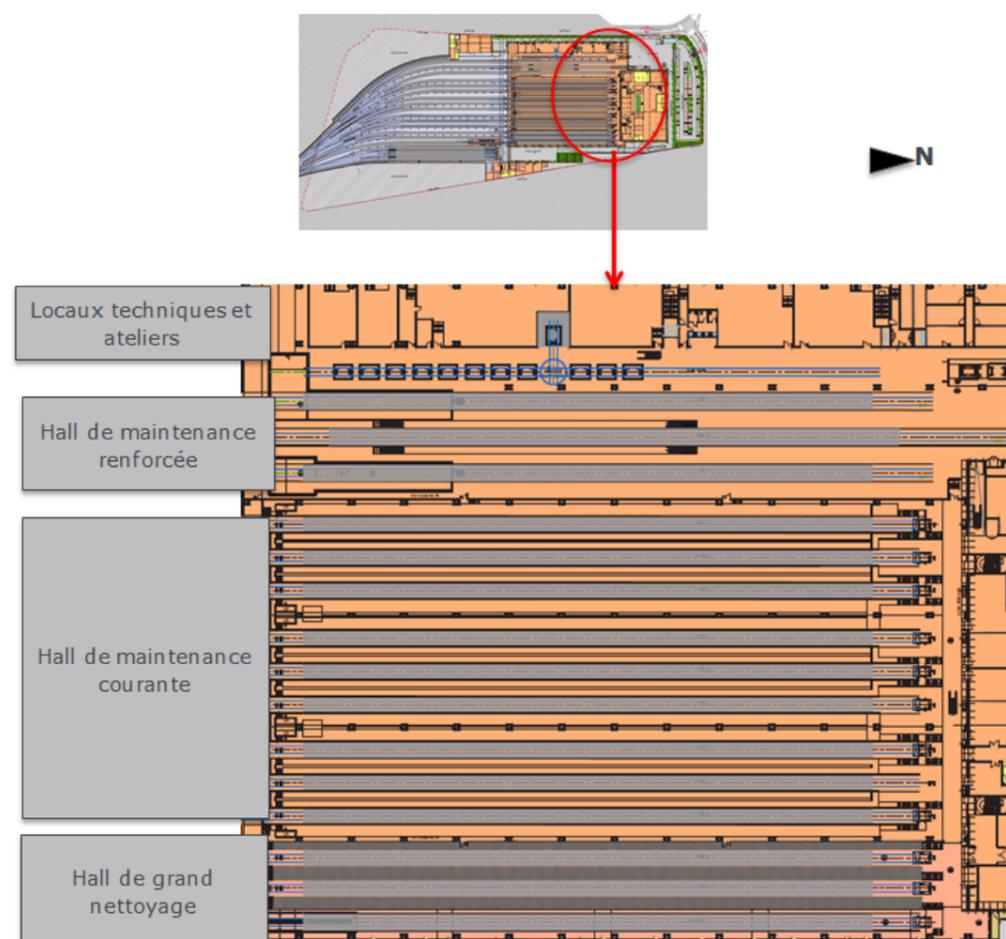


Figure 85 : Zoom sur les ateliers de maintenance

Ces 15 voies sont décomposées de la manière suivante :

- Un hall de maintenance renforcée comportant 3 voies :
 - 1 voie pour le vérin en fosse (et une secondaire pour le stockage bogie),
 - 1 voie à plat ou sur dalle qui permettra d'une part les interventions sur les intercaisses, les baies vitrées, les portes et d'autre part la livraison et réception du matériel roulant. Cette voie ira jusqu'à la façade ouvrante orientée au Nord, afin de pouvoir décharger le matériel roulant livré par convois spéciaux, du niveau voirie 72.00 NGF au niveau voie atelier 72.90 NGF.
 - 1 voie pour le tour en fosse.

Le hall de maintenance renforcée est composé d'une largeur de 28 mètres sur un linéaire de 150 mètres. Ce hall ne sera pas équipé d'énergie de traction, toute entrée ou sortie de matériel roulant s'effectuera via des engins tireurs-pousseurs.

En parallèle de la voie stockage bogies, une bande de 12 mètres de large sur 138 mètres de longueur, permet l'intégration de locaux nécessaires aux activités de maintenance renforcée : parc local rechange, décrassage bogie, huilerie, compresseur, sanitaires.

Dans cette zone également, des locaux sont prévus pour la RATP GI et les entreprises intervenant dans le cadre du service après-vente et de suivi de garantie (matériel roulant, automatisme de conduite) :

- pour la RATP GI :
 - > un bureau pour 2 à 3 agents d'intervention pour le PCC et locaux techniques afférents aux activités PCC,
 - > local de stockage de 20 m² propre au stockage du matériel d'intervention, outillages voie ferrée et petits équipements de voie
 - > local de stockage de 20 m² propre au stockage du matériel d'intervention sur la distribution d'énergie et la caténaire,
 - > local de stockage de 20 m² propre au stockage du matériel d'intervention sur la signalisation ferroviaire,
- pour les entreprises intervenant dans le cadre du service après-vente et de suivi de garantie (matériel roulant, automatisme de conduite...) :
 - > une salle de réunion (environ 30 m²),
 - > trois bureaux (un de 15 m² et deux de 25 m²) ainsi que des zones de stockage mutualisées avec les activités du SMR.

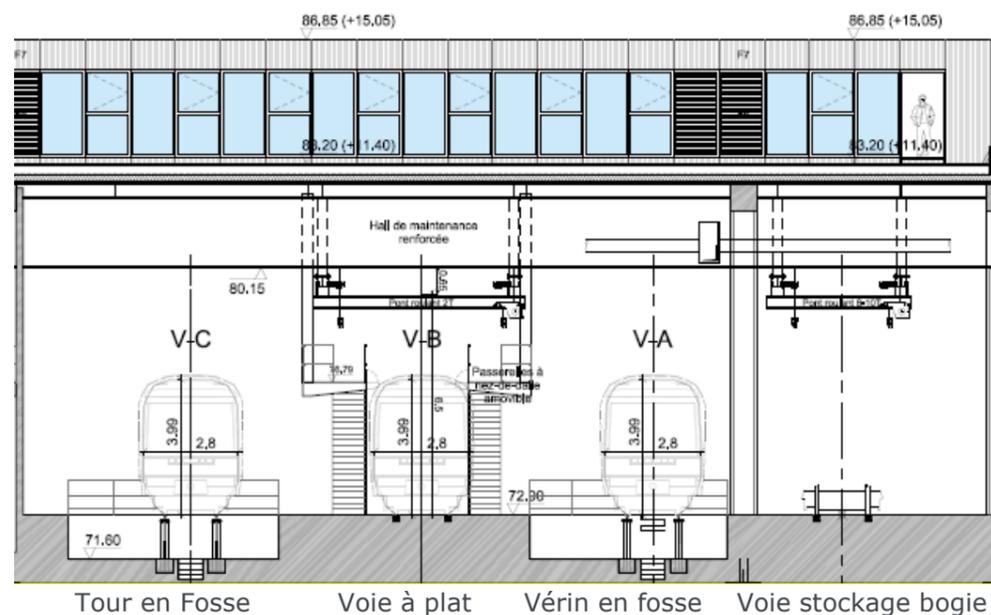


Figure 86 : Coupe dans l'atelier de maintenance renforcée

- Un **hall de maintenance courante** de 136 mètres de longueur pour 65 mètres de largeur est sous décomposé en 3 halls de 3 voies de 21 à 22 mètres de large. Ces 9 voies sont toutes équipées de voies sur pilotis, de fosses, de passerelles (suspendues à la structure) d'accès en toiture des trains et de ponts roulants.

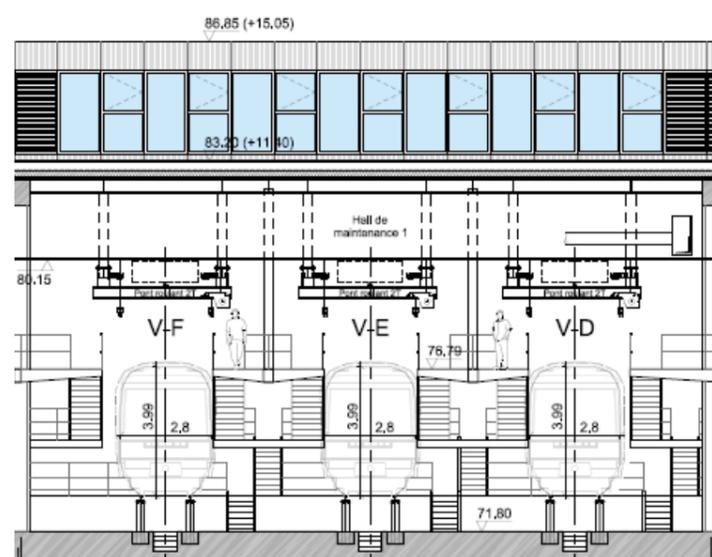


Figure 87 : Coupe dans l'atelier de maintenance courante

- Un hall de grand nettoyage constitué de :
 - 2 voies de grand nettoyage équipées de voies sur pilotis et de passerelles (suspendues à la structure) d'accès aux portes trains, afin d'effectuer le nettoyage des bogies sous caisse et les compléments de nettoyage après passage en machine à laver. Cet espace de 11 mètres de largeur sur un linéaire de 136 mètres est séparé de la voie machine à laver par une cloison.
 - 1 voie dédiée pour la machine à laver. A l'intérieur de la zone atelier, la voie dédiée à la machine à laver permet l'égouttage et le retournement du train.

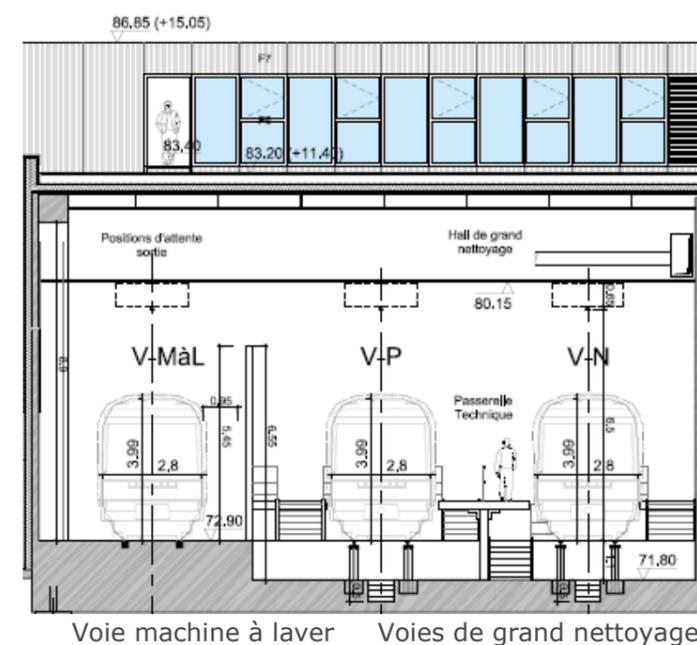


Figure 88 : Coupe dans l'atelier de grand nettoyage

4.3.2.4.3 Le socle de maintenance,

est en niveau Rez-de-Voie (N00) du bâtiment tertiaire. Ce niveau est accessible directement par tous ses côtés depuis les aires de livraisons internes au site. Cet ensemble de 56 mètres par 85 mètres a une hauteur libre de 4 mètres. En liaison avec les ateliers de maintenance, il intègre les locaux nécessaires à l'activité de maintenance y compris les livraisons, la logistique et une partie du management opérationnel. Les différentes zones le constituant sont :

- zone de déchargement camion,
- zone de stockage arrivées/départs (environ 200m²),
- parc local et central de rechange (environ 1 500 m²),
- zones de remisage chariots nacelles répartis en 3 locaux pour une superficie totale d'environ 180 m². Le besoin RATP GI est intégré pour un emplacement de stationnement de deux nacelles élévatoires d'intervention sur bâtiment et ouvrage dans l'emprise du SMR et un « LAMA » : équipement autonome pour intervenir sur l'énergie de traction
- zones de stockages :
 - > magasin général (environ 200 m²),
 - > SAV MR (100 m²),
 - > outillage collectif (environ 100 m²),
 - > outillage individuel (environ 60m²),
 - > et régénération des batteries (environ 160m²),
- local solvants (environ 45 m²),
- atelier mécanique (environ 100 m²) et électrique (environ 90 m²),
- plusieurs bureaux pour une partie du management de la maintenance,
- locaux techniques.

Un patio au centre permet d'éclairer naturellement les bureaux, et accueille un coin paysager avec des arbres et arbustes.

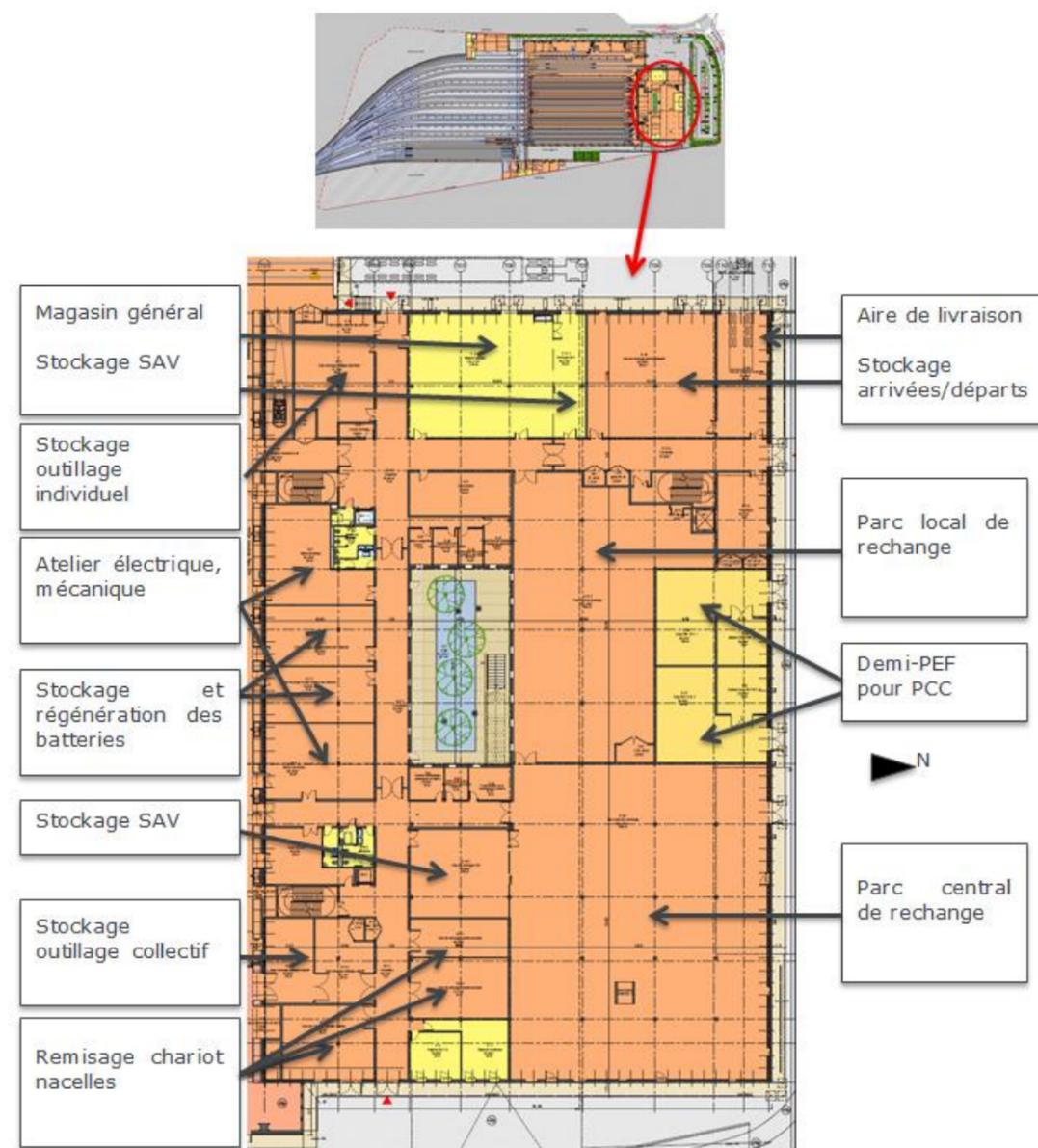


Figure 89 : Zoom sur le socle de maintenance (Niveau 00)

4.3.2.4.4 Au-dessus du socle de maintenance, le bâtiment tertiaire s'élève sur deux niveaux supplémentaires

- un niveau Rez-de-Parvis (N01) accessible depuis la RD10 par une passerelle piétonne. Ce niveau est composé :
 - > d'un espace d'accueil avec le poste de garde principal qui assure la gestion de la sûreté et de la sécurité incendie du site en liaison avec le PCC.
 - > de l'ensemble des bureaux (environ 220 m²) et vestiaires nécessaires aux activités de maintenance,
 - > d'un espace d'exposition,
 - > de salles de réunions et box d'entretiens,
 - > d'un espace cafétéria et réfectoire,
 - > des locaux techniques nécessaires au fonctionnement du PCC. De par sa situation au premier étage du bâtiment tertiaire, aucune mesure spécifique relative au risque d'inondation n'est prise en compte.

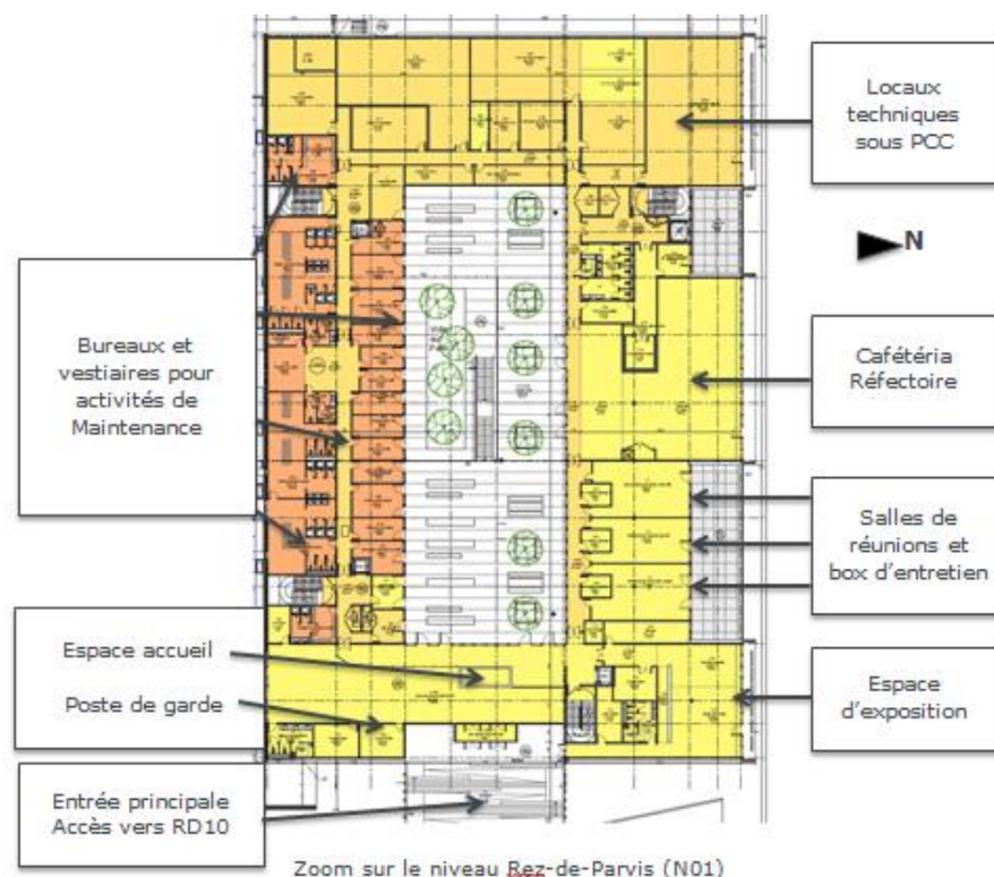


Figure 90 : Zoom sur le niveau Rez-de-Parvis (N01)

La continuité du patio du niveau inférieur (niveau Rez-de-Voie) constitue une terrasse accessible au personnel, et permet l'éclairage naturel du cœur de bâtiment : bureaux, accueil, circulation.

- un niveau N02 accueille :
 - > les locaux de management de la ligne 15 (environ 900 m²) :
 - pôle direction,
 - pôle ressources humaines et formations,
 - pôle contrôle de gestion achats et suivi des marchés,
 - pôle communication,
 - réglementation ferroviaire et gare,
 - management opérationnel du transport,
 - management des gares,
 - pôle reporting transport,
 - pôle reporting gares et services en gares,
 - locaux supports : salle réunions, archives, local informatique.
 - > le PCC (y compris salle de crise) et le PC Sécurité sur environ 700m². En terme d'accès, cet espace fait partie des locaux les plus sensibles et sécurisés. Les détails fonctionnels du PCC se trouvent au chapitre 4.4.5.3 du présent document.
 - > des locaux techniques.



Figure 91 : Zoom sur le niveau N02

Les aménagements d'une majorité des bureaux et zones de stockage, répartis sur les 3 niveaux du bâtiment tertiaire, seront flexibles.

Trois ascenseurs (charge de 800 kg) et un monte-charge (charge de 2500 kg) équipent le bâtiment tertiaire. Deux ascenseurs desservent les trois niveaux du bâtiment, et le troisième les niveaux rez-de-parvis (NO01) et N002.

Une attention toute particulière est apportée au tri des déchets. Différentes zones de récupération des déchets sont réparties dans les ateliers de maintenance et la partie tertiaire. Elles intègrent des points de collectes pour l'ensemble des déchets verts, métalliques, plastiques et cartons, verres, ménagers ou autres (aérosols, emballage vides souillés, peinture, protections souillées, condensateurs, déchets électriques et électroniques, filtre huile et gasoil...).

Le patio et la terrasse des niveaux précédents permettent l'apport d'un éclairage naturel au cœur de l'étage.

4.3.2.4.5 De nombreux locaux techniques sont positionnés le long des murs de soutènement :

- à l'Ouest : pour la majorité des locaux relatifs aux points de livraison HTA, Poste Eclairage Force, Poste de Redressement,
- et à l'Est : pour les équipements techniques de la machine à laver, Poste Eclairage Force, traitement et recyclage des eaux et les vestiaires pour le personnel devant travailler dans les 4 voies de remisage.

4.3.2.4.6 Les espaces extérieurs

Deux zones dites de pleine terre de part et d'autre du faisceau de voies représentant une superficie d'environ 15 000m² sont dédiés à la réalisation d'opérations de valorisation foncière. Par ailleurs, la couverture des positions d'échange et de passage est entièrement paysagère pour répondre aux exigences d'intégration urbaine de la commune.



Figure 92 : SMR : Perspective aérienne

4.3.2.4.7 Accès

Au nord du bâtiment se trouvent **l'aire de livraison** et un **parking** paysager de 139 véhicules dont 5 places PMR. Des accès différents les desservent. Un poste de garde secondaire permet le contrôle des livraisons et sera équipé également d'un poste d'exploitation de contrôle d'accès et vidéosurveillance en liaison avec le poste de garde principal. La zone de livraison permet d'accueillir des convois spéciaux de type 3 pour la livraison du matériel roulant. Le long de la RD10 se trouvent l'accès principal piétons au bâtiment (Niveau N01 Rez-de-Parvis), ainsi que les aires de stationnement des 2 roues motorisés (environ 59 places) et vélos (environ 32 places).

Les murets périphériques en béton armé remonteront de 20 centimètres par rapport au terrain naturel (mesures conservatoires à l'encontre de voiture bélier) et seront équipés de clôture d'environ 2,20 mètres de hauteur. Ces mesures passives, complémentaires au gardiennage du site (postes de gardes), aux équipements de contrôle d'accès et de vidéosurveillance périphérique du site et du bâtiment, permettent de réduire au maximum le risque d'intrusion.

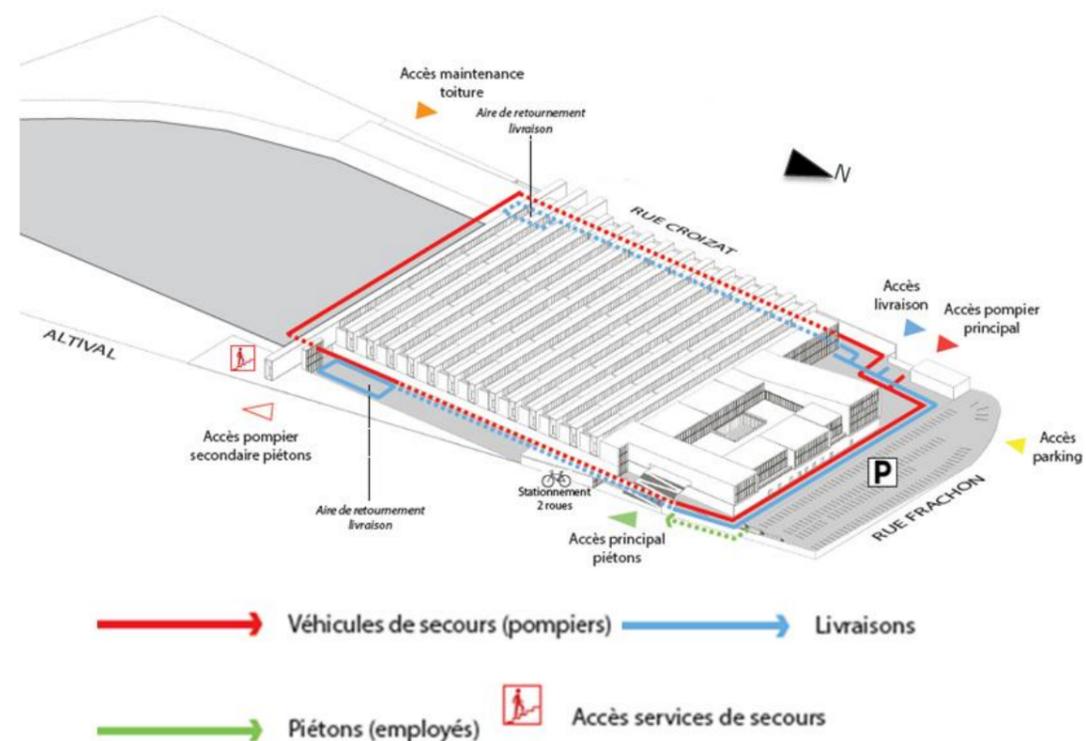


Figure 93 : Accès du SMR

4.3.2.5 Génie civil

Le site du SMR se décompose en deux parties:

- Une partie enterrée, appelée "ouvrage d'entonnement"
- Une partie visible, appelée "bâtiment SMR"



Figure 94 : SMR : Perspective de la structure

4.3.2.5.1 Structure de l'ouvrage d'entonnement

Principe en élévation

L'ouvrage d'entonnement passe sous le parc du Plateau et la rue de Bernaü. Ces deux équipements existants seront restitués à des cotes identiques à l'existant

Dans le parc du Plateau, une couverture minimale de 3 m est prévue afin de permettre la plantation d'essences végétales au droit de l'ouvrage et donc une liberté de réaménagement pour le Conseil Général du Val-de-Marne après restitution du parc. Le point le plus bas du parc du Plateau au droit de l'ouvrage est à la cote de 86.06 NGF. La cote du plan de roulement est fixée à 72.9 NGF, soit une hauteur de 13,16 m entre le plan de roulement et le terrain naturel du parc du Plateau. Dans ces 13,16 m s'insèrent :

- 5,7 m de gabarit ferroviaire (caisse + pantographe)
- 0,3 m de gabarit d'équipement d'alimentation électrique
- La dalle supérieure de l'ouvrage d'entonnement
- Les 3 m minimum de remblais sur ouvrage

En considérant une hauteur prévisionnelle de la dalle supérieure de l'ouvrage d'entonnement de 1,2 m, il reste une hauteur de remblais supplémentaire de 2,96 m. Les gabarits retenus à ce stade passent sous la rue et le parc du Plateau.

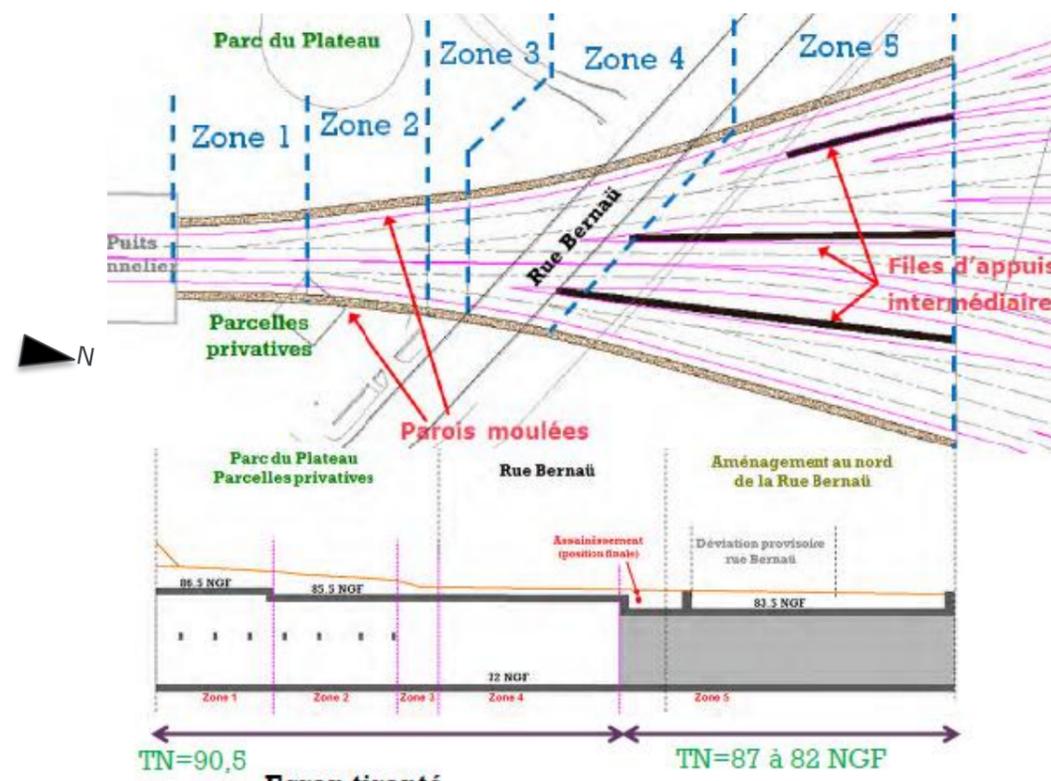


Figure 95 : SMR : Schéma de principe de la structure de l'ouvrage d'entonnement - vue en plan et coupe

Le point le plus bas de la rue de Bernaü au droit de l'ouvrage est à la cote de 84.07 NGF, la distance minimale entre le plan de roulement et le terrain naturel est donc de 11,17 m. Dans ces 11,17 m doivent s'insérer :

- 5,7 m de gabarit ferroviaire (caisse + pantographe)
- 0,3 m de gabarit d'équipement d'alimentation électrique
- La dalle supérieure de l'ouvrage d'entonnement
- La chaussée de la rue de Bernaü définitive
- Les réseaux définitifs le long de la rue de Bernaü

En considérant une hauteur prévisionnelle de la dalle supérieure de l'ouvrage d'entonnement de 1,2 m et 1,5 m pour la rue de Bernaü et les réseaux définitifs, il reste une hauteur de remblais sur l'ouvrage de 2,47 m.

Compte tenu du poids que représentera le remblai sur l'ouvrage final, il sera possible que la cote de la dalle supérieure varie pour limiter les descentes de charge et le dimensionnement des structures.

Afin de respecter la pente du terrain naturel du parc du Plateau et de limiter les hauteurs de terre sur la dalle supérieure de l'ouvrage, la cote de l'extrados de l'ouvrage diminue par paliers au fur et à mesure de la diminution de la hauteur du terrain naturel.

L'ouvrage peut ainsi être décomposé en 3 nouvelles zones ayant chacune une hauteur différente.

4.3.2.5.2 Structure du bâtiment

Pour réaliser le plan de voie à la cote 72,90 NGF, un terrassement important de la parcelle est nécessaire. Les hauteurs de terre à terrasser peuvent aller jusqu'à 14 mètres dans la partie sud de la parcelle. A ce stade des études, l'hypothèse prise en compte intègre que 50% de la terre végétale sera décapée et stockée provisoirement à proximité du déblai en vue de sa réutilisation lors de la remise en état des lieux.

Au nord, un décaissé général du terrain est réalisé pour atteindre le niveau de 71,80 NGF du hall de maintenance. Ces travaux nécessitent la réalisation de murs de soutènement de grande hauteur variant de 3 à 14 mètres.

Préalablement aux travaux de soutènement, en raison de la déclivité prononcée du site, des plateformes de travail devront être réalisées le long des ouvrages projetés.

Trois types de soutènements sont prévus sur le projet :

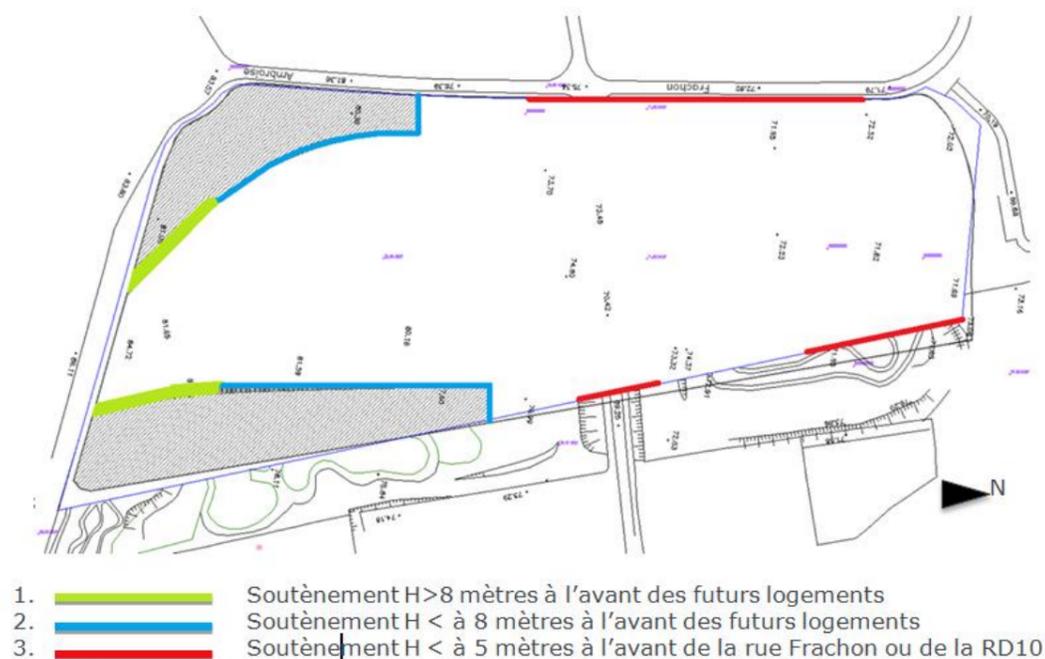


Figure 96 : SMR : Typologie de murs de soutènement

- Les positions d'échanges, passage et hall de remisage

Fondations

Les halls de passage et de remisage sont situés dans la partie sud de la parcelle. D'importants travaux de terrassement dans cette zone permettent de découvrir le bon sol immédiatement sous le plan de voie. Ainsi, il pourra être envisagé un mode de fondations des poteaux de structure de type semelles superficielles. Une optimisation peut être proposée en ajoutant des poteaux intermédiaires entre les voies pour réduire entre autre la taille des semelles dans la suite des études.

Superstructure

La couverture végétalisée des halls de passage et de remisage favorise la relation du bâtiment avec son environnement immédiat, (cible en niveau TP de la certification HQE). La structure des halls de passage et de remisage consiste à des portiques principaux en béton armé de 10 mètres de portée implantés le long des voies. Ces portiques sont composés de poteaux ronds de 80cm de diamètre et de poutres coulées en place de 80x140ht. Perpendiculaire aux voies, il y a des planchers nervurés de 15 mètres de portée complété par les poutrelles préfabriqués en béton précontraint de 50x115ht espacées de 2m50 et les dalles faites en prédalle type 6+12.

- Les ateliers de maintenance

Fondations

Situé au Nord de la parcelle où l'épaisseur de remblais est importante, le hall de maintenance sera fondé sur pieux d'environ 16m de long, ancrés dans le calcaire.

Le plancher bas supportant de lourdes charges et présentant de nombreux décaissés et fosses sera réalisé en plancher béton armé porté par un réseau de longrines reliées aux pieux de fondation. Les têtes de pieux seront décaissées au droit des fosses.

Superstructure

La structure du bâtiment abritant le site de maintenance sera de type industriel à grandes portées et hauteurs.

Les trames de porteurs seront placées entre les différents ateliers de maintenance afin d'éviter des poteaux intermédiaires entre les voies d'un même atelier. La portée des poutres est donc de 22,30m environ et va jusqu'à 29,00m au droit de l'atelier de maintenance renforcée.

La structure en acier est donc la mieux adaptée pour ce type de portée.

Les halls de maintenance sont couverts par une toiture en bac acier qui comporte des sheds pour l'éclairage naturel. Les sheds seront disposés tous les 10 mètres. Le shed le plus au Sud est plus long que les autres. Tous les sheds présentent un porte-à-faux de 3 mètres à leurs extrémités.

Le mur périphérique de soubassement sera réalisé par des murs, non porteurs de la charpente, en béton pré-coffrés isolés par l'extérieur.

- Le bâtiment tertiaire

Fondations

Situé au Nord de la parcelle où l'épaisseur de remblais est la plus importante, le bâtiment tertiaire sera fondé sur pieux d'environ 16m de long, ancrés dans le calcaire.

Le plancher bas supportant de lourdes charges sera réalisé en plancher béton armé épais porté par un réseau de longrines reliées aux pieux de fondation.

Superstructure

Le bâtiment se présente sous la forme d'un rectangle de 56m par 85m.

Le système structurel envisagé pour ce bâtiment est le suivant :

Le mur périphérique de soubassement du N00 sera réalisé par des murs porteurs en béton pré-coffrés isolés par l'extérieur. Ces murs seront réalisés en pré-mur pour gagner le temps d'exécution et aussi permettre une finition béton apparent côté extérieur. L'épaisseur du mur sera de 20cm pour la seule partie béton porteur. L'épaisseur totale du mur sera de 45cm, compris isolant et finition extérieure en béton.

Deux types de murs sont envisagés :

Le plancher haut du N02 est prévu pour accueillir des équipements techniques et les éléments de charpente secondaire de la surcouverture, avec tous leurs ouvrages associés (plots, socles...).

C'est la surcouverture qui réalisera les pentes de la toiture du bâtiment.

4.3.2.6 Lots techniques du bâtiment

Le projet du SMR, présente de fortes ambitions programmatiques en matière d'énergie. Soumis à la RT2012, avec une volonté de RT2012-30% pour certains espaces, il doit notamment :

- Refléter la volonté d'anticiper les futures réglementations thermiques en visant une performance « énergie positive » ;
- Conserver une souplesse architecturale Justifier d'ambiances confortables pour les périodes d'occupation longues 5/7 en 2 services voire continue : 7j/7, 24h/24 pour le Poste de commande centralisée.

La démarche d'optimisation énergétique est la suivante :

- Réduction passive des besoins de chauffage, climatisation, éclairage;
- Gestion modulées des consommations ;

- Mise en œuvre d'énergies renouvelables (panneaux photovoltaïque en toiture du bâtiment tertiaire).

La conception énergétique est optimisée avec une compacité performante et des dispositifs pris afin d'assurer une performance de l'enveloppe et de limiter les consommations énergétiques. Les équipements (près de 45%), la ventilation (12%), l'éclairage (14%) et le refroidissement (11%) sont les postes principaux de la répartition des consommations estimées au stade APD.

Chauffage – ventilation – Climatisation

La production d'énergie (besoins en chaud et froid) est du type centralisée sur la base d'un mix énergétique valorisant au maximum la récupération d'énergie. Le transfert thermodynamique est assuré par une thermo-frigo-pompe et un système alliant une pompe à chaleur haute température et haut rendement est retenu pour respecter l'objectif RT2012-30%. Des groupes frigorifiques à eau sont prévus en appoint froid et une chaufferie au gaz naturel assure l'appoint de chaleur.

Bilan de puissance calorifique environ 1440 kW, puissance frigorifique d'environ 720 kW.

Traitement d'air

Halls de maintenance (renforcée, courante, grand nettoyage) et de remisage

Le renouvellement d'air neuf est assuré par des systèmes de CTA double flux, basse pression. Le renouvellement d'air est asservi au fonctionnement horaire des halls. Les halls disposeront de rideau d'air chaud à eau chaude 35/30°C au droit des portes d'entrées.

Le système tout air double flux à débit variable insuffle l'air en ambiance par diffuseurs linéaires à fentes réglables. Le contrôle de la température ambiance s'effectue par la moyenne des différentes sondes réparties dans les volumes à hauteur d'homme (environ 1.50m).

Bâtiment tertiaire : zones bureaux, salles de réunion (Maintenance, Management ligne 15, PCC)

Le renouvellement d'air neuf est assuré par un système de CTA double flux, basse pression. Le renouvellement d'air est asservi à des sondes de présence pour les bureaux individuels et par sonde de CO2 (seuil max 800ppm) pour les espaces de bureaux open-space.

Locaux vestiaires

Le chauffage est assuré par plancher chauffant pour les vestiaires situés au niveau 01 du bâtiment tertiaire. Le chauffage est assuré par convecteur à eau chaude basse température pour les autres vestiaires.

Le renouvellement d'air neuf est assuré par un système de CTA double flux, basse pression.

Désenfumage

La partie tertiaire (bureaux, vestiaires, stockage...) est traitée sur la base du code du travail en mode naturel sur le principe d'un désenfumage de façade à façade/ou exutoire pour les

locaux supérieurs à 300 m² ou 100 m² pour les locaux aveugles. Un nombre très limité de locaux ne pouvant être recoupés pour des raisons fonctionnelles est traité mécaniquement (local parc de rechange).

Pour le hall de grand nettoyage et le hall de maintenance renforcée, le désenfumage est défini sur la base du code du travail en mode naturel. Il est assuré par la mise en place d'ouvrants en toiture (via les SHED) dont la surface correspond à 1/100 de la surface au sol du hall d'une part et une surface équivalente d'amenée d'air en partie basse.

Les trois halls de maintenance courante, la zone de passage et de transfert ainsi que le hall de remisage sont traités, sur la base du code du travail, en mode mécanique avec un débit d'extraction calculé sur la base d'un mètre cube par seconde par 100 mètres carrés. Les amenées d'air sont prévues depuis des ouvrants latéraux dans les halls ainsi que depuis le puits d'accès de secours situé dans le parc du Plateau.

Une démarche d'optimisation du système de désenfumage dans le cadre d'une ingénierie de la sécurité incendie (démarche ISI) sera menée pour obtenir la validation des services instructeurs tenant compte des particularités des volumes du site et du potentiel calorifique pour pouvoir retenir un système dérogatoire à la réglementation.

Plomberie & Protection Incendie

Il est prévu la réalisation :

- des réseaux de distribution d'eau potable pour les différents types de besoins (sanitaires, lavage, osmosée, industrielle quai, arrosage), les installations de récupération d'eaux pluviales avec les raccordements pour des départs pour les besoins des sanitaires, les puisages des halls de maintenance, l'arrosage d'espaces verts et les services généraux ;
- Les réseaux de collecte d'eaux usées et d'eaux-vannes, raccordés en gravitaire sur le réseau public ;
- Les réseaux de collectes des eaux résiduelles industrielles (ERI) : eaux usées de lavage depuis les caniveaux des quais (quai de remisage, quais de lavage) ;
- Le réseau de collecte et d'évacuation des eaux usées industrielles utilisées pour les fonctions de nettoyage des sols des halls, les fosses de réparations, des eaux usées du hall de passage ;
- Les réseaux d'évacuation des eaux pluviales pour toutes les terrasses et les toitures des bâtiments, avec ou sans plantation ;
- Un système de récupération des eaux pluviales satisfaisant aux exigences de l'arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ;
- Les moyens d'extinction pour la lutte contre l'incendie (extincteurs, colonnes sèches,...), en accord avec les réglementations applicables (code du travail, ICPE) ;
- La production d'eau adoucie destinée à alimenter l'osmoseur et la production ECS centralisée ;

- la production et la distribution d'air comprimé fonctionnant à 7 bars pour l'usage des machines-outils le long des quais, à 9 bars en tête de voies.

Courants faibles

Les équipements prévus sont les suivants :

- Vidéosurveillance avec des fonctions de détection d'intrusion, d'identification en fonction des zones concernées et de leurs sensibilités ;
- Contrôles d'accès - Intrusion : un système de contrôle d'accès par lecteur de badges sera développé en fonction de 4 niveaux de sûreté (faible, modéré, modéré et nécessité d'alarme, élevé). Les locaux concernés par un contrôle d'accès et une détection d'intrusion sont classés en 5 catégories :
 - catégorie 1 : accès de type canon électrique avec clé électronique pour un niveau de sûreté faible,
 - catégorie 2 : accès contrôlé par un lecteur de badge et par détection d'ouverture,
 - catégorie 3 : accès contrôlé par un lecteur de badge et par détection d'ouverture et de présence dans le local,
 - catégorie 4 : accès simple contrôlé par un lecteur biométrique digitale et par détection d'ouverture et de présence dans le local,
 - catégorie 5 : accès par sas permettant le passage d'une seule et unique personne, contrôlé par un lecteur biométrique digital et par détection d'ouverture et de présence dans le sas.
- Gestion des visiteurs ;
- Interphonie ;
- Sonorisation ;
- Gestion technique du bâtiment ;
- Précablage informatique ;
- Téléphonie ;
- Radiocommunication / wifi ;
- Gestion du temps (gestion horaire) ;
- Chronométrie (distribution de l'heure) ;
- Système de sécurité incendie.

L'établissement sera équipé d'un système de catégorie A et comprendra un Système de Détection Incendie (SDI), un Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie (CMSI), un ou plusieurs Dispositifs Adaptateurs de Commande (DAC), des Dispositifs

Actionnés de Sécurité (clapets coupe-feu, portes coupe-feu, ouvrants de désenfumage, exutoires de fumée, coffret de relayage). Un équipement de type alarme 1 permettra la diffusion de l'alarme restreinte et la diffusion de l'alarme générale. Des détecteurs automatiques d'incendie, appropriés aux risques, seront installés dans les locaux sensibles comme par exemple le PCC et ses locaux techniques associés ou encore les zones de stockage de produits dangereux.

L'ensemble des équipements « systèmes » seront standardisés avec les équipements déployés en ligne, à l'exception des équipements spécifiques au SMR comme par exemple la ventilation, le désenfumage, la climatisation, ou encore la mécanisation (ascenseurs) et fermeture des accès.

4.3.2.7 Equipements industriels

Le programme du SMI comprendra les équipements industriels fixes, notamment les moyens de manutention (ponts roulants, portique), les passerelles du hall de maintenance des VMI. Le programme n'inclut pas les outillages portatifs ou mobiles ni le mobilier du site.

Le programme fonctionnel du SMR prévoit les équipements industriels suivants :

- 1 vérin en fosse (hall de maintenance renforcée),
- 1 tour en fosse (hall de maintenance renforcée),
- 1 plaque tournante permettant l'envoi des bogies de la voie de stockage vers la zone de lavage décrassage bogies (hall de maintenance renforcée),
- 1 machine à laver (voie dédiée dans le hall de grand nettoyage),
- 1 pont roulant 10 tonnes sur la voie de stockage bogies (hall de maintenance renforcée),
- 1 pont roulant 2 ou 3 tonnes pour la voie à plat (hall de maintenance renforcée),
- 9 ponts roulants 2 tonnes pour chacune des voies du hall de maintenance courante.

4.4. SYSTÈMES

Préambule

De façon générale, la définition du matériel roulant, de la maintenabilité et disponibilité des systèmes, de l'exploitabilité de la ligne 15 sud 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 principes 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 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 15 du Grand Paris est composé de 6 voitures reliées entre elles par de larges intercirculations 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 1000 voyageurs dans les conditions de confort habituelles en France (4 voyageurs debout/m²).

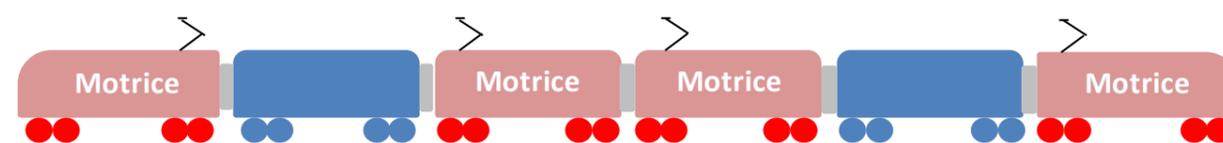


Figure 97 : Composition possible d'une rame de six voitures à titre d'illustration

Les principales caractéristiques techniques du matériel roulant des voyageurs sont :

- Roulement fer et alimentation en courant continu sous 1500 V environ,
- 6 voitures
- Charge à l'essieu inférieure à 14 tonnes avec 6 voyageurs debout/m² (EI6),

- Longueur utile du train (attelages exclus) : 108 m,
- Largeur du train : environ 2,8 m,
- Hauteur du train :
 - Hauteur hors tout (pantographe non compris) : environ 4m,
 - Hauteur intérieure : minimum 2,15 m,
 - Hauteur seuil de porte : environ 1,10 m.
- 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 m,
 - Hauteur d'une porte : minimum 1,95 m.
- Nombre de passagers :
 - Taux minimal d'assises fixes de 15%. Des assises relevables complètent 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 m/s²,
 - Accélération maximale de 0 à 60 km/h : environ 0,9 m/s²,
 - Accélération maximale de 0 à 110 km/h : environ 0,7 m/s².
- Décélération :
 - Décélération électrique moyenne de 110 à 0 km/h : environ 0,8 m/s².

Une décélération d'urgence garantie de 0,80 m/s² est prise en compte par les automatismes avec une adhérence dégradée (8% d'adhérence).

La vitesse maximale d'exploitation est de l'ordre de 110 km/h. 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.

4.4.1.2 **Design**

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.

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.

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 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, désenbuage 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°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/m² 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 supérieur ou égal à 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 15 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
GOA1	ATP + conducteur	conducteur	conducteur	conducteur	conducteur
GOA2	ATP et ATO + conducteur	automatique	automatique	conducteur	conducteur
GOA3	sans conducteur mais avec agent	automatique	automatique	agent	agent
GOA4	sans personnel	automatique	automatique	automatique	automatique

Figure 98 : 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 des voies d'ateliers de maintenance du matériel roulant SMR (pour les voies non équipées de l'automatisme),
- Au sein du SMI, entre la voie de raccordement à la ligne 15 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.

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)

4.4.2.2 **Système CBTC**

Les automatismes de conduite mis en place sur la L15 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.

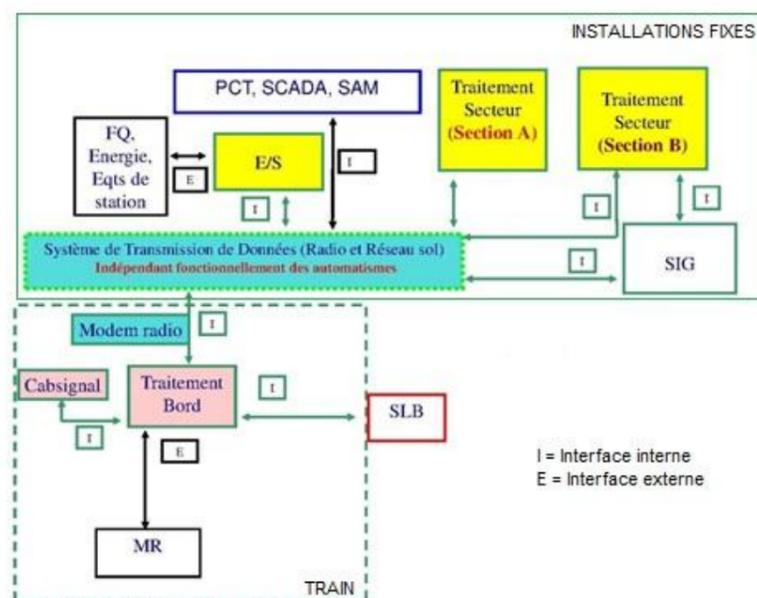


Figure 99 : Exemple d'architecture typique d'un CBTC

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 § 4.4.5.3.1.
- 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.

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 §4.4.5.3), 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.

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

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 Inf. ou égal 40 s ;
- Un intervalle théorique Inf. ou égal 80 s ;
- Un intervalle minimal pratique Inf. ou égal 90 s ;
- 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) Inf. ou égal 7 s ;
- Un temps de suppression d'un service provisoire Inf. ou égal 7 s.

4.4.3. Alimentation et distribution électrique

L'alimentation et la distribution électrique du réseau de transport du Grand Paris recouvre 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 HT 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 postes de livraison ERDF indépendants. Chaque câble HTA chemine sous la voie ferrée et dessert toutes les 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.

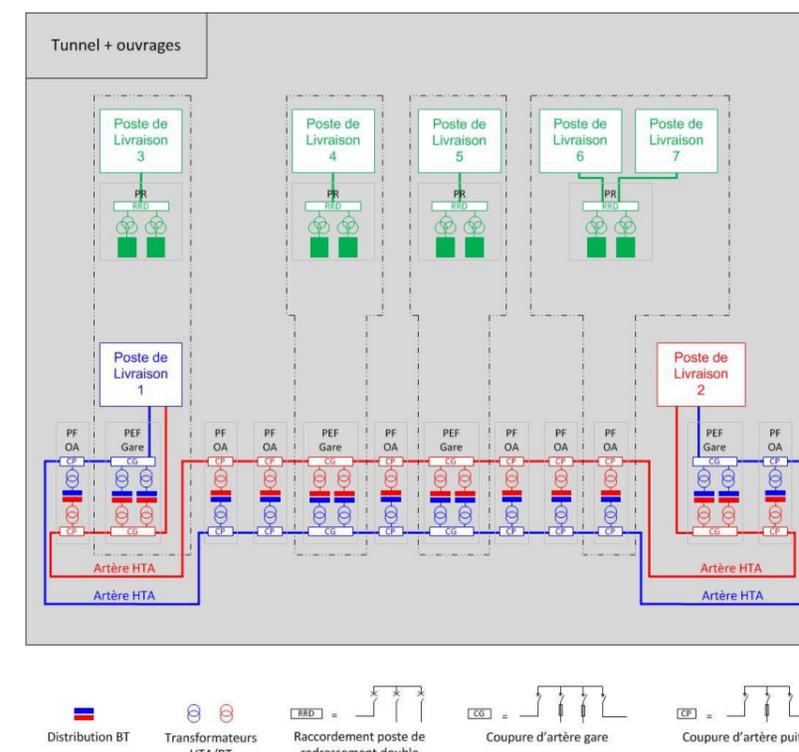


Figure 100 : Représentation de la solution technique de distribution HTA sur une portion du tracé

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 BT 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 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'exhaur.

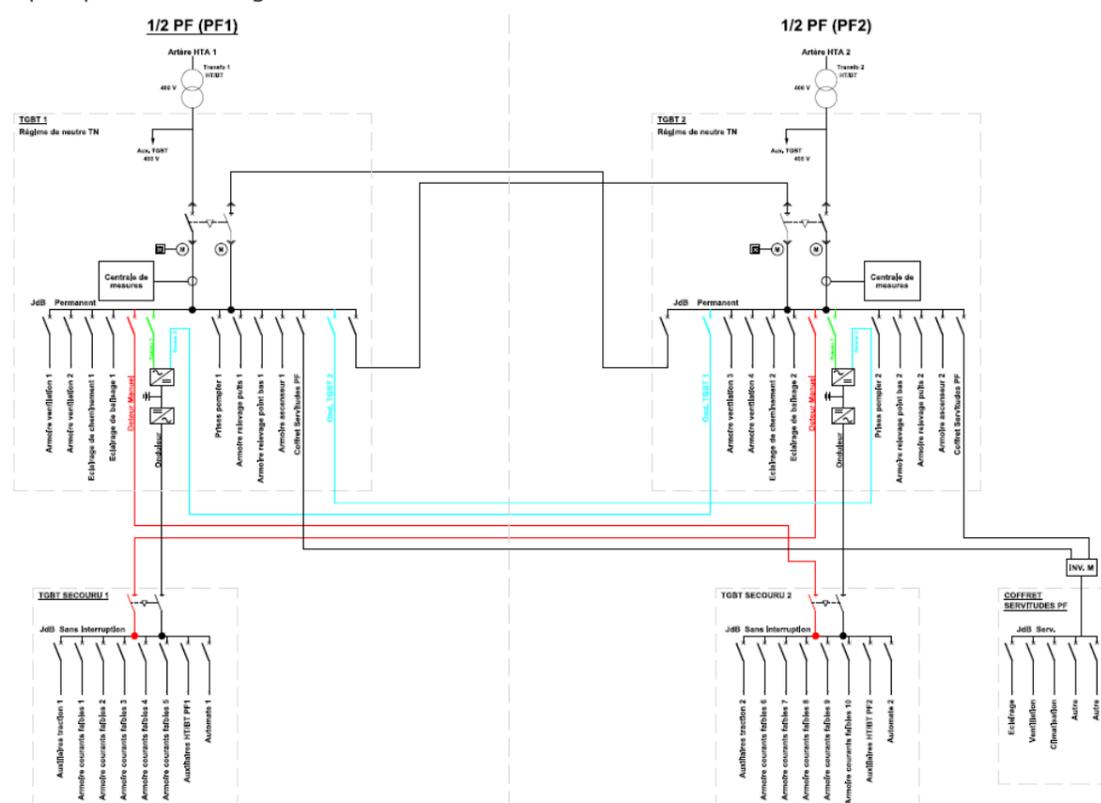


Figure 101 : Transformation et Distribution BT Tunnel

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~,
- Sortie 400/230 V~,
- Autonomie par batterie au plomb étanche (la durée d'autonomie sera de 2 heures au maximum, selon les délestages retenus, avec une puissance estimée à environ 25 kVA),
- Les équipements choisis devront présenter un by-pass statique,
- La présence d'un by-pass externe manuel est nécessaire à la maintenance.

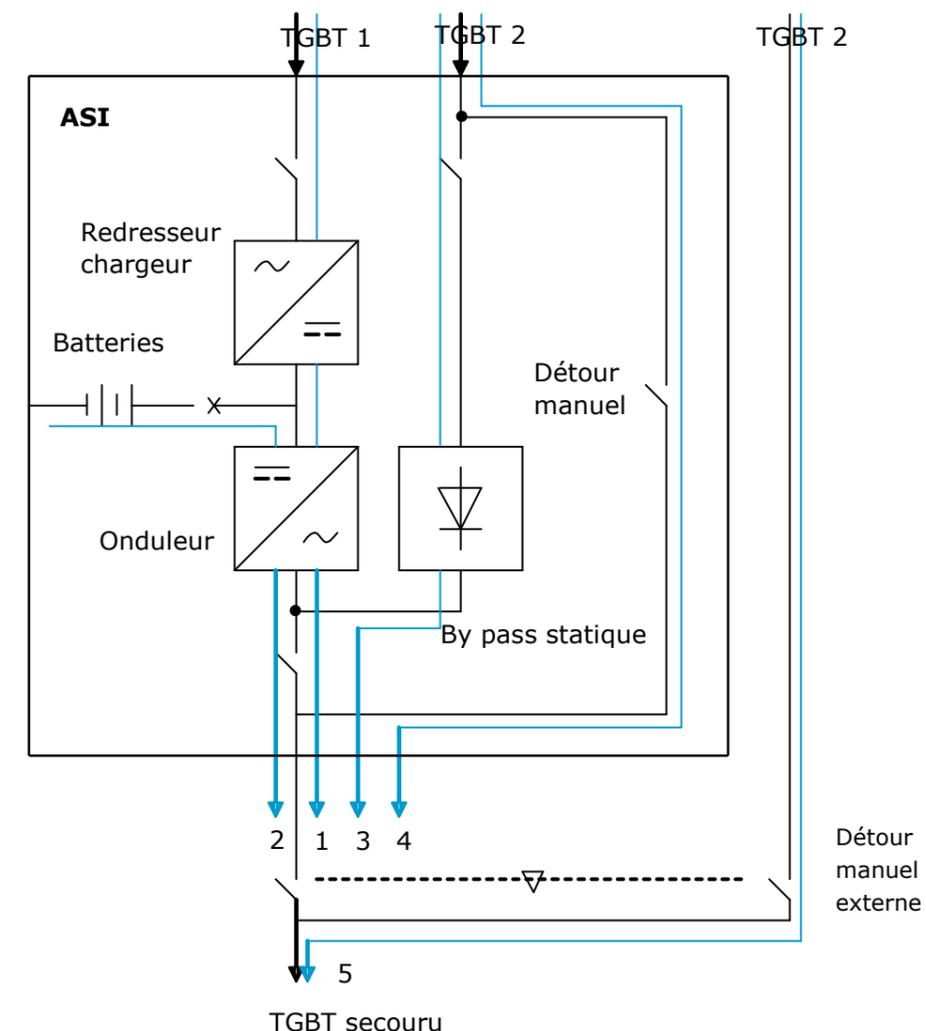
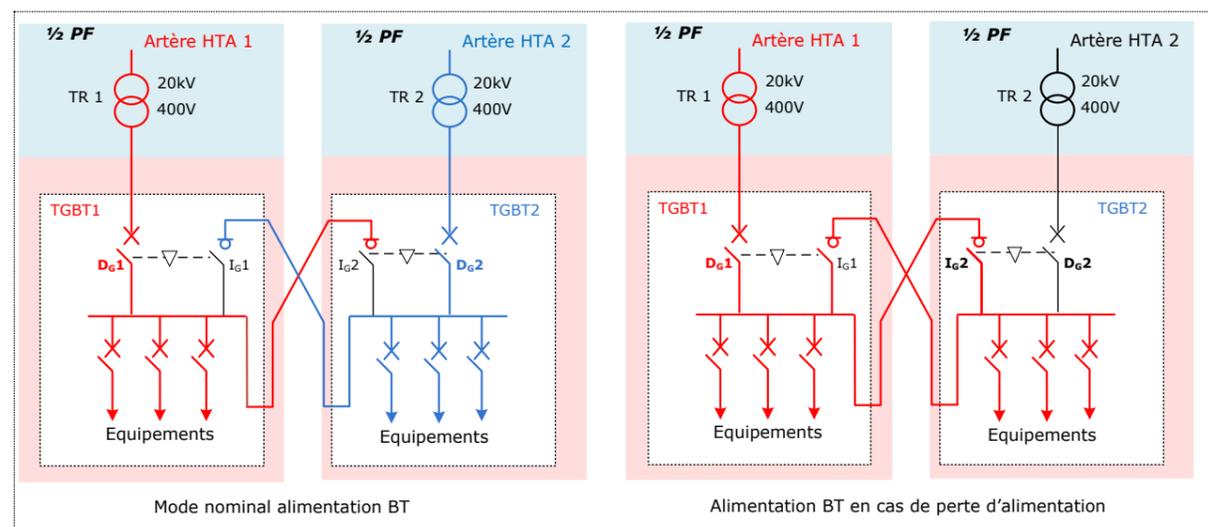


Figure 102 : Modes de fonctionnement de l'alimentation sans interruption

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'arrêté 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.



(rouge égal alimenté)

Figure 103 : Présentation de l'alimentation BT en mode nominal et en cas de perte d'alimentation

4.4.3.3 Réseau BT 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~ 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 1/2 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.

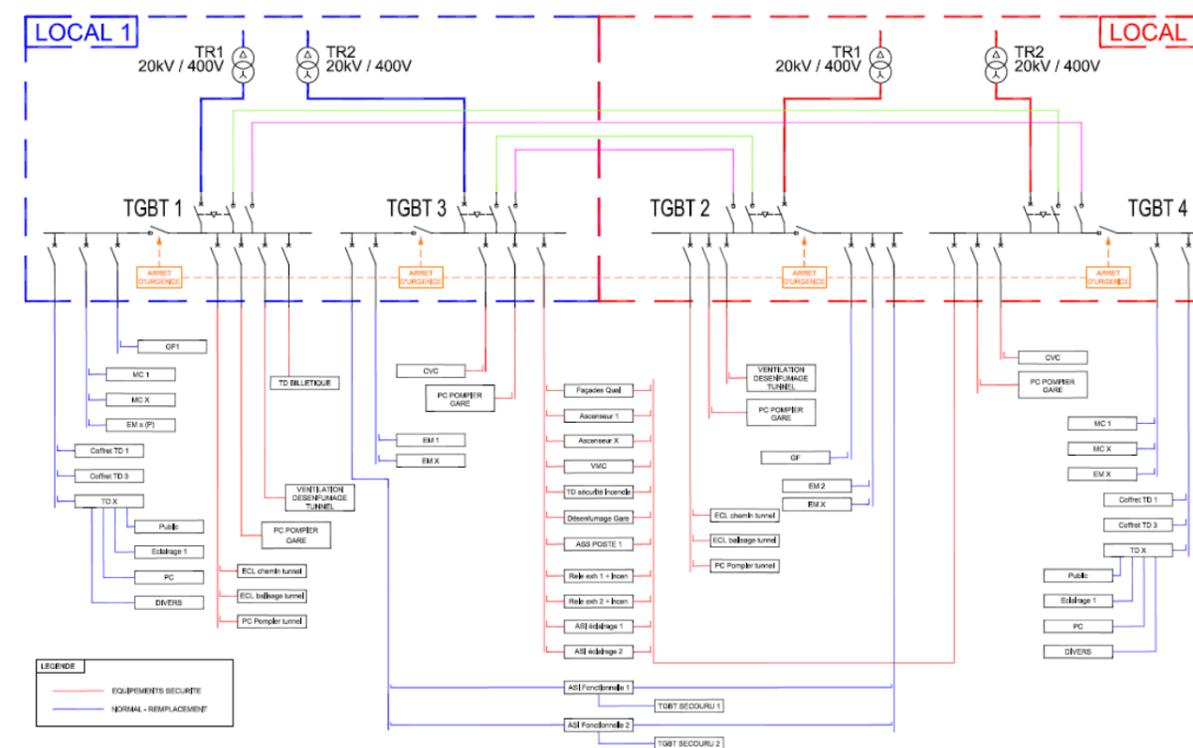


Figure 104 : Transformation et distribution BT en station

4.4.3.4 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 15 Sud, le bilan de puissance des 5 artères HTA nécessaires à la ligne 15 Sud est, à ce stade, le suivant :

Artère	Puissance installée	RATIO P utile sur P installée	Puissance utile
Puits 0801P/SMR	14350	0,69	9902
Puits 0808P/Créteil l'Échat	13500	0,68	9180
Puits 1201P/1501P	11770	0,82	9651
Villejuif LA/Puits 1901P	10850	0,79	8572
Puits 1902P/2301P	13110	0,75	9833

Figure 105 : Bilan de puissance alimentation BT

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

Du fait du choix de redondance des transformateurs pour chaque PF et PEF, la puissance totale installée au niveau transformation HT/BT est en réalité double.

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,

- Echanges d'information avec la supervision et la logique traction (qui fait partie des fonctionnalités des automatismes de conduite et commandes centralisées).

4.4.3.5.1 Architecture du réseau courant traction

La ligne 15 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.

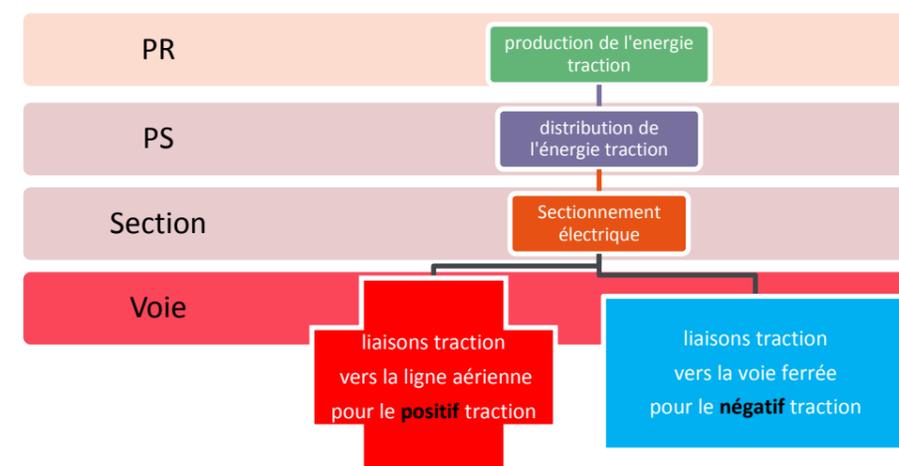


Figure 106 : Principe de raccordement de l'énergie traction à la voie

4.4.3.5.2 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 simultanés (à deux groupes traction) dans la gamme des groupes de 3,3 à 5,5 MVA en chaque point d'alimentation traction.

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

Localisation	Localisation	Type de PR	P (MVA)	Localisation	Situation	Type de PR	P (MVA)
PR 1 - Noisy -	OA 0801	D.secouru	2x5.5	PR 9 - Vitry Centre	En gare	D.secouru	2x5.5
PR 2 - Jonction	OA 0807	D.simultané	2x3.3	PR 10 - Villejuif IGR	En gare	D.simultané	2x5.5
PR 3 - Bry Villiers	En gare	D.simultané	2x4.4	PR 11 - Arcueil Cachan	En gare	D.simultané	2x5.5
PR 4 - Champigny Centre	En gare	D.simultané	2x 4.4	PR 12 - Chatillon - Montrouge	En gare	D.simultané	2x5.5
PR 5 - Saint Maur - Créteil	En gare	D.simultané	2x4.4	PR 13 - Fort d'Issy	En gare	D.simultané	2x5.5
PR 6 - Créteil l'Echat	En gare	D.simultané	2x4.4	PR 14 - Issy RER OA 2201	OA 2201	D.simultané	2x3.3
PR 7 - Le Vert de Maisons	OA 1301	D.simultané	2x4.4	PR 15 - Pont de Sèvres OA 2203	OA 2203	D.secouru	2x4.4
PR 8 - Les	En gare	D.simultané	2x5.5	PR faisceaux SMR	SMR	D.secouru	2x4.4

Figure 107 : Dimensionnement Traction AVP

4.4.3.6 Profil aérien de contact (PAC) 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.

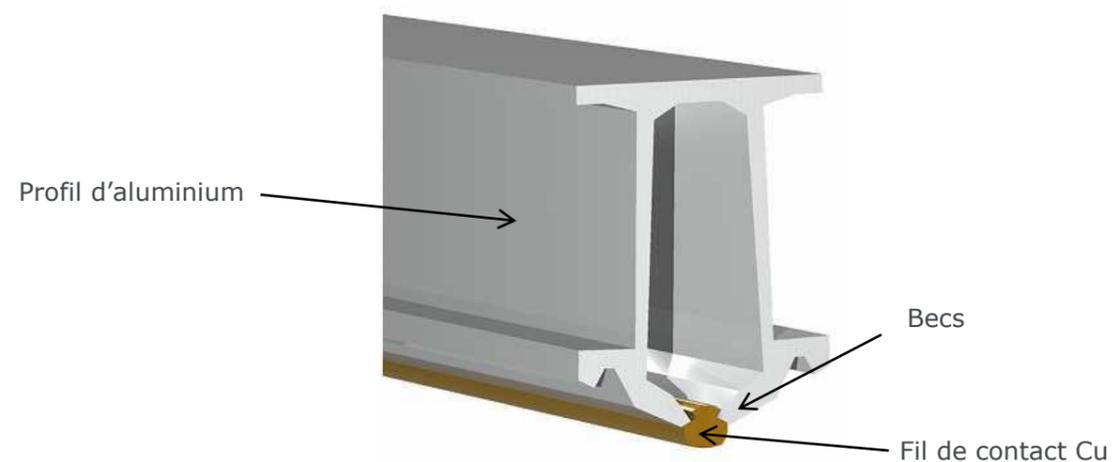


Figure 108 : Représentation du Fil de contact inséré dans un profil de PAC

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 109 : 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 15. 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.

L'équipement se fera en tangentiel.

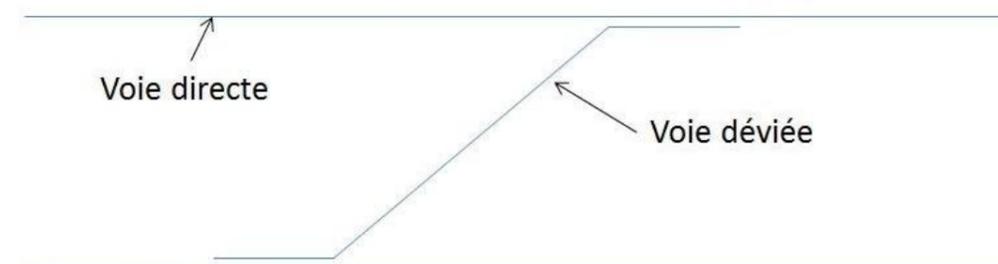


Figure 110 : Principe de communication en PAC

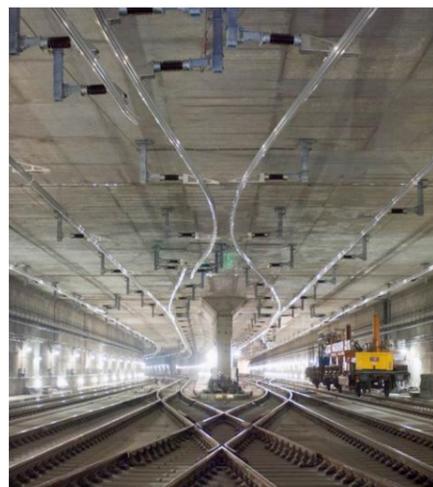


Figure 111 : Exemple d'équipement d'une communication croisée en PAC

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,
- de retour isolé du courant d'alimentation.

Une pose de voie sur béton est retenue pour réduire les coûts de maintenance.

L'entraxe entre les deux voies est d'environ 3,50 m.

4.4.4.1 Pose de voie en ligne

Plusieurs types de pose sont envisagés 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 de meilleures performances d'amortissement vibratoires que la pose avec selles.

4.4.4.1.1 Pose de voie sur traverses

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

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.

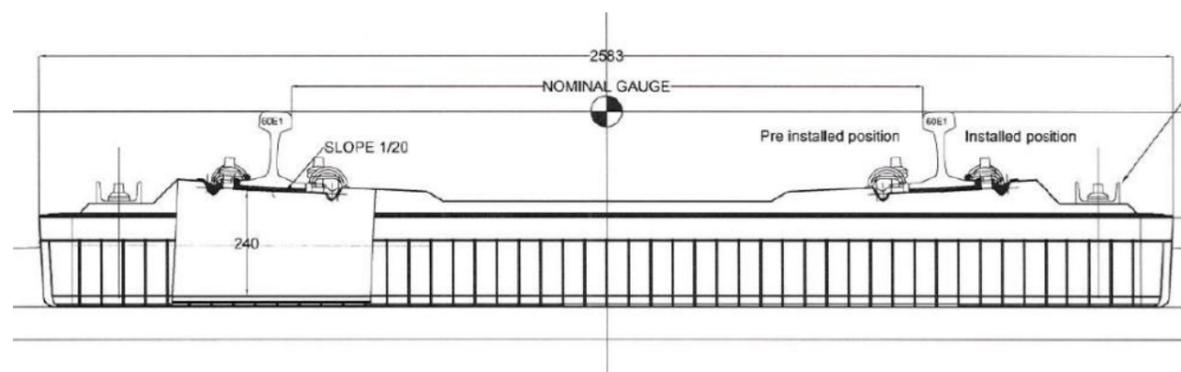


Figure 112 : Exemple traverse HAS avec chausson (équipée d'attaches prémontées et de rail UIC60)

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.

4.4.4.1.2 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.

Elle est composée :

- d'une plaque de répartition en contact avec le béton ;
- d'une semelle élastique d'une raideur définie ;
- d'une plaque métallique (généralement en fonte) qui comporte le système d'attache ;
- 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.

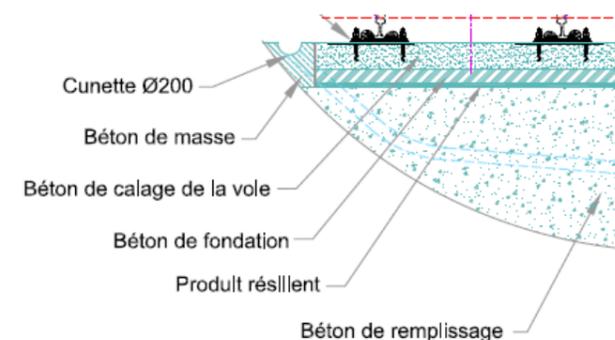


Figure 113 : Principe de dalle flottante en pose directe

4.4.4.2 Type de rail

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

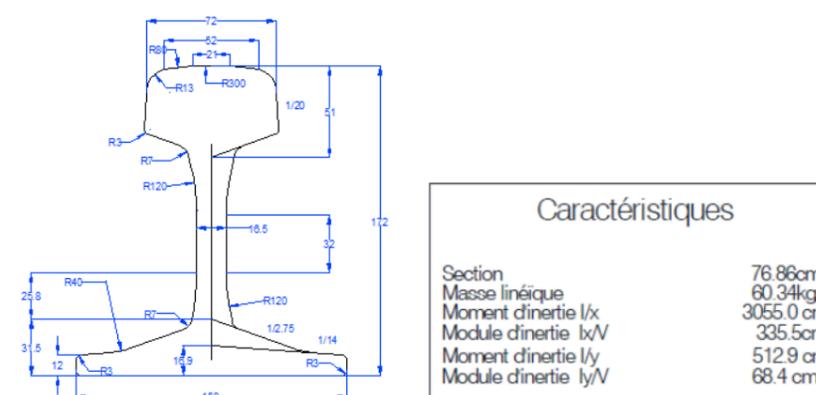


Figure 114 : Rail 60E1 - Norme NF EN 13674-1

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 40 Millions de tonnes environ à l'horizon 2035. Ce même type de rail est utilisé sur les tronçons centraux des RER.

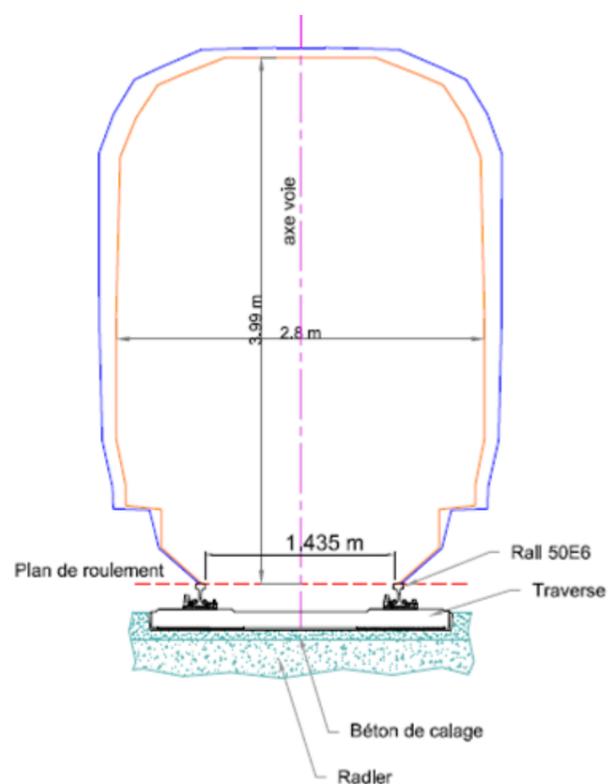
Les méthodologies de pose de voie retenues sont robustes et limitent les besoins en maintenance préventive.

4.4.4.3 Pose de voie en SMR et SMI

Compte tenu du faible niveau de trafic sur les sites de maintenance, le rail est en profilé 50 E6, nuance R260.

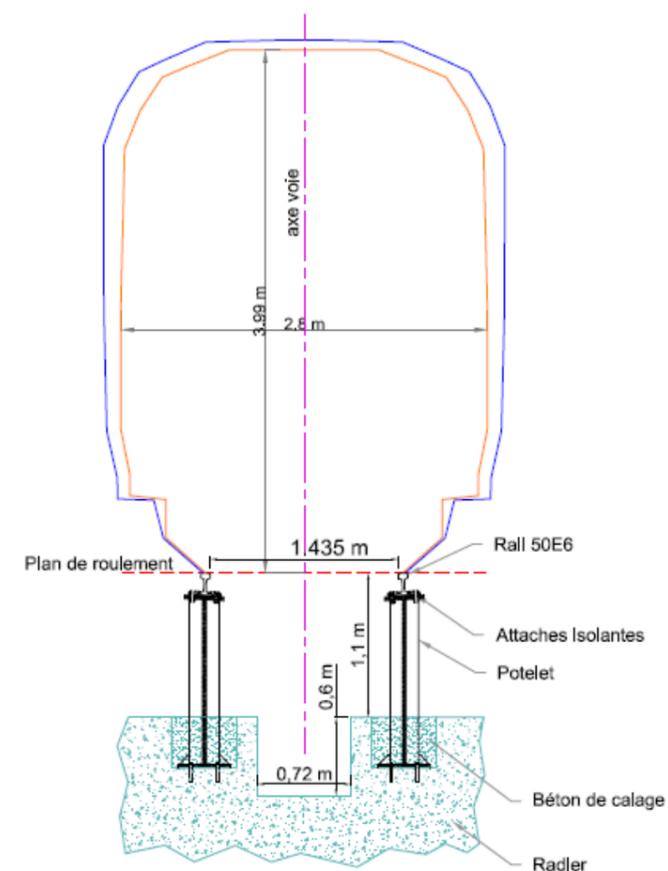
Le type de voie est adapté selon la localisation :

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.



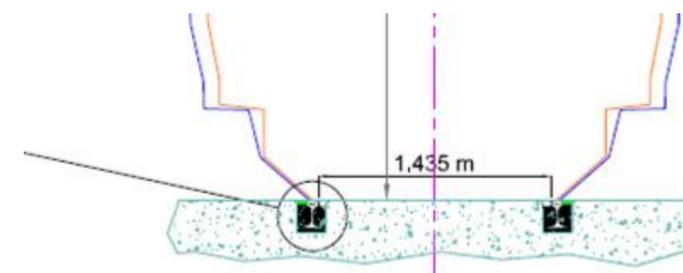
Voies à l'intérieur des bâtiments :

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



Voies à l'intérieur des bâtiments :

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



4.4.4.4 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.

4.4.4.5 Types d'appareil de voie en ligne

4.4.4.5.1 Branchement simple

La solution technique de référence est le branchement basé sur une géométrie tg 0.085 ou équivalent. 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.

4.4.4.5.2 Solutions alternatives

La géométrie du branchement simple tg 0.05 (R1900/1387) selon l'IN0318 ou équivalent autorise une circulation en voie déviée à une vitesse maximale de 100 km/h. Cette géométrie est utilisée sur le débranchement SMR.

Une autre géométrie alternative est le branchement simple tg 0.11L (R250/291) selon l'IN3018 ou équivalent. 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 et est utilisée sur l'arrière gare de Noisy Champs et le débranchement SMR.

L'utilisation d'une traversée oblique (TO) tg 0,11 a également été retenue sur le débranchement SMR.

4.4.4.5.3 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 tg 0.085 ou équivalent.

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.

4.4.4.5.4 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 tg 0.085 et une partie traversée oblique tg 0.13 avec un entraxe à 3.62 m. 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

COMMUNICATION CROISEE



Figure 115 : Schéma communication croisée tg 0,085

4.4.4.5.5 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.

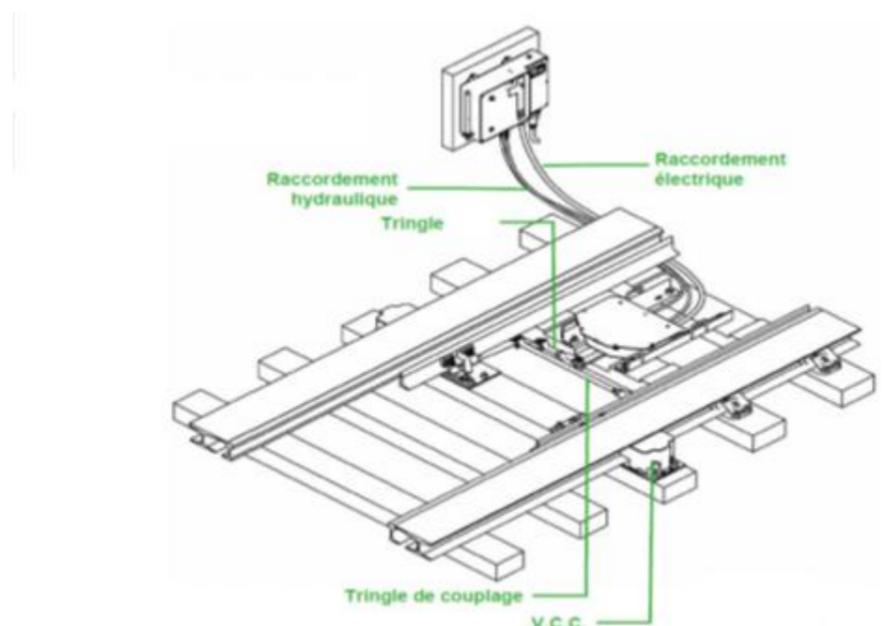


Figure 116 : Exemple de Schéma montage moteur métro entre rails

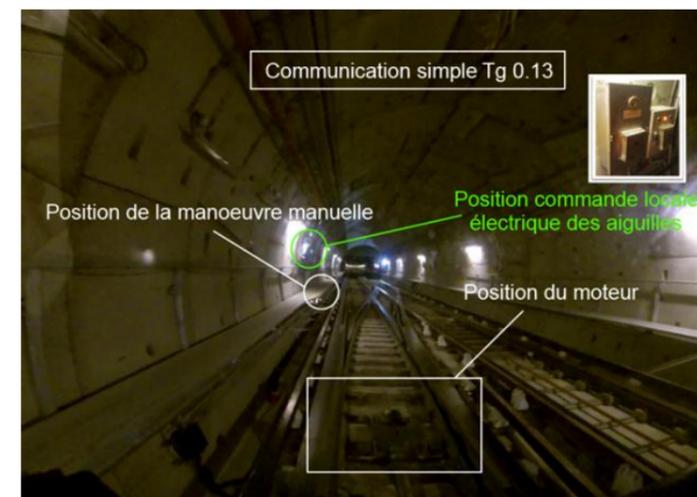
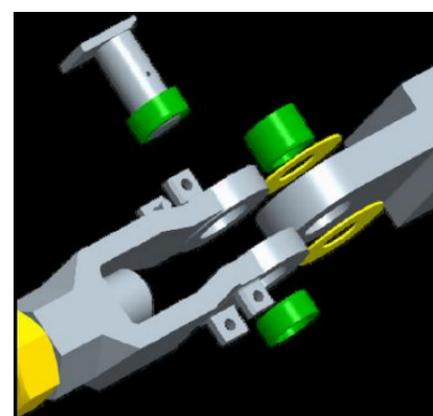


Figure 117 : Exemple d'une Installation moteur entre rails sur tg 0,13 - Métro de Lyon (2013)

4.4.4.5.6 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.



Roulement sans lubrification périodique



Système de rouleaux sans lubrification périodique

4.4.4.5.7 Traitement antivibratoire

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

4.4.4.6 **Autres appareils en voie**

4.4.4.6.1 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 118 : Figure Heurtoir fixe à vérins – Gare RER de Poissy

4.4.4.7 **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).

4.4.4.7.1 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 1m 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.

Les passerelles peuvent être réalisées dans différents matériaux (métalliques ou composites). 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.

4.4.4.7.2 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.

Ce cheminement bas, réalisé sur la multitubulaire ou les caniveaux à câbles, pourra être pertinent dans les zones où les trains circuleront sans voyageurs (arrières gares, accès au dépôt, etc...), et où seul un passage pour la maintenance est nécessaire.

4.4.4.7.3 Evacuation en inter stations

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'évacuation contrôlée n'augmente pas les dimensions géométriques des Ouvrages Annexes (Dimension géométrique inchangée par rapport aux Ouvrages Annexes de la phase AVP).

4.4.4.8 Coupes Tunnel de synthèse

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 m environ, pour un entraxe des appareils de voie de 3,50 m environ et l'implantation d'une passerelle de cheminement.

En tunnel monovoie (cas du raccord au SMI de Vitry), la section retenue présente un diamètre utile intérieur de 6,50 m pour un cheminement du personnel d'exploitation et de maintenance s'effectuant en partie basse par trottoir.

Les sections retenues en fin d'AVP sont présentées ci-après.

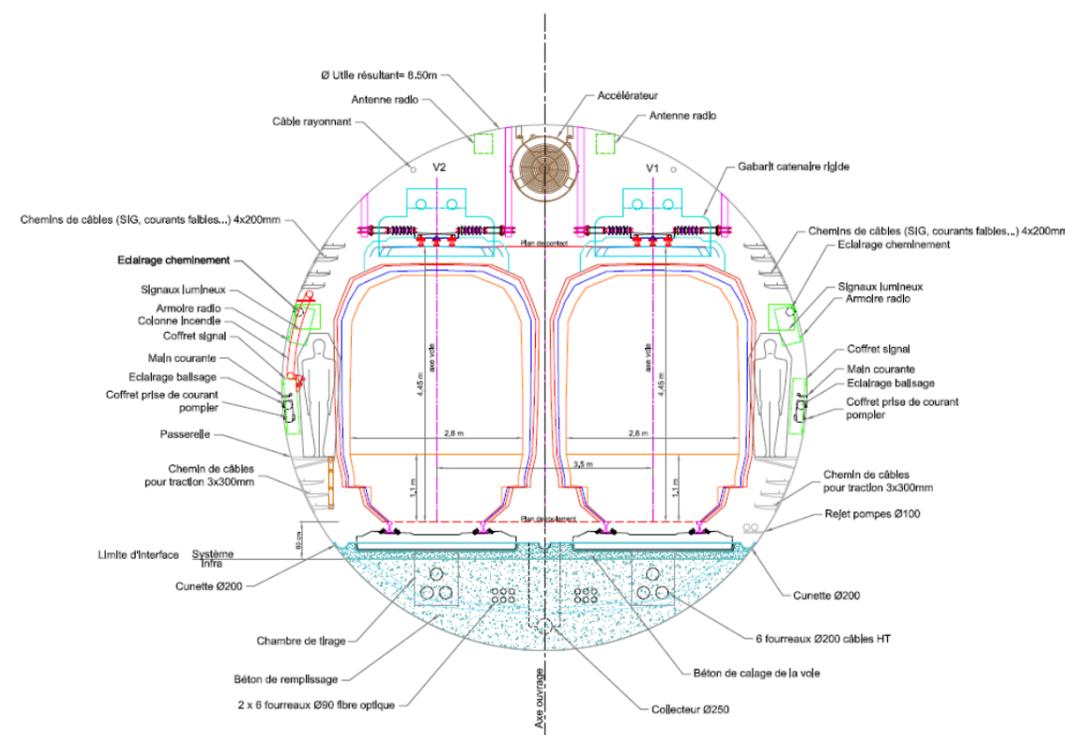


Figure 119 : Coupe Tunnel bi-voies Ø 8,5 m – Section courante en alignement droit

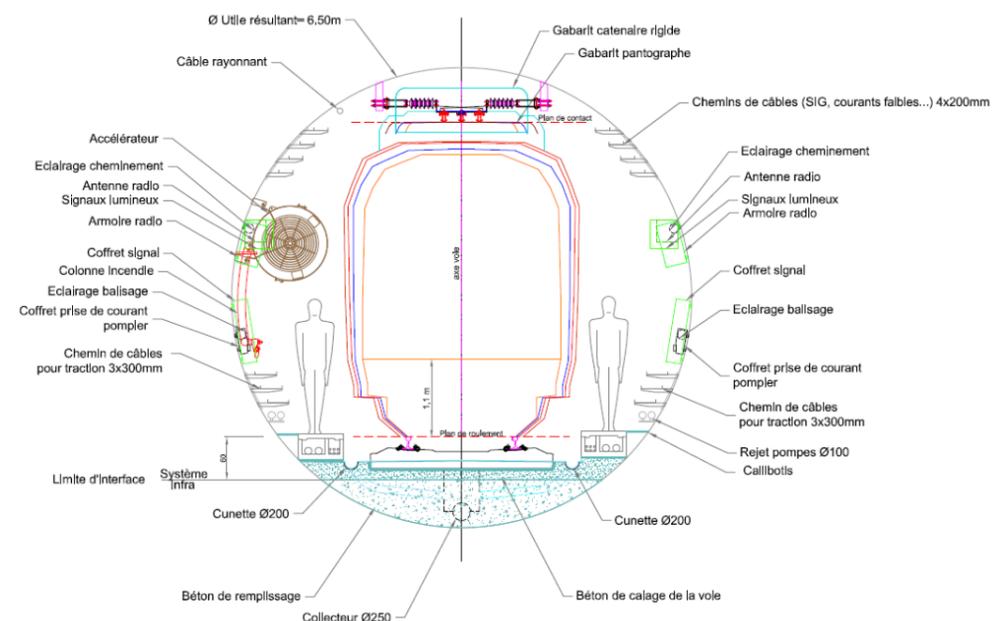


Figure 120 : Coupe Tunnel monovoie Ø 6,5 m

4.4.5. Equipements nécessaires à l'exploitation

4.4.5.1 Façades de quai (FDQ)

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 m environ (hors imposte).

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

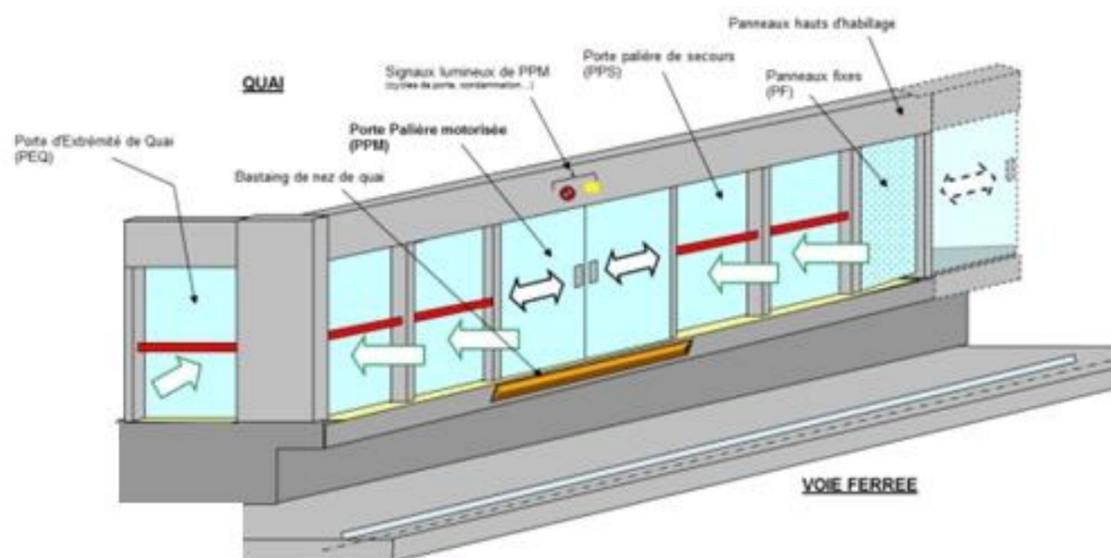


Figure 121 : Schéma des éléments de Façade de Quai

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 bastangs de nez de quai, ou combles lacunes, si nécessaire.

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 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.

4.4.5.1.1 Principes de disponibilité

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

Du fait que le matériel roulant contienne des intercircularités 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.

4.4.5.1.2 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.

Note : le traitement de l'extrémité de quai sera arrêté ultérieurement

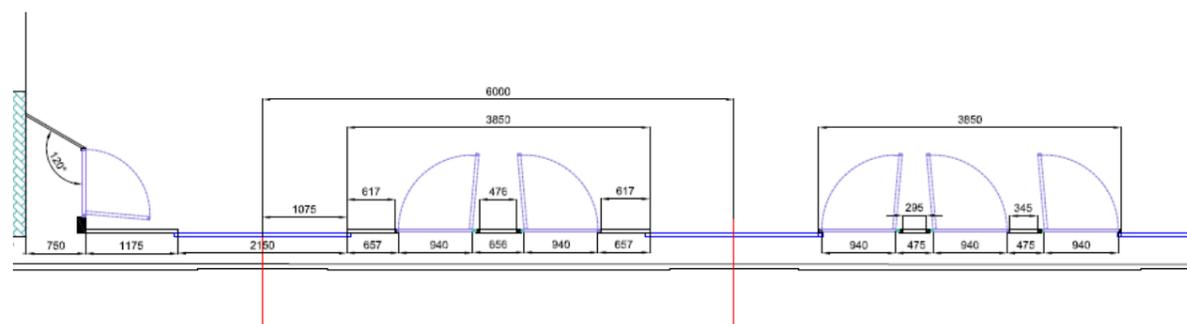


Figure 122 : Motif Façade de Quai à alternance 2 PPS / 3 PPS

Caractéristiques	Valeur	Commentaires
Largeur de passage libre des PPM	2150mm	Caractéristiques MR : 3 portes 1m65 par face par voiture, et +/-250mm de précision d'arrêt.
Hauteur des façades de quai	~2,50m	
Hauteur de passage libre des PPM	2000mm	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 123 : Caractéristiques des éléments de FDQ

4.4.5.2 Equipements des gares et tunnels

4.4.5.2.1 Ventilation de confort et de désenfumage

4.4.5.2.1.1 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 124 : 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 sup ou égal 12°C et Tamb sup. ou égale 7°C ; Objectif en été : Tamb Inf. ou égale Sup (25 °C ; Text + 5°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 sup ou égale 300 m ² au rez-de-chaussée et sup ou égale 100 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/ services	Climatisation/ chauffage d'appoint si nécessaire.		Pas de désenfumage si la surface des locaux est inf. 300 m ² au rez-de-chaussée et inf. 100 m ² en souterrain (6).
Locaux logistiques de maintenance	Renouvellement d'air + climatisation réversible		Pas de désenfumage si la surface des locaux est inf. 300 m ² au rez-de-chaussée et inf. 100 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 inf. 300 m ² au rez-de-chaussée et inf. 100 m ² en souterrain.
Locaux techniques courants forts	Renouvellement d'air + climatisation (réversible)		Pas de désenfumage si la surface des locaux est inf. 300 m ² au rez-de-chaussée et inf. 100 m ² en souterrain.
Locaux personnels	Renouvellement d'air + climatisation + chauffage d'appoint		Pas de désenfumage si la surface des locaux est inf. 300 m ² au rez-de-chaussée et inf. 100 m ² en souterrain.

Figure 125 : 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 supérieur à 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 ») peuvent être utilisées 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.

4.4.5.2.1.2 *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/h/personne permet de maintenir la qualité de l'air dans le tunnel). Cette exigence réglementaire étant souvent jugée comme peut 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 m/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 et des poussières 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 m/s 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 m de l'origine des fumées.
- Permettre d'éviter la migration des fumées hors du canton de désenfumage. Une vitesse de confinement de 0,5 m/s 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 1600 m 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 les puits de gare.

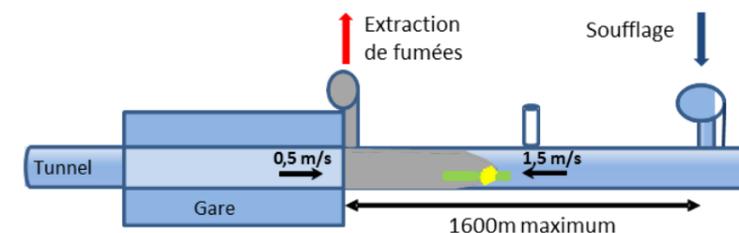


Figure 126 : Scénario incendie - Puits en tympan de gare

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

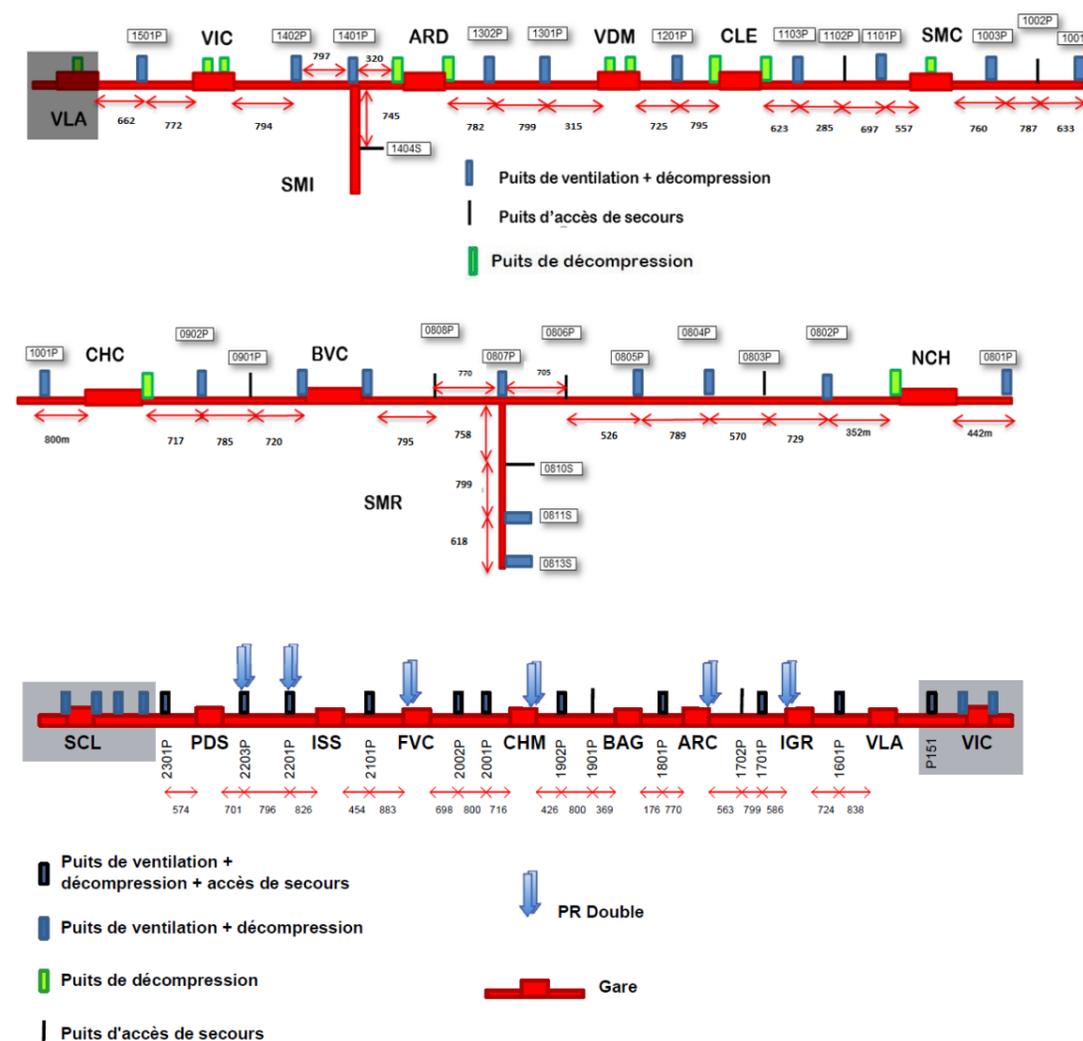


Figure 127 : Schéma ventilation tronçons 2 et 3

4.4.5.2.2 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.

4.4.5.2.3 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.

Pour assurer le drainage de la plateforme en tunnel, 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 avaloirs vers un collecteur Ø250 mm situé dans le béton de remplissage et entre les voies, entre 1,5 et 2 m 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 pour deux points bas de la ligne 15 sud).

- Les débits d'infiltration en tunnels :
 - La valeur prescriptive générale d'infiltration en tunnel est de 0.08 l/s/km pour un tunnel foré. Ce niveau d'infiltration s'applique au tunnel, aux rameaux d'accès et aux jonctions (avec rameaux et entrées de gares).
 - Le dimensionnement du relevage est calculé avec un coefficient de sécurité de 5. Ce qui porte la valeur à prendre en compte pour le dimensionnement du relevage à 0.4 l/s/km.
- Les débits d'infiltration en gares et ouvrages annexes:
 - La valeur prescriptive générale d'infiltration en gares et ouvrages annexes est de 0,5 l/m²/jour. Cette valeur est issue de la norme NF P 11-221 (DTU 14.1) « Travaux de cuvelage », citée en annexe 11 du Fascicule 67 titre 3 du CCTG « Étanchéité des ouvrages souterrains ».
 - Les gares et ouvrages annexes situés à proximité de la Seine et de la Marne sont exclus de cette règle d'application. Les valeurs de débits de fuites attendues pour chacun de ces ouvrages sont en cours d'étude, avec un souci de réduction ou de maîtrise par rapport à l'avant-projet, et seront intégrées aux phases suivantes du programme (PRO).

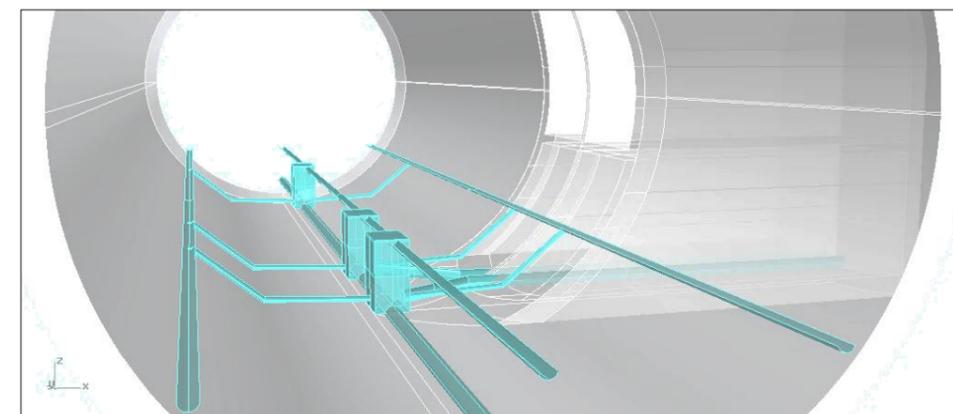


Figure 128 : Vue 3D de principe d'assainissement

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'assurer un débit de 15 m³/h par pompe pour évacuer :

- le débit d'eau résultant des infiltrations,
- le volume d'eau généré par un essai incendie de moins d'une heure,
- 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/h.

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 71,5 m³.

3) Pour les puits reprenant des point 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 73 m3.

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 41,5 m3

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 leurs 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.

4.4.5.2.4 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 ;
- Une « décentralisation » des fonctions semble indispensable à un traitement de l'ensemble des fonctions dans ce contexte.

Au sol, les caméras (en moyenne 140 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 évènements 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 3 jours (un enregistreur local par voiture).

Les enregistrements 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.

Afin de garantir la disponibilité des images même en cas de panne de l'unité centrale embarquée, les enregistrements sont réalisés en parallèle au niveau des caméras. Les enregistrements dans la caméra sont réalisés de façon cyclique, les enregistrements les plus anciens étant supprimés dès que la mémoire allouée à l'enregistrement des flux vidéo est pleine (dimensionnée pour enregistrer au minimum 48 heures de flux vidéo). La durée de conservation n'est donc pas paramétrable.

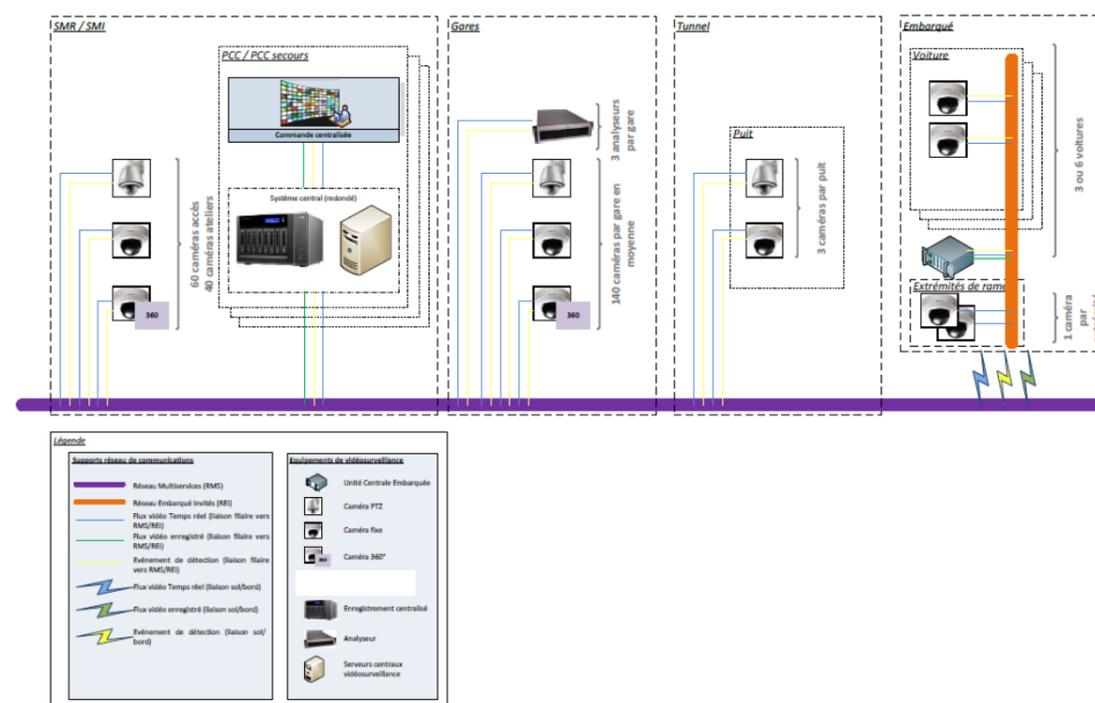


Figure 129 : Architecture système de vidéosurveillance

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 130 : 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 15 (assurant notamment la sauvegarde des informations de commandes centralisées).

La durée de conservation des données sera paramétrable jusqu'à 30 jours maximum (il est prévu de la régler à 7 jours).

4.4.5.2.5 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.

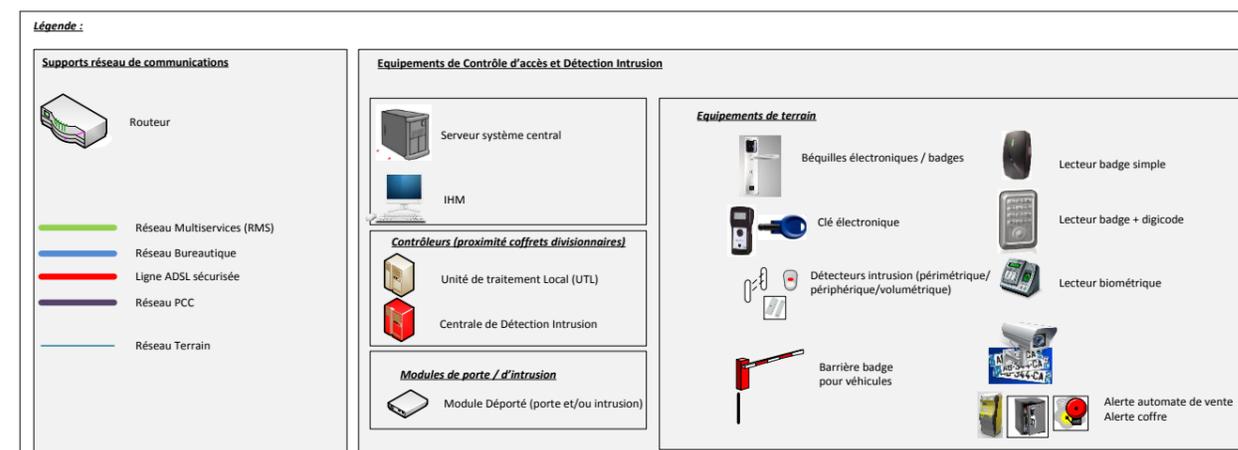
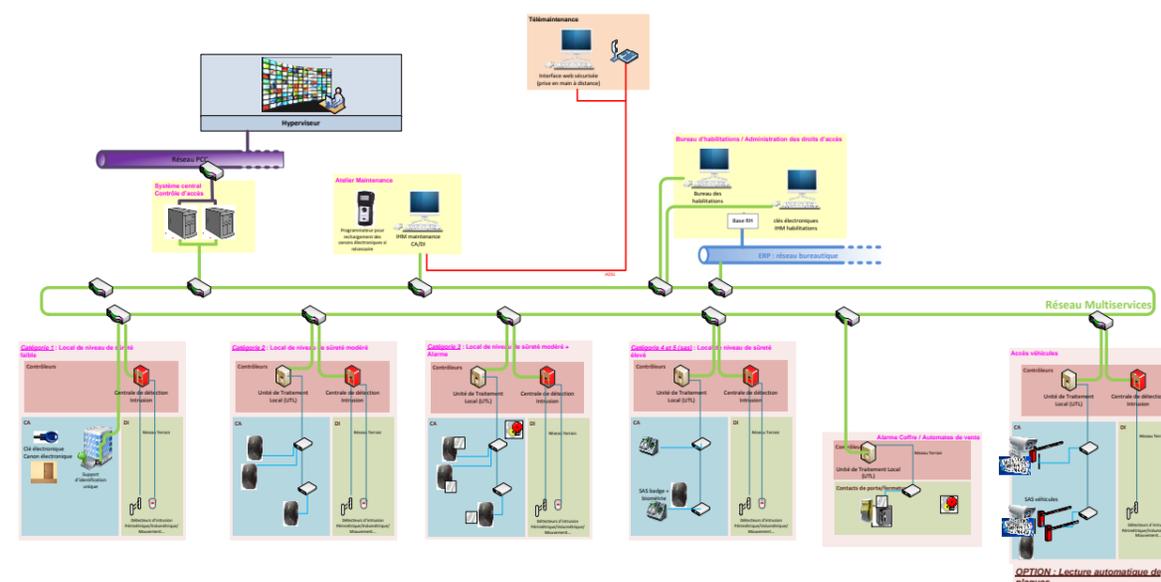


Figure 131 : Architecture du système de contrôle d'accès



4.4.5.2.6 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 simultanément.

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 égal 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 15.

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).

4.4.5.2.7 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).

4.4.5.2.8 Equipements de télécommunications

4.4.5.2.8.1 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.

Ces liens supplémentaires permettent également de créer des chemins plus directs pour les flux qui ne doivent plus obligatoirement emprunter l'anneau.

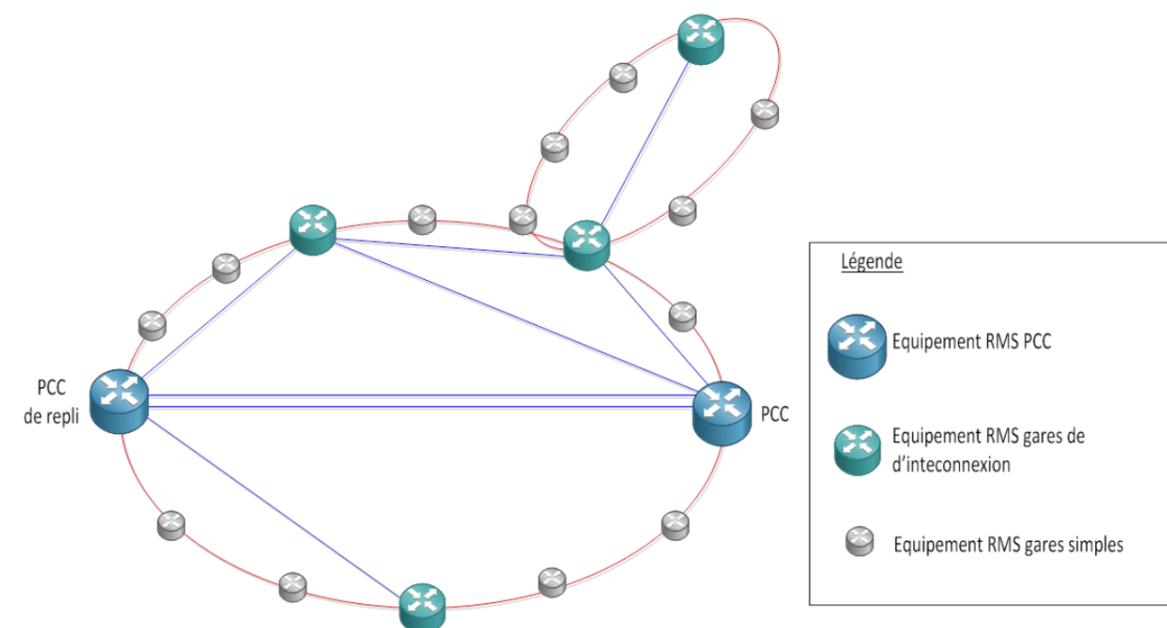


Figure 132 : Architecture du réseau multiservices

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.

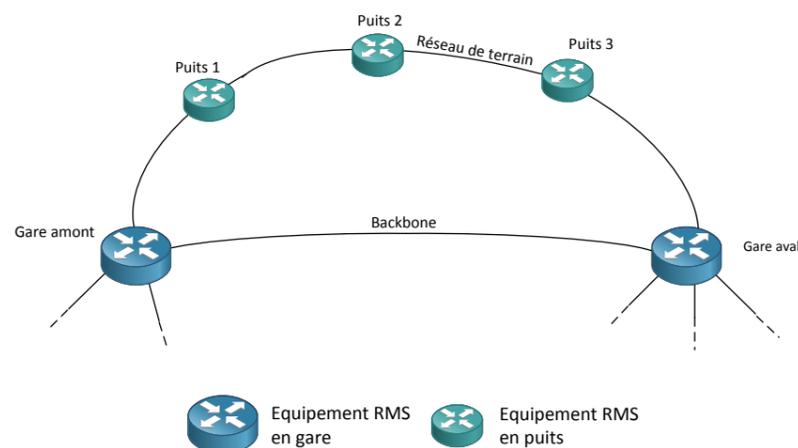


Figure 133 : Intégration des puits via réseau de terrain

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
- 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.

4.4.5.2.8.2 Systèmes de radiocommunication

Sur le projet du Grand Paris Express, 4 types de systèmes radio sont mis en œuvre (pour les besoins hors automatismes de conduite) :

- Radio exploitant (LTE Privé, LTE Opéré ou TETRA)
- Radio Haut Débit (LTE Privé, LTE Opéré ou WIFI)
- Radio INPT
- Radio 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 via GPS.

Radio Exploitant :

Le réseau de Radio Exploitant sert de support aux communications de type voix 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.

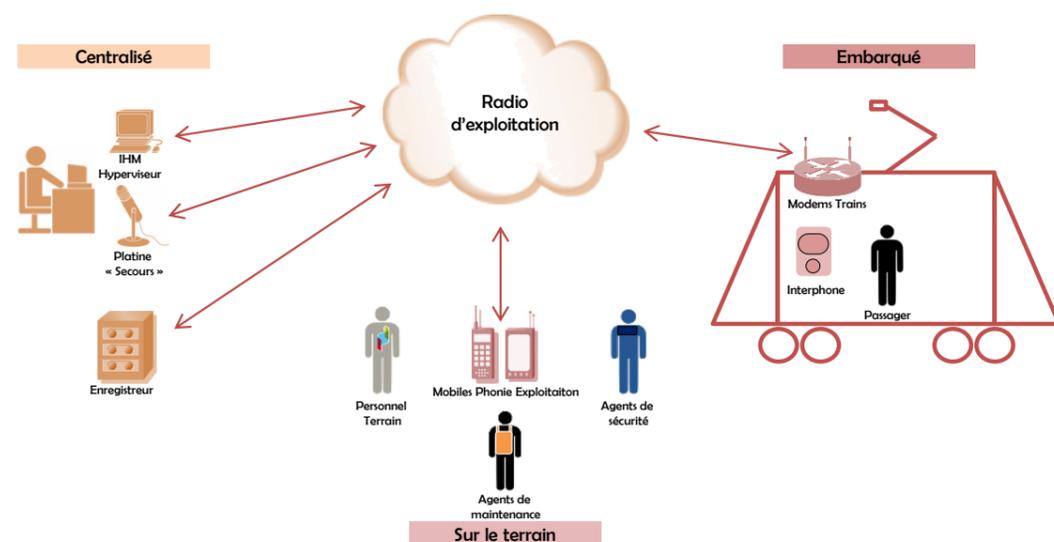


Figure 134 : Usage radio exploitant

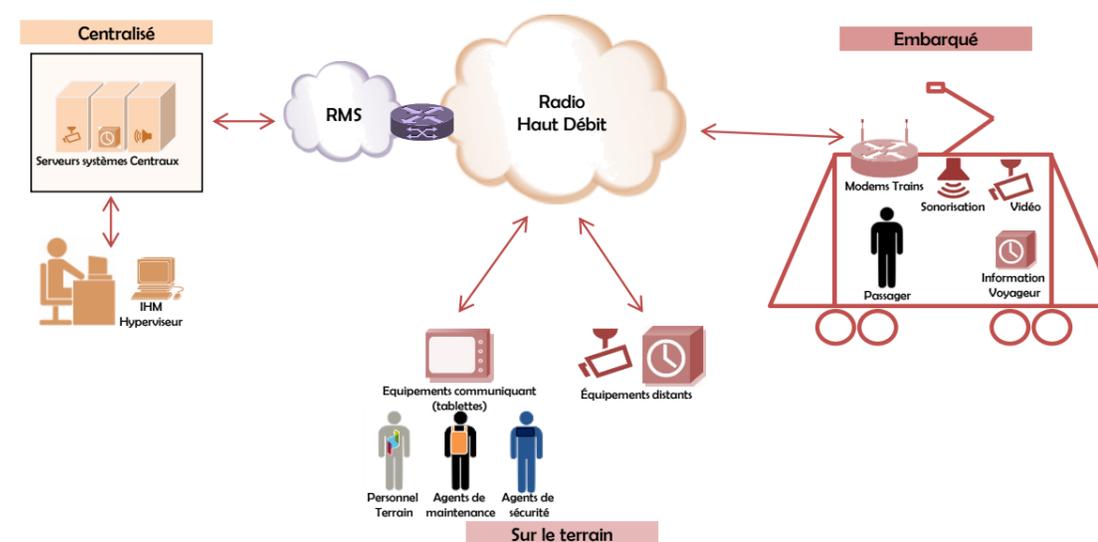


Figure 135 : Usage radio haut débit

Radio 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.

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 Métro du Grand Paris est une extension de la couverture du système national présent en surface.

La retransmission INPT se limite à la rediffusion des signaux dans les ouvrages souterrains. L'usage de l'INPT ne relève pas du Métro du Grand Paris ; 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 Métro du Grand Paris.

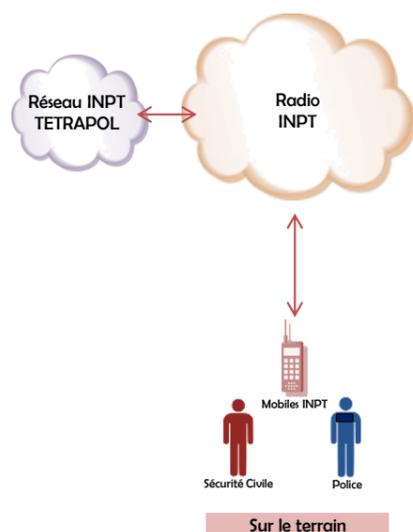
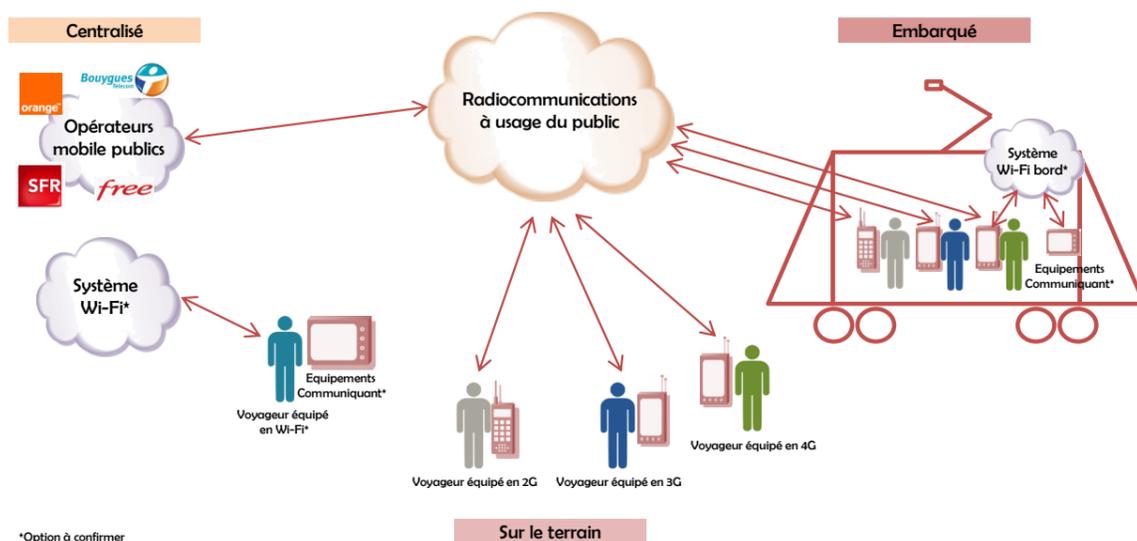


Figure 136 : Usage radio INPT

Radio Public :

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



*Option à confirmer

Figure 137 : Usage radio public

4.4.5.2.8.3 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.

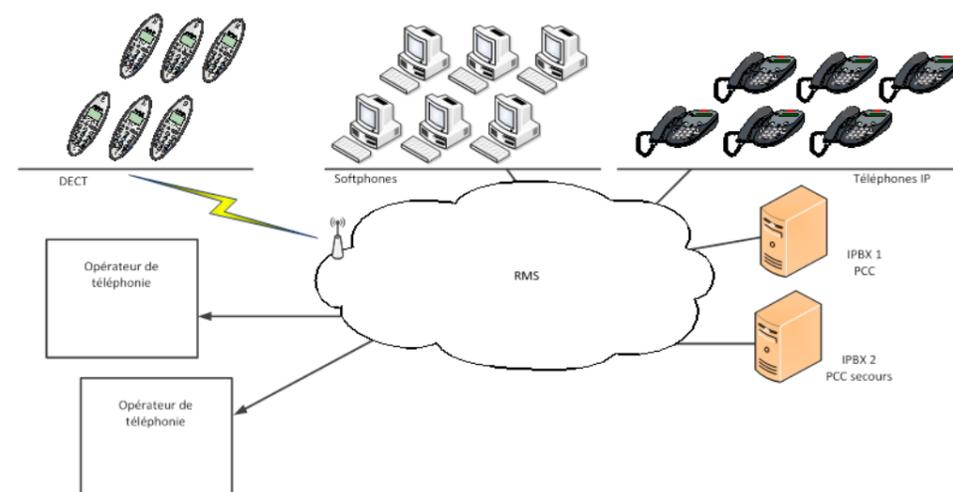


Figure 138 : Architecture du système de téléphonie

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 15, 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,
- Au niveau des parcs à vélos (interphonie)
- Le matériel roulant de la ligne pour les interphones embarqués.

4.4.5.2.9 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 s'assurer le déplacement des passagers et des équipes techniques de façon confortable et en toute sécurité.

4.4.5.2.9.1 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 1600 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 m/s et 1,6 m/s. Exceptionnellement, pour certaines gares profondes, une vitesse supérieure ou égale à 2,5 m/s pourra être envisagée.

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

4.4.5.2.9.2 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 m/s
- Largeur des marches : 1000 mm

Ces valeurs permettent de transporter 100 voyageurs à la minute soit 6000 p/h.

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 7m de dénivelé.

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

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

- 1200 mm de long avec trois marches à plat
- 1600 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.

4.4.5.2.10 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 m pour 1 Unité de passage
- 1,70 m en 2 Unités de passage

4.4.5.2.11 Information Voyageurs, sonorisation et Signalétique

4.4.5.2.11.1 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.

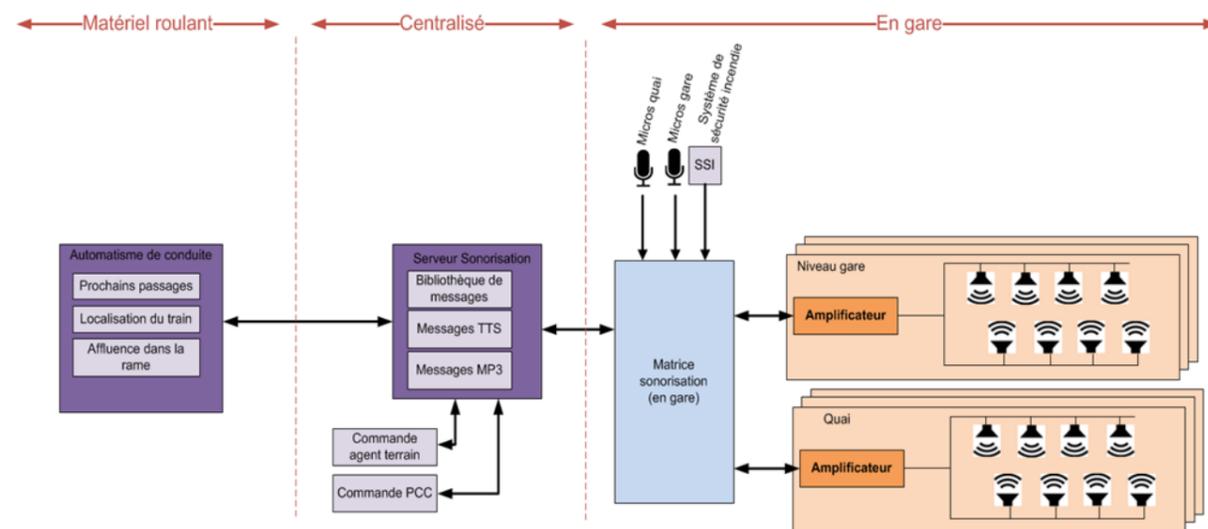


Figure 139 : Architecture fonctionnelle du système de sonorisation

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

4.4.5.2.11.2 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.

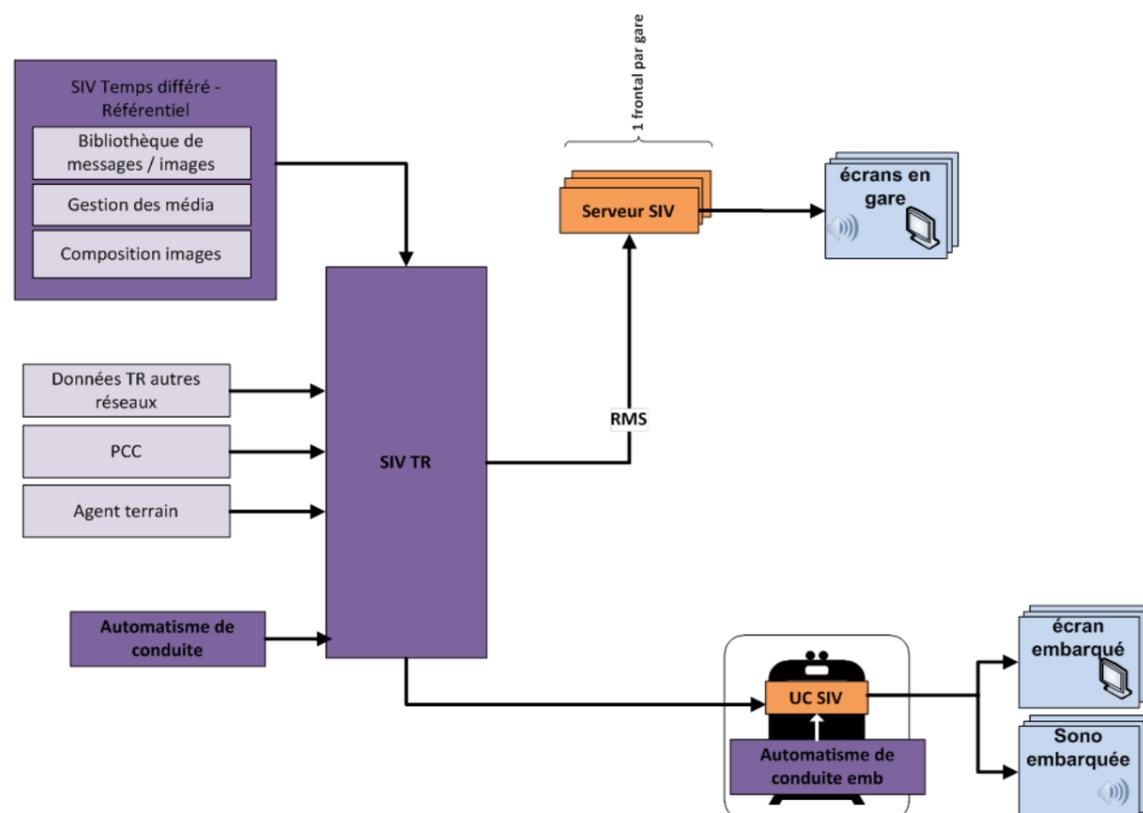


Figure 140 : Architecture fonctionnelle du système d'information voyageur

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 tout ou partie être remis en question par les prescriptions du programme d'information voyageurs dès la validation de ce dernier par le STIF :

- 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.

4.4.5.2.12 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 être conservés, à l'exception du système central billettique dédié ligne 15.

Pour mettre en place ce système, il est prévu que les équipements centraux regroupent l'ensemble des sous-systèmes (ou serveurs) logiques du système central d'exploitation (paramétrage, supports, acquisition des données, supervision des équipements...). Les serveurs physiques du système central billettique de la ligne 15 seront installés aux PCC (normal et de formation) dans un local sécurisé et adapté. Ces serveurs devront appartenir à une gamme largement diffusée d'un constructeur reconnu.

Au niveau des supports de titres, le système billettique du RTPGP 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 évolueront dans le cadre du projet de modernisation de la billettique en Ile-de-France, notamment en lien avec la mise en œuvre des Unités de Transport (UT).

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).

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 la technologie des portes pour les lignes de contrôle d'accès est la porte de type vantail par effacement (ou escamotable). Les portes à vantail par effacement présentent les caractéristiques suivantes :

- Flux :
 - En validation sans contact : 50 pers/mn ,
 - En validation mixte (15% de magnétique) : 45 pers/mn,
 - En passage ouvert et évacuation : 80 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 : 0,6m. Une largeur de passage à 0,9m élargie pour les PMR, en fonctionnement porte simple, est également disponible.
- Les portes sont initialement en position fermée.

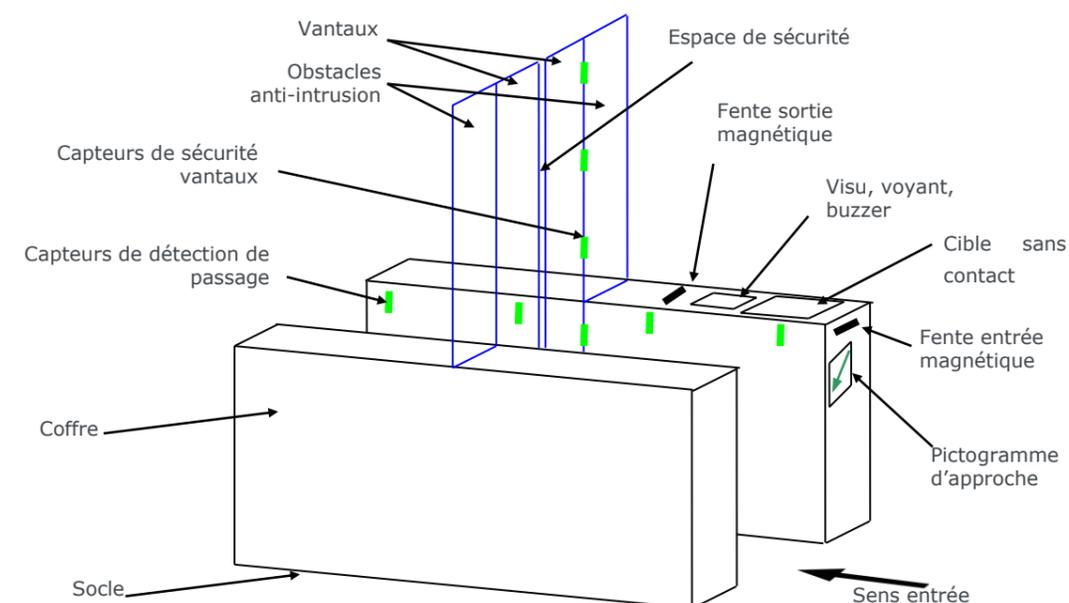


Figure 141 : Exemple de réalisation de porte de contrôle d'accès

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.

Un terminal portable de contrôle contiendra les modules permettant d'assurer les fonctionnalités suivantes:

- La lecture d'un support sans contact et la vérification de la validité du support et de la validité des produits tarifaires (date de validité, date/heure/lieu de la dernière validation). Le contrôle pourra être réalisé en gare ou dans les rames.
- L'identification de motifs d'infraction en fonction des règles tarifaires en vigueur (zone non autorisée, délai de validation dépassé, etc.).
- La saisie de motifs d'infraction hors lecture support sans contact (lecture support magnétique, infraction non tarifaire, etc.).
- L'édition du PV d'infraction.
- Le paiement de l'indemnité forfaitaire d'infraction en paiement immédiat ou l'enregistrement d'un PV pour paiement ultérieur. Le terminal doit gérer l'ensemble des moyens de paiement (CB, chèque, liquide).
- L'édition d'un reçu en cas de paiement immédiat.
- Le suivi de l'activité de contrôle par agent et par équipe (saisie lors de la prise en main du terminal).
- La connexion au système billettique en temps réel via le réseau radio haut-débit ou via GPRS permettant à l'agent de consulter un dossier client et d'accéder à des données de supervision des équipements en gare.

Le chargement/déchargement des terminaux portables de contrôle sera réalisé lors du positionnement de l'équipement sur un socle connecté au système billettique.

4.4.5.3 **Poste de Commandes Centralisées**

L'ensemble des commandes centralisées est regroupé au PCC (Poste de Commandes Centralisées) de la Ligne 15, localisé sur le site de maintenance et de remisage (SMR) des trains de Champigny.

Un PCC de formation, sur un site distinct de celui du PCC de Champigny (envisagé 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.

Des locaux d'exploitation pour le PCC de formation ligne 15 indépendants de ceux du PCC de formation des lignes 16 et 17 sont actuellement à l'étude pour déterminer les impacts coûts et délais sur la ligne 15 sud, et évaluer l'acceptabilité de la prise en compte de cette modification sur le calendrier général de la ligne 15 sud.

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 15 :
 - 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 (égal 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.
- Les SMR sont supervisés 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.
- Les SMI ne sont pas supervisés à partir du PCC (hormis voie de raccordement entre la ligne et la zone de transfert située sur le site du SMI).



Exemple d'ergonomie du poste opérateur banalisé

Dans les espaces en interconnexion (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).

4.4.5.3.1 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.
- Des 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.

4.4.5.3.2 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...

4.4.5.3.3 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 L15 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.

4.4.5.3.4 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) de Champigny.

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 15.

Tous les SSI des gares, du tunnel ligne 15 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 de Champigny, 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.

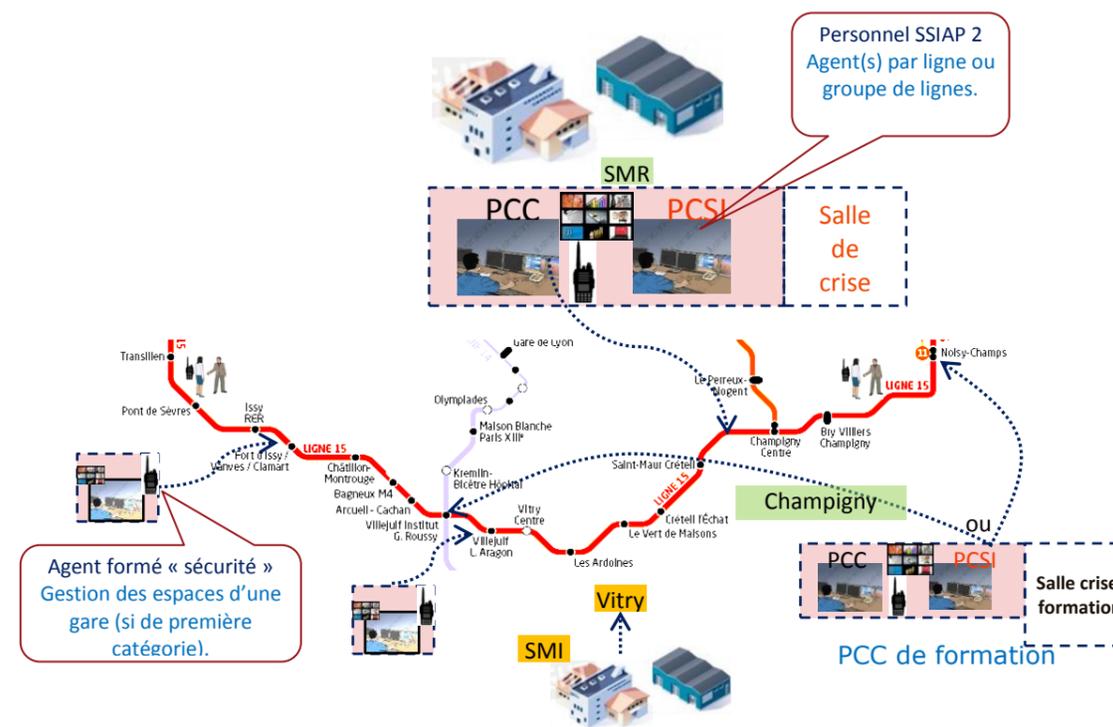


Figure 142 : Organisation de la sécurité incendie L15

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.

4.4.5.3.5 Supervision de la sécurité

Un Poste de Commande Sécurité centralisé est prévu sur la ligne 15. 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.

La localisation éventuelle du PC sécurité sur un autre site (par exemple dans un PC sécurité déjà opérationnel) est une modification de programme à instruire.

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 évènement.

4.4.5.3.6 PCC de formation

Un PCC de formation, sur un site distinct de celui du PCC de Champigny (envisagé 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.

4.4.6. Dossier de sécurité

4.4.6.1 Réglementation applicable

Les Dossiers de sécurité sont basés sur la réglementation applicable au système de transport transports publics guidés régie par le décret n°2003-425 du 09/05/03.

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.

Elle 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 :

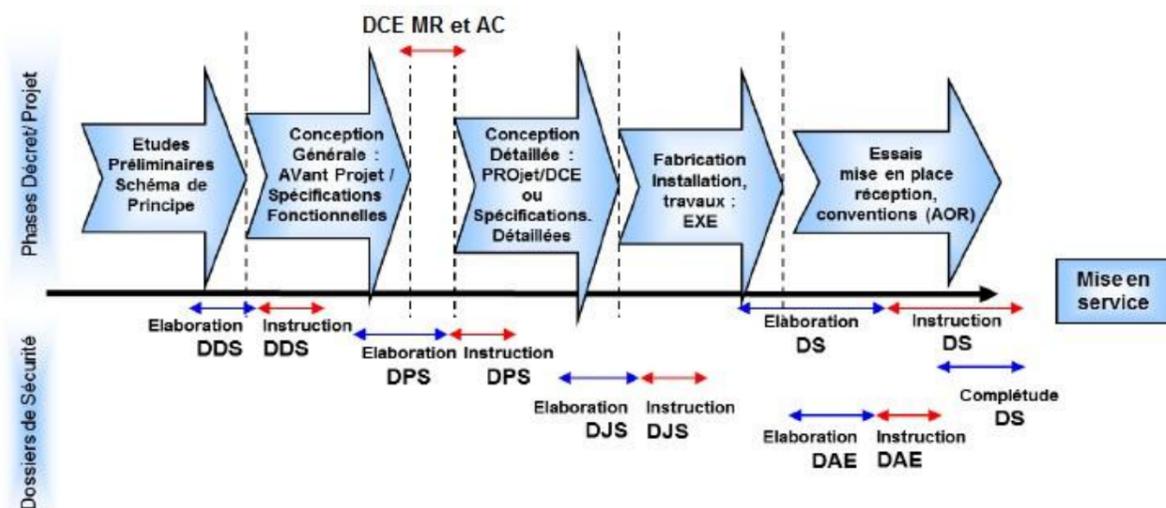


Figure 143 : Principaux jalons des dossiers de sécurité

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-contre.

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

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

Figure 144 : 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 que :

- 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 (FMD)

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 15 complète c'est-à-dire une ligne de 76 km environ comportant 37 gares. 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).

La fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité des systèmes sont traitées conjointement avec le STIF et la RATP en tant que gestionnaire des infrastructures dans le cadre de travaux présentés au comité tripartite STIF/RATP-GI/SGP, opérationnel depuis juin 2014.

4.5. TRAVAUX D'INTERCONNEXIONS SOUS MAÎTRISE D'OUVRAGE DES OPÉRATEURS RATP ET SNCF

Comme indiqué au 4.1.1.14, les éléments présentés dans ce chapitre, qui concernent les opérations sous maîtrise d'ouvrage des opérateurs, ont été établis par ces derniers pour constituer une opération de pôle interconnecté, en cohérence avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1. Ils figurent dans le présent AVP à titre indicatif, des avant-projets étant parallèlement soumis au Conseil du STIF par chacun des opérateurs.

4.5.1. Description du projet d'interconnexions RATP



4.5.1.1 Noisy-Champs

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.2

4.5.1.1.1 Présentation générale du site

La future ligne 15 croisera, en souterrain et perpendiculairement, la ligne A.

La gare de Noisy-Champs est située en limite du quartier résidentiel « Champy » côté Noisy-le-Grand à l'Ouest, composé de logements individuels et collectifs et où existe un nombre importants de commerces de proximité et du quartier universitaire et d'activités « Descartes » côté Champs-sur-Marne.

La gare RER actuelle est composée de deux établissements, situés sur deux communes et deux départements différents. La voie ferrée Est-Ouest est en tranchée ouverte et les bâtiments voyageurs s'appuient sur les talus latéraux.

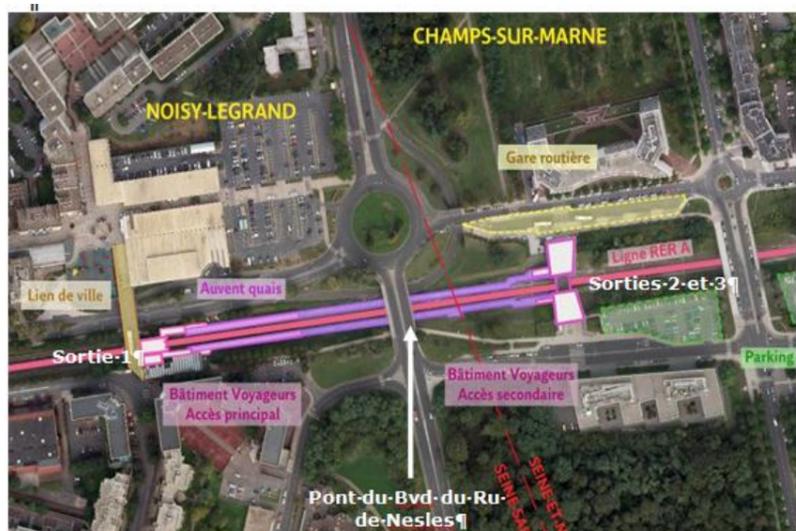


Figure 145 : NCH - Plan de situation – Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP)

Fonctionnel actuel de la gare RER

Mode et ligne desservie	RER Ligne A		
Type d'ERP	Bâtiment Ouest : Gare aérienne, 5ème catégorie	Bâtiment Est : Gare aérienne, 4ème catégorie	
TJRF à l'heure de pointe (2012)	2828 entrants		
Configuration spatiale générale	1 débouché à l'Ouest : - Sortie 1 Quartier du Champy	2 débouchés à l'Est : - Sortie 2 : bd Archimède – Quartier de Nesles - Sortie 3 : bd Newton – Cité Descartes	
	- 2 Salles d'accueil correspondant aux 2 entrées (niveau voirie) situées à chaque extrémité des quais		
	- 2 quais aériens et latéraux.		
	- Dénivelé voirie/quai de l'ordre de 6 m.		
Services en station	Services transports	BV Ouest : égal 1 FVA (front de vente automatique) avec : 2 A2007 2 AS	BV Est : égal 1 guichet avec : 2 TPV (terminaux points de vente) 1 ADUP 1 A2007 2 AS
	Services complémentaires		1 commerce
Mécanisation des circulations verticales	Ascenseurs		2 ascenseurs voirie/quais
	Escaliers mécaniques		1 EM (montée) voirie/quai Marne-la-Vallée
Sécurité incendie / Evacuation	2 dégagements par quai.		
	Temps maximal d'évacuation actuel inférieur à 10 min.		

4.5.1.1.2 Interconnexion RATP RER A – GPE Ligne 15 Sud

Le bâtiment voyageur du GPE viendra s’implanter en surface, au-dessus des voies actuelles du RER, alors que les voies de circulation des lignes 15 sud et 16 du GPE seront créées sous les voies du RER.

Pour cela, il est nécessaire de créer un tablier-dalle pour :

- soutenir les voies du RER A pour la construction de la boîte gare des lignes 15 et 16 ;
- recouvrir les voies du RER A pour la construction de la gare GPE en voirie.

La construction de cet ouvrage ainsi que son ripage constituent la phase critique des travaux d’interconnexions RATP - GPE pour la gare de Noisy-Champ.



Figure 146 : NCH - Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)

Les correspondances L15/RER A s’effectueront directement via les quais du RER (sans emprunter les SA et circulations RATP existantes).

Les établissements RATP et GPE seront indépendants. Les limites d’établissements prévues à ce jour se situent au niveau des quais, en limite de nos ouvrages actuels. Les ERP RATP actuels n’incluront aucun nouvel espace.

La ligne de contrôle et les équipements de vente et de circulations verticales pour les

voyageurs en correspondance seront situés dans l’ERP GPE.

Le temps maximum d’évacuation de la gare de Noisy Champs après travaux est inférieur à 5 minutes.

Impacts du projet

- Impacts fonctionnels liés au futur réseau du GPE et insertion urbaine

Le projet SGP mettra en connexion plusieurs lignes de réseau de transport lourd (L15, L16 et RER A), et bouleversera le site de Noisy-Champs en y implantant un grand pôle d’échange.

L’essentiel des infrastructures des projets de la Société du Grand Paris sont projetées en sous-sol. Seul le bâtiment de la gare du GPE est conçu en émergence au niveau de la voirie.

L’implantation de la gare du Grand Paris est située à proximité immédiate du Pont du Boulevard du Ru de Nesle qui enjambe le RER A.

Les points d’arrêt des lignes de BUS RATP seront impactés pendant les phases travaux et, à terme, il est prévu de les replacer autour de la gare du GPE.

Les nouvelles circulations piétonnes autour de la gare de la ligne 15 seront prises en charge par le projet GPE. L’objectif étant de séparer les flux entre les deux réseaux afin d’éviter que les voyageurs venant de l’Est cheminent par les quais du RER A pour prendre la ligne 15.

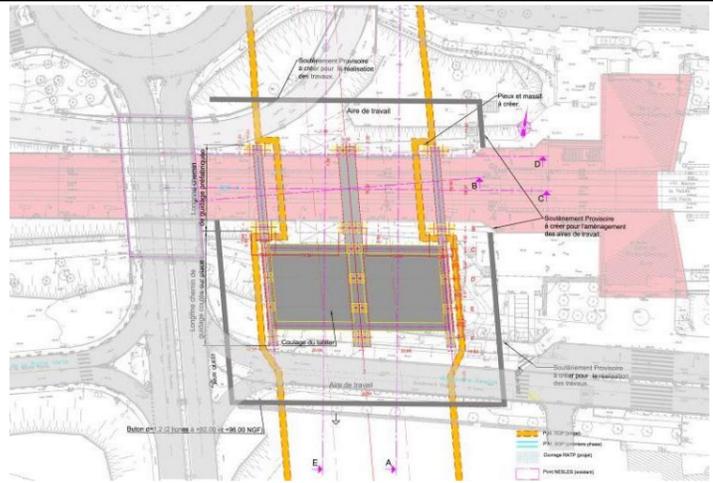
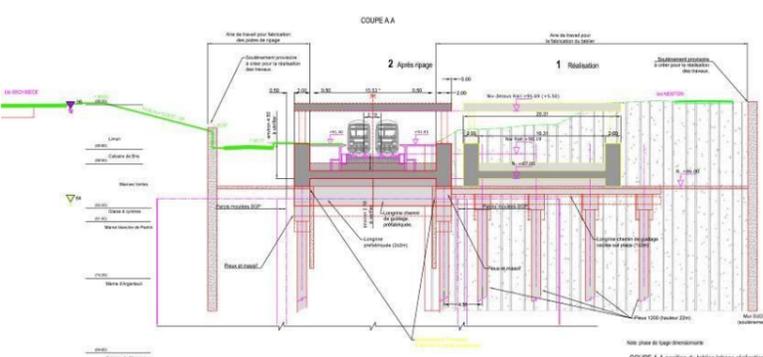
- Contraintes vis-à-vis des concessionnaires

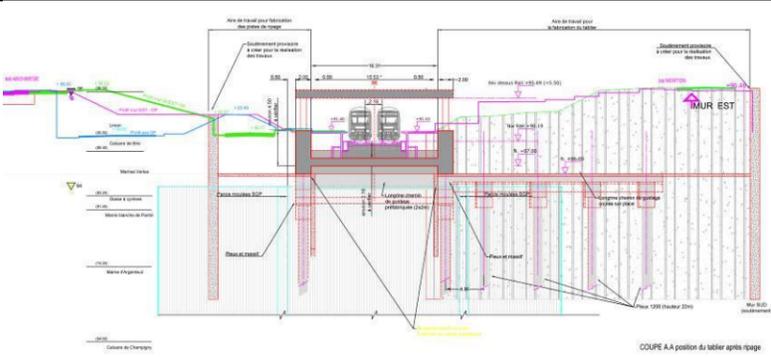
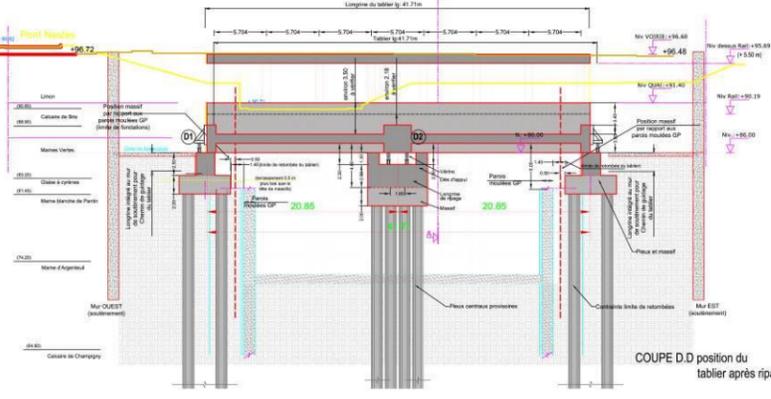
Plusieurs réseaux (ERDF, SFR,..) sont impactés par les travaux de la RATP. Il a été convenu que la SGP prendrait en charge les concessionnaires en voirie impactés par le projet RATP, préalablement à l’arrivée de la RATP.

- Description du projet – Travaux envisagés

Une partie des voies et des quais de la ligne du RER A seront démolis pour mettre en place un ouvrage cadre qui aura été préalablement préfabriqué à proximité. **Cette opération constitue le point critique des travaux RATP. Sa mise en œuvre nécessite une interruption de la circulation du RER de 4 jours minimum.**

Pour couvrir les phases provisoires de fonctionnement de l’exploitation de la ligne de la RATP et afin d’assurer une reprise rapide du service et de l’exploitation de la ligne, cette coupure sera précédée de travaux préalables suivant les grandes étapes :

<p>Aménagements des plateformes de part et d'autre du RER A.</p> <p>Travaux de soutènements et de terrassements.</p> <p>Fabrication d'un ouvrage (tablier en béton armé) de 44 m de longueur sur 20,5 de largeur, au sud de l'emprise.</p>	
<p>Déviations de câbles (basse et haute tension, courant faible, signalisation ferroviaire) et travaux caténaires.</p> <p>Réalisation de massifs d'ancrage pour retenir la caténaire de part et d'autre de la zone de travaux.</p> <p>Réalisation des appuis provisoires et définitifs (pieux et massifs) du pont dalle.</p>	 <p><i>Position du tablier avant ripage sur l'aire de préfabrication</i></p>
<p>Implantation définitive du tablier, à l'Est du Pont du Ru de Nesles : vue en plan.</p> <p>L'ouvrage est ripé avec la couverture de la future gare SGP.</p>	

<p>Implantation définitive du tablier, à l'Est du Pont du Ru de Nesles</p> <p><i>Vue en coupe transversale :</i></p> <p><i>Position du tablier en phase définitive</i></p>	 <p>COUPE AA position du tablier après ripage</p>
<p>Implantation définitive du tablier, à l'Est du Pont du Ru de Nesles</p> <p><i>Vue en coupe longitudinale</i></p>	 <p>COUPE D.D position du tablier après ripage</p>

L'ouvrage RATP dès lors ripé, la SGP peut intervenir et réaliser ses parois moulées sous les voies du RER.

De façon générale, ces parois moulées forment avec la dalle de couverture la boîte gare GPE. Aussi, à partir de cette dalle de couverture, dans l'alignement vertical des parois moulées, la SGP vient créer des rehausses qui serviront d'appuis définitifs au tablier RATP en remplacement de l'appui intermédiaire réalisé précédemment.

La RATP effectue un transfert de charges en venant appuyer son ouvrage de type pont-dalle sur les parois moulées de la SGP. La SGP supprimera l'appui intermédiaire.

Ainsi, en phase définitive, l'ouvrage RATP est structurellement dépendant de la boîte gare GPE.

Vues du projet

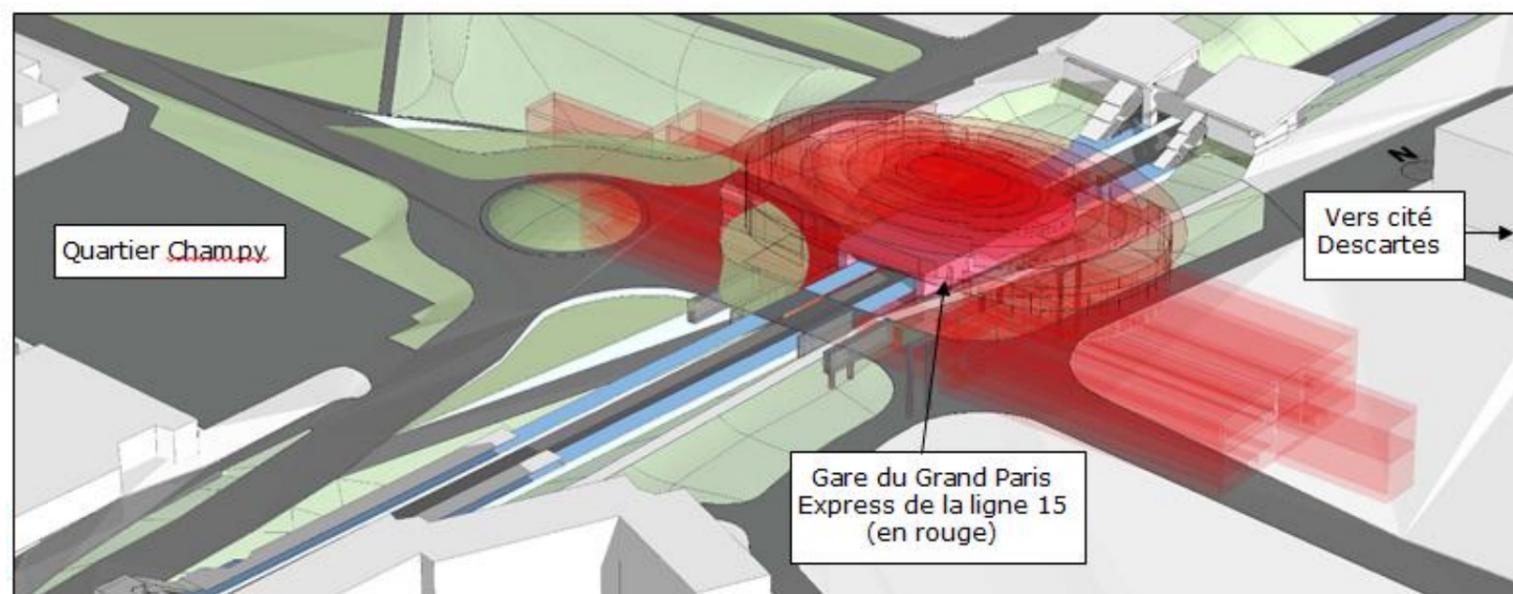
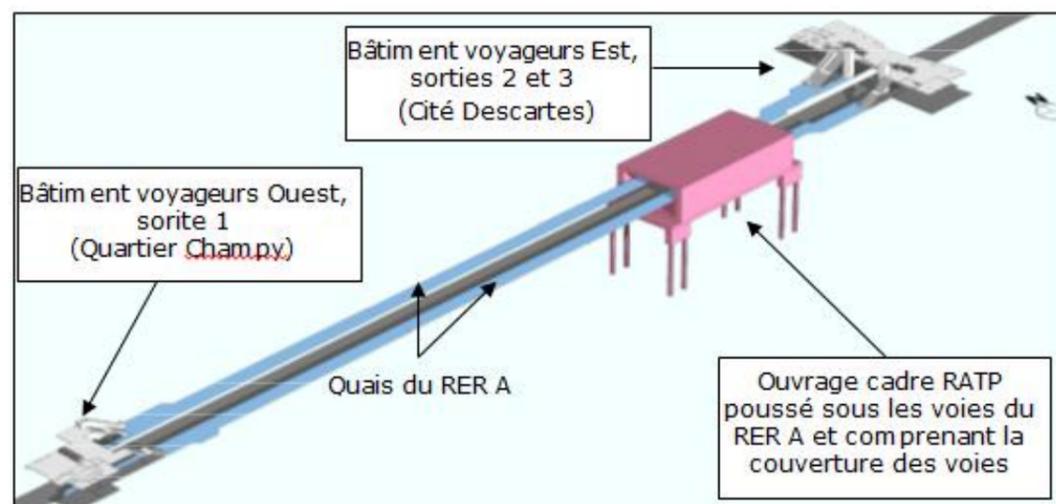


Figure 147 : (Haut) NCH – Vue 3D de l’ouvrage RATP projeté (en rouge)

Figure 148 : (Bas) NCH- Vue 3D de l’interconnexion projetée en insertion urbaine



4.5.1.2 **Saint-Maur Créteil**

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris, décrit au chapitre 4.1.5.

4.5.1.2.1 Présentation générale du site

La future gare ligne 15 vient s'implanter au Nord de la gare existante, côté Parvis. La future Ligne 15 a un tracé perpendiculaire à la voie RER A.

La gare de Saint-Maur – Créteil est située dans un quartier résidentiel dont le centre est articulé autour du parvis de la gare et comporte un grand nombre de commerces de proximité, dont le marché bi-hebdomadaire sur le Parvis.

La gare RER existante est un ERP de type Gare Aérienne, elle est adossée, côté Nord, à un immeuble de bureaux et de commerces en RDC et côté Sud à la gare routière Bus.

Fonctionnel actuel de la gare RER

Mode et ligne desservie	RER Ligne A	
Type d'ERP	Gare aérienne, 5ème catégorie	
TJRF à l'heure de pointe (2012)	2 325 entrants	
Configuration spatiale générale	2 débouchés :	
	- Sortie 1 Rue Leroux ;	
	- Sortie 2 Parvis.	
	- 1 Salle des billets (niveau voirie).	
	- 2 quais aériens et latéraux d'une surface respective de 900m ² (soit 225m de longueur par 4m de largeur).	
	- Dénivelé voirie/quai de l'ordre de 6.50m.	
Services en station	Services transports	- 1 guichet (2 terminaux points de vente)
		- 1 ADUP
		- 1 A2007

		- 2 AS
	Services complémentaires	- 2 commerces dans la salle d'échange (1 Relay UBIZ et 1 croissanterie).
Mécanisation des circulations verticales	Ascenseurs	- 2 ascenseurs voirie/quais.
	Escaliers mécaniques	- 1 EM (montée) voirie /quai Paris.
Sécurité incendie / Evacuation	- 1 dégagement par quai.	
	Temps maximal d'évacuation actuel inférieur à 10min.	



Figure 149 : SMC - Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)

4.5.1.2.2 Interconnexion RATP RER A – GPE Ligne 15 Sud

Le projet se situe dans un contexte urbain dense : gare routière, parking souterrain, immeubles à proximité...

Le bâtiment de la gare GPE sera conçu en émergence au niveau de la voirie et sera accolé à l'emprise de la gare afin de favoriser une correspondance directe avec la ligne A du RER.

Ce lien direct L15 / RER A empruntera un couloir traversant existant en RDC sous les voies du RER A et non ouvert au public actuellement. Une sortie contrôlée en extrémité du nouveau couloir, au niveau voirie, sera également créée.

La correspondance principale avec la gare routière se fera via la «Salle des billets» sous les voies du RER A comme actuellement.

La limite d'établissement prévue à ce jour se situe au niveau de l'ouvrage RER existant donnant sur le parvis, au droit de la façade de la salle et à l'extrémité du couloir de correspondance sous voies.

L'ERP RATP inclura les espaces existants, le nouveau passage sous voies et les circulations verticales menant aux quais du RER.

La ligne de contrôle et les équipements de vente pour les voyageurs en correspondance seront situés dans l'ERP GPE.

Ainsi le projet se caractérise par :

- l'ouverture d'un nouveau couloir de correspondance sous voies et la création de circulations verticales depuis les quais (avec élargissement des quais localement) ;
- la création d'une sortie contrôlée donnant sur la gare routière et le réaménagement de la façade côté gare routière.

Les accès et circulations

L'entrée dans la gare RATP depuis le parvis, s'effectuera au travers de la gare GPE.

Cet accès spécifique indépendant des espaces ERP actuels sera implanté au droit d'un couloir traversant existant qui sera transformé en espace ERP et permettra d'accéder aux quais au moyen de circulations verticales.

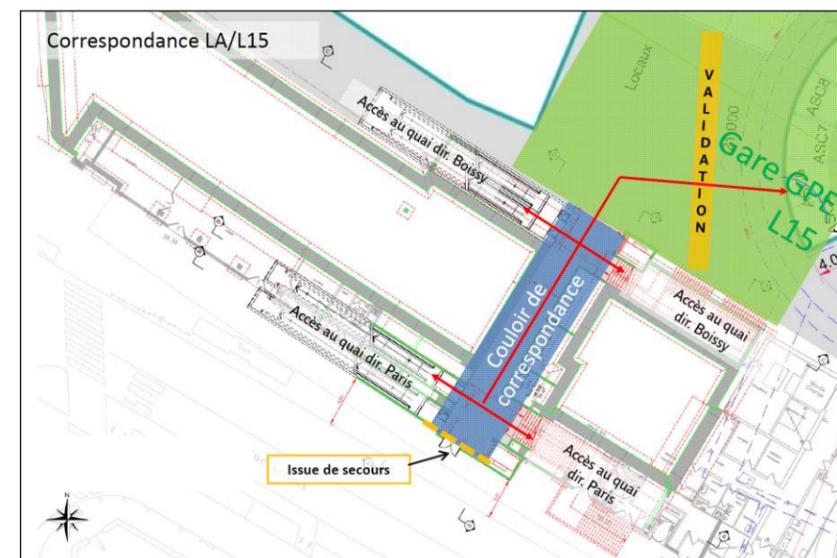


Figure 150 : SMC – Accès et couloir de correspondance

A partir de la ligne de contrôle (sortie Réseau GPE et entrée Réseau RATP), un couloir de 6,00m de large permettra d'accéder aux circulations verticales en liaison avec chacun des deux quais.

Des locaux techniques seront implantés au niveau de ce couloir dont la largeur des espaces de circulations respectera les dimensions minimales fixées à 3,60m pour l'ensemble des flux de correspondance et à 3,00m pour les flux vers le quai direction Paris.

Vers le quai direction Boissy-St-Léger :

- 1 escalier fixe de 2,40m,
- 2 escaliers mécaniques de 1,00m de large,
- 1 ascenseur 1000 KG.

Vers le quai direction Paris :

- 1 escalier fixe de 3,00m,
- 2 escaliers mécaniques de 1,00m de large,
- 1 ascenseur 1000 KG.

La façade du bâtiment RATP sera transformée au niveau de l'ancien atelier. Le commerce Relay HUBIZ situé au milieu de l'entrée actuelle côté parvis sera supprimé pour libérer l'espace nécessaire aux nouveaux flux. De nouveaux commerces sont envisagés, dans la SA RATP et dans

l'emprise des anciens locaux de maintenance côté gare routière.

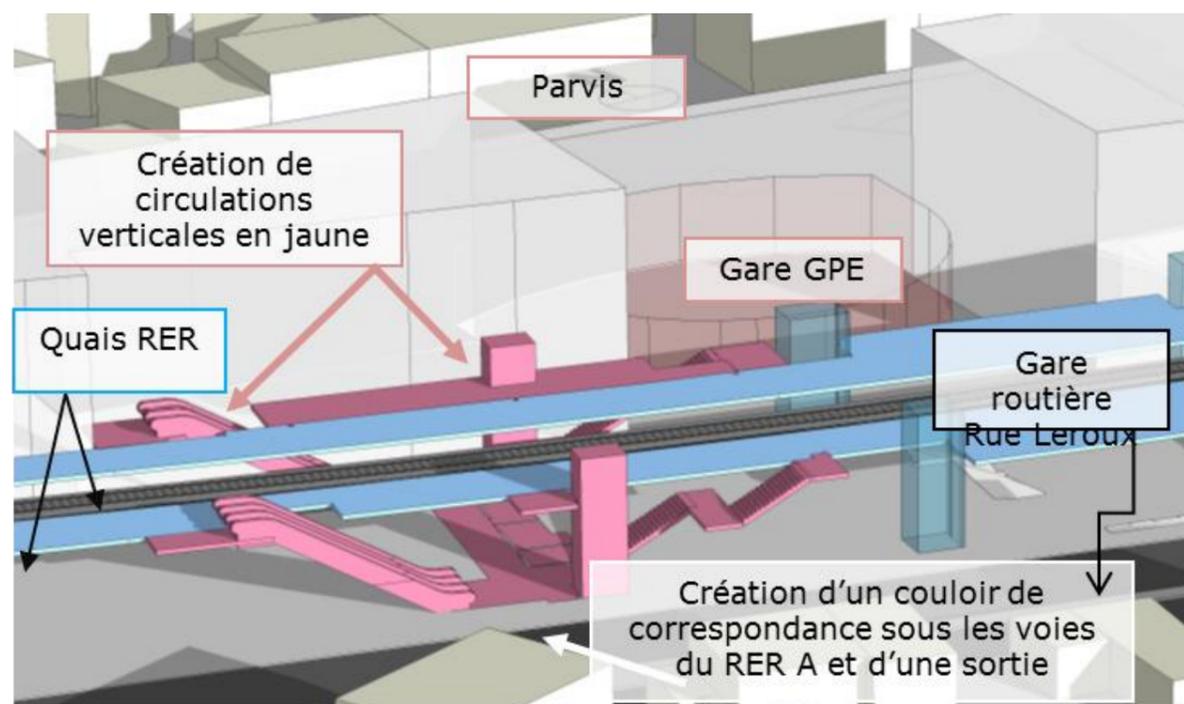


Figure 151 : SMC - Vue du dessus (niveau voirie et liaisons verticales)

Impacts du projet

- Adaptations des locaux RATP

A l'occasion de ce projet, un certain nombre de locaux RATP existants au niveau voirie, sera supprimé.

Il s'agit de l'atelier de maintenance Est du département M2E de la RATP. Les surfaces impactées représentent un total de 252 m², se décomposant ainsi :

- atelier verrerie et stockage (accès de correspondance avec la gare GPE) égal 121 m²,
- accès et garage pour 2 véhicules utilitaires (couloir de correspondance) égal 113 m²
- et atelier et stockage égal 18 m²

Ces ateliers seront intégralement déménagés dans d'autres locaux RATP disponibles sur le site du centre BUS de Saint-Maur, situé à environ un kilomètre de la gare RER de Saint Maur Créteil.

Les locaux de détente BUS, situés sous la trémie de l'escalier menant au quai direction Paris,

seront déménagés provisoirement le temps des travaux.

Au niveau de la gare routière, les emplacements de stationnement vélo sont impactés par l'escalier de correspondance vers le quai Paris et seront relocalisés ailleurs sur le même trottoir.

Au niveau des quais, les nouvelles trémies d'escaliers et ascenseurs impactent d'autres locaux appartenant au département RER (resserre, stockage). De nouveaux locaux de remplacement seront créés sur les quais.

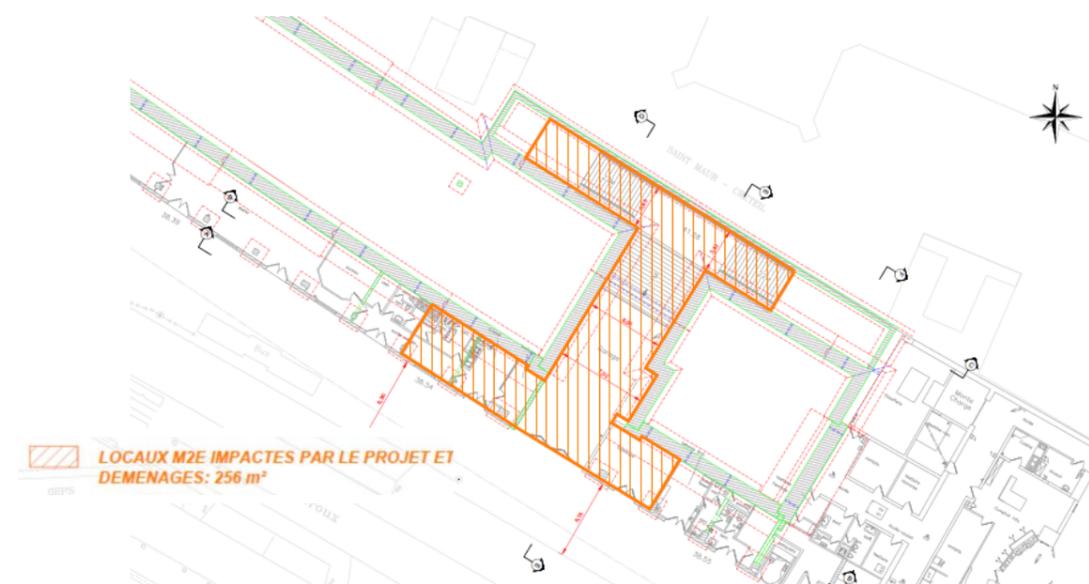


Figure 152 : SMC - Locaux impactés niveaux voirie

- Contraintes vis-à-vis des concessionnaires

Une analyse succincte des plans de concessionnaires a permis d'identifier un impact possible avec des câbles HTA RATP, positionnés sous le trottoir rue G. Leroux, pour la réalisation des fondations de l'escalier mécanique et de la façade projetée.

Il convient de préciser que les travaux de déviation en gare de Saint-Maur Créteil sont planifiés et coordonnés par le Maître d'Ouvrage des travaux.

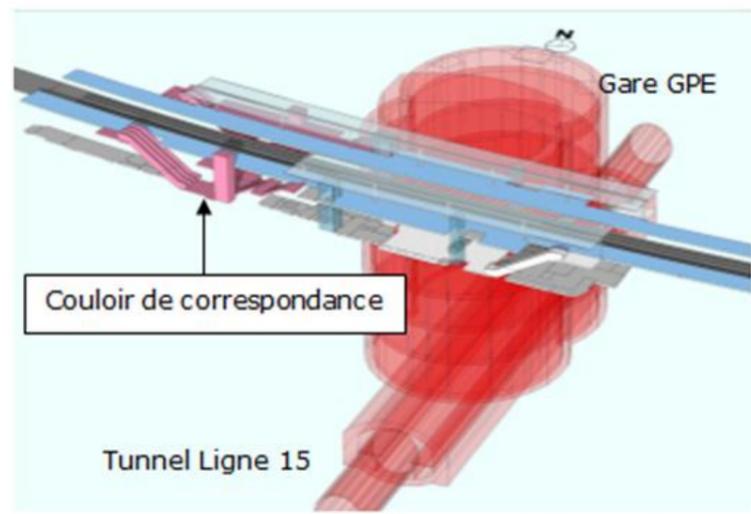


Figure 61 : SMC - Vue 3D de gare GPE et de la correspondance RATP projetées

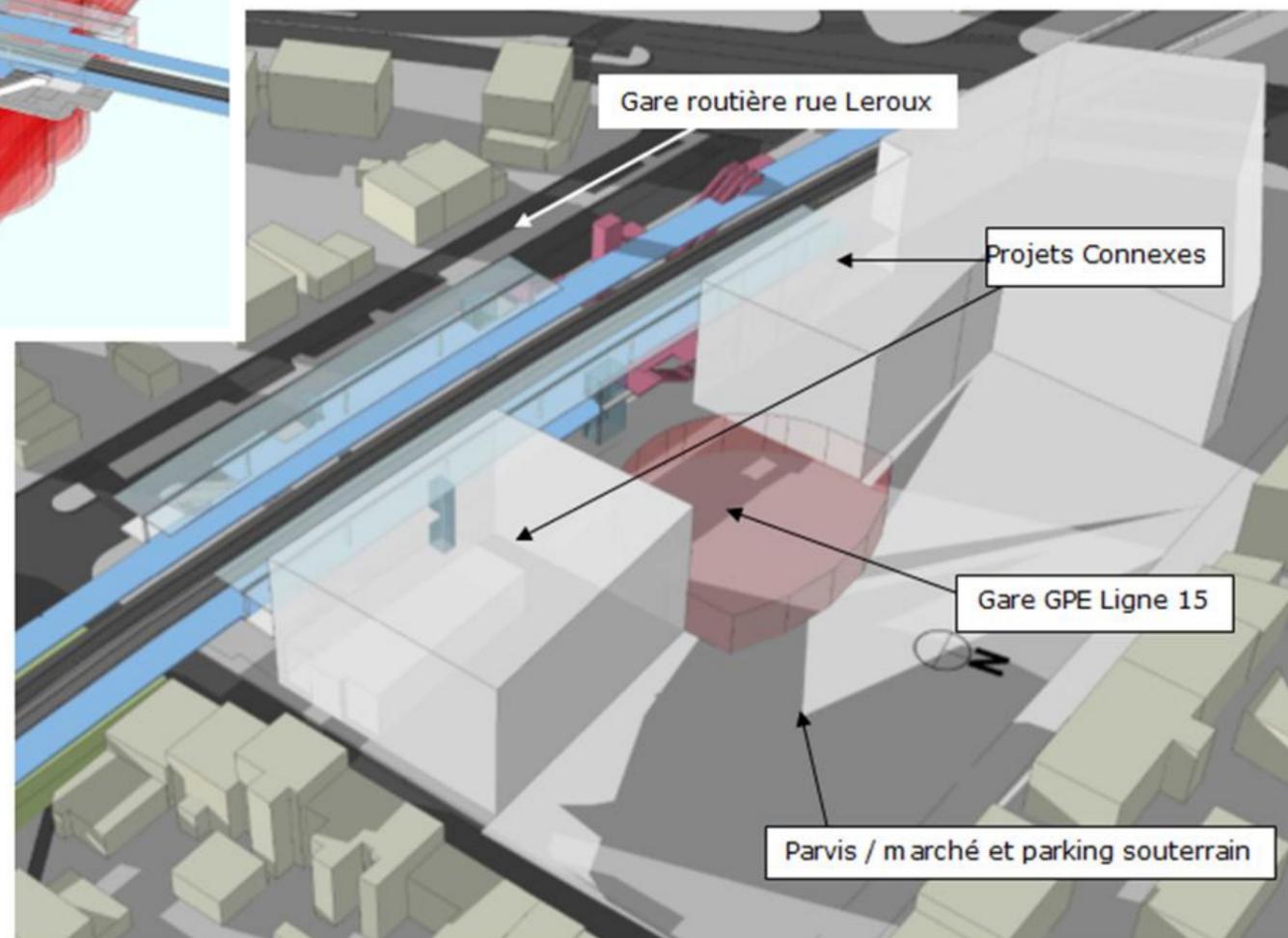


Figure 153 : (Haut) SMC - Vue 3D de la gare GPE et de la correspondance RATP projetées

Figure 154 : (Bas) SMC - Vue 3D de l'interconnexion projetée en insertion urbaine



4.5.1.3 **Créteil L'Echat**

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.6.

4.5.1.3.1 Présentation générale du site

La station Créteil L'Echat Ligne 8 se situe sur la commune de Créteil, Préfecture du département du Val-de-Marne dans l'Est parisien.

La station est située dans un quartier administratif dont le centre est articulé autour d'un petit centre commercial adossé à la station.

La station de Métro existante est un ERP de type Gare Mixte de 4ème Catégorie, le quai central étant de type aérien et la salle des billets en partie souterraine. Cette dernière fait office de « lien de ville », aux heures d'exploitation de la ligne 8, qui dessert également le centre commercial.

Fonctionnel actuel de la gare RER

Mode et ligne desservie	Métro Ligne 8	
Type d'ERP	Gare mixte, 4ème catégorie	
TJRF à l'heure de pointe (2012)	1 232 entrants	
Configuration spatiale générale	2 débouchés :	
	- Sortie Avenue du Général de Gaulle ;	
	- Sortie Hôpital Henri Mondor.	
	- 1 Salle des billets (niveau -1).	
	- 1 quai aérien central d'une surface de 525 m ² (soit 105m de longueur par 5m de largeur).	
	- Dénivelé voirie/quai de l'ordre de 2.40m.	
Services en station	Services transports	- 1 comptoir d'information avec 1 terminal point de vente ; - 2 ADUP dont 1 ABB, accepteur de billets de banque.
	Services complémentaires	- 4 locaux commerciaux.

Mécanisation des circulations verticales	Ascenseurs	- Pas d'ascenseurs.
	Escaliers mécaniques	- 1 EM entre la salle d'échanges et le quai.
Sécurité incendie / Evacuation	- 2 dégagements sur le quai.	
	Temps maximal d'évacuation inférieur à 10min.	

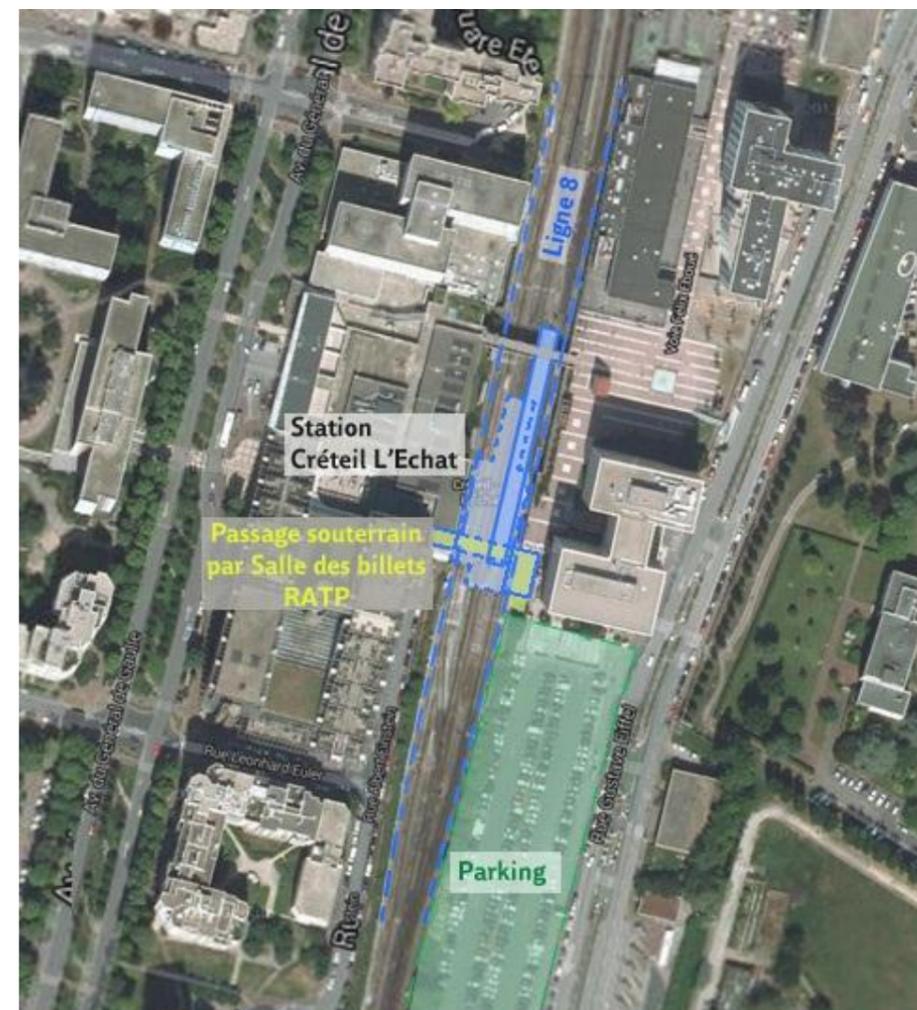


Figure 155 : CLE - Plan de situation – Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP)

4.5.1.3.2 Interconnexion RATP M8 – GPE Ligne 15 Sud

Le bâtiment de la gare L15 est conçu en émergence au niveau de la voirie et sera accolé à l'emprise des voies RATP à l'Est de la station existante afin de favoriser une correspondance directe avec la ligne 8 du Métro.

L'essentiel des infrastructures du projet de la Société du Grand Paris est projeté en sous-sol. Seul le bâtiment permettant d'entrer dans la gare GPE est conçu en émergence au niveau de la voirie.

La limite d'établissement RATP prévue à ce jour se situera en lieu et place des limites actuelles.

La ligne de contrôle sera située dans la SA réaménagée de l'ERP RATP. Elle permettra de valider les titres de transport en entrée et sortie, aussi bien pour les voyageurs entrant et sortant de la ligne 8, que pour les voyageurs en correspondance L15. Ces derniers devront valider une seconde fois en entrant dans la gare du GPE L15.

Le temps d'évacuation projeté de la station est inférieur à 5 minutes.

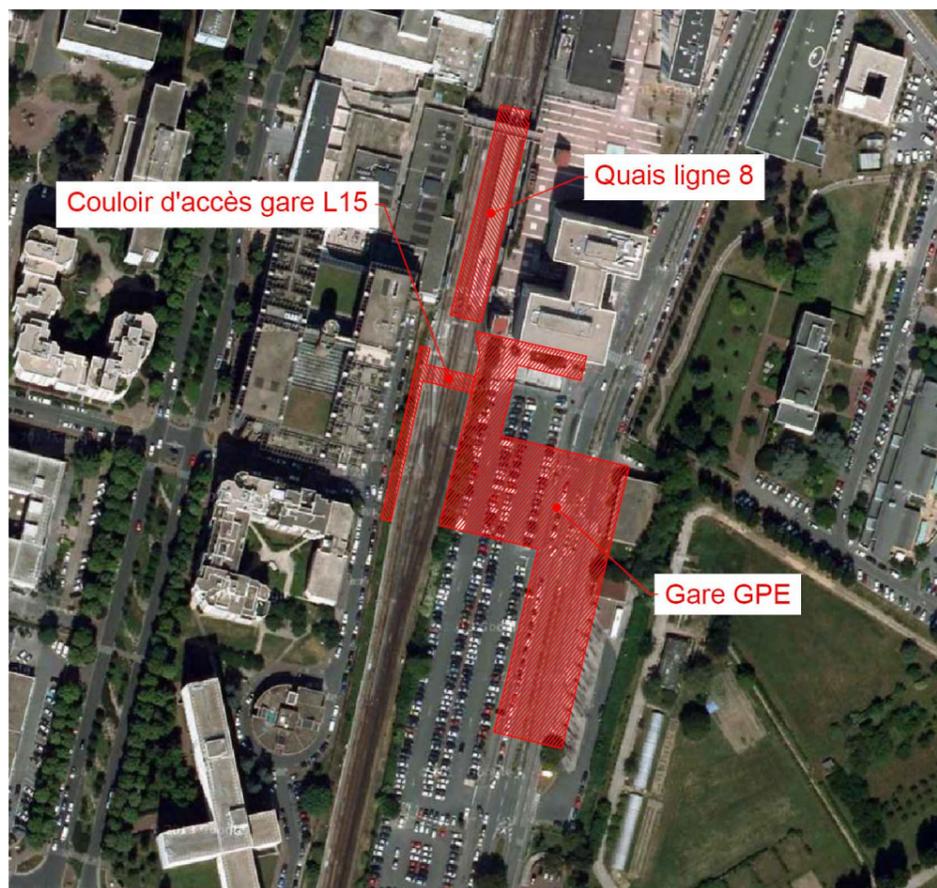


Figure 156 : CLE Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)

Le projet se caractérise par :

- La création d'un ouvrage en sous-œuvre pour rejoindre le réseau du GPE, sous les voies du Métro ligne 8. Cette opération **nécessite de réaliser une coupure d'exploitation de 4 jours (chemin critique des travaux RATP pour cette station)** ;
- La réorganisation de la SA existante pour accueillir les flux en correspondances ;
- La création d'un deuxième quai central couvert, entre voie 1 et voie A. Des mesures conservatoires de construction ayant été adoptées à l'occasion de la création de la station.

Les accès et circulations

Le couloir d'accès construit sous les voies de la ligne 8 (en rouge ci-dessous) permettra aux voyageurs d'atteindre directement à la Ligne 15 depuis la rue Einstein (quartier ouest).

Cette opération constitue le point critique des travaux RATP. Sa mise en œuvre nécessite une interruption de la circulation de 4 jours.

L'ouvrage est d'abord préfabriqué sur une emprise réservée sur le parking côté Avenue Gustave Eiffel pour ensuite être ripé lors du week-end de coupure.

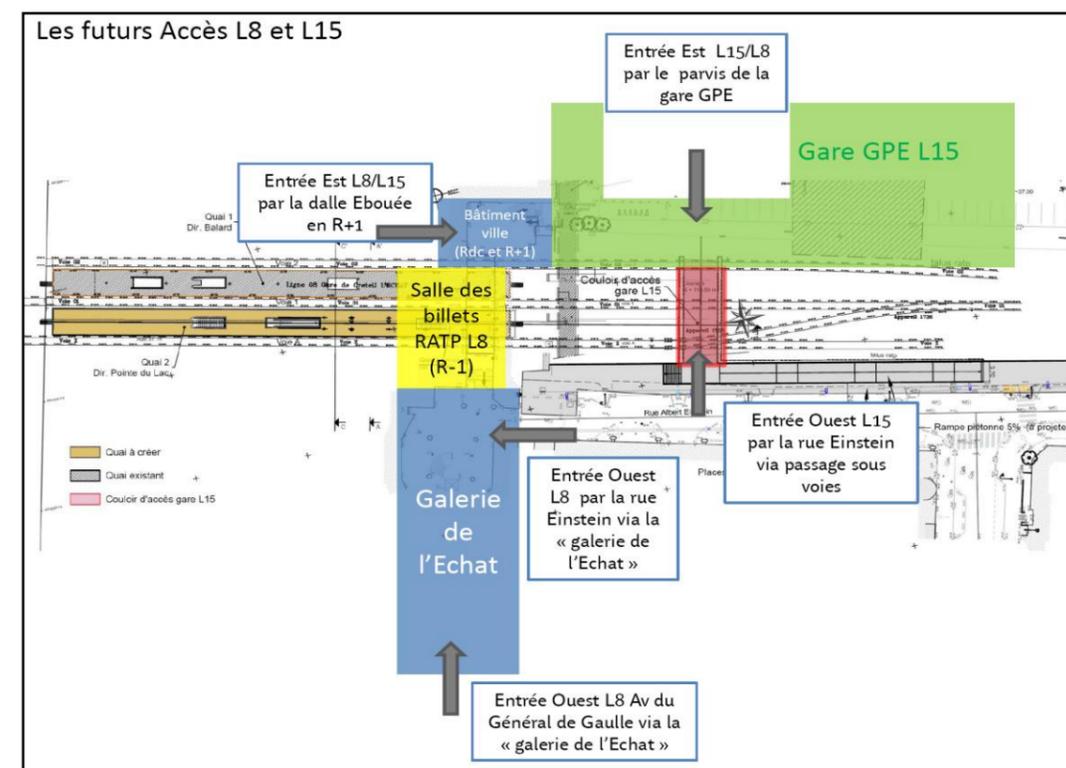


Figure 157 : CLE - Futurs accès L8 et L15

Côté Est, l'accès à la station sera modifié. En amont de l'entrée actuelle qui s'effectue au travers du bâtiment « ville », un nouveau hall implanté en Rez-de-Chaussée, et indépendant des espaces ERP existants, constituera l'entrée de gare GPE et permettra d'accéder à la salle des billets actuelle de la station Créteil L'Echat L8.

Réaménagement de la salle des billets

Les correspondances L15/L8 s'effectuent via la salle d'accueil RATP existante. L'ensemble des flux transiteront donc par la salle des billets de la station qui sera intégralement réorganisée, y compris les locaux techniques, la vente et les commerces :

- En amont de la ligne de contrôle du réseau RATP :
 - Elargissement de l'entrée dans la salle des billets,
 - Requalification des espaces infos voyageurs et front de vente automatique,
 - Suppression des espaces « commerces »,

- Création des locaux techniques de désenfumage.
- Au-delà de la ligne de contrôle, qui sera également recalibrée, on retrouvera un commerce, des locaux techniques et des circulations verticales qui permettront la liaison avec chacun des deux quais.

Nous soulignons à nouveau qu'il n'est pris à l'occasion du projet, aucune mesure constructive conservatoire qui permettrait d'installer ultérieurement des équipements ascenseurs.

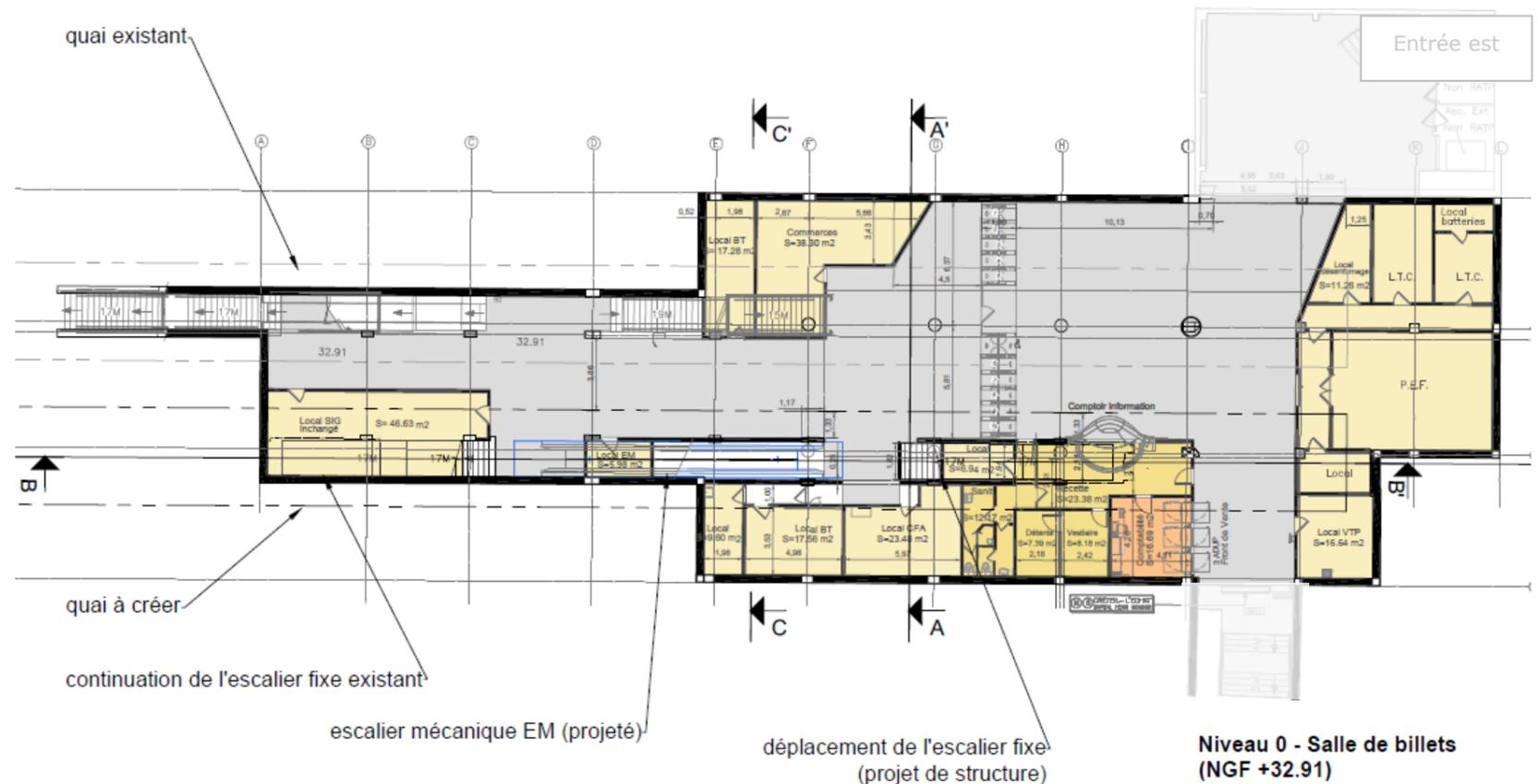


Figure 158 : CLE – Réaménagement de la salle des billets

Création d'un deuxième quai

Afin de vérifier les paramètres capacitaires et fonctionnels de la station avec l'arrivée du GPE, des études de simulations dynamiques de flux ont été réalisées en heure de pointe matin et soir. Les résultats présentés ci-contre, figure 51, montrent que la densité des quais notamment dans le sens des départs, peut être supérieure à 2,5 voyageurs par m².

Afin d'éviter un encombrement récurrent des quais, la RATP a opté pour la construction d'un 2e quai central couvert entre la voie 1 et la voie A en direction de Pointe du Lac.

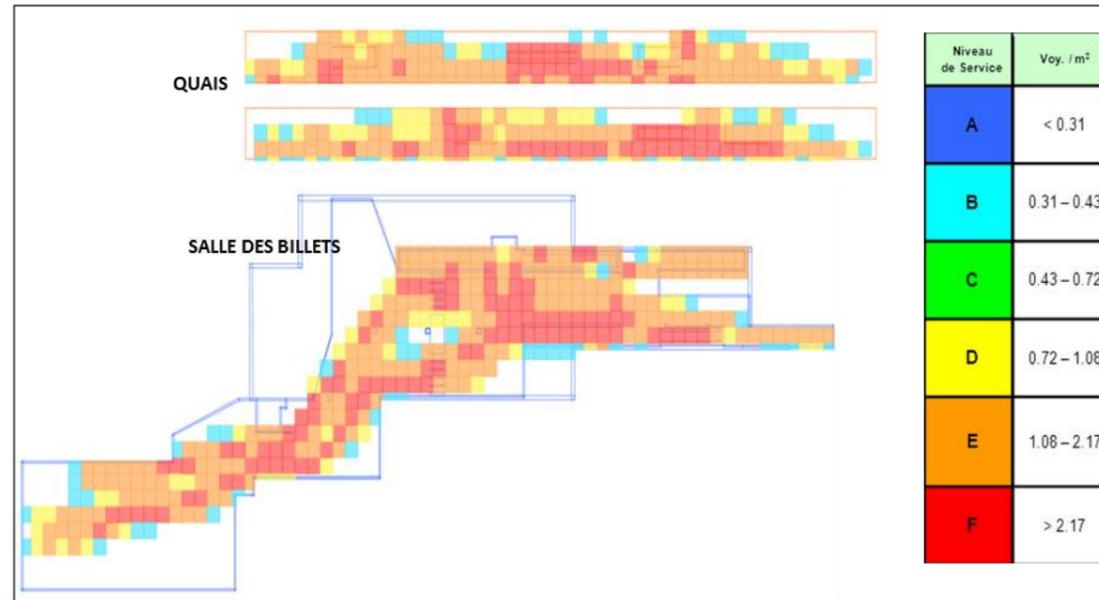


Figure 159 : Carte de densité - maximum atteint sur 3 intervalles du 1/4h d'hyperpointe (EGIS)

Le parti constructif est de reprendre les mesures conservatoires (fondations) ayant été adoptées à l'occasion de la création de la station existante, en 1971.

Le deuxième quai sera muni d'une marquise sur toute sa longueur et de circulations verticales le reliant à la SA (2 escaliers fixes et 1 escalier mécanique). La marquise du quai existant sera déposée et une nouvelle marquise en cohérence avec celle du nouveau quai sera réalisée.

Il convient de signaler que le quai existant dit « central » sera exclusivement dédié à la direction Paris-Balard.

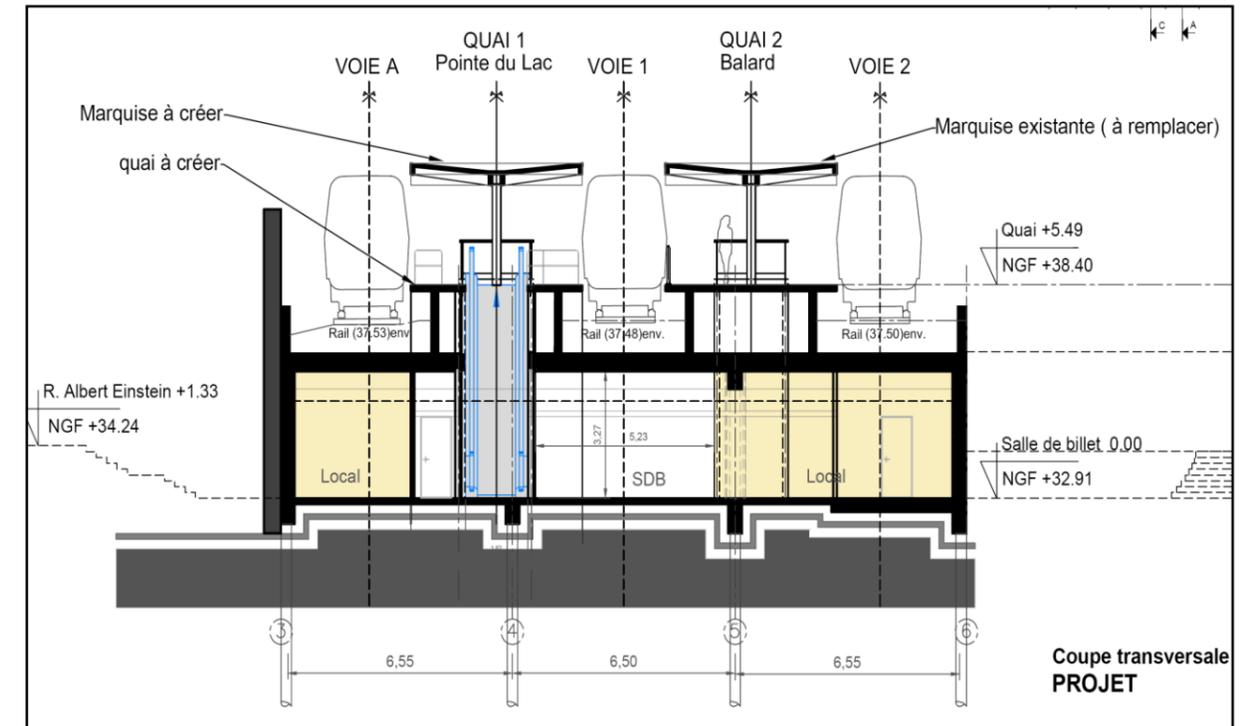


Figure 160 : CLE - Salle des billets et quais - Etat projeté - Coupe transversale

Les liaisons verticales permettant de relier chaque quai à la salle des billets seront constituées de 2 EF et un EM à la montée :

- Vers le quai existant direction Paris : la configuration actuelle sera reconduite, soit :
 - 2 escaliers fixes d'environ 1,70m de largeur chacun ;
 - 1 escalier mécanique de 1m de largeur utile.
- Vers le quai créé à l'occasion du projet en direction de Créteil Pointe du Lac, seront aménagés :
 - 2 escaliers fixes de 1,80m,
 - 1 escalier mécanique de 1.00m de largeur utile.

Impacts du projet

- Contraintes vis-à-vis de l'exploitation

Les contraintes vis-à-vis de l'exploitation sont multiples. En plus des travaux de signalisation, de basse tension et de déviements de câbles nécessaires, la réalisation des travaux sur le site de la plateforme des voies impactent aussi directement et de façon conséquente les câbles Haute

tension. Ceux-ci seront dévoyés.

Enfin, le couloir sous voies sera mis en place par ripage lors d'un long weekend de coupure de l'exploitation de 4 jours.

- Impacts sur l'existant

Les travaux de réaménagement de la salle des billets devront être réalisés dans les espaces exploités, avec :

- la démolition des 4 commerces existants pour agrandir l'espace de circulation et réaliser le local désenfumage et le basculement des locaux du côté Ouest de la salle ;
- la reconstruction d'un local commercial ;
- la démolition et reconstruction d'un escalier fixe ;
- la démolition et reconstruction des locaux Vente, ainsi que du local comptabilité associé ;
- la démolition et reconstruction des locaux du personnel (détente, vestiaires, sanitaires) ;
- la démolition et reconstruction des locaux techniques.

- Contraintes vis-à-vis des concessionnaires

Les travaux de la RATP n'impacte aucune infrastructure concessionnaire.

Vues du projet

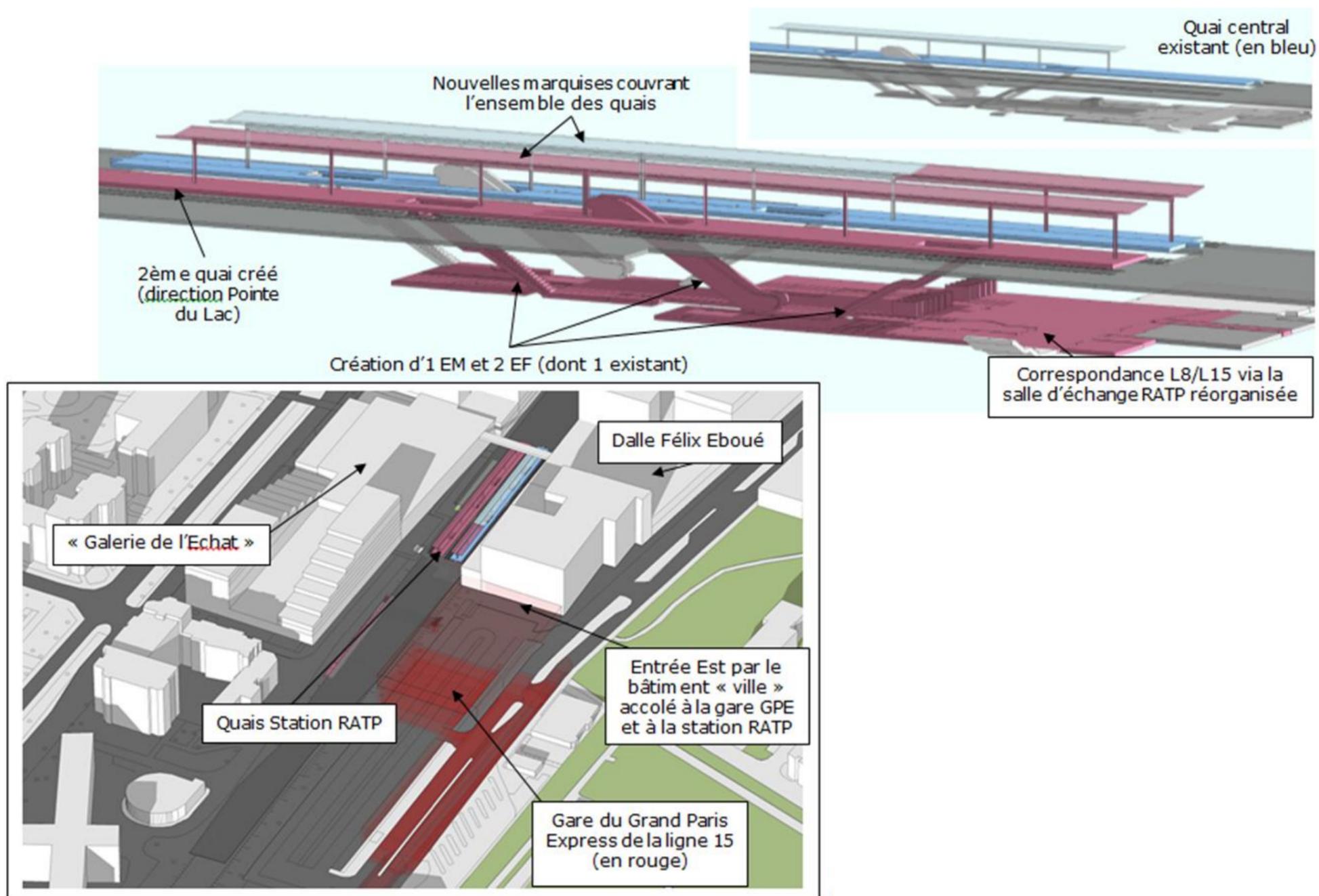


Figure 161 : (Haut) Vue 3D de la salle d'échange et des quais projetés

Figure 162 : (Bas) Vue 3D de l'interconnexion projetée en insertion urbaine



4.5.1.4 **Villejuif-Louis Aragon**

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.10.

4.5.1.4.1 Présentation générale du site

La future gare L15 vient s'implanter, au Nord de la station de Métro Villejuif Aragon, terminus de la ligne 7, dans l'alignement de l'avenue de la République et l'avenue Louis Aragon.

La station de Métro existante L7 est une station souterraine. Il s'agit d'un ERP de type Gare mixte de 2ème catégorie.

Le bâtiment GPE sera conçu en émergence au niveau de la voirie, avenue Louis Aragon. Celui-ci sera accolé à l'emprise de la gare routière et du bâtiment abritant le parking en lieu et place d'un petit immeuble d'habitation et de commerces afin de favoriser une correspondance directe avec la ligne 7 du Métro.

Fonctionnel actuel de la gare RER

Mode et ligne desservie	Métro Ligne 7	
Type d'ERP	Gare souterraine, 2ème catégorie	
TJRF à l'heure de pointe (2012)	3835 entrants	
Configuration spatiale générale	5 débouchés : <ul style="list-style-type: none"> - Sortie Gare routière (2 débouchés) ; - Sortie Stalingrad (2 débouchés) ; - Sortie Gorki. 	
	- 1 Salle des billets (niveau -1).	
	- 2 quais latéraux de 78m de longueur par 4m de largeur	
Services en station	Services transports	<ul style="list-style-type: none"> - 1 comptoir d'information ; - 1 guichet ; - 3 terminaux points de vente ; - 2 ADUP ; - 1 AS.
	Services complémentaires	- Commerces entre l'accès Stalingrad et la salle d'échange.
Mécanisation des circulations verticales	Ascenseurs	- 2 ascenseurs salle/quais.
	Escaliers mécaniques	- 2 EM (montée et descente) salle d'échanges/gare routière ; - 1 EM (montée) quai arrivée/salle.
Sécurité incendie / Evacuation	<ul style="list-style-type: none"> - 2 dégagements sur le quai de départ ; - 3 dégagements sur le quai d'arrivée. 	
	Temps maximal d'évacuation inférieur à 10min.	
Intermodalité	une gare routière comprenant 10 lignes de bus (dont 2 Noctilien et 1 Optile) T7	

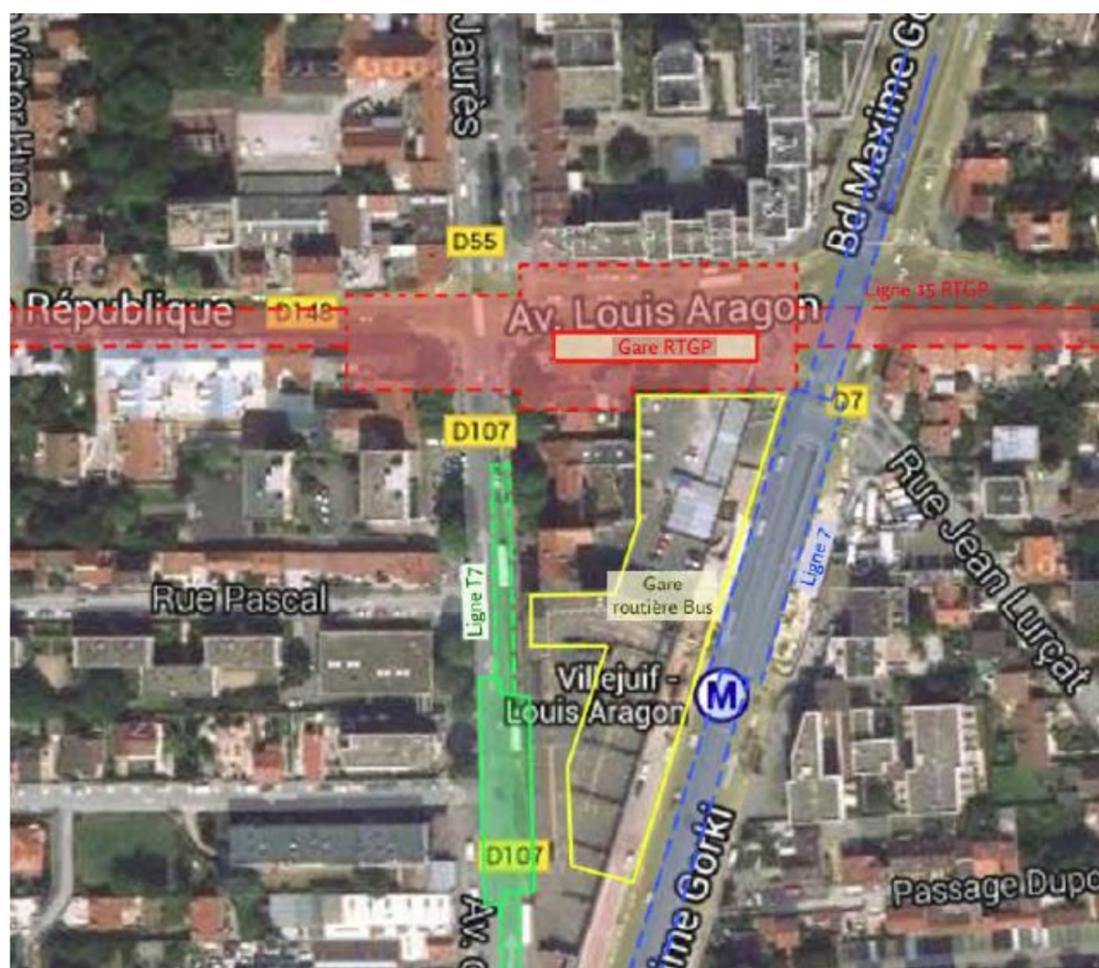


Figure 163 : VLA - Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)

4.5.1.4.2 Interconnexion RATP M7 – GPE Ligne 15 Sud

Le projet se situe dans un contexte urbain dense : RD7 avec passage souterrain, immeubles adjacents au projet, nombreux concessionnaires et gare routière surmontée par un parking aérien.

La correspondance L15 / L7 s'effectuera via une correspondance dédiée reliant le niveau mezzanine de la gare du Grand Paris aux niveaux quais de la ligne 7 sans avoir à emprunter les espaces RATP existants.

Depuis chaque quai, une sortie vers la voirie est également créée ou modifiée.

Les correspondances avec la gare routière se feront en surface par la voirie

Les autres accès et sorties de la station de la ligne 7 du métro, implantés plus au sud ne sont pas impactés par ce nouveau fonctionnel. Ces accès existants se rejoignent au niveau de la salle des billets et les sorties sont disposées côté gare routière.

Les établissements RATP et GPE seront indépendants. La limite d'établissement RATP prévue à ce jour se situera au droit du raccordement du couloir de correspondance avec la boîte gare GPE.

L'ERP RATP inclura ainsi les espaces existants, le nouveau passage sous voies et les circulations verticales qui y sont liées, ainsi que les nouvelles sorties.

La ligne de contrôle sera située dans l'ERP GPE.

Le temps d'évacuation projeté de la station est inférieur à 5 minutes.

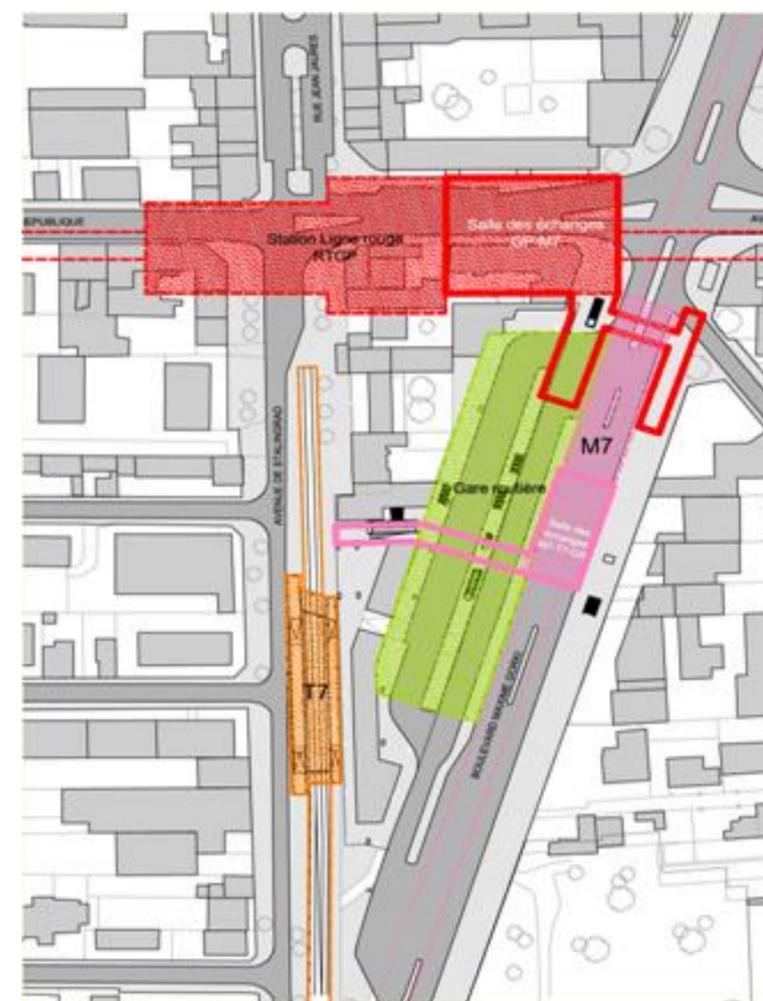


Figure 164 : VLA - Schématisation des 4 modes de transport dans la zone de la station Louis Aragon

Le projet se caractérise donc par :

- La création d'un passage sous voies et de liaisons verticales (EF + EM) pour rejoindre la mezzanine d'échange du GPE ;
- La création d'une nouvelle sortie côté quai départ et la reconstitution d'une sortie quai arrivée.

Circulations de correspondance

L'accès de correspondance créé à partir de la gare GPE est indépendant des espaces actuels. Il sera implanté en extrémité Nord-Ouest des quais existants et sera constitué d'un couloir cheminant sous les voies du métro permettant de relier les quais départ et arrivée avec le niveau mezzanine de la gare GPE via des circulations verticales :

Vers le quai départ L7 :

- 1 escalier fixe EF2 de 3,00m ;
- 1 escalier mécanique EM2 de 1m de largeur utile.

Depuis le quai arrivée L7 :

- 1 escalier fixe EF1 de 3,00m ;
- 1 escalier mécanique EM1 de 1m de largeur utile.

Afin de créer l'émergence de ces circulations verticales en lien avec la gare GPE, des ouvertures dans les piédroits des quais de la L7 sont prévues.

Le couloir de circulation n'impactera pas les locaux existants, et notamment les locaux techniques et le poste de manœuvre situés à proximité.

Sorties en voirie

Depuis le quai Arrivée, la sortie directe existante vers la voirie (Boulevard Maxime Gorki) est reconstituée afin de permettre la réalisation de la connexion entre le réseau SGP et le réseau RATP.

Afin d'être en conformité au regard des prescriptions complémentaires du Permis de construire n°09407605W1109 accordé le 17/08/2006 relatif au Pôle multimodal de Villejuif Louis Aragon, une deuxième sortie directe vers la voirie est créée depuis le quai départ L7.

Des édicules vitrés seront aménagés en surface afin de garantir la mise hors d'eau de ces nouvelles circulations et d'apporter de la lumière naturelle vers les espaces créés en partie

enterrée des nouveaux ouvrages.

Impacts du projet

- Impacts des aménagements sur l'existant

Ces aménagements impactent :

- Les piédroits des quais qui seront ouverts pour la création des circulations de correspondances, ainsi que les équipements muraux et mobiliers de quais qu'il faudra déposer au droit de ces ouvertures.
- L'escalier de sortie existante qui sera démoli. Préalablement, il sera nécessaire de déposer l'ensemble des équipements installés et fixés dans cet escalier.

- Contraintes vis-à-vis des concessionnaires

De nombreux câbles de concession (GRDF ; orange,..) et également des réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées sont impactés par les travaux de la RATP. La phase PRO permettra de préciser les dispositions à prendre.

- Contraintes vis-à-vis de l'exploitation

Aucune modification n'est prévue au sein de la gare routière exceptée lors de la phase travaux qui imposera le déplacement des points d'arrêt comme illustré sur le plan ci-dessous.

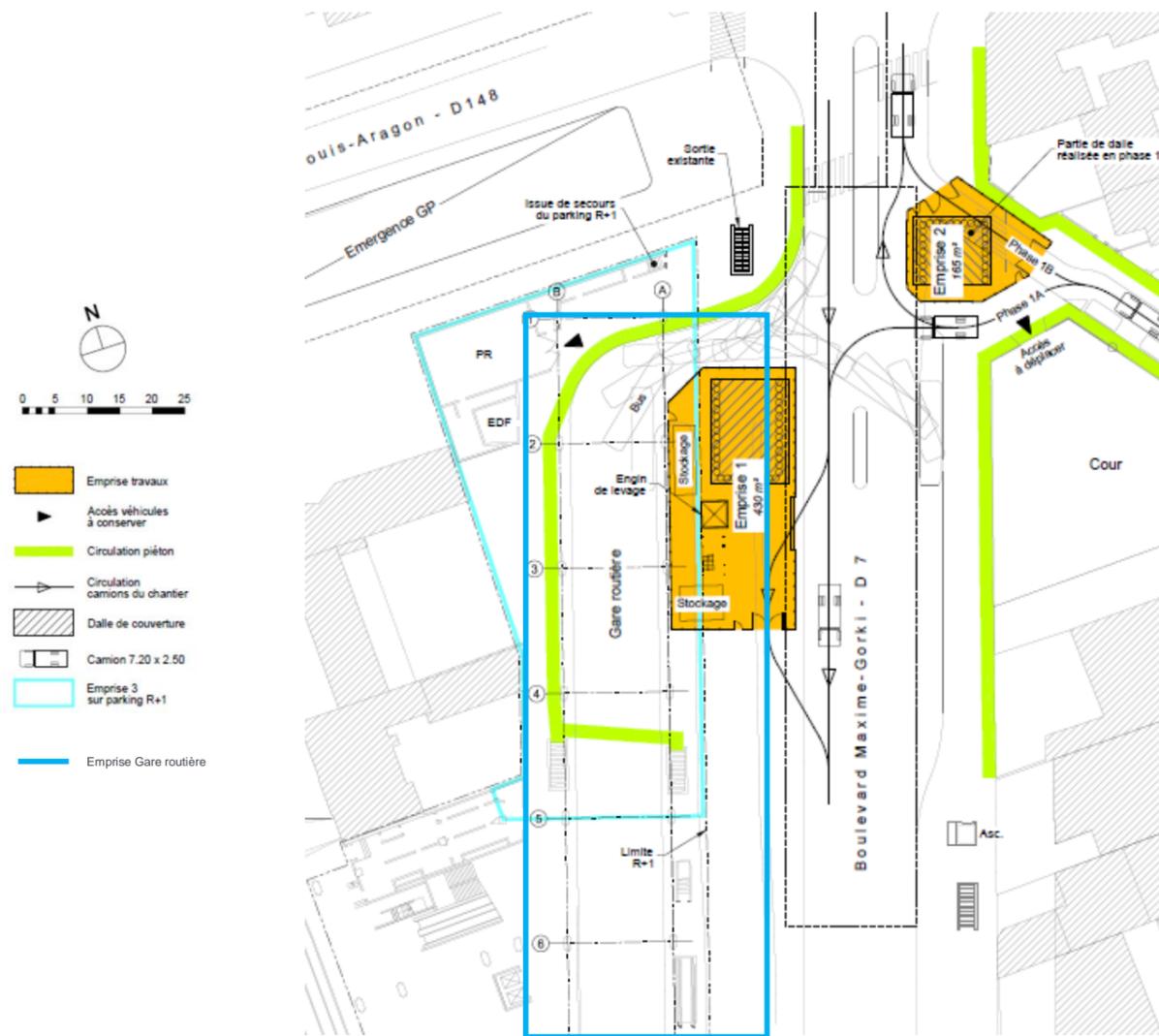


Figure 165 : VLA – Exemple de l’impact des emprises travaux en gare routière

Vues du projet

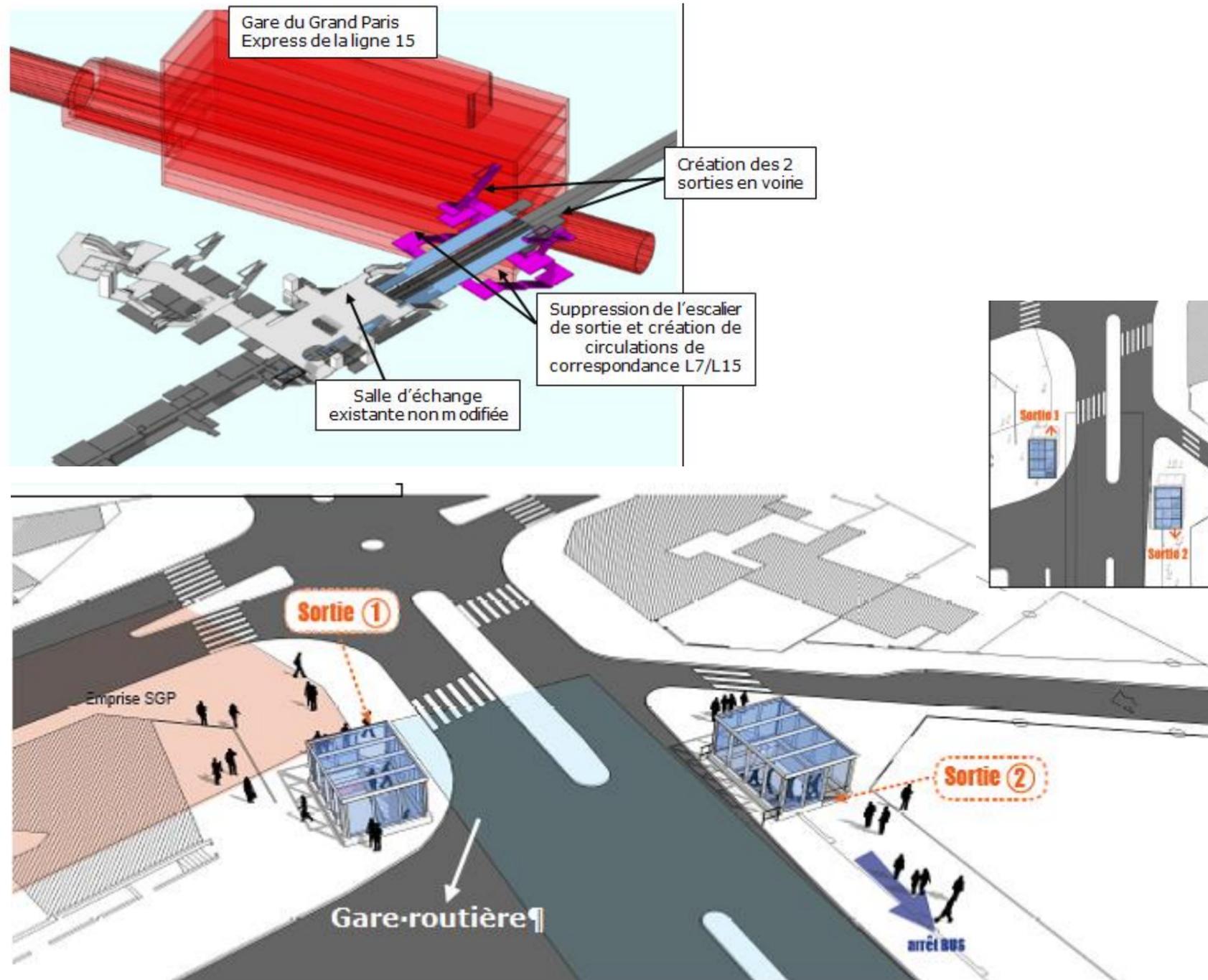


Figure 166 : (Haut) VLA – Vue 3D de l'interconnexion projetée L7 / L15

Figure 167 : (bas) VLA – Vue 3D de la situation projetée en voirie



4.5.1.5 Arcueil-Cachan

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.12.

4.5.1.5.1 Présentation générale du site

La future ligne 15 croise la ligne B du RER à l'extrémité sud des quais existants (ligne 15 en souterrain et ligne B en talus).

Le bâtiment voyageur du GPE sera situé au niveau voirie, à proximité immédiate des emprises de la gare RER, sur le parvis de l'actuelle place Carnot.

La gare RER existante est un ERP de type Gare Aérienne. Elle est bâtie sur un talus central que bordent deux voiries secondaires, et que coupe transversalement en sous voies l'avenue Carnot pour irriguer le centre-ville. La gare est accessible aux UFR et l'accès de la gare se fait au niveau voirie.

Fonctionnel actuel de la gare RER

Mode et ligne desservie	RER Ligne B	
Type d'ERP	Gare aérienne, 5 ^{ème} catégorie	
TJRF à l'heure de pointe 2012	1 997 entrants	
Configuration spatiale générale	6 débouchés : <ul style="list-style-type: none"> - Sortie 1 Rue du Docteur Gosselin ; - Sortie 2 Marché Carnot (2 débouchés) ; - Sortie 3 Avenue Carnot (2 débouchés) ; - Sortie 4 Rue de la Gare. 	
	- 1 Salle des billets.	
	- 2 quais latéraux d'une surface respective de 660m ² (soit 220m de longueur par 3m de largeur).	
	- Dénivelé voirie/quai : environ 7m (sorties 2, 3 et 4) - Dénivelé voirie/quai : environ 1.50m (salle des billets)	
Services en station	Services transports	<ul style="list-style-type: none"> - 1 comptoir d'information ; - 1 guichet ; - 7 ADUP ; - 2 AS ; - 2 A2007.
	Services complémentaires	- Pas de commerces.
Mécanisation des circulations verticales	Ascenseurs	<ul style="list-style-type: none"> - 1 ASC sortie 2/quai sud ; - 1 ASC sortie 3/quai nord. Liaison quai/voirie.
	Escaliers mécaniques	- 1 liaison voirie/quai Paris à la sortie 3.
Sécurité incendie / Evacuation	<ul style="list-style-type: none"> - 2 dégagements sur le quai Paris ; - 3 dégagements sur le quai Robinson. 	
	Temps maximal d'évacuation inférieur à 10min.	

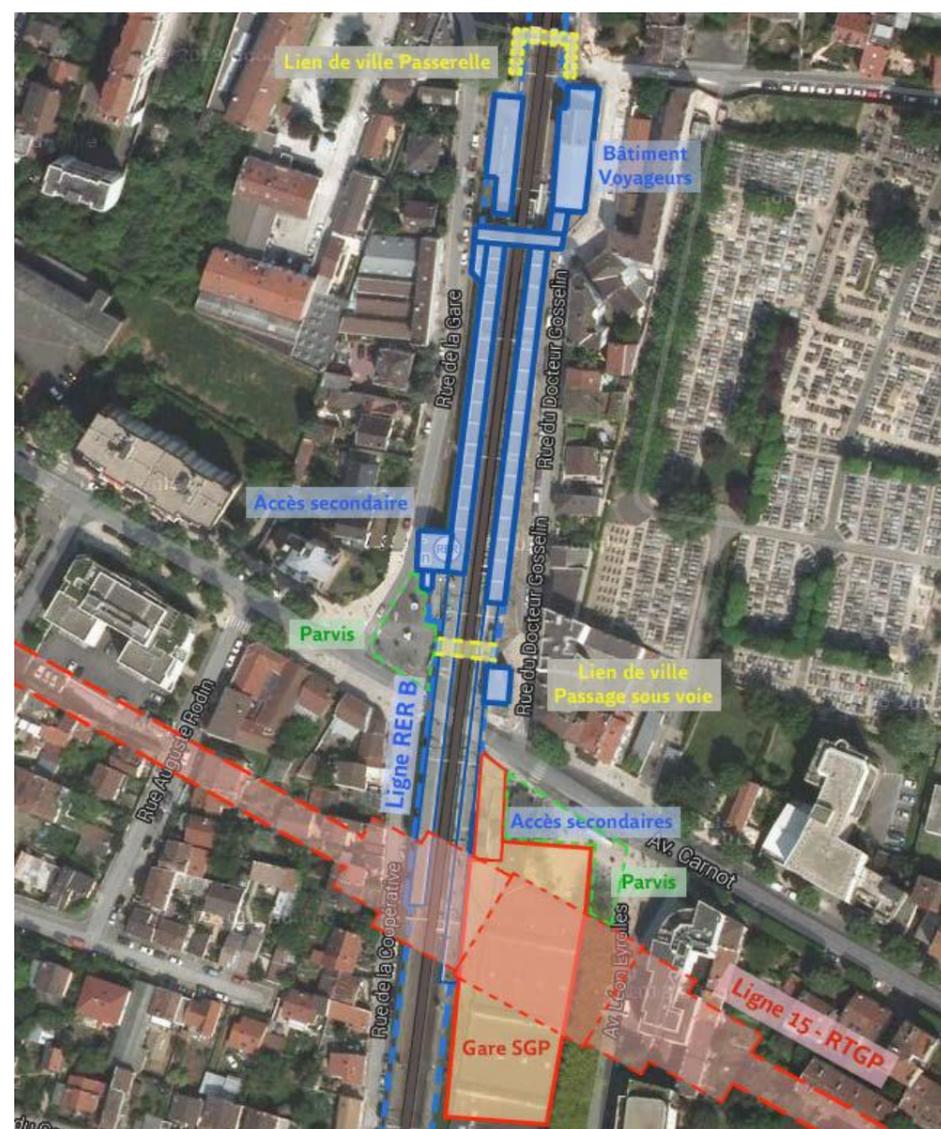


Figure 168 : ARC Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)

4.5.1.5.2 Nature du sol

Synthèse géologique

Le projet se trouvant à cheval sur une zone d'anciennes carrières à ciel ouvert, les remblais ont une épaisseur très irrégulière et sont probablement constitués de matériaux de très faible qualité et très hétérogènes. La détermination précise des paramètres mécaniques de ce niveau doit faire

l'objet d'un ou plusieurs sondages spécifiques.

La présence de carrières souterraines sur deux niveaux à proximité immédiate du projet impose un traitement des remblais par comblement gravitaire et clavage, préalablement à la réalisation des fondations profondes.

Synthèse hydrogéologique

- Niveau des nappes

En attendant la réalisation d'un ou plusieurs piézomètres et le suivi du niveau de la nappe, on retiendra à ce stade de l'étude les niveaux suivants pour le pré-dimensionnement de cette station :

- Niveau bas (EB) : +42 m ;
- Niveau fondamental (EF) : +44 m ;
- Niveau haut (EH) : +52 m ;
- Niveau exceptionnel (EE) : +55 m.

- Analyses environnementales

Les données fournies par la Société du Grand Paris indiquent une agressivité non négligeable des sols et des eaux sur les bétons, nécessitant la mise en œuvre de béton de type XA2. En revanche, les données environnementales n'indiquent pas le type de site pouvant recevoir les déblais de chantier.

4.5.1.5.3 Interconnexion RATP RER B – GPE Ligne 15 Sud

Le projet GPE vient s'implanter, au Sud de la gare existante, côté accès secondaires. La future ligne 15 a un tracé quasi perpendiculaire à la ligne B, parallèlement à l'Avenue Carnot.

La gare du Grand Paris est prévue en souterrain. Pour cela, **un tablier-dalle doit être réalisé pour soutenir les voies du RER. La construction de cet ouvrage ainsi que son ripage constituent la phase critique des travaux d'interconnexions RATP - GPE pour la gare d'Arcueil Cachan.**

Le bâtiment voyageurs s'imposera sur le parvis actuel de la place Carnot accolé à l'emprise de la gare, alors que l'espace de correspondance RER B / Ligne 15 se situera sous les voies du RER, au même niveau et dans la continuité du bâtiment voyageurs.

De nouvelles circulations verticales (EF, EM et ascenseurs) feront le lien entre les quais existants élargis et le nouvel espace d'échange sous voies.

Nouvel espace d'échange

Cet espace va être créé d'un point de vue structurel en 3 temps :

- Phase 1 : Réalisation et mise en place du tablier

La RATP réalise et met en place, sous une **coupure d'exploitation de 4 jours**, un tablier dalle support des voies du RER, faisant office de couverture du nouvel espace d'échange sur 3 lignes d'appuis.

Ses dimensions sont de l'ordre de : Longueur : 40 m, Largeur : 16 m.

L'ouvrage est préfabriqué au niveau de la place Carnot dans l'alignement de son implantation et de son altimétrie définitives. Il se compose d'éléments structurels tous coulés en place :

- 1 tablier dalle,
- 3 tours d'étais métalliques jouant les rôles d'appuis du tablier en phase provisoire et de chemin de guidage lors de son ripage,
- 3 massifs tête de pieux et 6 pieux par longrine jouant le rôle de fondations provisoires.

Les fondations et appuis structurels du tablier sont également recréés à l'identique sous les voies, en tant que fondations définitives. On distinguera les appuis de rives de l'appui intermédiaire.

Une fois l'ouvrage entièrement réalisé, il est donc ripé lors du week-end de coupure. Les pieux, massifs et tours servant pour le temps de la préfabrication et le ripage sont ensuite démolis.

Ainsi, à l'issue de cette phase, le tablier s'appuie sur les fondations RATP et compte 3 lignes d'appuis.

- Phase 2

L'ouvrage RATP dès lors ripé, la SGP peut intervenir et réaliser ses parois moulées sous les voies du RER.

De façon générale, ces parois moulées forment avec la dalle de couverture la boîte gare GPE. Aussi, à partir de cette dalle de couverture, dans l'alignement vertical des parois moulées, la SGP vient créer des rehausses qui serviront d'appuis définitifs au tablier RATP en remplacement de l'appui intermédiaire réalisé précédemment.

- Phase 3

La RATP effectue un transfert de charges en venant appuyer son ouvrage de type pont-dalle sur les parois moulées de la SGP. La SGP supprimera l'appui intermédiaire.

Ainsi, en phase définitive, l'ouvrage RATP est structurellement dépendant de la boîte gare GPE. Le tablier s'appuie alors à la fois sur des fondations RATP et SGP, et compte 4 lignes d'appuis.

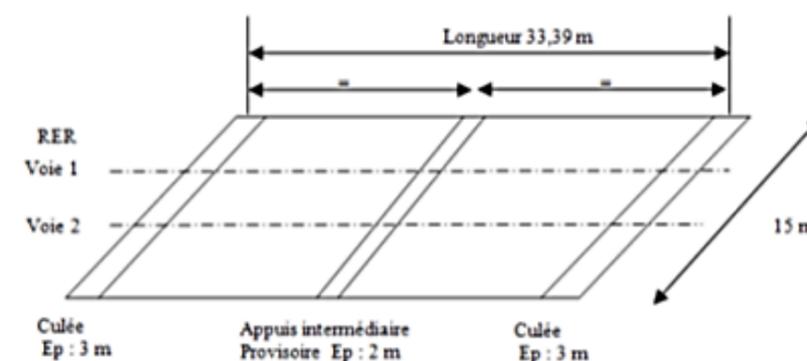


Figure 169 : Phase provisoire pour ripage : l'ouvrage repose sur 3 appuis

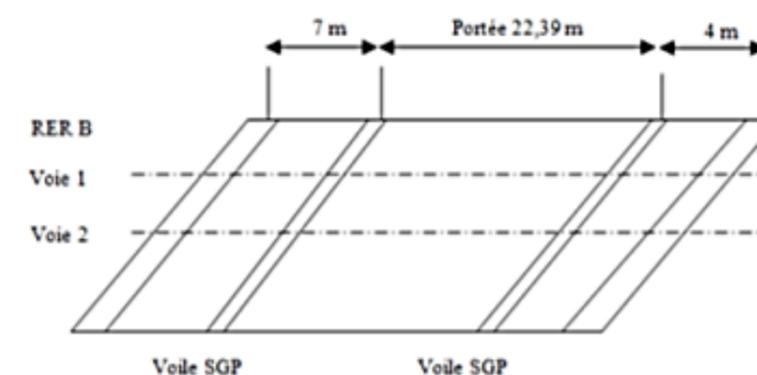


Figure 170 : Phase définitive : l'ouvrage repose sur 4 appuis.

Impact sur l'existant

- Suppression de l'accès secondaire et aménagement d'un nouvel accès

La réalisation de cet espace de correspondance impacte directement l'accès secondaire actuel au quai Direction St-Rémy Les Chevreuse. Ce dernier sera nécessairement démoli dès le début du chantier.

De ce fait, afin de maintenir le niveau de sécurité existant, il est indispensable d'aménager et de mettre en service sur ce même quai un nouvel accès préalablement à la démolition de l'accès actuel.

La solution vise à créer une sortie en structure métallique rattachée à l'accès existant. La définition de cet aménagement sera poursuivie au cours de la phase PRO.

- Contraintes vis-à-vis des concessionnaires

Une analyse succincte a permis d'identifier plusieurs câbles concessionnaires (Orange, SFR Télécom, éclairage,..) potentiellement impactés par l'aménagement du nouvel accès. Ces impacts seront précisés lors de la phase PRO.

La réalisation du tablier dalle impacte les câbles HTA RATP présents dans les sous-quais. La coupure de ces câbles serait lourde de conséquence puisque cela engendrerait l'interruption totale de service entre gares pendant toute la durée de mise en place du pont dalle.

- Contraintes vis-à-vis de l'exploitation

Durant la phase travaux, les arrêts de bus aux environs de la gare GPE devront être reconfigurés.

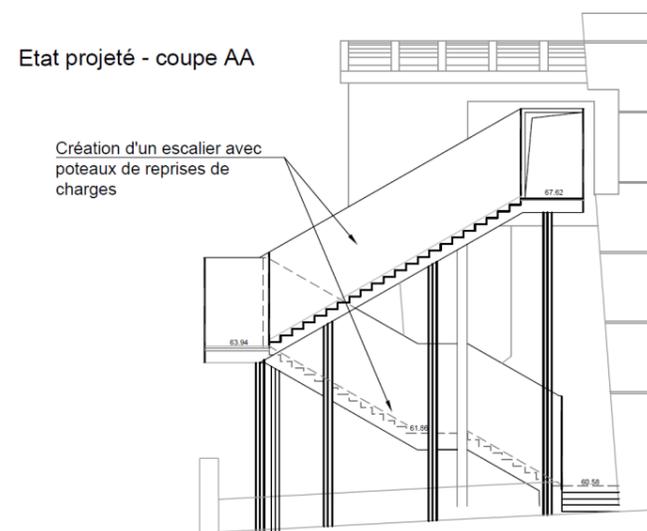


Figure 171 : ARC - Proposition d'aménagement

Vues du projet

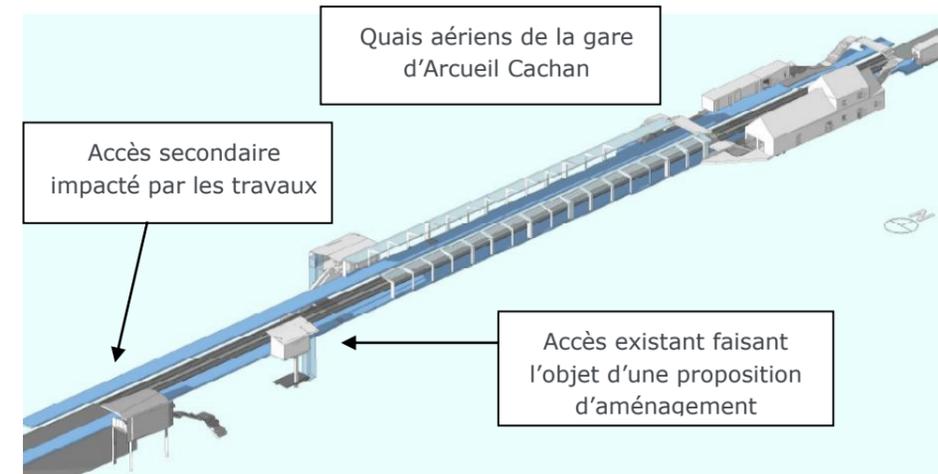
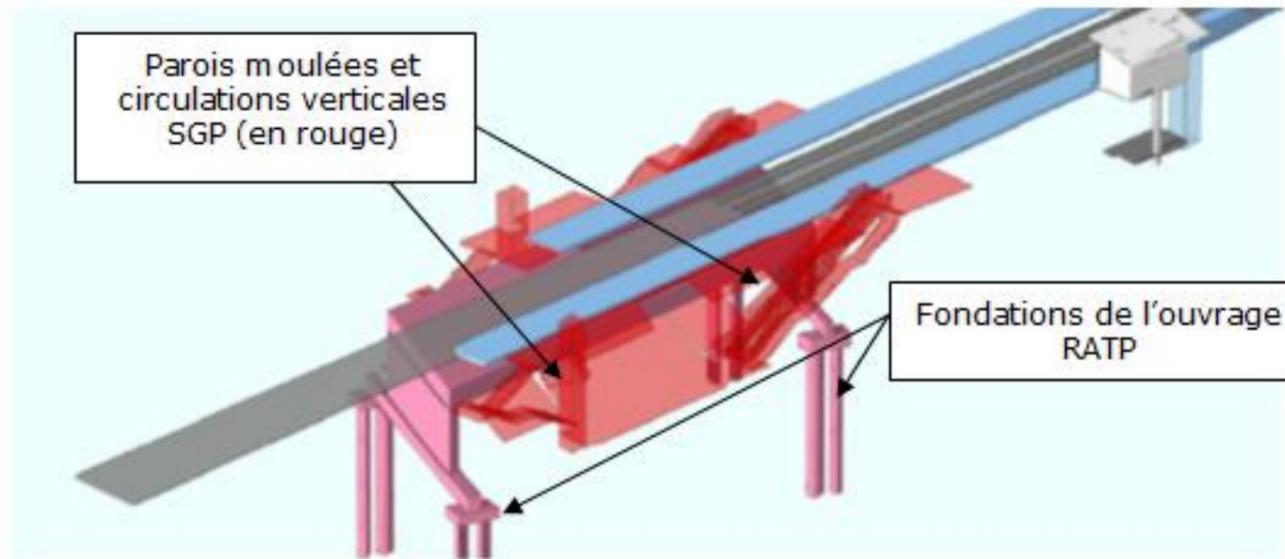


Figure 172 : ARC - Vue 3D du site actuel



ARC – Vue 3D des ouvrages SGP et RATP connectés

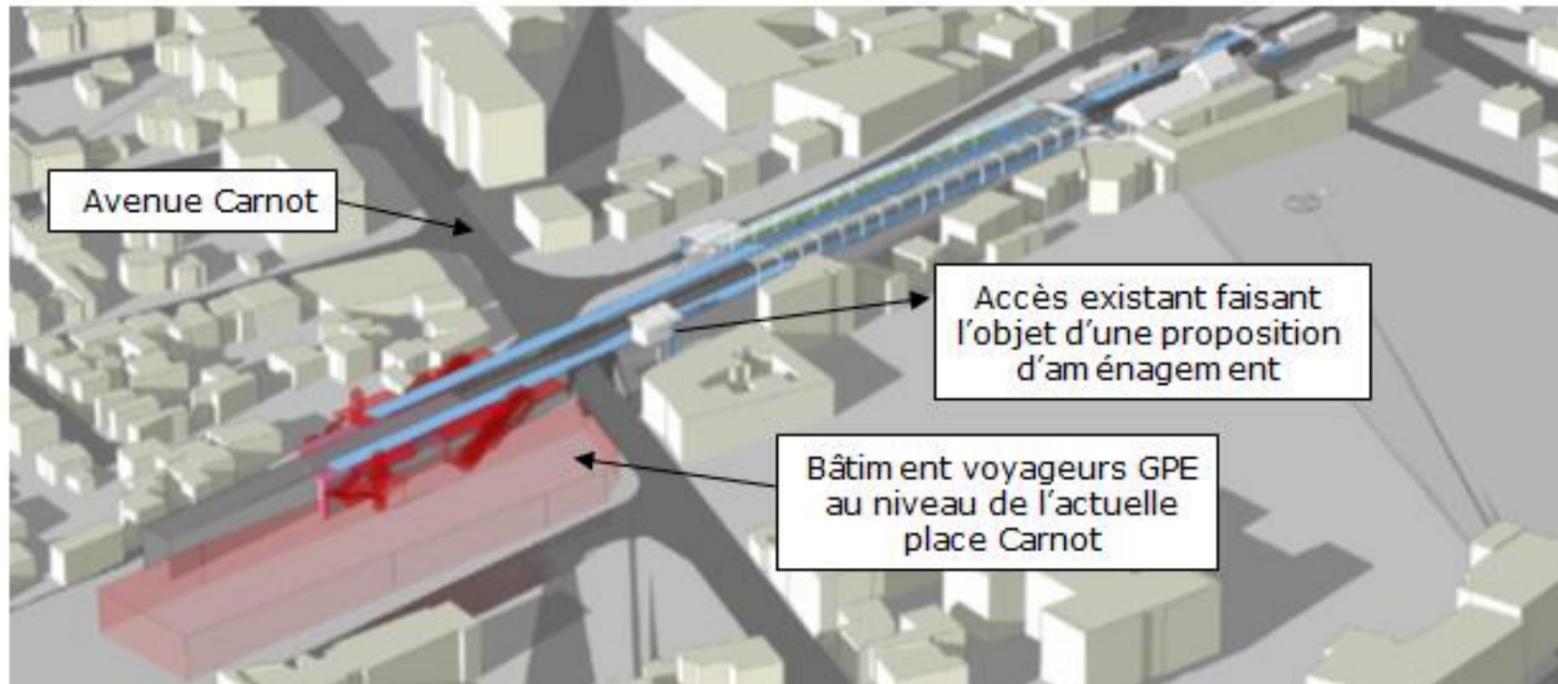


Figure 173 : ARC – Vue 3D de l'interconnexion projetée RER B/ L15 S



4.5.1.6 Bagneux

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.13.

4.5.1.6.1 Présentation générale du site

Après un prolongement de la station « Porte d'Orléans » à « Mairie de Montrouge » en mars 2013, la seconde phase du prolongement de la station « Mairie de Montrouge » à « Bagneux » a été déclarée d'Utilité Publique par arrêté inter préfectoral du 11 décembre 2012.

Cette interconnexion est de ce fait introduite par l'Avant-projet administratif du projet de prolongement de la ligne 4 du métro, validé le 5 octobre 2011.

La Ville de Bagneux, en anticipation de l'arrivée du Métro 4 (prolongement de la ligne historique) et confortée dans une perspective d'interconnexion avec le futur métro en rocade, a créé la ZAC Eco quartier Victor Hugo. Elle prévoit sur près de 18,5 hectares des activités économiques, de l'habitat et des équipements. Il s'agit de construire un quartier plus dense mais aussi d'aménager des espaces verts, une coulée verte ainsi que des circulations douces.



Figure 174 : Bagneux – vue prospective de la ZAC Eco quartier Victor

4.5.1.6.2 Future Station Terminus et interconnexion RATP M4 – GPE Ligne 15 Sud

Station Bagneux

La station « Bagneux » constituera le terminus de la ligne 4 au sud de Paris. Il s'agira d'un Etablissement Recevant du Public (ERP) de type Gare mixte de 3ème Catégorie.

La station terminus aura un accès principal donnant sur un parvis créé dans le cadre de la ZAC Victor Hugo, au droit de l'avenue Henri Barbusse. Un accès secondaire sera également créé au nord de la station, donnant sur l'avenue de Stalingrad. Une sortie secondaire débouchera également sur le futur parvis.

La profondeur moyenne des quais de la station vis-à-vis de la surface sera de 6 m : dans les espaces voyageurs, il n'y aura pas de niveau intermédiaire pour circuler du quai vers la voirie publique.

La station comportera deux quais : l'un latéral de 4,75 m pour les arrivées, et l'autre central de 7,5 m de largeur pour les départs.

La circulation entre le rez-de-chaussée et les quais sera assurée par des escaliers mécaniques (montée et descente pour l'accès principal, montée seulement pour l'accès secondaire et la sortie secondaire) et des escaliers fixes. L'accessibilité aux personnes à mobilité réduite sera garantie par l'installation d'un ascenseur par quai, du côté de l'accès principal.

L'accueil commercial sera effectué par des agents de station à partir d'un local donnant sur le parvis et le Pôle Bus qui sera créé dans le cadre du prolongement de la ligne de métro. La vente de titres de transport sera proposée à chaque accès à la station en voirie (accès principal et accès secondaire).

L'accès aux locaux techniques sera indépendant de l'accès public des voyageurs.

Interconnexion RATP - GPE

Les 2 ERP souterrains seront reliés par un ouvrage de correspondance, lui aussi souterrain.

La station Bagnex prévoit dans sa conception la création de deux escaliers (1 EF et 1 EM) et un ascenseur sur chaque quai afin de permettre la correspondance directe avec la future gare de la ligne 15 du Grand Paris.

La SGP et la RATP se sont rapprochées afin de convenir des conditions de coordination de leurs études de niveau PRO de manière à s'assurer de la compatibilité des travaux d'aménagement relevant de leur maîtrise d'ouvrage respective, ainsi que pour fixer les conditions de financement de ces études et travaux.



Figure 175 : Bagnex - Interconnexion avec la Ligne 15 Sud (en vert)

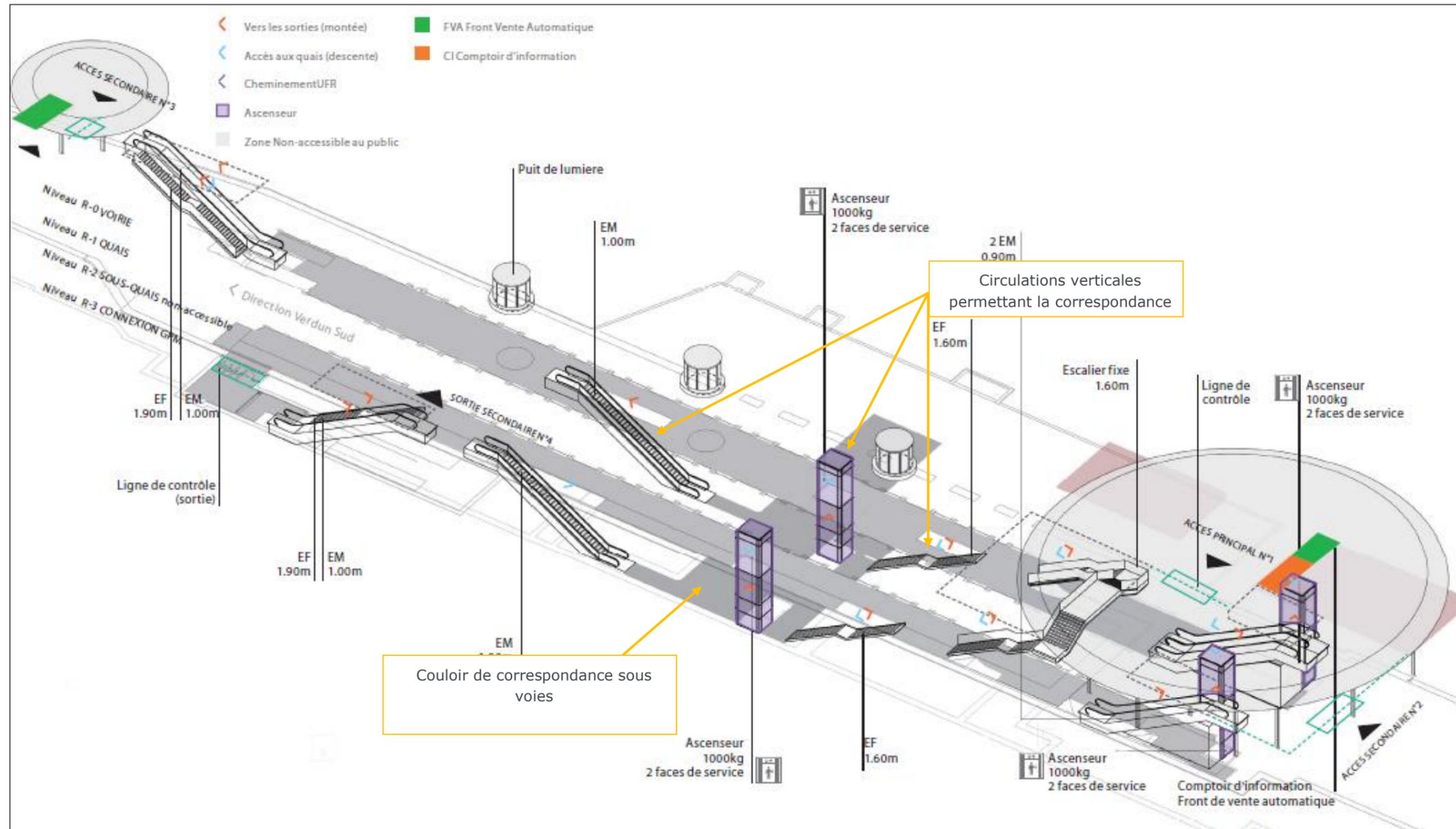


Figure 176 : Vue de la station Bagnex M4 et du couloir sous les voies permettant d'accéder à la gare GPE



4.5.1.8 **Châtillon-Montrouge**

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.14.

4.5.1.8.1 Présentation générale du site

La future gare L15 vient s'implanter, au Nord de la station existante, au droit de la gare routière Bus.

La ligne 13 emprunte une ancienne plateforme du projet de ligne entre Paris et Chartres par Gallardon qui ne desservait que les ateliers SNCF de Châtillon-Montrouge et la gare de marchandises.

La station de Métro existante constitue le terminus de la ligne 13. Il s'agit d'un ERP de type Gare aérienne de 5ème Catégorie située en remblai par rapport aux environnants. La salle des billets est positionnée sous les voies au niveau de la voirie.

Composée de quais aériens situés sur un talus dominant la gare routière, la station comprend un quai central, « quai départ » et un quai latéral, « quai arrivée ». Ce quai est adjacent à un faisceau de voies SNCF.

Fonctionnel actuel de la station

Mode et ligne desservie	Métro Ligne 13
Type d'ERP	Gare aérienne, 5ème catégorie
TJRF à l'heure de pointe (2012)	4 811 entrants
Configuration spatiale générale	2 débouchés : - Sortie 1 Avenue Marx Dormoy ; - Sortie 2 Rue de l'Avenir.
	- 1 Salle des billets (niveau voirie).
	- 1 quai central (départ) d'une surface de 432m ² (soit 80m de longueur par 5.40m de largeur) ;
	- 1 quai latéral (arrivée) d'une surface de 265m ² (soit 78m de longueur par 3.40m de largeur).
	- Dénivelé voirie/quai de l'ordre de 8.50m (Sortie 1)

		- Dénivelé voirie/quai de l'ordre de 7m (Sortie 2).
Services en station	Services transports	- 1 comptoir d'information ; - 1 front de vente automatique
	Services complémentaires	- Commerces dans la salle d'échange
Mécanisation des circulations verticales	Ascenseurs	- Pas d'ascenseur
	Escaliers mécaniques	- 1 EM (montée) salle/quai central
Sécurité incendie / Evacuation		- 1 dégagement sur le quai central ; - 2 dégagements sur le quai latéral.
		Temps maximal d'évacuation actuel inférieur à 10min.



Figure 177 : CHM - Plan de situation – Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP)

4.5.1.8.1.1 Interconnexion RATP M13 – GPE Ligne 15 Sud

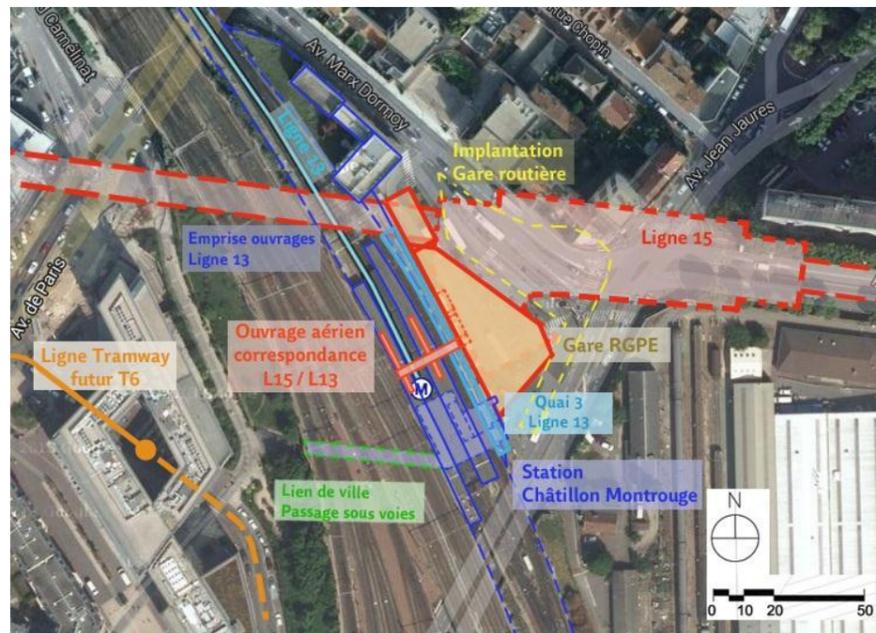


Figure 178 : CHM - Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b)

Le projet se situe dans un contexte urbain dense : plateforme ferroviaire, gare routière, avenues avec un fort trafic, immeubles...

L'essentiel des infrastructures du projet de la SGP est projeté en sous-sol. Seul le bâtiment de la gare est conçu en émergence au niveau de la voirie. Celui-ci sera accolé à l'emprise des voies RATP afin de favoriser une correspondance directe avec la ligne 13 du Métro.

La correspondance L15 / L13 s'effectuera via une passerelle aérienne couverte au-dessus des voies reliant les quais aériens de la station au bâtiment voyageurs GPE via plusieurs circulations verticales.

Les principaux ouvrages de ce projet de correspondance en station de Châtillon Montrouge sont donc :

- la création d'une passerelle au-dessus des voies du métro,
- la création d'un troisième quai « latéral départ » situé côté gare routière, au droit du mur de soutènement existant.

Châtillon Montrouge figure parmi les stations critiques de par les emprises chantier importantes et les coupures d'exploitation nécessaires aux travaux de correspondance, notamment pour la mise en place de la passerelle.

Les établissements RATP et GPE seront indépendants. La limite de l'établissement RATP se situera au niveau de la passerelle, projetée au droit du mur de soutènement existant. Il inclura par conséquent les espaces existants, le nouveau quai, la sortie de secours ainsi que la passerelle et les circulations verticales menant aux différents quais.

Les circulations verticales d'accès au nouveau quai et à la passerelle depuis le bâtiment voyageurs ainsi que la ligne de contrôle seront dans le périmètre GPE.

Création de la passerelle et de ses circulations verticales

De 22m de portée et 3,5m de largeur, la passerelle métallique dédiée à la correspondance des flux L15/13 sera située 6m au-dessus des quais. Elle permettra d'accéder aux quais existants Départ et Arrivée via des circulations verticales :

- 1 EF et 1 EM (à la montée) pour le quai latérale Arrivée ;
- 1 EF et 1 EM pour le quai central Départ ;
- 1 EF pour le nouveau quai.
- Son positionnement a été déterminé en fonction des contraintes existantes, à savoir :
- la position des liaisons verticales existantes et de leurs dégagements nécessaires,
- le maintien de l'ouverture des portes de secours (portes façades de quai à ouvrir vers l'intérieur du quai).

Son implantation répond également de façon optimum aux interactions de flux projetés sur les quais.

La passerelle prendra ses appuis sur les ouvrages RATP via 3 poteaux, sans lien avec les ouvrages connexes de la RATP.

Elle sera préfabriquée puis acheminée par morceaux sur site pour assemblage. **Sa mise en place sera réalisée par grutage, lors d'un week-end de coupure de l'exploitation de la ligne 13 (4 jours).**

Ses appuis seront réalisés au préalable.

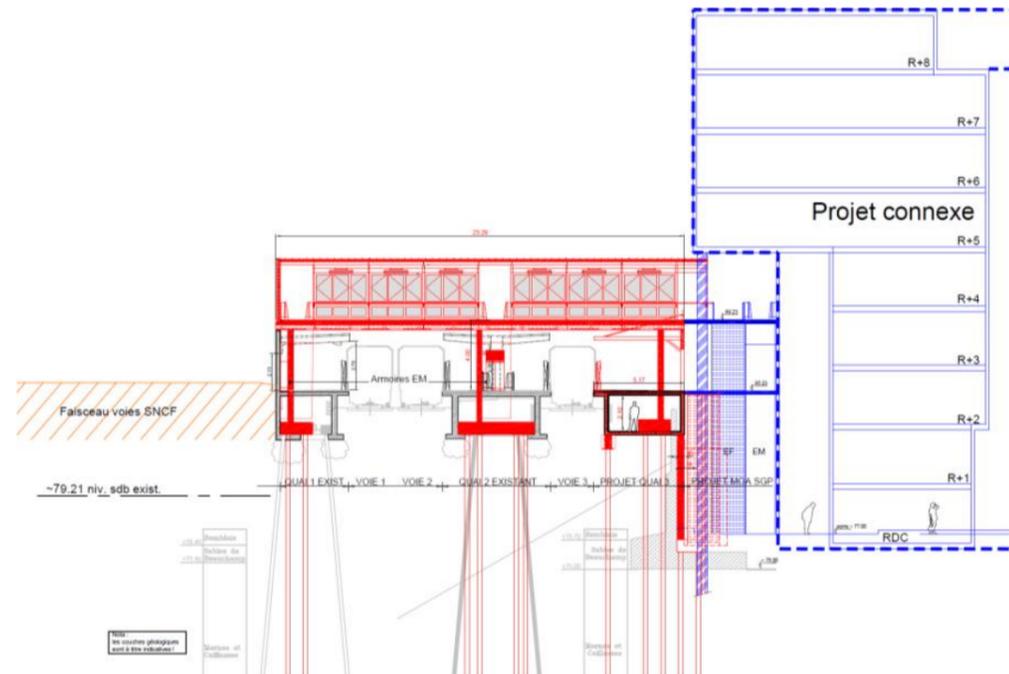


Figure 179 : CHM - Schéma de construction de la passerelle

Création d'un troisième quai, « quai latéral départ »

Les 3 poteaux de la passerelle seront encastrés dans le sol et fondés à l'aide de 14 micropieux d'une longueur allant de 25 à 30 m. Ces tubes seront scellés par Injection Globale Unitaire dans des forages de 25 cm de diamètre.

Création d'un troisième quai

Afin de vérifier les paramètres capacitaires et fonctionnels de la station avec l'arrivée du GPE, des études de simulations dynamiques de flux ont été réalisées selon deux types de cas : situation nominale d'exploitation et situation perturbée. Les résultats présentés ci-dessous montrent que la densité des quais notamment dans le sens des départs, peut être supérieure à 2,5 voyageurs par m².

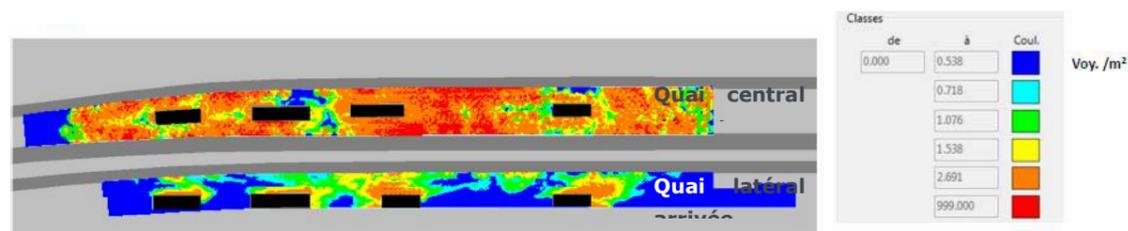


Figure 180 : Carte de densité sur les quais - 30 secondes les plus critiques de la simulation (LOS Fruin)

Afin d'éviter un encombrement récurrent des quais, la RATP a opté pour la création d'un 3^e quai « latéral Départ » principalement dédié au flux voyageurs en provenance de la ligne 15.

Ce quai s'insérera sans modifier le tracé de voie existant, en limite du mur de soutènement. Dimensionné pour recevoir les flux projetés, sa largeur minimale sera de 3,90m et pourra atteindre 5.59 m de par la géométrie courbée de la voie.

Une partie de ce quai, sur environ 15m à l'extrémité sud, sera construit en porte à faux du mur de soutènement afin de respecter la largeur minimale.

Ce quai sera équipé de :

- l'ensemble du mobilier et de la signalétique suivant les données du programme,
- d'une marquise voyageurs sur toute sa longueur qui devra être en cohérence avec les marquises existantes des autres quais et celle de la passerelle,
- de portes palières sur toute sa longueur qui seront pilotées par de nouvelles armoires de commandes installées dans le sous quai.

La pose des portes palières nécessite une nouvelle coupure d'exploitation de 4 jours.

Il est à noter que ce nouveau quai n'aura pas de connexion directe avec la salle d'échanges RATP. Une sortie de secours sera créée en application de la réglementation.

Aménagements associés

Des aménagements relatifs à la création de cette passerelle et de ce 3^e quai sont prévus :

- Un cheminement conducteur (largeur de 3m et hauteur de 2,10m) sera aménagé dans le sous quai afin de garantir un passage réglementaire et sécurisé exclusivement dédié au personnel RATP pour qu'il puisse rejoindre les locaux RATP situés au nord de la station depuis les voies de garage des trains présentes au sud du terminus. Ce nouveau cheminement vient en rétablissement du passage actuel qui se situe dans l'emprise du nouveau quai.
- Une porte d'extrémité de quai « PEQ » sera mise en œuvre côté sud du nouveau quai. L'arrière station étant une zone de retournement automatique (RA) des trains, une barrière physique doit être mise en place afin d'empêcher tout voyageur de s'aventurer dans cette zone.
- Deux locaux seront également construits, au niveau du quai, en surplomb de l'escalier de la sortie de secours. Un local de 20m² est ainsi destiné au lot Courants Faibles, l'autre local de 10m² est dédié au Volume Technique Protégé du lot Courants Faibles. Ceux-ci seront accessibles par un aménagement spécifique à définir en extrémité du quai.

- Un local technique d'une surface de 25m² environ, sera aménagé au Rez-de-chaussée, sous l'escalier de la sortie de secours. Il devra être directement accessible depuis le niveau voirie.

Enfin, pour accompagner l'arrivée de la nouvelle gare GPE L15, la RATP a développé un projet de valorisation immobilière d'environ 15.000 m².

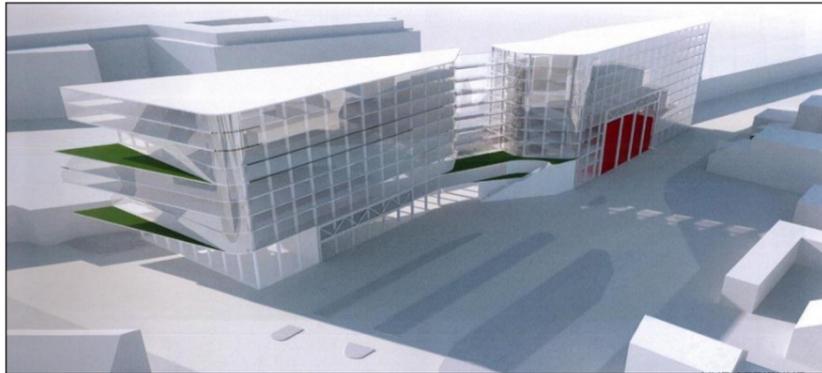


Figure 181 : Premières études capacitaires (ICADE)

Selon les études de faisabilité réalisées à ce jour et l'état d'avancement du projet immobilier, la RATP propose la construction de deux bâtiments en R+8 en superposition de la gare GPE et de la station de Métro L13.

Impacts des aménagements sur l'existant

- Passerelle

La réalisation des appuis de la passerelle et de ses circulations verticales impactent :

- Les marquises existantes sur 30 m linéaires ;
- Les équipements en sous quais dont les armoires qui pilotent les portes palières (dépose et repose de ces dernières) ;
- le mobilier et les équipements des quais central Départ et latéral Arrivée (espaces d'attente et abris voyageurs).
- Interface avec la plateforme de voies SNCF

On note la proximité des voies SNCF longeant le quai arrivée. Un écran sépare les 2 sites d'exploitation. Il est nécessaire de récupérer toutes les informations concernant cet ouvrage, pour affiner l'implantation des fondations et la possibilité d'inclure des pieux ou micropieux à proximité du mur.

- Exploitation de la gare routière

L'émergence du bâtiment voyageur du GPA impose le déplacement définitif de la gare routière. La réalisation des travaux de correspondance de la RATP impacte également l'exploitation de la gare routière par la mise en place des emprises chantier sur son périmètre. Ces emprises seront optimisées de manière à maintenir une voie de circulation pour les bus.

Le projet présenté par la SGP tient compte de cette hypothèse et également du projet connexe de la RATP (immeuble de bureaux) au-dessus de la salle d'échange L15 – L13, niveau parvis.

- Maintien de l'accès au poste de redressement RATP

La présence d'un poste de redressement donnant sur la gare routière et dont l'accès doit être préservé même en phase travaux impacte les plans de phasage de réalisation sur l'espace de la gare routière.

- Contraintes vis-à-vis des concessionnaires

Les travaux de la RATP n'ont aucune incidence sur les différentes infrastructures des concessionnaires (GRDF, ERDF, Télécom,...), néanmoins il convient de tenir compte de leur proximité avec les emprises chantier.

Vues du projet

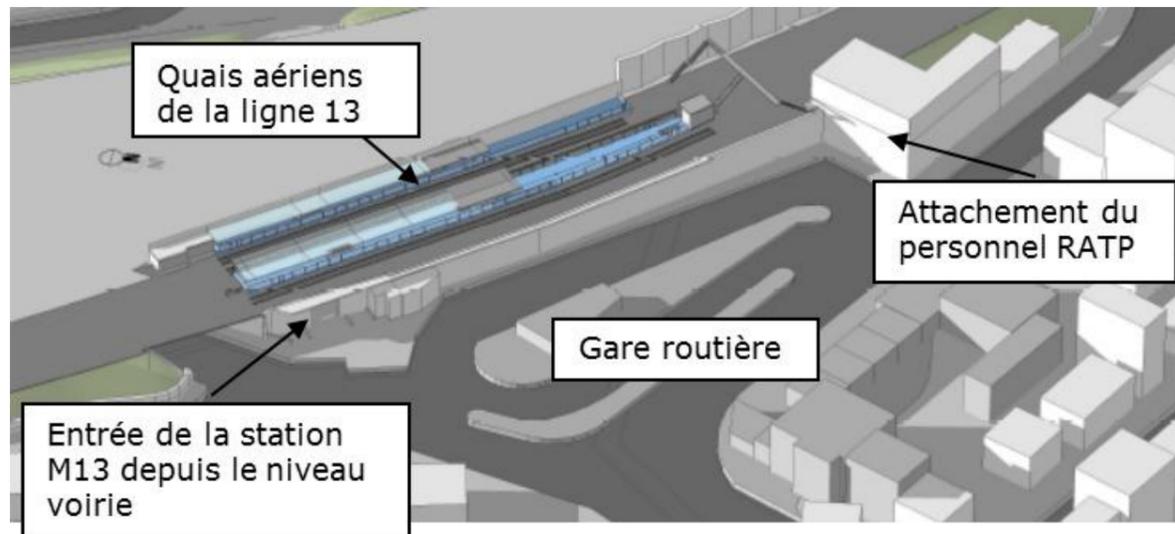


Figure 182 : CHM –Vue 3D du site actuel

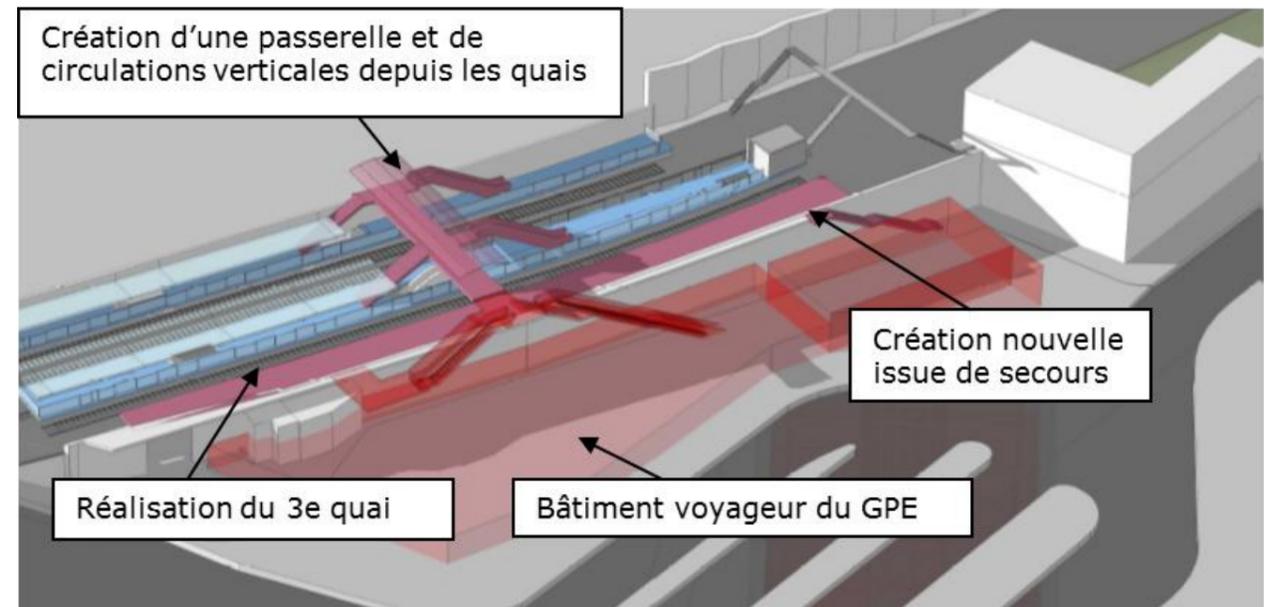


Figure 183 : CHM - Vue 3D de l'interconnexion projetée L13/L15

4.5.1.9 Pont-de-Sèvres



Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la RATP qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.17.

4.5.1.9.1 Présentation générale du site

La future gare L15 vient s'implanter au sud de la station existante, le long de la Seine, à l'écart de l'important carrefour routier.

La totalité des infrastructures du projet de la SGP est projetée en sous-sol et un important ouvrage de correspondance relie les deux établissements souterrains.

La station de Métro existante, station de Pont-de-Sèvres, constitue le terminus de la ligne 9 à l'Ouest de Paris. Il s'agit d'un Etablissement Recevant du Public (ERP) de type Gare souterraine de 3ème Catégorie.

Celle-ci est implantée sous une importante gare routière, au niveau de l'avenue du Général Leclerc, qui irrigue majoritairement le Sud - Ouest du département des Hauts-de-Seine.

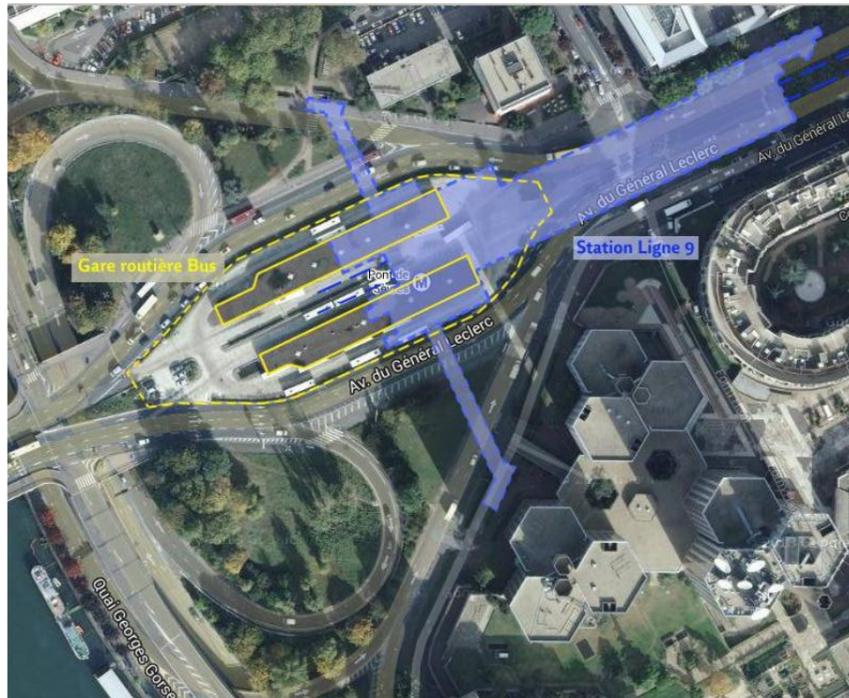


Figure 184 : PDS - Plan de situation – Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP)

Fonctionnel actuel de la station

Mode et ligne desservie	Métro Ligne 9	
Type d'ERP	Gare souterraine, 3ème catégorie	
TJRF à l'heure de pointe (2012)	2 247 entrants	
Configuration spatiale générale	6 débouchés : - Sortie 1 Forum Pont de Sèvres ; - Sortie 2 Quai Alphonse Le Gallo ; - Sortie 3 Rue de Bellevue (2 débouchés) ; - Sortie Gare routière (2 débouchés).	
	- 1 accès principal au niveau de la Salle d'accueil ; - 1 accès secondaire.	
	1 quai central (départ) et 1 quai latéral (arrivée)	
	Dénivelé voirie/quai : environ 7m	
Services en station	Services transports	- 1 guichet ; - 2 ADUP (distributeur) ; - 2 AS (Automate de service)
	Services complémentaires	- 3 commerces
Mécanisation des circulations verticales	Ascenseurs	- Aucun
	Escaliers mécaniques	- 1 à la montée quai/SA - 1 à la montée SA/Gare routière
Sécurité incendie / Evacuation	2 dégagements sur chaque quai.	
	Temps maximal d'évacuation inférieur à 10min.	

4.5.1.9.2 Interconnexion RATP M9 – GPE Ligne 15 Sud

Le projet se situe à proximité du Pont-de-Sèvres, dans un contexte urbain caractérisé essentiellement par la gare routière et les nombreuses voiries à proximité.

Les 2 ERP souterrains seront reliés par un important ouvrage de correspondance, lui aussi souterrain, où sera située une nouvelle salle d'échange RATP.

Le projet comprend également la mise en accessibilité de la gare routière, correspondance GPE / BUS, via la salle d'échange RATP, avec la création de 2 ascenseurs.

Il est à noter que le département des Hauts-de-Seine envisage de repositionner la gare routière dans le cadre d'un projet connexe de réaménagement de la tête du Pont-de-Sèvres. Les correspondances de la RATP et de la SGP devront être compatibles avec la gare routière existante tout en prévoyant des réservations préservant le devenir de la correspondance avec une gare routière reconfigurée.

A la suite des travaux de correspondance, la station changera de catégorie en passant de la 3e à la 2e catégorie. En effet, en situation projetée, la station sera susceptible de recevoir 864 personnes contre 419 aujourd'hui.

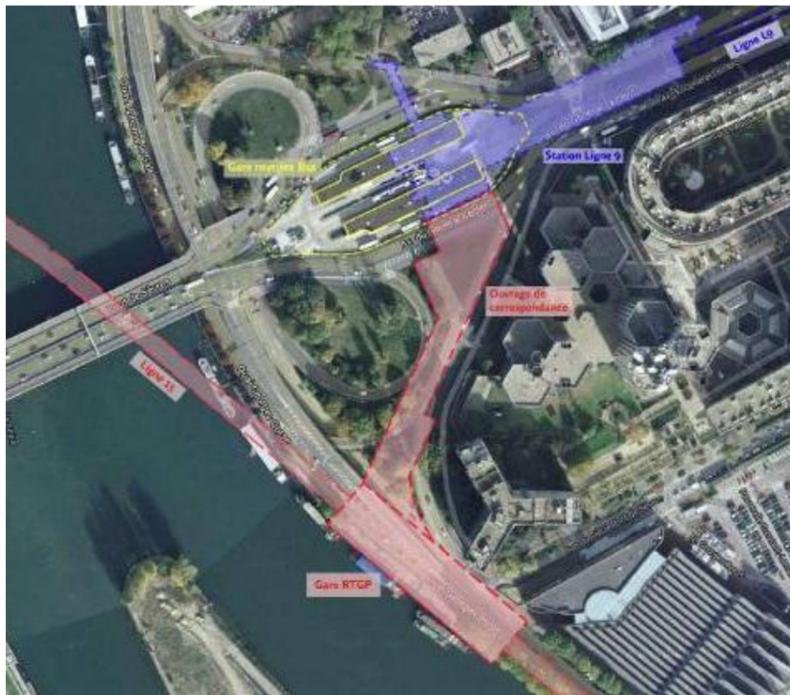


Figure 185 : PDS - Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)

Figure 186 :

Le système de sécurité Incendie et la sonorisation de sécurité seront mises à niveau pour toute la station et le temps d'évacuation de la station sera inférieur à 5 minutes.

Mise en accessibilité de la gare routière

A la demande du Stif, la mise en accessibilité de la gare routière aux PMR, dont usagers en fauteuil roulant (UFR), en provenance de la L15 nécessite la création d'ascenseurs dans la station de la ligne 9. La RATP a ainsi prévu dans ses études l'installation de 2 ascenseurs.

L'objectif est d'avoir un accès UFR depuis la salle des billets vers chaque quai de la gare routière, à savoir :

- 1 ascenseur 1000 Kg situé au droit de locaux actuellement dédiés au personnel RATP pour le quai départ Bus, côté Nord ;
- 1 ascenseur 1250 Kg situé au droit de l'agence commerciale existante pour le quai arrivée Bus, côté Sud.

Niveau salle, ces ascenseurs sont positionnés de façon à ne pas générer de conflit avec le flux voyageur principal. Leurs armoires contrôle commande sont insérées de façon « masquée » à proximité immédiate des ascenseurs.

Niveau quais de la gare routière, ils sont positionnés de façon à laisser des dégagements nécessaires au passage de voyageurs, vis-à-vis des autres équipements environnants.

La création des 2 ascenseurs va générer :

- au niveau salle existante, la démolition préalable de l'agence commerciale, le réaménagement provisoire des locaux du personnel RATP ainsi qu'une adaptation structurelle de l'existant pour leur insertion.
- au niveau de la gare routière, côté quai bus arrivée, le déplacement d'un local 2 roue dédié au personnel RATP ; côté quai bus départ, le déplacement d'un abri voyageurs et d'un ADUP, appareil de vente à l'usage du public.

La gare routière devra rester opérationnelle et sécuritaire durant la réalisation des travaux.

Création d'un nouvel espace d'échange

Afin d'accueillir la correspondance L15, la RATP a complètement repensé l'aménagement de ses espaces et équipements.

A l'extrémité du nouveau couloir de correspondance, en jonction avec la station existante, la RATP vient recréer un nouvel espace d'échanges équipé de l'ensemble des locaux d'exploitation nécessaires, à savoir :

- un Comptoir d'Information Club,
- des fronts de vente et un local comptabilité,
- des locaux techniques (BT, CFA, SSI),
- des locaux du personnel (Vestiaire, salle détente...).

L'orientation du guichet a été modifiée de façon à être vu rapidement par l'ensemble des voyageurs provenant de la L15 suivant la géométrie et les aménagements du couloir GPE.

Toutefois, l'absence actuelle de vente dans le couloir de circulation existant générera un croisement de flux entre les voyageurs en provenance du réseau BUS démunis de titre de transport métro et les correspondants L15/L9.

A ces locaux, viennent s'ajouter la mise en place de lignes de contrôles :

- pour les entrants directs Ville : L9 dans la salle existante ;
- pour les correspondants L15 : L9 au droit du piédroit existant de la salle côté sortie « Forum Pont de Sèvres ».

Enfin, un ventilateur de désenfumage sera mis en place dans ce nouvel espace.

La sortie Pont-de-Sèvres impactée par le nouveau couloir de correspondance, devra rester opérationnelle durant les travaux. Les travaux et phasages de la gare SGP devront permettre le maintien d'une structure provisoire qui laissera le couloir accessible le plus longtemps possible pendant le chantier (structures et cloisonnements provisoires à envisager).

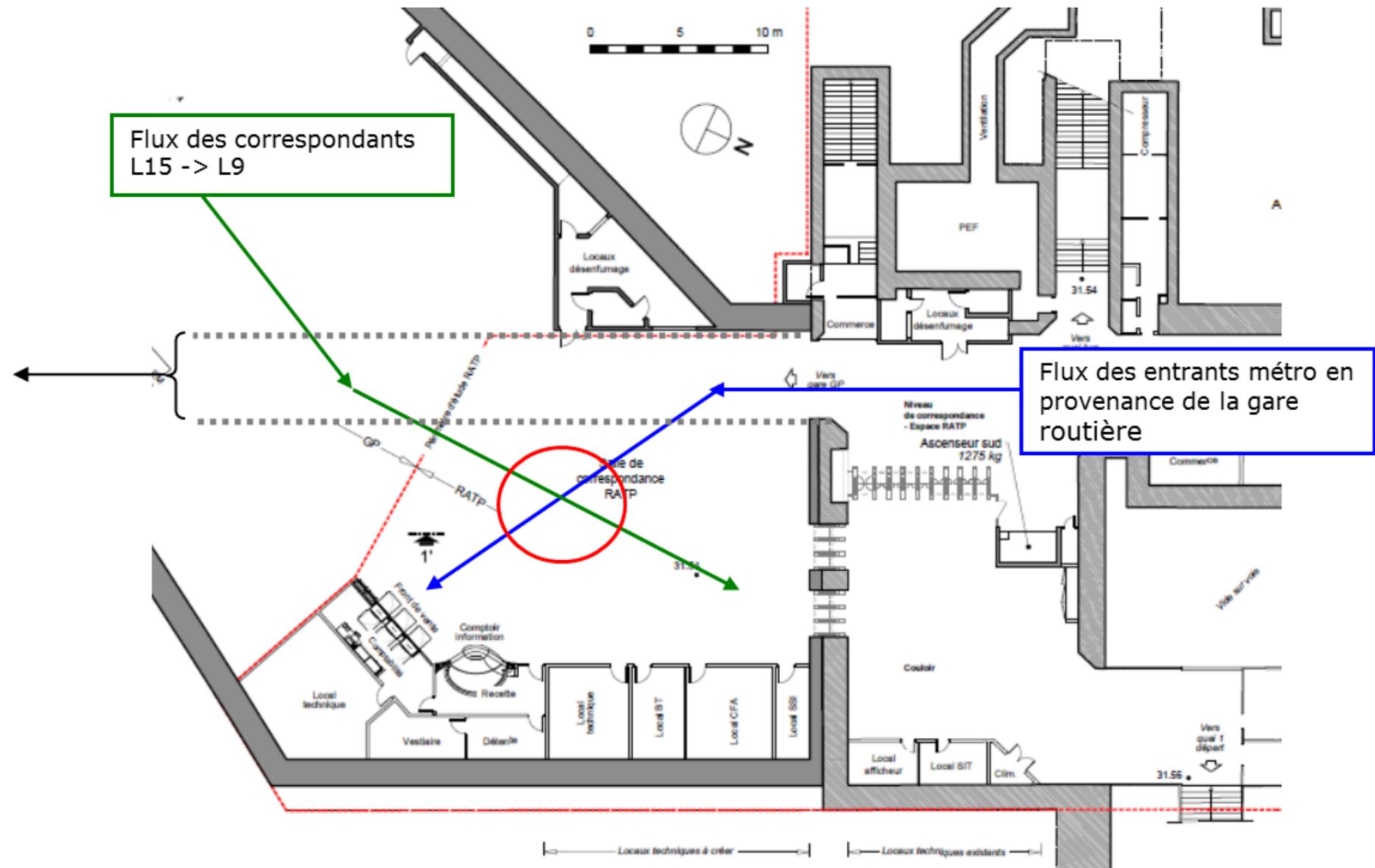


Figure 187 : PDS - Nouvel espace d'échange et flux

Réaménagement de la salle des billets existante

La création du couloir de correspondance implique la suppression de l'actuelle sortie sud de la station L9 et le changement de destination de la salle d'accueil actuelle qui deviendra un espace de circulation uniquement, pour les entrants directs et les correspondants L15.

La salle d'accueil actuelle sera réaménagée et mise aux normes de la façon suivante :

- Suppression des locaux situés le long du piédroit existant (locaux Recettes et Compta) ;
- Suppression de 2 commerces « Bonne journée » situés au début du couloir de la sortie « Forum Pont de Sèvres » ;
- Création des gaines d'ascenseurs ;
- Mise en place d'un ventilateur de désenfumage.

Ces travaux réalisés dans les espaces exploités nécessiteront la mise en place de précautions de sécurité.

Impacts des aménagements sur l'existant

- Contraintes vis-à-vis des concessionnaires

Les travaux de la RATP sont impactés par la présence d'égouts. Leur implantation est à confirmer par le concessionnaire, afin d'ajuster l'implantation/profondeur des ascenseurs.

Autre équipement d'exploitation impacté : les câbles Haute tension cheminant à la lisière du tunnel existant L9, sous le niveau voirie. Ceux-ci devront être dévoyés.

Vues du projet

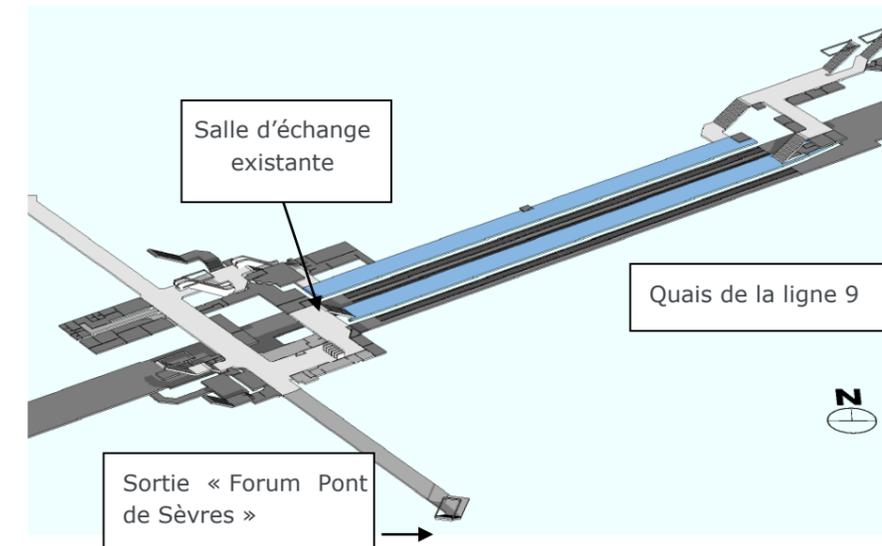


Figure 188 : PDS - Vue 3D de la salle d'échange existante

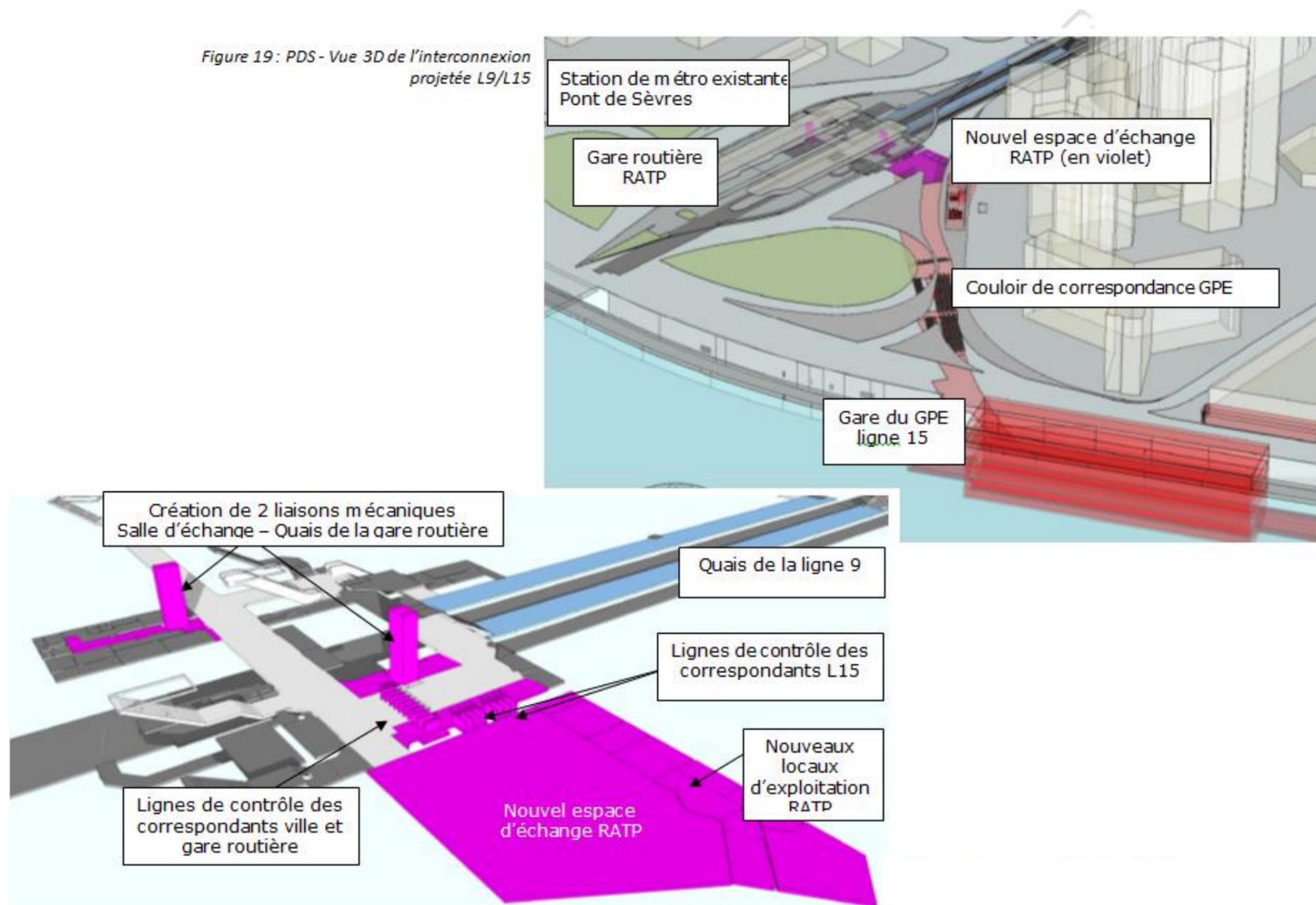


Figure 190 : PDS - Vue 3D de l'interconnexion projetée L9/L15

Figure 189 : (bas) PDS - Vue 3D du projet de correspondance RATP

Figure 190 : (haut) PDS - Vue 3D de l'interconnexion projetée L9/L15

4.5.2. Interconnexions avec le réseau ferré national (correspondance et adaptations des réseaux existants)

4.5.2.1 Gare de Bry-Villiers-Champigny



La SNCF étudie la création de la gare de Bry-Villiers-Champigny avec l'objectif fondamental de maintenir la robustesse des lignes actuelles. Les installations ferroviaires seront définies et dimensionnées en fonction de cette cible. L'arrêt des trains en gare de Bry-Villiers-Champigny se fera au plus près de la mise en service de la ligne 15 Sud.

Les principes de la gare double GPE-SNCF, avec bâtiment unique, sont décrits au 4.1.3.5.

4.5.2.2 Gare du Vert-de-Maisons



Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage SNCF qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.7.

4.5.2.2.1 Situation actuelle

La gare du Vert-de-Maisons est située au sud de Maisons-Alfort et Alfortville, communes du Val-de-Marne, au sud-est de Paris. Le Vert de Maisons est une gare ferroviaire de la ligne Paris-Lyon à Marseille-Saint-Charles (ligne 830 000). Elle est située au point kilométrique 7,795 de cette ligne. La gare du Vert de Maisons se trouve ainsi sur le faisceau ferroviaire qui sépare les deux communes dans un axe Nord-Sud, Alfortville à l'Ouest et Maisons-Alfort à l'Est.

Le faisceau ferroviaire existant supporte les voies de la Ligne à Grande Vitesse (LGV) Paris-Lyon-Marseille, des TER Bourgogne, des Corail Inter cités ainsi que celles du Transilien R et du RER D. La gare est uniquement desservie par le RER D.

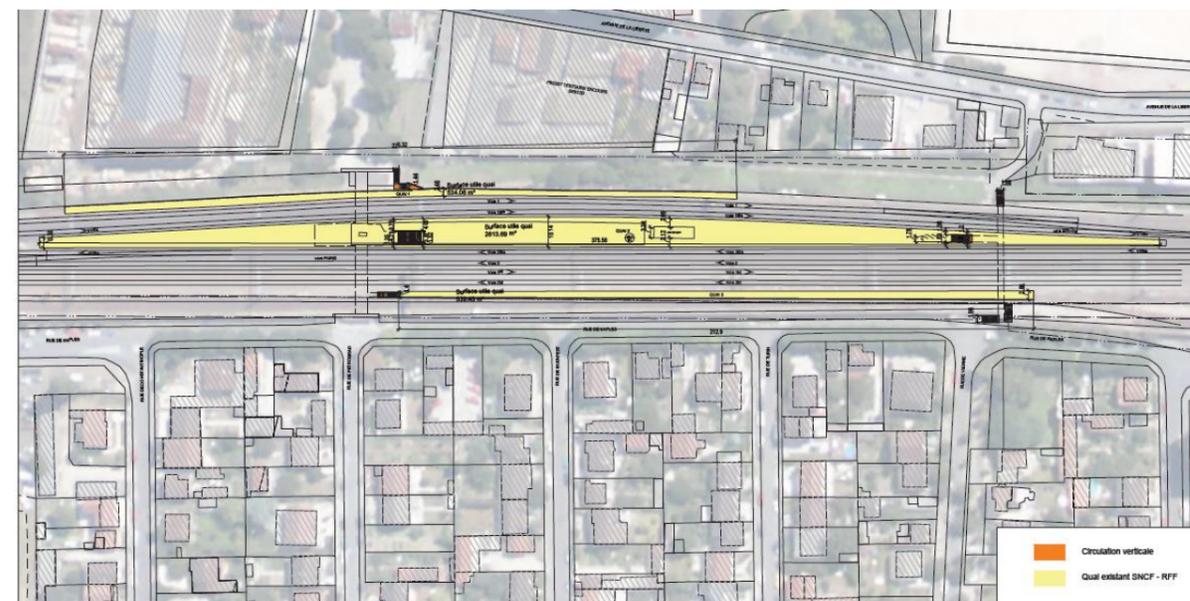
La gare comporte 3 quais :

- le quai 1 de secours côté V1,
- le quai 3 de secours côté V2M,
- le quai 2 central dessert les voies V1bis (direction Province) et V2bis (direction Paris),
- Les quais de secours 1 et 3 sont de hauteur 55 cm. Ils sont desservis par escalier fixe depuis la voirie publique, ainsi que, pour le quai 3, depuis le passage souterrain. En période normale, ces accès sont fermés au public par un portillon et une clôture. Ils sont utilisés en situation perturbée.

Le quai 2 central doit être rehaussé, dans le cadre du SDA, à une hauteur de 92 cm sur toute sa longueur.

La gare comporte 2 passages souterrains:

- Un passage souterrain principal Nord dans lequel se situe l'espace de vente. Il permet l'accès au quai central (quai 2) et au quai de secours 3. Un ascenseur sera installé dans le cadre du projet SDA, en complément de l'escalier fixe, pour assurer l'accessibilité PMR du quai 2. Il assure la liaison urbaine entre Maisons-Alfort et Alfortville, y compris durant les horaires de fermeture de la gare.
- Un passage souterrain secondaire Sud. Il dessert le quai 2 par un escalier fixe. Le contrôle des voyageurs se fait par 4 CAB situés sur le quai. On y accède depuis Maisons-Alfort et Alfortville, entre lesquelles il assure également la liaison urbaine, y compris durant les horaires de fermeture de la gare.



La gare du Vert-de-Maisons est actuellement desservie par 4 RER D par heure et par sens, en heure de pointe (branche D6 : Corbeil-Essonnes). Les comptages de fréquentation indiquent 1 870 voyageurs par heure en heure de pointe du matin.

4.5.2.2.2 Situation projetée

Le dimensionnement des ouvrages d'interconnexion a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

	Situation actuelle	Horizon GPE L15 Sud <i>Mise en correspondance à infrastructures en ligne constantes</i>	Au-delà horizon GPE L15 Sud <i>Evolution des infrastructures</i>
Offres cibles en gare	4 RER D/h/sens	16 RER D/h/sens	20 RER D/h/sens voies BIS 10 trains/h/sens voies M
Voyageurs montants et descendants (sur 1h à l'HPM)	1 870 voyageurs <i>(comptages)</i>	9 200 voy <i>(estimations STIF 2013)</i>	AVP SNCF-R du 28/11/2014 <i>(estimations STIF 2013)</i>

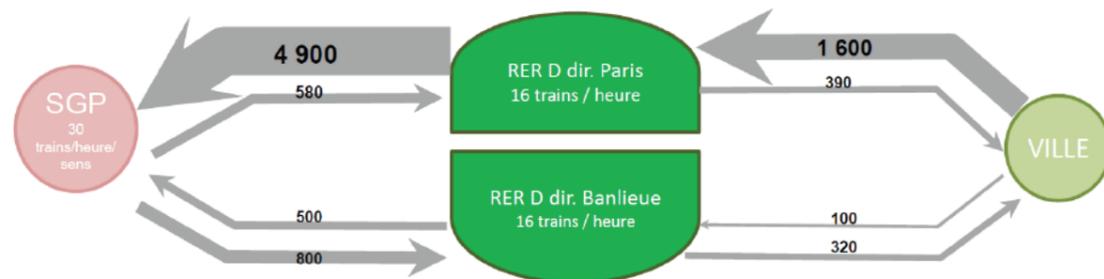
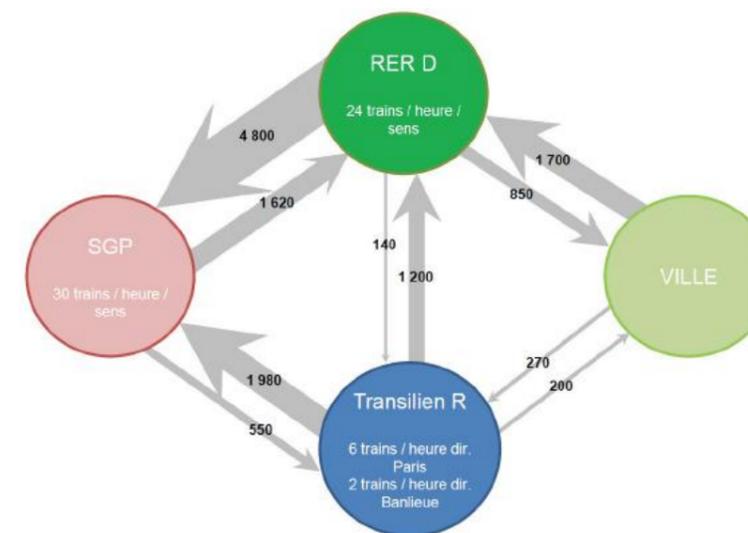


Figure 191 : VDM- Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec la GPE

Dans les hypothèses prises en compte, le dimensionnement du quai central reste inchangé, ce qui nécessite une desserte minimale de 16 trains RER D par heure dans le sens de la pointe pour assurer la sécurité des voyageurs.

Mesures conservatoires

La prise en compte des flux estimés pour l'horizon postérieur à l'interconnexion avec la L15 Sud, avec évolution de l'infrastructure, détermine la largeur du nouveau passage souterrain à créer, pour permettre le transit des voyageurs supplémentaires en correspondance (arrêt de missions sur les voies M). Organisation des flux à cet horizon :



Programme technique

- Les ouvrages de correspondance prévus pour la mise en interconnexion de la gare du Vert-de-Maisons, comprennent :
 - La création d'un passage souterrain sous les voies V1 et V1bis. Largeur utile : 10,1 m ; longueur : 18,86 m ; hauteur (hors équipements techniques) : 3,25 m mini
 - La réalisation des circulations verticales vers le quai depuis le nouveau passage souterrain et les équipements d'exploitation associés (alimentation, énergie, etc.) :
 - > 2 escaliers mécaniques de largeur utile unitaire de 1 m,
 - > 2 escaliers fixes de largeur unitaire 2,1 m (lisse incluse),
 - > 1 ascenseur.
- Traitement des impacts de ces aménagements sur les équipements ferroviaires (déplacement de poteaux caténaire, d'équipements de signalisation...) et sur les équipements de quai (dépose marquise de quai existante, éclairage, vidéosurveillance, sonorisation, info voyageurs ...)
- Equipement du passage souterrain et des circulations verticales (éclairage, signalétique, information voyageur...)
- Reconstitution d'une nouvelle marquise recouvrant l'ascenseur et les escaliers des nouvelles émergences
- La création d'une nouvelle circulation verticale vers le quai RER D depuis le passage souterrain nord existant, ce qui intègre :
 - > La création d'une nouvelle trémie entre le quai central et le passage souterrain existant, en lieu et place des espaces de ventes et d'exploitation actuels
 - > La réalisation des circulations verticales (1 escalier mécanique, largeur utile 1 m) et les équipements d'exploitation associés (alimentation, information

voyageur, etc.)

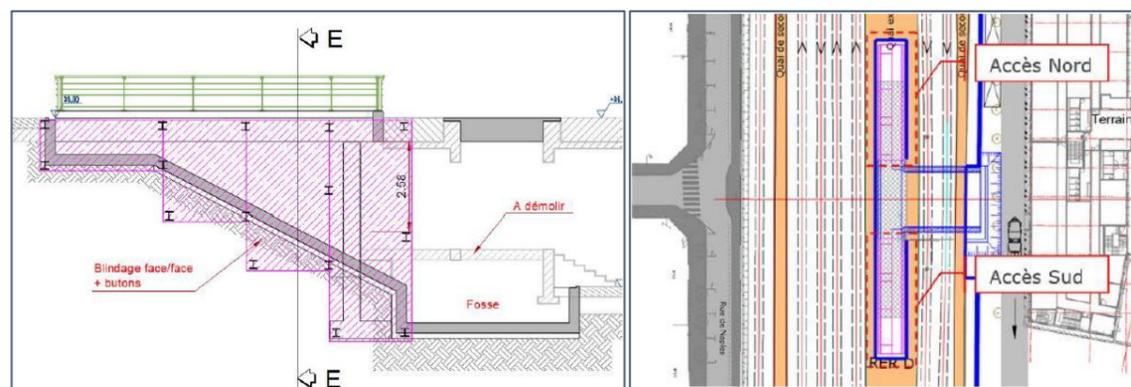
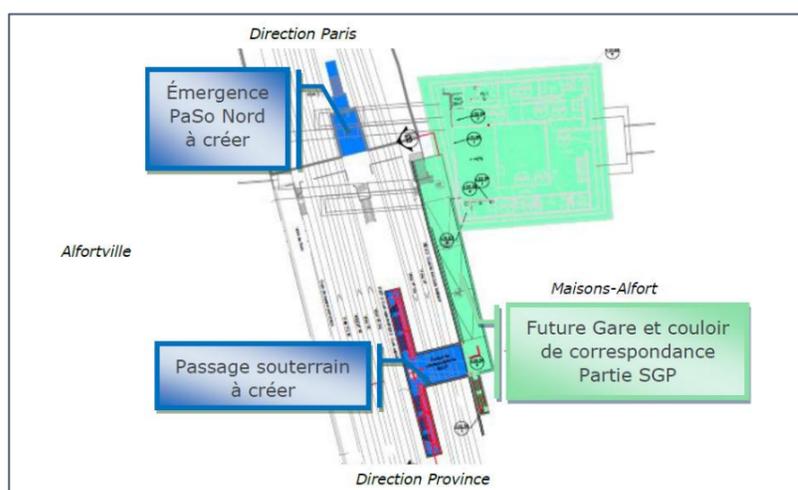


Figure 192 : Vue en coupe de l'émergence PaSo nord : plan GC (insertion EM) Vue en plan des émergences du nouveau souterrain

- Le bâtiment voyageur SNCF :
 - La suppression des locaux d'exploitation actuels, situés dans le passage souterrain, pour création d'un accès supplémentaire aux quais depuis ce passage. La création de cet escalier mécanique est consécutive aux résultats de l'étude de flux.
 - La suppression du local Humanisation situé sur le quai. Les agents seront relogés dans le nouveau BV avant que ce local soit démoli.
 - La reconstitution des locaux d'exploitation et du Bâtiment Voyageur (BV) le long du talus à l'est du faisceau ferroviaire (côté Maisons-Alfort), au niveau du souterrain existant. La configuration du BV reste linéaire le long du talus situé entre la coulée verte et la voie 1.
 - Les locaux techniques SNCF existants non impactés sont conservés en l'état.

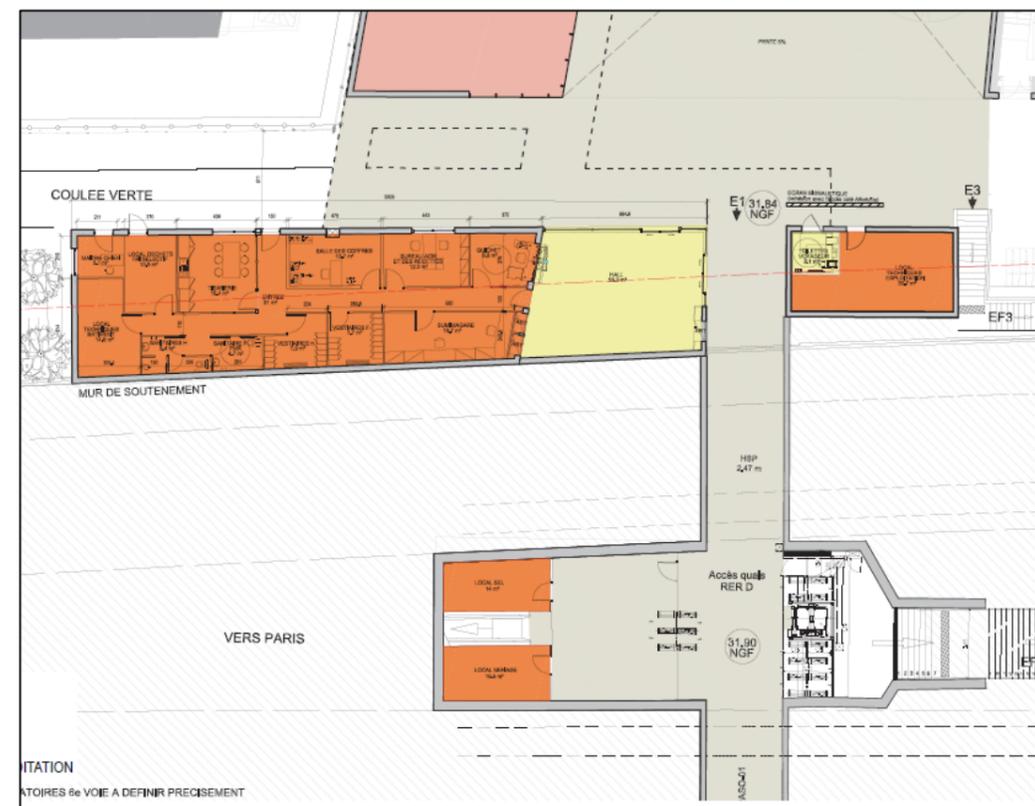
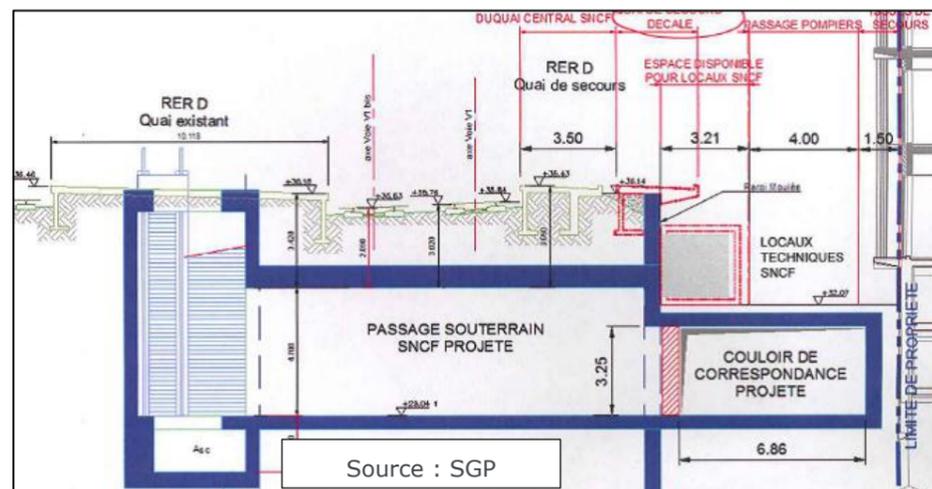


Figure 193 : Plan de situation des locaux SNCF (mesures conservatoires à intégrer)

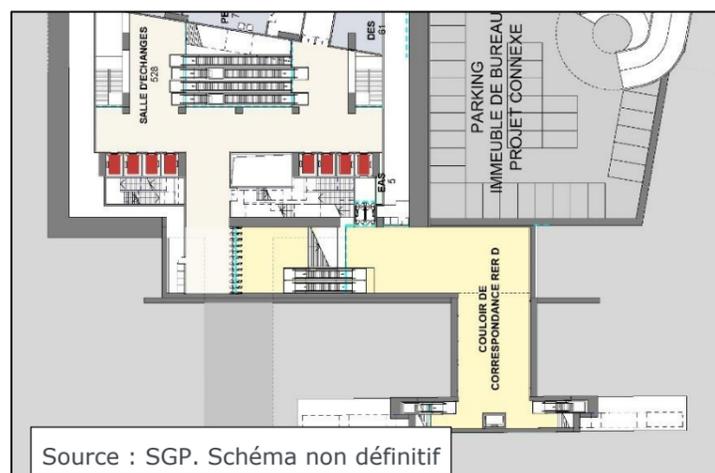
Pour mémoire, le programme prend comme hypothèse la réalisation des travaux SDA avant le début des travaux GPE (quai rehaussé à 92 cm, ascenseur PMR mis en service dans le souterrain existant).

- Mesures conservatoires :
 - La largeur du nouveau souterrain est dimensionnée pour accueillir l'ensemble des flux voyageurs liés à l'arrêt de tous les trains franciliens (évolutions éventuelles du RER D et arrêt potentiel de la ligne R sur les voies M, qui nécessiteraient le prolongement du passage souterrain de correspondance) : largeur de 10,1 m
 - Le nouveau bâtiment Gare SNCF préserve la possibilité de l'élargissement du quai central existant du RER D côté Maisons-Alfort, avec le ripage des voies V1 et V1 bis et du quai de secours de 3 m à 4 m vers l'Est. Hors locaux techniques existants et escalier d'accès au quai 1, conservés en l'état.
 - La conception du couloir de correspondance (ouvrage SGP en limite du RFN) préservera aussi cette possibilité d'élargissement du quai central – sujet à traiter en études PRO



Recalage du programme pour le démarrage des études PRO :

Suite au déplacement de la gare GPE sur la parcelle du promoteur privé, intervenu en fin d'AVP, un ajustement du programme technique sera mené au démarrage des études PRO pour prendre en compte le positionnement du couloir d'interconnexion avec la gare GPE, et intégrer les mesures conservatoires pour élargissement du quai central.

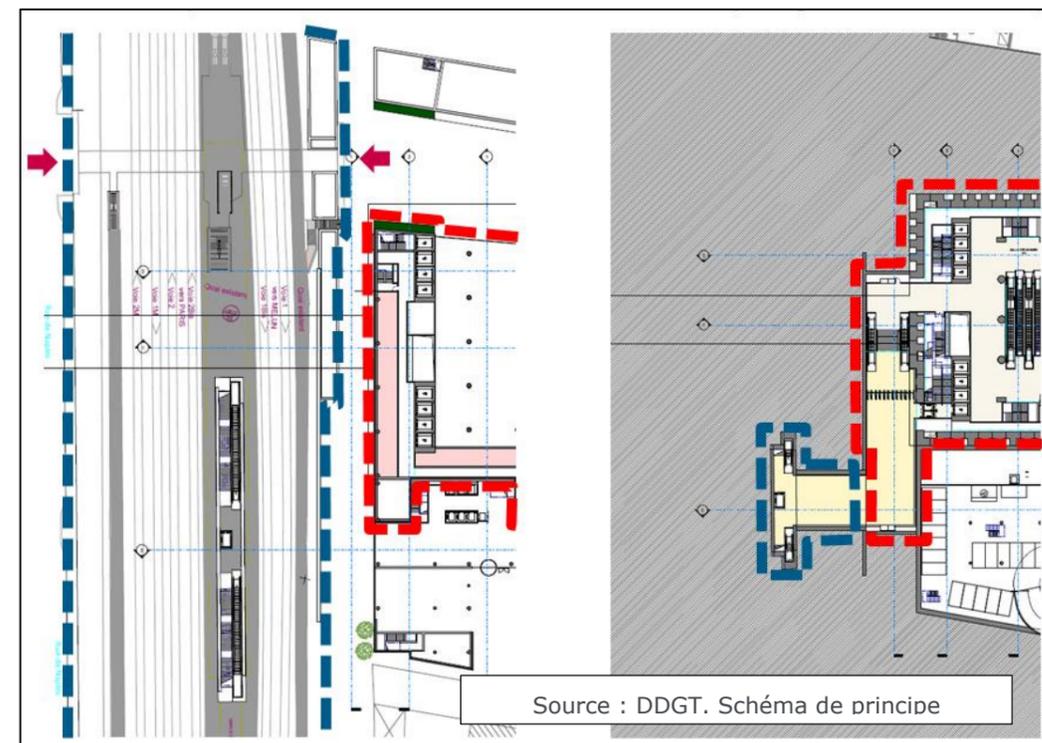


4.5.2.2.3 Organisation ERP

Les ERP SGP et SNCF sont organisés selon le principe de 2 ERP séparés et isolés. L'ERP SNCF comprendra à terme :

- Les quais Transilien,
- Le passage sous voies existant (accès et lien ville à ville),
- Le passage souterrain de correspondance,
- Le nouveau BV Transilien construit le long du talus côté Est.

La séparation entre ERP sera organisée au niveau du coude du couloir d'interconnexion, à l'entrée du passage souterrain. Les dispositifs techniques de séparation seront définis en études PRO.



MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION

Au stade des études d'avant-projet, deux principales méthodes de réalisation du nouveau passage souterrain sont identifiées :

- La construction en place, sous tabliers auxiliaires pour le maintien des circulations ferroviaires
- La préfabrication dans l'axe du futur passage, sur une aire de préfabrication aménagée, puis le ripage sous tabliers auxiliaires

Les cinématiques des travaux du passage souterrain en fonction des solutions techniques sont les suivantes :

- Installations de chantier sur la parcelle du promoteur privé
- Travaux préparatoires ferroviaires :
 - Tronçonnage et mises en barres normales des longs rails soudés
 - Détournement provisoire d'une artère câble longue distance, des câbles de fibre optique, des artères câbles signalisation et déplacement d'un interrupteur caténaire
 - Remplacement d'un portique caténaire par deux autres de part et d'autre du nouvel ouvrage et ripage temporaire des caténaires
 - Dépose / repose d'équipement électrique et adaptation du TGBT
- Solution "coulée en place" :
 - Mise en place tabliers de quai et voie : voie 1 TGV (1WE 14h), voie 1bis (1WE 14h)
 - Construction du souterrain sous tabliers auxiliaires circulés
 - Dépose tabliers auxiliaires et tabliers de quais (1WE 22h, au moins 6 mois après le précédent weekend d'interception)
- Solution "préfabrication et ripage" :
 - Mise en place tabliers de quai et voie : voie 1 TGV (1WE 14h), voie 1bis (1WE 14h)
 - Ripage du cadre préfabriqué sous TA
 - Dépose tabliers auxiliaires (1WE 22h, environ 1 mois après le précédent weekend d'interception)

Les travaux seront à réaliser dans la nappe phréatique. A ce stade, deux solutions restent à l'étude : enceinte étanche ou rabattement de nappe. Le choix sera fait en démarrage de phase PRO.

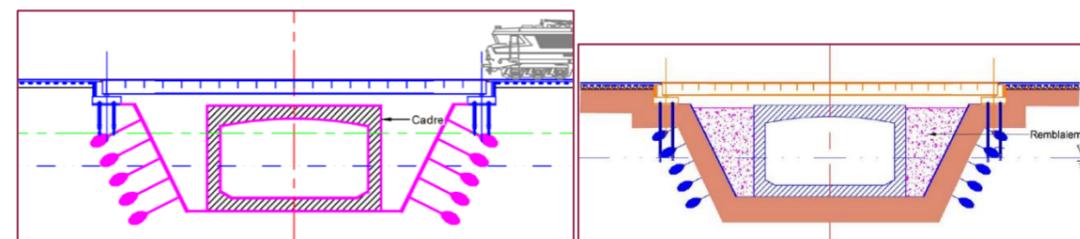
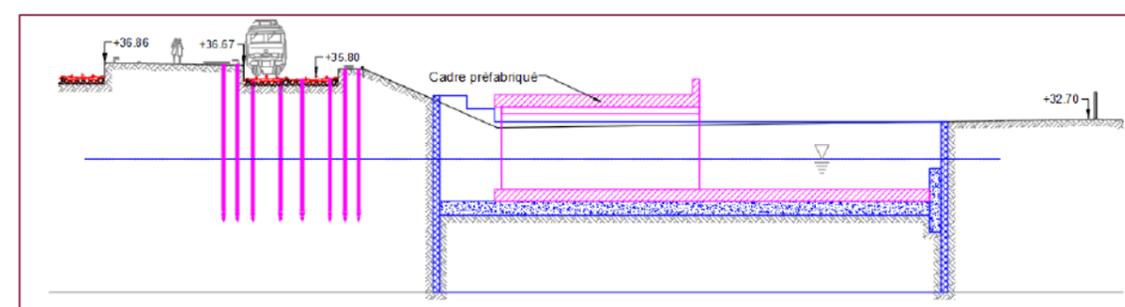
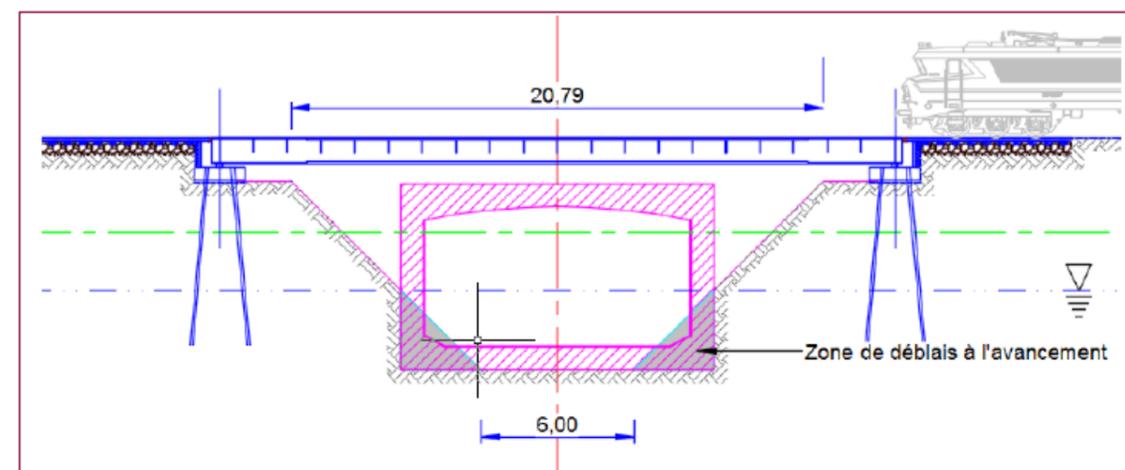


Figure 194 : Solution "coulée en place" : Réalisation du cadre sous tablier auxiliaire et remblaiement avant dépose des TA



Préfabrication du cadre



Principe de ripage

VDM- Solution « préfabrication et ripage »

- Réalisation trémies avec blindage pour étanchéité, pour le nouveau passage souterrain et pour l'émergence nord du passage souterrain actuel
- Pose marquise de quai et équipements des quais

IMPACT TRAVAUX SUR LES CIRCULATIONS ET L'EXPLOITATION FERROVIAIRE

- 3 week-ends d'Interruption Temporaire de Circulation ont été identifiés. Ils diffèrent en fonction des méthodes de réalisation du souterrain :
 - Solution "coulée en place" :
 - > ITC V1 de 22h00 avec simultanée V1-V1bis de 14h : 11 au 12 novembre 2017 ;
 - > ITC V1 de 22h00 avec simultanée V1-V1bis de 14h : 18 au 19 novembre 2017 ;
 - > ITC V1 de 24h00 avec simultanée V1-V1bis de 22h : 19 au 20 mai 2018.
 - Solution "préfabrication et ripage" :
 - > ITC V1 de 22h00 avec simultanée V1-V1bis de 14h : 31 mars au 01 avril 2018 ;
 - > ITC V1 de 22h00 avec simultanée V1-V1bis de 14h : 07 au 08 avril 2018 ;
 - > ITC V1 de 24h00 avec simultanée V1-V1bis de 22h : 19 au 20 mai 2018.

Ces ITC induisent, en première estimation, un allègement du plan de transport (de l'ordre de 70%). Les adaptations des plans de transport sont en discussions avec les entreprises ferroviaires et seront finalisés lors de la phase PRO. Un appui de « gilets rouges » est prévu en gares pour expliquer les modifications provisoires de circulations aux voyageurs.

- Des LTV s'appliqueront sur les voies V1 et V1 bis entre les ITC. Les études PRO détermineront les longueurs et vitesses de ces LTV.
- Un déplacement provisoire de locaux d'exploitation est à prévoir (local humanisation) suivant le phasage précis des travaux à définir en études PRO.

ARTICULATION AVEC LES AUTRES PROGRAMMES

- Schéma de principe RER D – 3^{ème} mission branche de Melun
 - Le dimensionnement actuel de la largeur du quai 2 est satisfaisant avec une hypothèse de **desserte minimale** de 16 arrêts du RER D par heure (4 arrêts/h actuellement).
 - La modification de la politique d'arrêt du RER D est étudiée dans le cadre du schéma de principe RER D – 3^{ème} mission branche de Melun, avec notamment une adaptation du bloc de signalisation.
- Schéma directeur Ligne R
 - L'étude du schéma directeur de la Ligne R déterminera les conditions d'exploitation en ligne pour l'arrêt des trains sur les voies M à Vert-de-Maisons.

- Schéma Directeur Accessibilité (SDA)
 - La gare est inscrite au SDA. La réalisation des travaux de mise en accessibilité PMR est prévue avant les travaux de mise en interconnexion avec le GPE (2016 au plus tard).



4.5.2.3 Gare des Ardoines

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la SNCF qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.8.

4.5.2.3.1 Situation actuelle

La gare des Ardoines est située sur la Commune de Vitry-sur-Seine au sud-est de Paris. Les Ardoines est une gare ferroviaire de la ligne de Paris-Austerlitz à Bordeaux-Saint-Jean (ligne 570 000). Elle est située au point kilométrique 7+408 de cette ligne.

La gare des Ardoines est traversée par 2 voies Dir et 2 voies Bis encadrantes. Les voies Dir sont principalement empruntées par les TER, les Intercités, et les RER C Grandes Couronnes (Dourdan, St-Martin Etampes) ne marquant pas l'arrêt en passage. Les voies Bis sont utilisées pour les dessertes du RER C (4 trains/heure et par sens au SA 2014) et le passage des RER C en provenance de Brétigny, Massy, et Juvisy.

La gare comporte :

- 2 quais latéraux sur les voies Bis, de 4m de large et de hauteur 55 cm,
- Un bâtiment voyageur (BV) situé côté Paris, à l'ouest des voies,
- Un accès au quai latéral direction Paris, à l'Ouest des voies, accessible depuis le BV existant,
- Une passerelle métallique qui permet de rejoindre les quais latéraux entre eux en faisant office d'entrée/sortie pour le quai direction Province et d'accéder au site SNCF du Technicentre sur un tronçon privatisé.

La gare n'est pas accessible PMR. Elle est inscrite au Schéma Directeur d'Accessibilité des gares d'Ile de France.

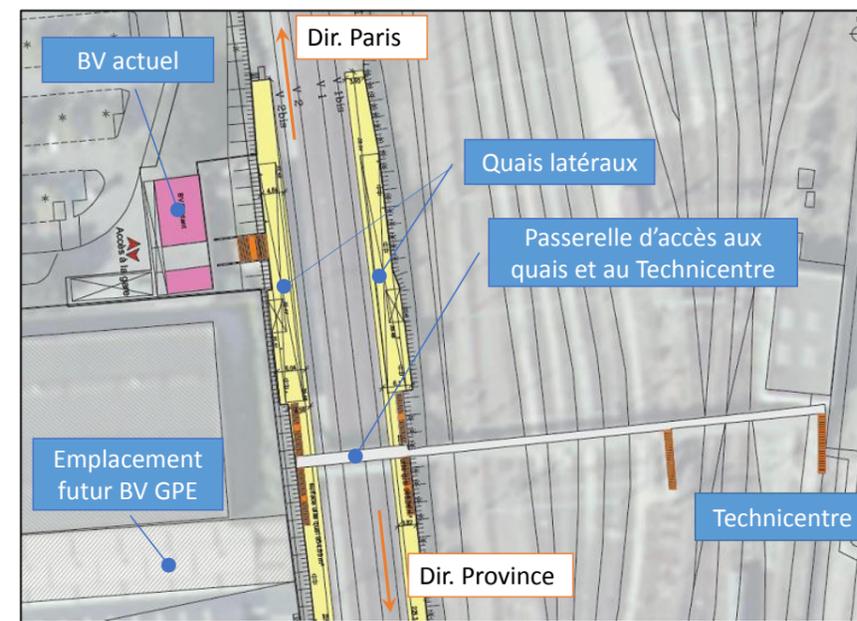


Figure 195 : Le site de la gare actuelle des Ardoines

La gare est actuellement desservie, en heure de pointe, par 4 trains/heure et par sens au SA 2014 (missions Pont de Rungis/Massy). Les comptages de fréquentation indiquent 2 080 voyageurs par heure en heure de pointe du matin.

4.5.2.3.2 Situation projetée

Le dimensionnement des ouvrages d'interconnexion a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

	Situation actuelle	Horizon GPE L15 Sud Mise en correspondance à infrastructures en ligne constantes	Au-delà horizon GPE L15 Sud - Adaptation des infrastructures en ligne
Offres cible en gare	4 RER C/h/sens	12 RER C/h/sens	16 RER C/h en pointe sur voies bis (8 en contre-pointe) 8 RER C/h en pointe sur voies dir
Voyageurs montants et descendants (sur 1h à l'HPM)	1 090 voyageurs (comptages)	9 700 voyageurs (estimations STIF 2013)	14 000 voyageurs (estimations STIF 2013)

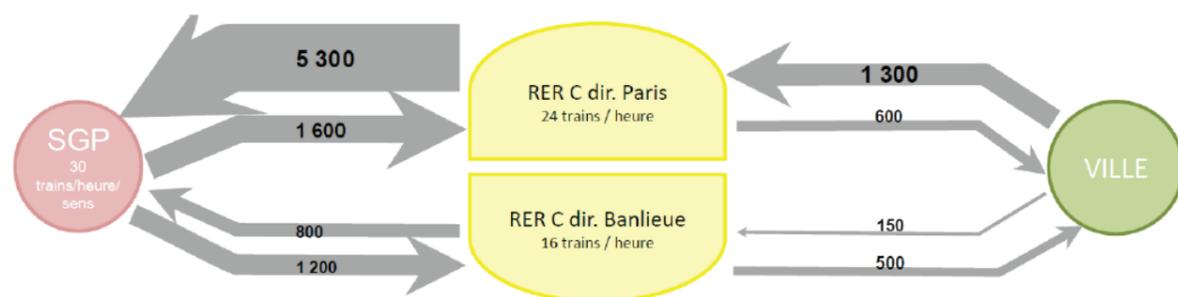
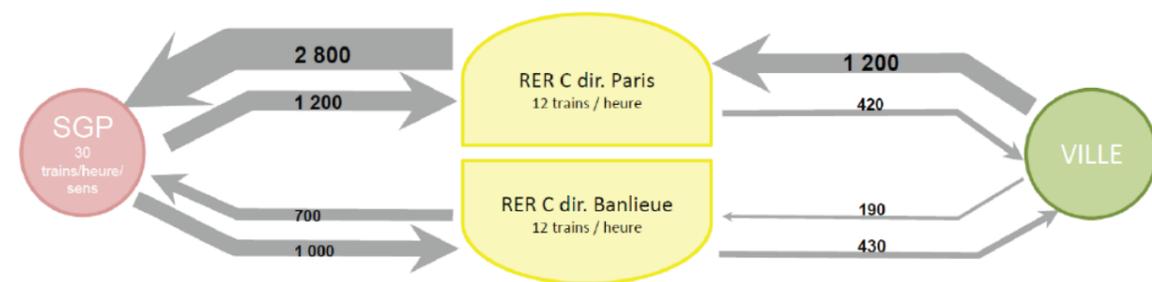


Figure 196 : Ardoines- Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec le GPE

Mesures conservatoire

la prise en compte des flux estimés pour l'horizon postérieur à l'interconnexion avec la L15 Sud, avec évolution de l'infrastructure, détermine la largeur du nouveau passage souterrain à créer, la ligne de contrôle automatique des billets, le nombre et le dimensionnement des escaliers, et la largeur à terme pour la transformation des quais latéraux en quais centraux. Organisation des flux à cet horizon :



Description des principes de correspondance :

- Les BV GPE et SNCF sont imbriqués en un seul bâtiment, à l'ouest des voies.
- Le nouveau BV imbriqué est raccordé aux 2 quais latéraux par :
 - Une nouvelle passerelle, sous maîtrise d'ouvrage SGP : cette passerelle est destinée essentiellement aux entrants Ville.
 - Un nouveau passage souterrain, sous maîtrise d'ouvrage SNCF, destiné essentiellement aux voyageurs en interconnexion.
- La passerelle existante d'accès au Technicentre est raccordée à la nouvelle passerelle au-dessus des voies.

- Ultérieurement, les quais latéraux pourront être transformés en quais centraux, avec adjonction de 2 voies supplémentaires encadrantes pour permettre l'arrêt de 24 RER C/h.

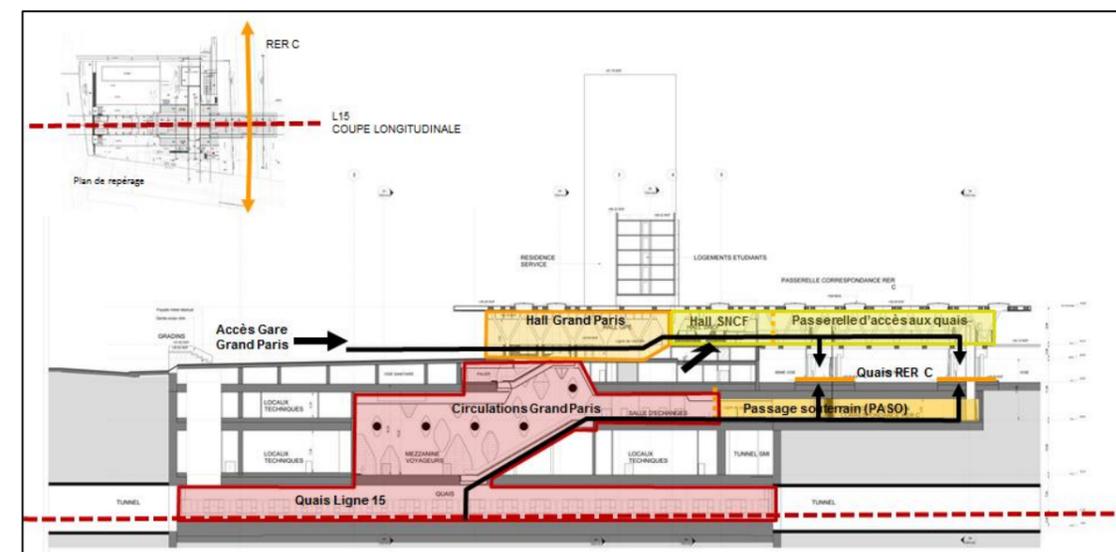


Figure 197 : Ardoines - Spatialisation des flux voyageurs en correspondance et depuis la ville

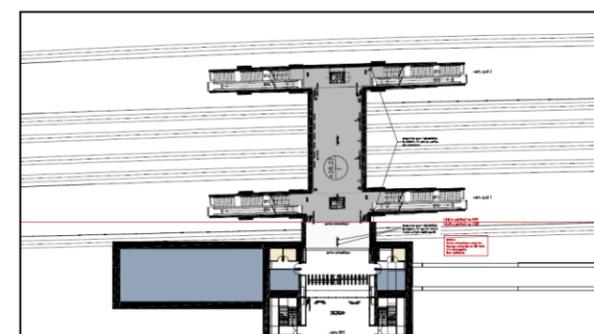


Figure 198 : Ardoines - Vue en plan du passage souterrain

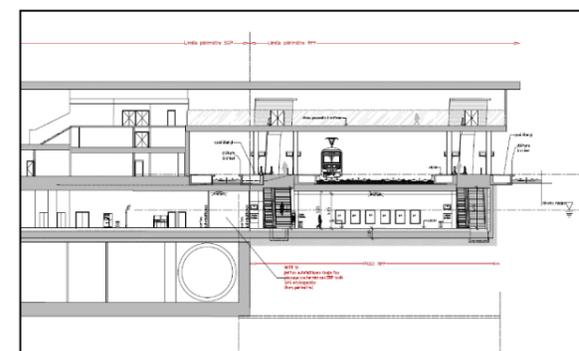


Figure 199 : Ardoines - Coupe transversale de la ligne RER C

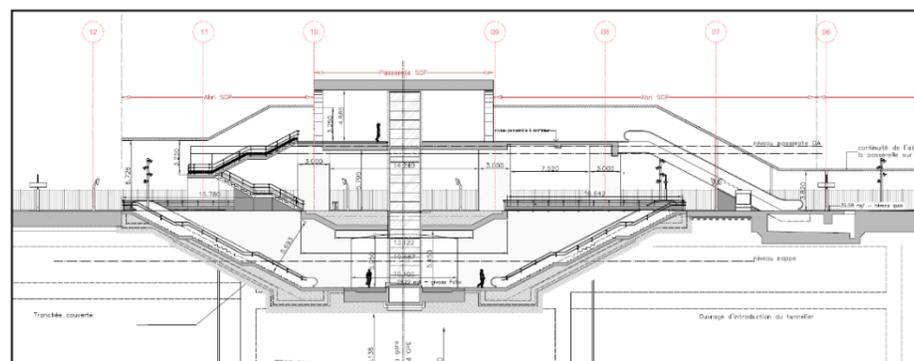


Figure 200 : Ardoines - Coupe longitudinale sur les quais

Programme technique :

- Les ouvrages de correspondance prévus pour la mise en interconnexion de la gare des Ardoines comprennent :
 - Les travaux préparatoires pour la réalisation par la SGP de la nouvelle passerelle au-dessus des voies, et du passage souterrain par SNCF :
 - > Déplacement et mise en provisoire des équipements ferroviaires situés sur l'emprise des travaux, puis remise en état en fin de chantier
 - > Réalisation des appuis pour la passerelle
 - > Mise en place d'une passerelle provisoire de largeur 1,4 m utile pour accès au quai direction Province
 - > La reprise en structure de la passerelle d'accès au Technicentre (son raccordement à la nouvelle passerelle d'accès aux quais est réalisé par la SGP)
 - > Démolition de la passerelle existante d'accès au quai
 - > Démolition des abris de quai
 - > Traitement des impacts de ces aménagements sur les équipements ferroviaires (déplacement de poteaux caténaires, d'équipements de signalisation...) et sur les équipements de quai (éclairage, vidéosurveillance, sonorisation, info voyageurs ...)
 - La réalisation du couloir souterrain, de largeur 10 m utile, pour interconnexion des 2 quais avec le niveau -1 du BV imbriqué, avec les circulations verticales correspondantes :
 - > 4 escaliers mécaniques de largeur utile unitaire de 1 m
 - > 4 escaliers fixes de largeur utile 2,10m (quai 1) et 2,50m (quai 2)

- > 2 ascenseurs PMR
- Réalisation de micropieux sous le cadre du passage souterrain (consolidation de sol vis-à-vis du tunnel).
- Escaliers mécaniques entre quais et passerelle (hors couverture, réalisée par la SGP)
- Le réaménagement des quais :
 - Elargissement à 10 m
 - Traitement des impacts de cet aménagement sur les équipements ferroviaires (déplacement d'équipements de signalisation...) et sur les équipements de quai (éclairage, vidéosurveillance, sonorisation, info voyageurs ...)
 - La mise aux normes pour l'accessibilité PMR :
 - > intégration du programme du SDA, soit principalement la création de rehaussements partiels à 76 cm au niveau de l'accès PMR au train
 - > Les ouvrages SGP (BV imbriqué) et de correspondance sont, par ailleurs, réalisés selon les normes d'accessibilité en vigueur
- La reconstitution des marquises de quais, au-dessus du couloir d'interconnexion et de ses liaisons verticales
- Bâtiment voyageur : aménagements des espaces SNCF dans la nouvelle gare des Ardoines
 - Espaces de services aux voyageurs : hall, guichet, toilettes, etc.
 - Espaces de circulation voyageurs (limites d'intervention à préciser avec SGP)
 - Espaces techniques et d'exploitation
 - Accès nocturne par l'accès sud côté T Zen
 - Equipements d'exploitation et d'information voyageurs

Ligne de CAB au niveau passerelle

- Transfert des équipements et des installations techniques du BV existant dans le nouveau BV
- Le dimensionnement des lignes de contrôle sera ajusté en début d'études PRO, pour mise en cohérence avec les hypothèses de flux.
- Dimensionnement de la largeur du passage souterrain pour permettre l'accroissement des flux lié à l'augmentation potentielle de la desserte
- Prise en compte, dans la définition des ouvrages, de la possibilité de création ultérieure des 5ème et 6ème voies en gare des Ardoines, et la transformation des quais latéraux en quais centraux.

Les ERP SGP et SNCF sont organisés selon le principe de 2 ERP séparés non isolés.

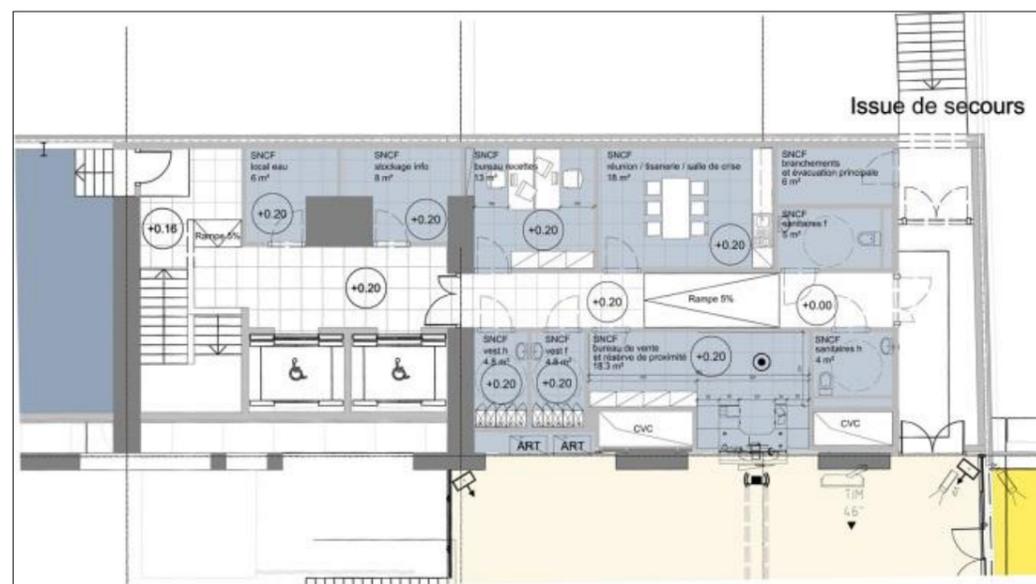


Figure 201 : Ardoines - Plan d'aménagement du guichet SNCF et back office attenant - Plan AVP

L'ERP SNCF comprendra :

- Les espaces de vente Transilien dans le BV imbriqué
- Les locaux techniques et locaux agents et prestataires SNCF dans le BV imbriqué
- La passerelle d'accès aux quais RFN, y compris un accès direct vers la voirie
- Le passage souterrain d'accès aux quais RFN
- Les quais RFN.

Les dispositifs techniques de séparation seront définis en études PRO :

- en extrémité du couloir de connexion
- entre les halls SNCF et GPE
- entre les locaux techniques et des prestataires SNCF.

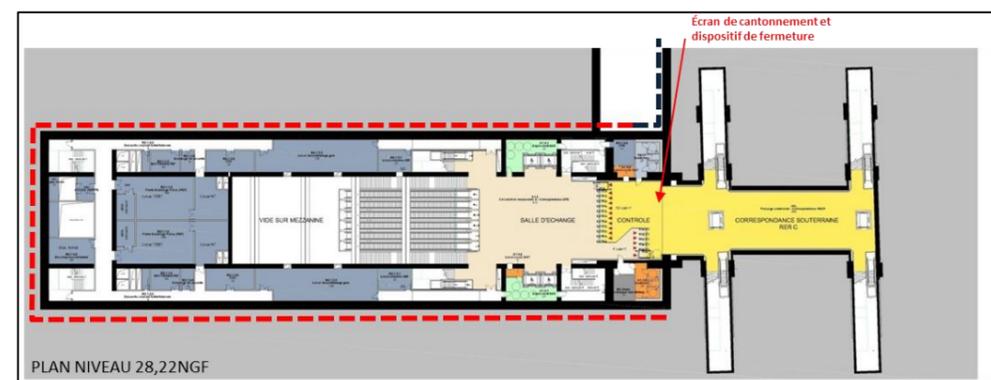
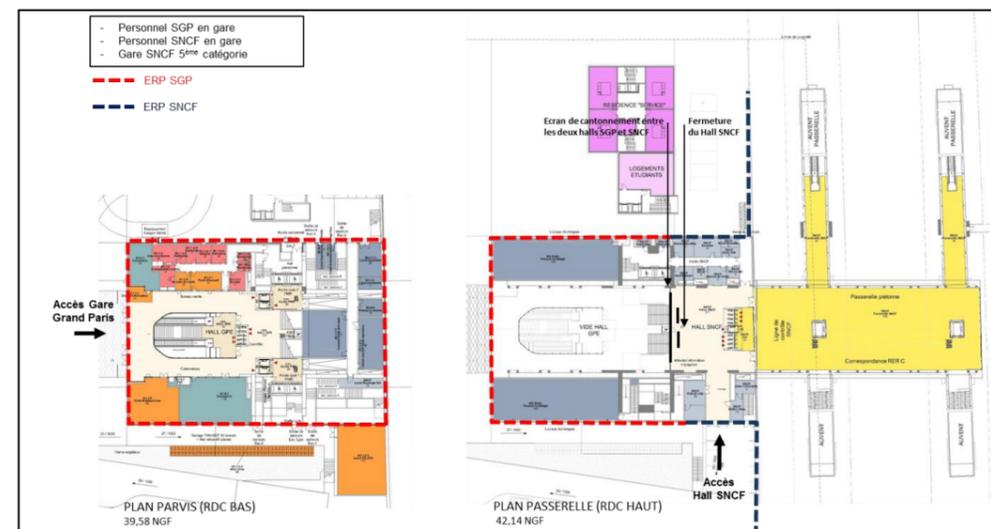


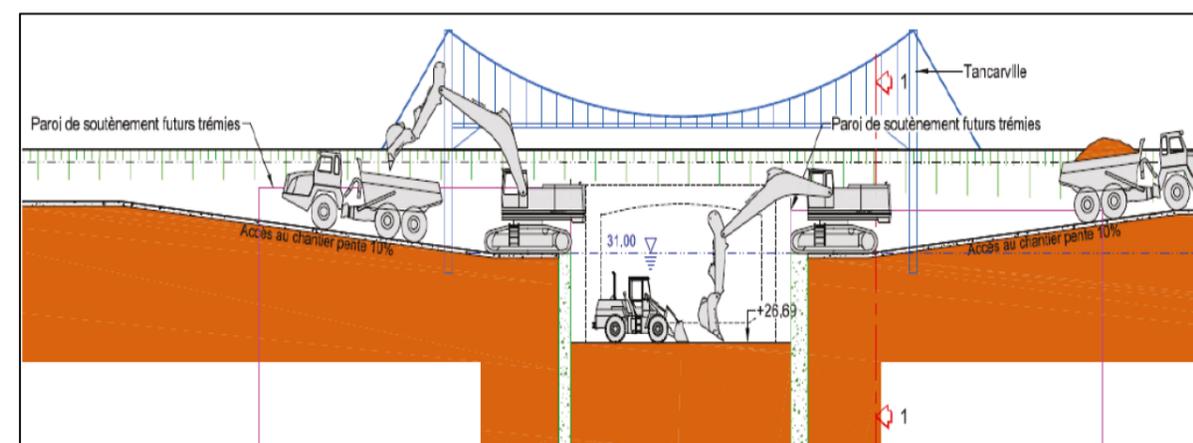
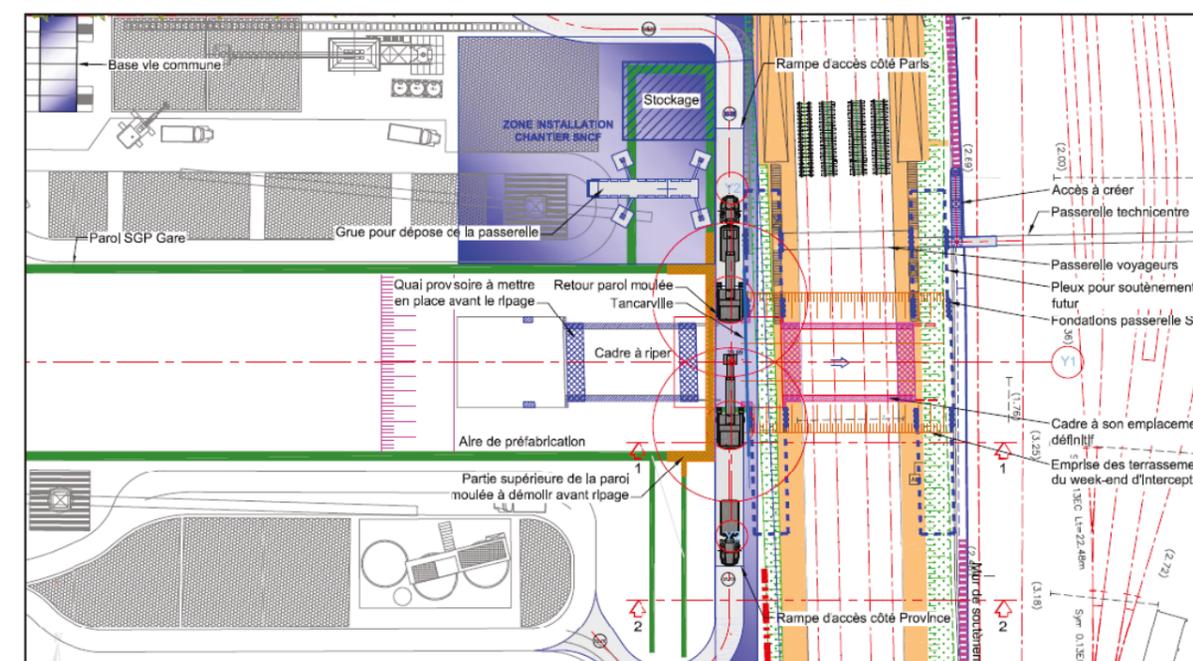
Figure 202 : Ardoines - Plans limite des ERP - Plans AVP DDGT

MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION

La cinématique des travaux du passage souterrain, des quais et des appuis de la passerelle est la suivante :

- Installations de chantier au sud du BV actuel, et au nord du futur BV imbriqué. La mise à disposition de cette parcelle est réalisée par la SGP
- Travaux préparatoires ferroviaires :
 - Tronçonnage et mises en barres normales des longs rails soudés
 - Construction d'un nouveau local technique
 - Détournement provisoire des artères câbles signalisation et télécom, déplacement des équipements dans le nouveau local technique,

- Modification de la caténaire de la V1M
- Dépose / repose d'équipement électrique et adaptation du TGBT
- Modification de la signalétique voyageur et des équipements de quai
- Travaux principaux :
 - Pose de la passerelle provisoire et des poutres sur les nouveaux poteaux caténaires, lors d'un week-end de coupure de 24h
 - Dépose de la passerelle existante au-dessus des voies principales, lors d'un week-end de coupure de 24h
 - Terrassements et butonnage pour travaux préparatoires de la plateforme de préfabrication de l'ouvrage cadre. Zone de préfabrication : à l'intérieur de l'enceinte étanche de la boîte-gare SGP
 - Préfabrication du cadre du passage souterrain et d'un radier de guidage. Zone de préfabrication : à l'intérieur de l'enceinte étanche de la boîte-gare SGP
 - Ripage du cadre de passage souterrain lors d'un week-end de coupure de 54h, après dépose de la voie et terrassement (2 postes de travail). Repose de la voie suite au ripage.
 - Reconstitution des quais au droit du passage souterrain,
 - Réalisation des trémies d'accès aux quais, soit à l'abri de blindage (solution 1), soit de colonnes de jet-grouting (solution 2)
 - Travaux d'élargissement des quais : pose de caissons préfabriqués, remblaiement, revêtement. Il existe une suspicion de présence d'amiante dans les revêtements de quai existants (diagnostic à confirmer en début de PRO)
 - Remise en état des installations ferroviaires et des équipements de quais
 - Réalisation des appuis pour la passerelle définitive (réalisation de la passerelle par la SGP)
 - Création d'abri-filants dans la continuité des abris SGP sur les EM de la passerelle SGP



Le phasage des travaux est à définir en coordination étroite avec la SGP (nombreuses interfaces), en tenant compte des contraintes fixées par les week-ends de coupure.

Les travaux d'aménagement des locaux d'exploitation SNCF sont prévus dans un second temps (planning à finaliser), après mise à disposition des locaux nus par la SGP.

Une contrainte forte est à prendre en compte pour l'organisation du chantier : le maintien de la gare en exploitation (accès voyageurs à la gare et aux quais, accès agents SNCF au Technicentre...).

IMPACT TRAVAUX SUR LES CIRCULATIONS ET L'EXPLOITATION FERROVIAIRES

Pour cet ensemble de travaux, il est prévu :

- 2 week-ends de coupure de 24h, en mai 2017, pour la pose de la passerelle provisoire d'accès aux quais et la dépose de la passerelle existante
- 1 week-end de coupure de 54h, du 3 au 5 juin 2017, pour ripage du cadre de passage souterrain,
- 1 ITC de longue durée sur la V1M, pour la construction d'un mur de soutènement

Ces week-ends ont été définis en coordination avec les EF et AOT et sont synchronisés avec les week-ends POLT.

Un report éventuel des week-ends de coupure en 2018 (date pressentie Pentecôte) est envisagé suite à la planification des travaux SGP. Ce report de week-ends reste à valider.

Des LTV sont aussi à prévoir le temps des travaux de soutènement et de stabilisation de la voie après le ripage du cadre.

Les autres travaux au voisinage des zones dangereuses ou gênant l'exploitation seront réalisés de nuit à l'exception des travaux de la passerelle sur les voies.

ARTICULATION AVEC LES AUTRES PROGRAMMES

- Schéma Directeur RER C
 - Les scénarios de desserte ne sont pas stabilisés et les aménagements d'infrastructure renforcée associés ne sont pas programmés. Des aménagements des infrastructures réseau sont nécessaires pour atteindre le scénario « d'arrêts maxi », avec arrêt de toutes les missions
- Schéma Directeur Accessibilité (SDA)
 - Le projet SDA des Ardoines a été temporisé en fin d'EP dans l'attente d'une compatibilité des programmes avec le projet Grand Paris. Les éléments du programme SDA (rehaussements partiels) sont intégrés dans le projet d'interconnexion
- Projet Paris-Orléans-Clermont Ferrand-Lyon (POCL)
 - Le projet de mise à 6 voies du RER C aux abords des Ardoines pourrait servir au trafic Grandes Lignes et RER C avec 32 Trains/h/sens aux Ardoines
 - Une étude préliminaire de tracé des 5e et 6e voies a été réalisée, en 2014. L'AVP interconnexion de la gare des Ardoines a été mené sur la base de ce tracé
- Projet de création d'une liaison urbaine au-dessus des voies – EPA ORSA
 - L'EPA ORSA a lancé un concours de maîtrise d'œuvre pour la réalisation d'un pont.
 - La coordination porte sur la prise en compte des contraintes ferroviaires pour la définition de l'ouvrage et des travaux : positionnement des appuis du pont... Des préconisations ont été transmises à l'EPA ORSA et à ses candidats maîtres d'œuvre
- Projet urbain de reconfiguration du quartier des Ardoines
 - Ce projet est en interface avec le projet de gare GPE .
- Insertion du Tzen 5 Bibliothèque François Mitterrand- Choisy-le Roi (bus à haut niveau de service).

4.5.2.4 Gare de FIV Clamart



Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la SNCF qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.15.

SITUATION ACTUELLE

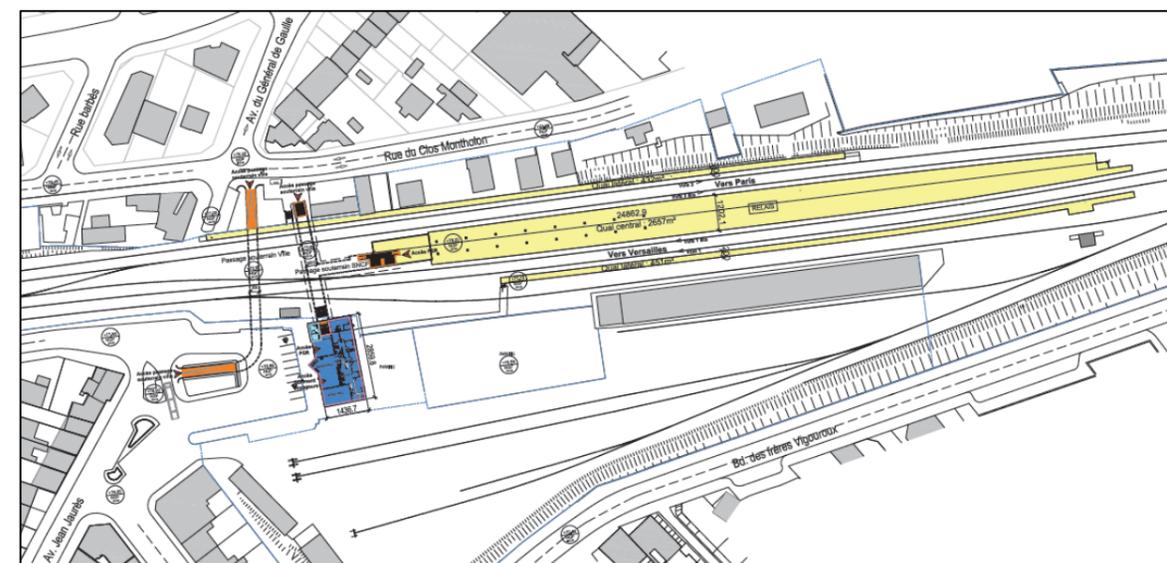


Figure 203 : Plan de l'existant

La gare SNCF de Clamart est située sur la commune de Clamart, dans les Hauts-de-Seine (92), sur le réseau ferroviaire de Paris Montparnasse (ligne n°420 000), au point kilométrique 5+147 de la ligne. Elle se trouve à la jonction des communes de Clamart, Vanves, Issy-les-Moulineaux et Malakoff.

La gare de Clamart est traversée par 2 voies directes (voies Dir.) et 2 voies Bis sur lesquelles les trains marquent l'arrêt. Ces voies sont principalement empruntées par les trains de la ligne N du Transilien (jusqu'à 4 trains/h, au total), mais aussi par les TER Centre (Chartres, Nogent, Le Mans), les TER Basse-Normandie, et des Intercités (Argentan, Granville), à raison de 6 à 7 trains/h passants. La gare peut aussi être traversée par des trains de Fret, de l'Infra et Grandes Lignes. Une voie de service (Voie 7), côté impair, dessert l'ancienne cour de marchandise.

La gare comporte :

- 1 quai central encadré par les voies 1 bis et 2 bis, de 11m au plus large, 380 m de long, et de hauteur 55 cm. Il est équipé de deux rehaussements partiels à 92cm au droit de la porte PMR des rames, réalisés dans le cadre de la phase 1 de mise en accessibilité PMR de cette gare (programme SDA),

- 2 quais latéraux de secours sur les voies 1 dir et 2 dir, de dimensions réduites,
- Un bâtiment voyageur (BV) situé côté Clamart, implanté au point culminant du talus ferroviaire, place de la gare
- Un passage souterrain de 3,50m de large traversant le plateau des voies, depuis le BV jusqu'à la rue du clos Montholon, et donnant accès au quai central via des escaliers fixes et un escalator.

Un passage souterrain ville-ville existe également à l'ouest de la gare, fermé depuis janvier 2015 par la ville de Clamart. La gare n'est pas accessible PMR. Elle est inscrite au Schéma Directeur d'Accessibilité des gares d'Ile de France.

La gare est desservie, en heure de pointe, par 4 trains/heure et par sens au SA 2014 (missions Sèvres). Les comptages de fréquentation indiquent 2 080 voyageurs par heure en heure de pointe du matin.

SITUATION PROJETÉE

Le dimensionnement des ouvrages d'interconnexion a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

	Situation actuelle	Horizon GPE L15 Sud <i>Mise en correspondance à infrastructures en ligne constantes</i>	Au-delà horizon GPE L15 Sud <i>Adaptation des infrastructures en ligne</i>
Offres cible en gare	4 Ligne N/h/sens	4 Ligne N/h/sens	15 Ligne N/h en pointe 9 Ligne N/h en contre-pointe
Voyageurs montants et descendants (sur 1h à l'HPM)	2 080 voyageurs <i>(comptages)</i>	2 600 voyageurs <i>(estimations STIF 2013)</i>	6 400 voyageurs <i>(estimations STIF 2013)</i>

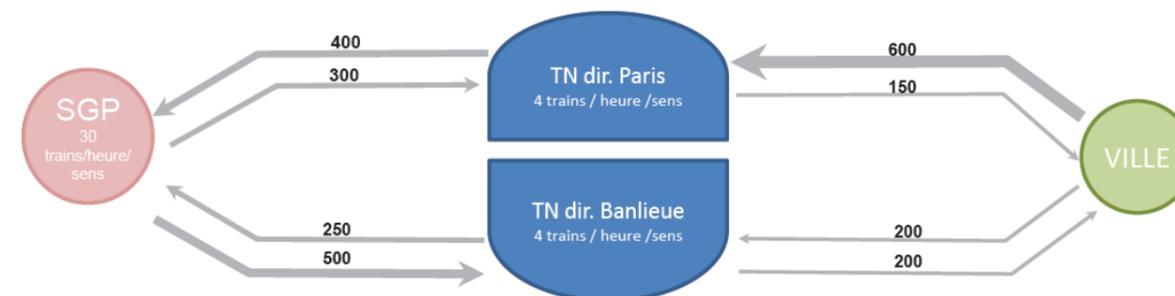
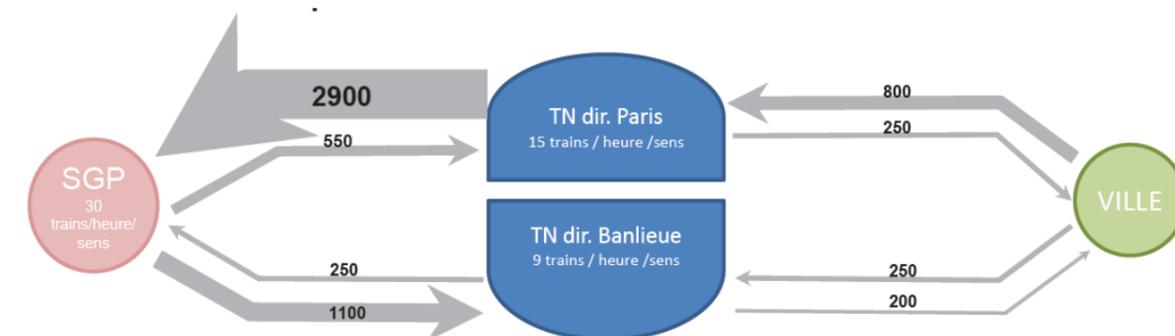


Figure 204 : Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec le GPE

Mesures conservatoires

La prise en compte des flux estimés pour l'horizon postérieur à l'interconnexion avec la L15 Sud, avec évolution de l'infrastructure, détermine la largeur du nouveau passage souterrain à créer et la ligne de contrôle automatique des billets, ainsi que le nombre et les dispositifs de circulations verticales, pour permettre le transit des voyageurs supplémentaires suite à l'arrêt de tous les trains de la ligne N. Organisation des flux à cet horizon :



Description des principes de correspondance :

- Un hall d'échange est réalisé par la SGP dans la boîte-gare GPE, sous les voies du RFN.
- Le quai central est relié directement à ce hall d'échange par un couloir souterrain situé sous le quai central,
- Le BV SNCF est relié au hall d'échange par un couloir souterrain parallèle aux voies, implanté à l'Est du BV et connecté à la boîte-gare GPE.

Ultérieurement, les quais latéraux pourront être également reliés, pour permettre l'arrêt des trains de la Ligne N :

- Quai latéral dir. Banlieue : raccordement direct à la salle d'échange GPE, par un couloir souterrain à réaliser sous le quai latéral, parallèlement aux voies
- Quai latéral dir. Paris : raccordement au couloir sous quai central, par un passage souterrain à réaliser sous les voies paires

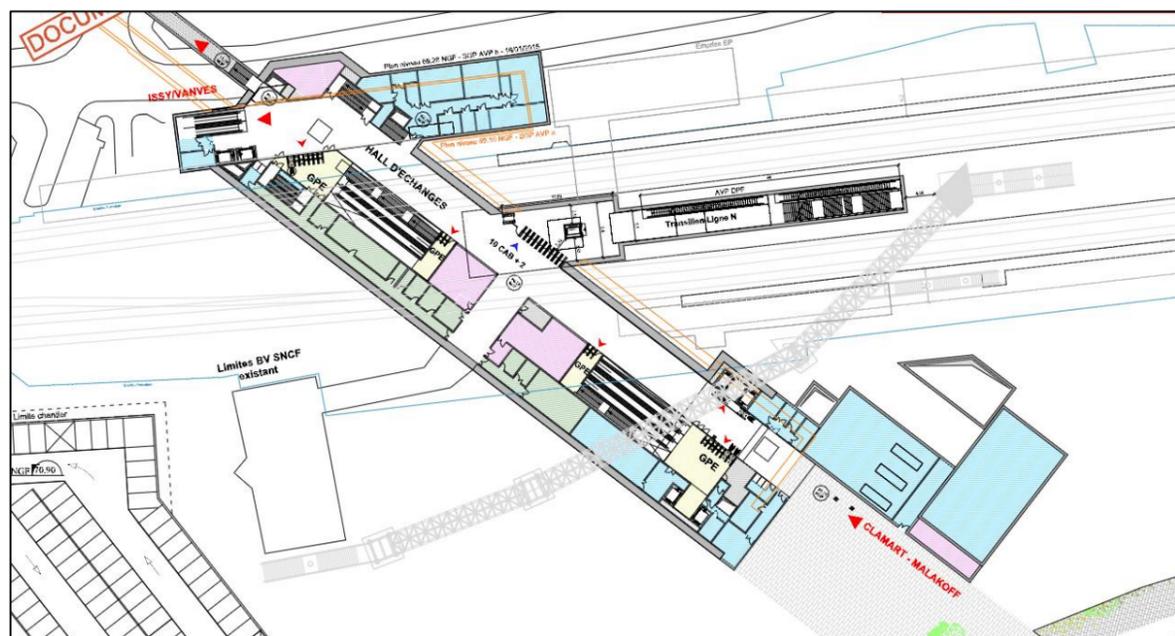


Figure 205 : Vue en plan - Niveau hall d'échange GPE - Plan fonctionnel AREP - janvier 2015 - Aménagement à l'horizon L15 Sud (sous réserve de mise en cohérence du dimensionnement des lignes de contrôle avec les hypothèses de flux)

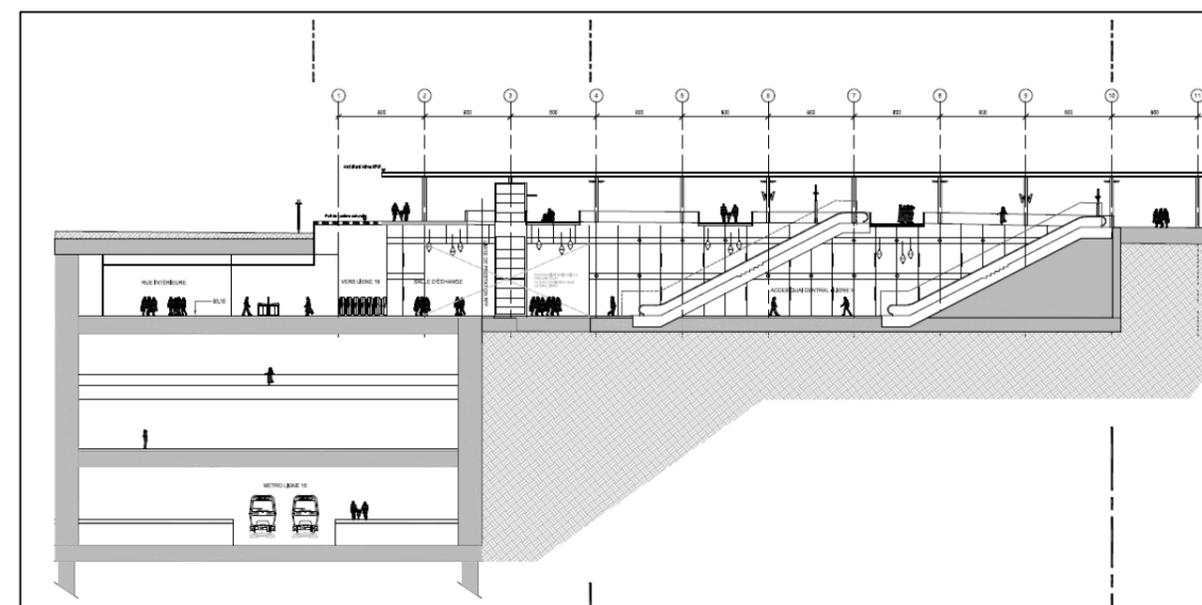


Figure 206 : Coupe longitudinale - Trémie quai central RNF et boîte-gare GPE - AVP DPF - déc. 2014

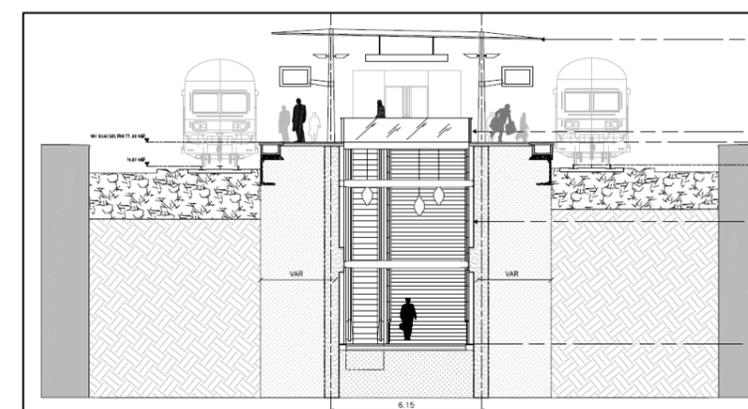


Figure 207 : Coupe transversale - Trémie quai central - AVP DPF - déc. 2014

Programme technique :

- Les travaux préparatoires pour permettre la réalisation par la SGP de la boîte-gare GPE sous le RNF comprennent :
- Déplacement et mise en provisoire des équipements ferroviaires situés sur l'emprise des travaux, puis remise en état après ripage de la dalle de couverture de la boîte-gare

- Condamnation et démolition partielle du passage souterrain existant et du couloir de correspondance sous le quai central
- Mise en place d'une passerelle provisoire pour accès au quai central (non accessible PMR) depuis le parvis devant le BV, y compris aménagement d'une ligne de contrôle provisoire
- Démolition partielle des quais de secours latéraux, et mise en place d'un quai provisoire sur le quai central côté V2
- Mise en place des tabliers auxiliaires (TA) :
 - > Réalisation d'une première série d'appuis, mise en place d'une première série de TA simples afin de réaliser un appui central provisoire
 - > Réalisation d'une deuxième série d'appuis, mise en place d'une seconde série de TA doubles installés bout-à-bout pour permettre à la SGP de réaliser les parois moulées de la boîte-gare du GPE
 - > Retrait des TA doubles au cours du ripage, par la SGP, de la dalle fermant la boîte-gare
- La dépose de l'accès à la voie 7 à la fin de son utilisation par les trains de déblais du tunnelier de la SGP
- La remise en état des installations ferroviaires après les travaux de la SGP, et la dépose de la passerelle provisoire

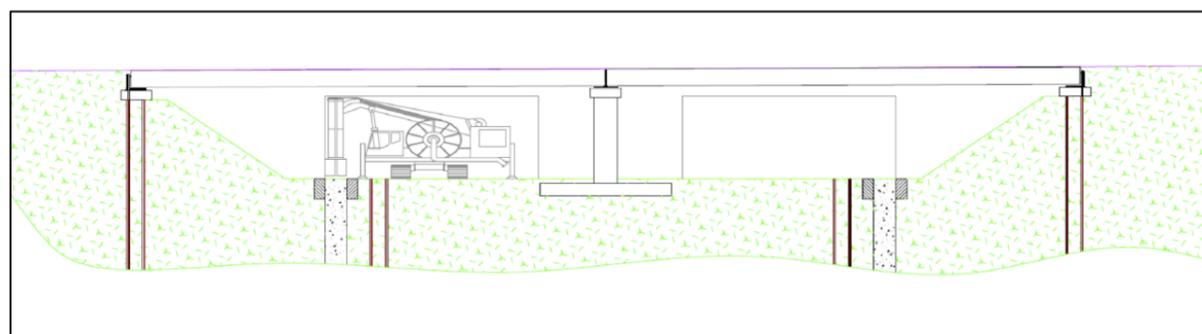
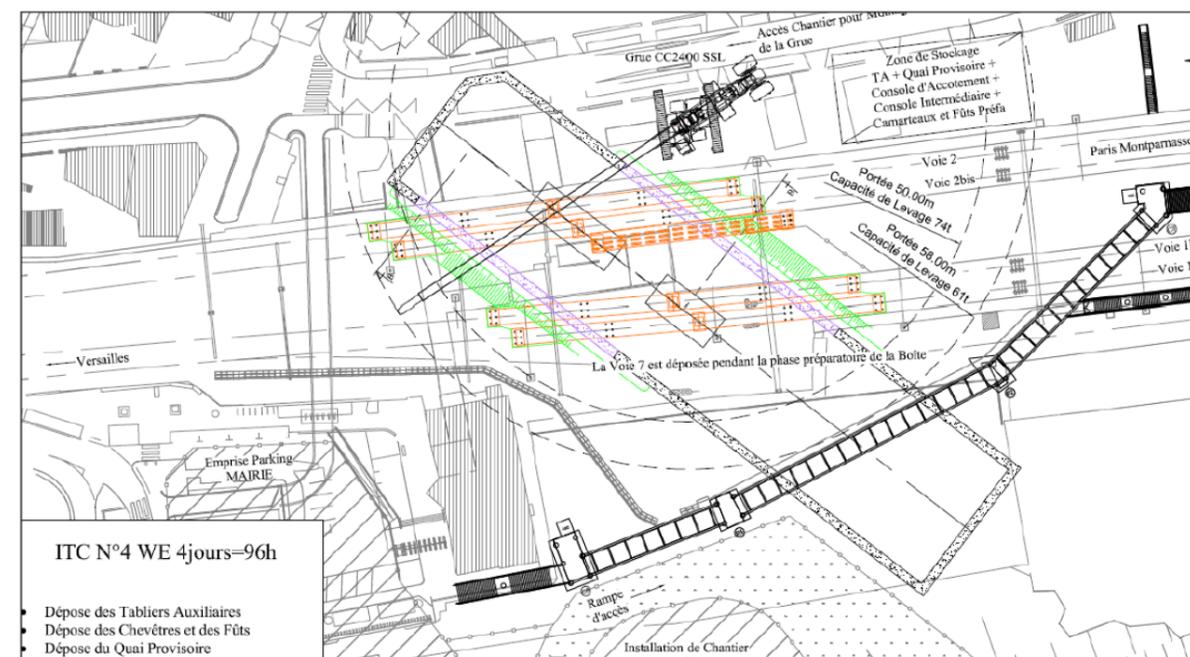


Figure 208 : Tabliers Auxiliaires (TA) doubles bout-à-bout pour réalisation de la paroi moulée – AVP DPF – déc. 2014



Situation du site lors du week-end de ripage de la dalle : mi-août 2017

- Les ouvrages de correspondance prévus pour la mise en interconnexion de la gare de FIV-Clamart comprennent :
 - La réalisation du couloir souterrain sous le quai central, pour interconnexion avec la salle d'échange de la boîte-gare du GPE, avec les circulations verticales correspondantes :
 - > 2 escaliers mécaniques de largeur utile unitaire de 1 m
 - > 1 escalier fixe de largeur utile 3,4 m
 - > 1 ascenseur PMR

Un allongement du quai central et du quai latéral V1, du côté Paris, est nécessaire pour libérer des emprises travaux de la boîte-gare en phase travaux

- Remise en état des quais :
 - Démolition et reconstruction des abris de quai, au-dessus du couloir d'interconnexion et des liaisons verticales
 - Traitement des impacts de ces aménagements sur les équipements ferroviaires (déplacement de poteaux caténaires, d'équipements de signalisation...) et sur les équipements de quai (éclairage, vidéosurveillance, sonorisation...)
 - Réaménagement du quai central, pour rétablissement de son niveau de confort : abri filant, création de salles d'attente, etc.
 - La mise aux normes pour l'accessibilité PMR des quais :
 - > Les ascenseurs pour accès au quai central

> Equipements et aménagement des escaliers fixes

- Le bâtiment voyageur SNCF
 - Liaison du BV avec le couloir de connexion vers la boîte-gare GPE, y compris liaisons verticales : escalier mécanique, ascenseur
 - Réaménagement intérieur du BV pour modification des flux et mise aux normes d'accessibilité PMR :
 - > Condamnation de l'accès au passage souterrain existant
 - > Réagencement intérieur du BV intégrant le débouché du nouveau couloir d'accès au GPE
 - > Equipements d'exploitation et d'information voyageurs
- Mesures conservatoires
 - Dimensionnement des ouvrages préservant la possibilité d'un futur raccordement d'un passage souterrain depuis le couloir sous quai central vers le quai latéral direction Paris et vers le quai latéral direction province.
 - > Elargissement à 9,40m du couloir sous quai central au droit du point de connexion du futur passage souterrain
 - Mesure conservatoire à prendre par la SGP dans la réalisation de la boîte-gare : possibilité de raccordement du couloir d'interconnexion vers le quai latéral direction Province
 - L'intégration des lignes de contrôle, pour l'horizon au-delà de l'interconnexion L15 Sud, sera définie au démarrage des études PRO, en cohérence avec les hypothèses de flux.

ORGANISATION ERP

Les ERP GPE et SNCF sont organisés selon le principe de deux ERP séparés et isolés. Toutefois, le quai central et le couloir de connexion situés sous le quai central seront inclus dans l'ERP GPE. L'ERP SNCF comprendra bâtiment voyageurs SNCF, le couloir de liaison entre le bâtiment voyageurs SNCF et la boîte-gare GPE et les quais latéraux de secours.

La séparation entre ERP sera organisée en extrémité du couloir de liaison avec le bâtiment voyageurs SNCF. Les dispositifs techniques de séparation et d'isolement coupe-feu seront définis par les études de projet.

Afin d'assurer l'évacuation des voyageurs SNCF en cas de fermeture du dégagement passant par la gare GPE (événement exceptionnel), un dégagement accessoire de secours situé au niveau du quai central Transilien est à l'étude par SNCF Réseau. L'ouvrage sera décrit dans les études de projet et intégré au projet dans le cadre d'un dossier de permis de construire modificatif.

Cet ouvrage fera l'objet une convention d'avant-projet et de projet séparée. Le montant de cette opération vient en sus de celui annoncé dans l'avant-projet du maître d'ouvrage approuvé par le STIF.

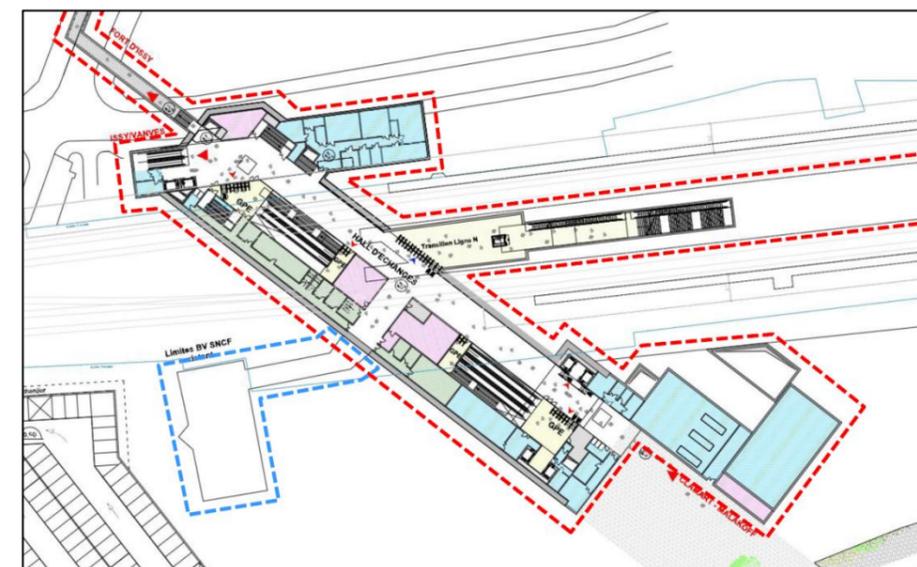


Figure 209 : Schéma de principe de répartition des ERP – Plan AREP

MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION

La méthodologie de réalisation et le phasage des travaux ont été étudiés en coordination étroite avec la SGP.

- Travaux de modification des installations ferroviaires : voie, caténaire, artères câbles, allongement du quai côté Paris, démolition de quai et bâtiment côté Province, démolition marquise de quai, etc.
- Mise en place de la passerelle provisoire, démolition du passage souterrain existant
- Réalisation de micropieux pour appui des tableaux auxiliaires simples
- Pose des TA simples, terrassement et réalisation des appuis des TA doubles
- Pose des TA doubles bout-à-bout et d'un provisoire tablier de quai, permettant la réalisation de la paroi moulée par la SGP
- Dépose des TA doubles et ripage de la dalle de couverture de la boîte-gare lors d'un week-end de coupure de l'exploitation ferroviaire de 100h
- Remise en état des voies et des équipements ferroviaires, reconstruction des quais côté Province
- Création de l'émergence vers le quai central et du couloir d'interconnexion gare SGP-quai central
- Mise en place des équipements voyageurs, mise en conformité accessibilité PMR
- Fondations pour marquise de quai

Après l'ouverture de la gare GPE de FIV Clamart :

- Dépose de la passerelle provisoire d'accès au quai central
- Finalisation des ouvrages et remise en état du site

Deux contraintes fortes sont à prendre en compte pour l'organisation du chantier :

- Le maintien de la gare en exploitation : accès au bâtiment voyageur et au quai central (voyageurs, agents d'exploitation et de sécurité), intermodalité
- Maintien de l'accès au RFN pour les agents de maintenance de SNCF Réseau
- Coordination avec le projet de ZAC mené par la Ville de Clamart : phasage des zones de travaux très imbriquées

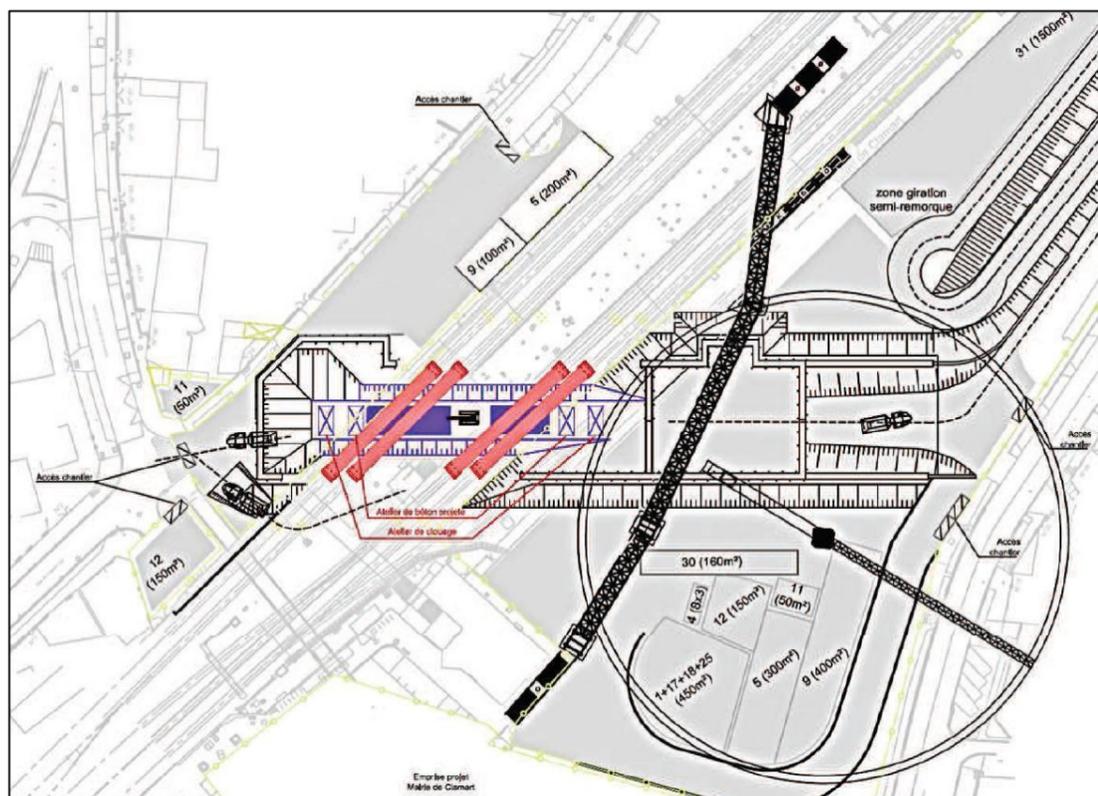


Figure 210 : 1^{er} trimestre 2017 – TA simples posés, réalisation de l'appui central des TA doubles – Accès voyageurs par passerelle provisoire – AVP DPF – déc. 2014

IMPACT TRAVAUX SUR LES CIRCULATIONS ET L'EXPLOITATION FERROVIAIRES

- Travaux préparatoires :
- travaux de nuit en semaine

- 1 week-end de coupure mutualisée avec le chantier BPL-SEA,
- 3 week-ends de 51h avec 40h de simultanée,
- Pose des TA et terrassement :
 - 1 week-end de 51h, pour pose des TA simples
 - 1 week-end de 54h pour pose des TA doubles
 - 1 week-end de 24h, et travaux de nuit en semaine, pour micropieux et démolitions
 - Une Limitation Temporaire de Vitesse (LTV 40/60/80/100) est nécessaire pendant plusieurs semaines, en fonction de la stabilité de la voie
- Ripage de la dalle et dépose des TA doubles
 - 1 week-end de 100h
- Remise en état des installations ferroviaires après dépose des Tabliers Auxiliaires
 - 2 week-ends de 24h
 - Travaux de nuit en semaine,
- Ces week-ends ont été définis en relation avec les EF et AOT (coordination toujours en cours).
- Les coupures nécessaires aux travaux sous le quai central et à la réalisation du couloir de liaison avec le BV SNCF restent à définir : plusieurs ITC de week-end de 48h, et LTV.
- Des LTV 60 / 80 / 100 sont aussi à prévoir le temps des travaux.
- L'impact capacitaire est très lourd. Il fera l'objet de recherches et optimisations dans la suite du projet, en concertation avec les Entreprises Ferroviaires

L'ensemble des éléments sera précisé dans le cadre de la poursuite des études, en phase PRO.

La gestion des phases d'exploitation provisoires sera également précisée en phase PRO, avec pour objectif d'optimiser la durée d'utilisation de la passerelle provisoire très pénalisante pour les voyageurs au quotidien.

ARTICULATION AVEC LES AUTRES PROJETS

- Evacuation des déblais issus du creusement tunnel du GPE
 - Une évacuation des déblais pour partie par la voie ferrée, tel qu'envisagé au stade actuel, nécessite la création d'une installation d'embranchement terminal (ITE) au profit de la SGP, permettant de raccorder le chantier fret de la SGP au RFN. La zone de chantier SGP est prévue sur le triangle ferroviaire à l'arrière de la gare, et l'ITE sera raccordée à la voie 7
 - Des interfaces dans l'organisation des chantiers sont à prévoir entre les travaux d'évacuation des déblais et les travaux :
 - > du couloir de correspondance au quai central
 - > du couloir de liaison entre le BV SNCF et la boîte-gare.
- Schéma Directeur Ligne N
 - Les scénarios de desserte et les aménagements d'infrastructure renforcée associés sont en cours d'études. Des aménagements des infrastructures réseau sont nécessaires pour atteindre le scénario « d'arrêts maxi », avec arrêt de toutes les missions.
- Schéma Directeur Accessibilité (SDA)
 - La 1^{ère} phase du SDA, pour accessibilité quai-train, a été réalisée, avec notamment les rehaussements partiels à 76 cm au niveau de l'accès PMR au train
 - La 2^e phase du SDA, pour l'accessibilité au quai, sera intégrée au projet de mise en interconnexion avec le GPE
- Projets LVG BPL-SEA et projet Montparnasse
 - L'interface avec le projet d'interconnexion est temporelle :
 - > le projet BPL-SEA laissera les emprises sous la Voie 7 pour le début des travaux de parois moulées au Sud des voies
 - > Interfaces d'études de signalisation
 - > Les études et travaux sont pilotés et coordonnés par les deux projets
- Aménagement urbain du quartier de la gare, par la Ville de Clamart
 - La coordination entre tous les intervenants (Ville, SGP, SNCF) est nécessaire pour définir le phasage de zones mobilisées par chaque étape des chantiers
 - Le passage souterrain ville-ville a été fermé par la Ville de Clamart début 2015. Le passage direct sous les voies au niveau du BV ne sera plus disponible pendant les travaux. Le passage par les 2 ponts-rails encadrant la gare reste possible.
- Reconfiguration du BV SNCF
 - Le projet de reconfiguration envisagé par la SNCF, intégré avec le projet de réaménagement urbain de la Ville (ZAC), se développera près de l'emplacement actuel. Le point de connexion du futur BV à la boîte-gare du GPE, pour accès au hall d'échange, restera identique.
- Intermodalité
 - Groupes de travail avec le STIF sur le sujet de l'intermodalité pour identifier les futurs besoins et définir les contours des futurs projet (en cours), et sur le sujet des services (L15 et Ligne N) à intégrer dans la gare du Grand Paris (à venir).



4.5.2.5 Gare d'Issy

Ce chapitre décrit l'opération sous maîtrise d'ouvrage de la SNCF qui s'interconnecte avec le projet sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris décrit au chapitre 4.1.16.

SITUATION ACTUELLE

La gare d'Issy est située sur la Commune d'Issy les Moulineaux, dans les Hauts-de-Seine, dans le périmètre de la ZAC Léon Blum. Issy est une gare ferroviaire de la ligne RER C (ligne 977 000). Elle est située au point kilométrique 6+900.

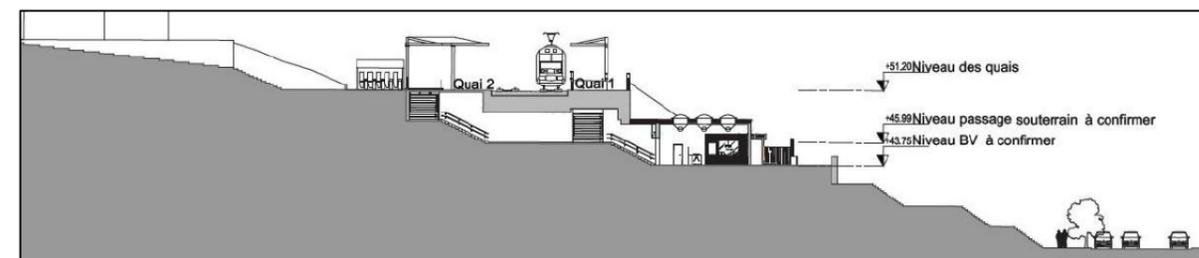
La gare est constituée de 2 voies dédiées à la circulation des RER C. Le Bâtiment Voyageurs (BV), positionné à l'extrémité des quais Paris et en haut de l'impasse, n'est visible que depuis la place Léon Blum. La gare comporte 2 quais latéraux de hauteur 55 cm encadrant les deux voies passant en partie sur un viaduc maçonné, à mi-pente entre l'avenue de Verdun (cote 35 NGF) et le boulevard Rodin (cote 60 NGF au niveau du sentier de l'Asile).

La gare comporte 3 accès, positionnés en bout de quai côté Paris :

- Un accès par le BV.
- Un accès nocturne en bordure du BV.
- Un accès secondaire au quai direction Province, depuis le sentier de l'Asile

Un passage souterrain, partant du BV, permet d'accéder au quai direction Province, par un escalier fixe. L'accès au quai direction Paris depuis le BV se fait via un escalier fixe.

La gare n'est pas accessible PMR. Elle est inscrite au Schéma Directeur d'Accessibilité des gares d'Ile de France.



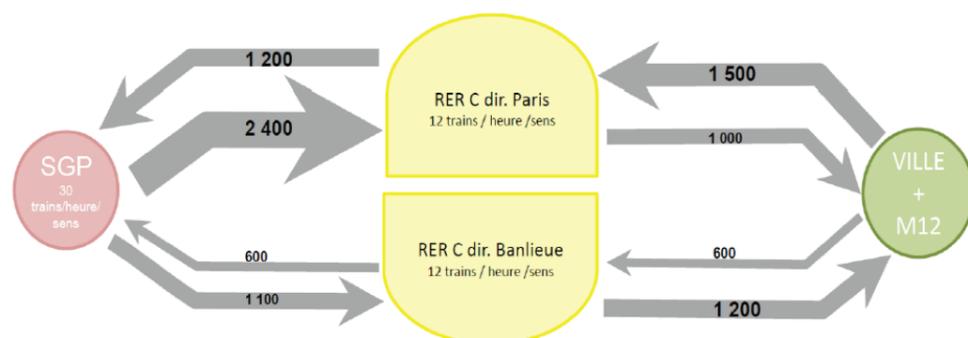
La gare est desservie, en heure de pointe, par 12 trains/heure et par sens au SA 2014 (branches C5 Versailles-Château-Rive-Gauche et C7 Saint-Quentin-en-Yvelines). Les comptages de fréquentation indiquent 1 572 voyageurs par heure en heure de pointe du matin.

SITUATION PROJETÉE

Le dimensionnement des ouvrages d'interconnexion a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

	Situation actuelle	Horizon GPE L15 Sud Mise en correspondance à infrastructures en ligne constantes
Offres cibles en gare	12 RER C/h/sens	12 RER C/h/sens
Voyageurs RER C montants et descendants (sur 1h à l'HPM)	1 572 voyageurs (comptages)	9 602 voyageurs (estimations STIF 2013)

Figure 211 : Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec le GPE



Les hypothèses de dimensionnement des ouvrages sont directement issues des études de trafic réalisées sous l'égide du STIF à l'horizon de mise en service de la L15 Sud.

Description des principes de correspondance :

- Un couloir de correspondance avec le RER, d'une longueur de 120m, est réalisé par la SGP sous la place Léon Blum et le Chemin d'accès à la gare, longeant le viaduc,
- Le couloir est équipé de 4 séquences d'EF et EM permettant de rattraper les 30 m de dénivelé jusqu'au parvis et environ 40 m jusqu'aux quais,
- Les aménagements projetés permettent une distinction entre les flux vers la ville et vers la L15 depuis les quais du RER C, notamment par l'aménagement d'une rampe, côté Paris, permettant d'amener les voyageurs en correspondance depuis la Ligne 15 au milieu du quai RER C

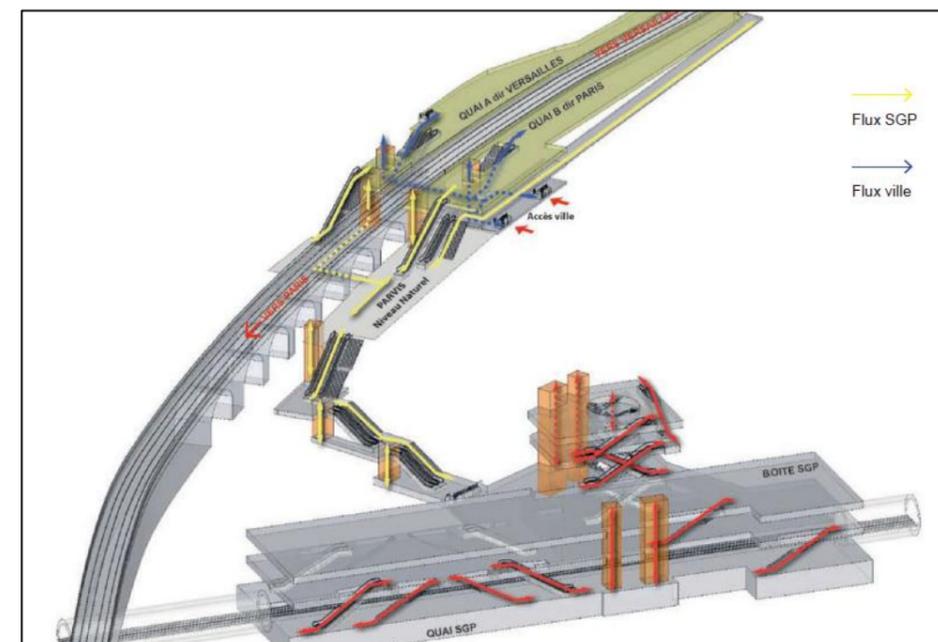


Figure 212 : Issy : Schéma de principe de l'interconnexion

Programme technique :

Les éléments ci-dessous sont donnés sur la base des expertises réalisées pour la constitution du programme préalable à l'AVP.

- Les ouvrages de correspondance prévus pour la mise en interconnexion de la gare d'Issy comprennent :
- La réalisation des circulations verticales vers les quais depuis l'émergence du couloir souterrain d'interconnexion GPE sur le parvis de la gare :
 - > 3 escaliers mécaniques de largeur utile unitaire de 1 m. L'un d'eux donne accès à la mezzanine qui mène à la passerelle inclinée
 - > 2 escaliers fixes de largeur utile 2,2 et 2,8 m
 - > le traitement du palier bas des circulations, sur le parvis, est pris en charge par la SGP
- Un passage en mezzanine vers la passerelle inclinée d'accès au quai Paris
- 1 passerelle inclinée d'accès au quai dir. Paris depuis la mezzanine du BV : inclinaison 4%, largeur utile 4 m
- Création de plateforme en prolongement des quais, jusqu'aux circulations verticales d'interconnexion vers le GPE

- L'adaptation du passage souterrain existant :
 - Suppression de la volée d'escalier située sous les voies, pour nivellement du passage
 - La réalisation des circulations verticales vers les quais et des équipements d'exploitation associés (alimentation, énergie, etc.) :
 - > 2 escaliers mécaniques de largeur utile unitaire de 1 m
 - > 1 escalier fixe de largeur utile 1,8 m vers quai Province (l'escalier actuel vers le quai Paris est conservé)
 - > 2 ascenseurs de part et d'autre du passage souterrain. Celui situé côté BV est aussi en connexion avec le parvis.
- L'élargissement et le réaménagement des quais, et leur mise aux normes pour l'accessibilité PMR :
 - Elargissement des quais, pour la bonne gestion des flux et prise en compte du programme d'élargissement pour les circulations PMR : 1 500 m² dir. Paris, 1 500 m² dir. Province, hors obstacles et avec zone dangereuse, répartis pour favoriser l'étalement de l'attente et protéger l'accès jusqu'aux ascenseurs, et pour l'accessibilité PMR (élargissement du quai à 2,75 m libre sur 100 ml)
 - Reprise des quais : revêtements, dévers et évacuation des eaux associée
 - Rehaussement partiel de quai à 76 cm au niveau de l'accès PMR au train
 - Augmentation de surface des abris de quai pour favoriser l'étalement de l'attente en lien avec l'élargissement
 - Traitement des impacts de ces aménagements sur les équipements ferroviaires (déplacement de poteaux caténaires, d'équipements de signalisation...) et sur les équipements de quai (éclairage, vidéosurveillance, sonorisation, info voyageurs, équipements signalétique PMR...)
 - Installation de 2 ascenseurs d'accès au quai, depuis le BV et le passage souterrain existant
- Le traitement de l'insertion urbaine du projet :
 - Impact éventuel sur les circulations publiques et l'EF ville passant sous la 1ère arche vers le Sentier de l'Asile
 - Connexion de l'accès public du quai Province au Sentier de l'Asile : réfection de la zone de sortie en parvis
 - Traitement paysager du site, particulièrement celui du talus ferroviaire après déboisement, pour insertion proche des bâtiments d'habitation
 - La réorganisation des fonctionnalités du parvis suite à la construction de l'émergence de l'interconnexion du GPE vers le RER C (convoyeurs de fond, place PMR, livraison, dépose minute, liaison ville, accès aux logements, etc.) sera à traiter avec la Ville et l'aménageur urbain. De même, un travail sur la lisibilité de la gare, masquée par

l'émergence des circulations verticales, doit être pris en compte dans la suite des études.

- Le bâtiment voyageur SNCF
 - Démolition du BV existant, avec conservation des structures de soutènement du talus ferroviaire et de l'accès au passage souterrain
 - Reconstruction d'un BV adaptés aux circulations des flux d'interconnexion :
 - > Surface Dans Œuvre globale : 259 m²
 - > Espaces de circulation voyageurs, avec séparation des flux ville (accès par le parvis) et interconnexion GPE (passage en mezzanine pour l'accès des voyageurs GPE au quai Paris via la passerelle inclinée)
 - > Espaces de service aux voyageurs : hall, guichet, toilettes, etc.
 - > Espaces techniques et d'exploitation
 - > Accès nocturne spécifique
 - > Equipements d'exploitation et d'information voyageurs
 - > Traitement de la lisibilité de la gare depuis la place Léon Blum
 - Le traitement du parvis est pris en charge par la SGP. Le maintien des fonctionnalités (accessibilité PMR, pompiers, riverains, logistique...) est à prendre en compte dans le déroulement ultérieur des études
- Mesures conservatoires
 - Sans objet

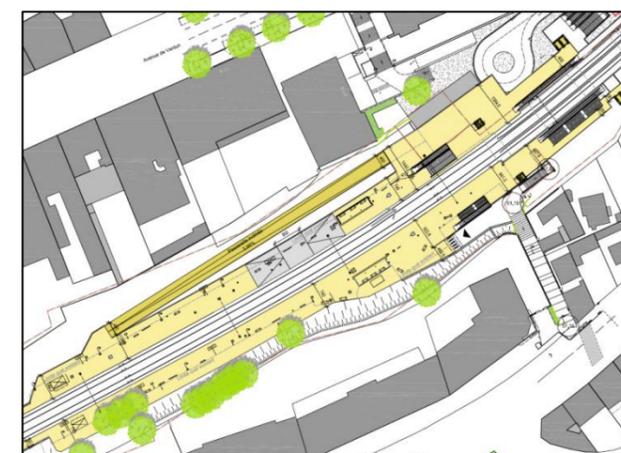


Figure 213 : Issy : Plan fonctionnel niveau quais

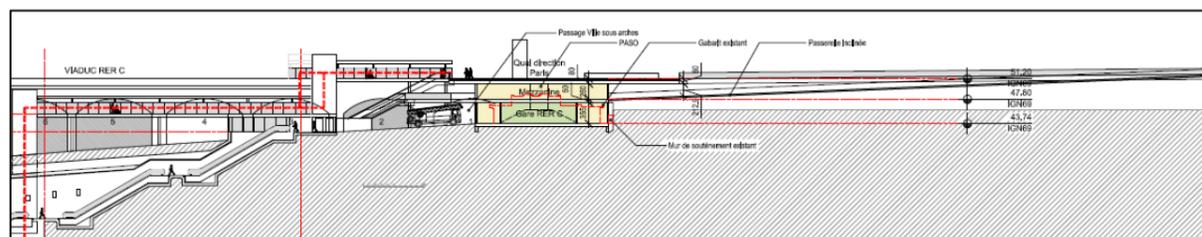


Figure 214 : Issy : Coupe fonctionnelle sur le dispositif d'interconnexion

ORGANISATION ERP

Les ERP SGP et SNCF sont organisés selon le principe de 2 ERP séparés et isolés. L'ERP SNCF comprendra :

- Le nouveau BV Transilien,
- Les quais Transilien,
- Le passage souterrain existant et les accès aux quais

La séparation entre ERP sera organisée au niveau de l'émergence sur parvis du couloir d'interconnexion. Les dispositifs techniques de séparation seront définis lors des études à venir.

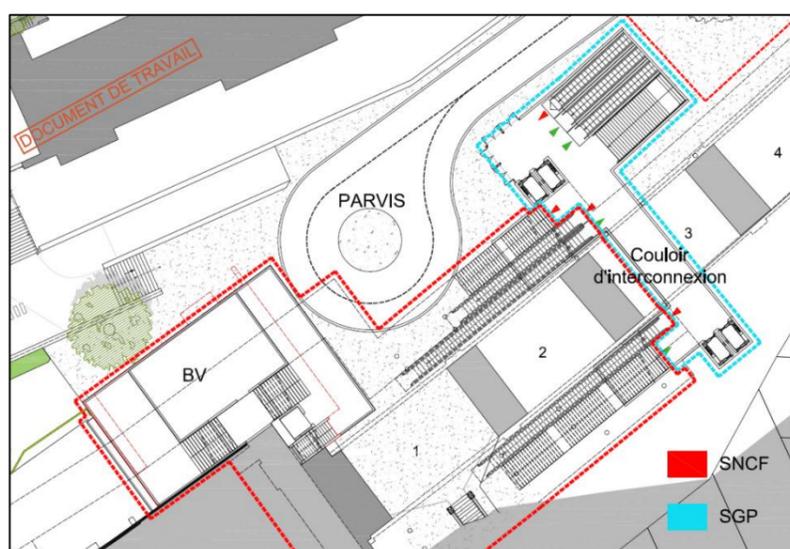


Figure 215 : Issy : Plan de principe de périmètre des ERP (NB : aménagements à titre indicatif)

MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION

Deux niveaux de réalisation sont à prévoir :

- les travaux au niveau des quais nécessiteront d'être réalisés au moyen de train-travaux depuis la voie ferrée ;
- les travaux au niveau du parvis et au niveau mezzanine seront réalisés depuis le terrain naturel.

Les méthodologies de réalisation seront précisées au cours des études ultérieures. L'accès au site, en impasse, étant très contraint, un phasage global des opérations est à définir avec la SGP pour ordonnancer les différents travaux tout en maintenant la gare en exploitation.

Le maintien de l'accès aux quais pour les voyageurs, et à la gare pour les piétons et pompiers, sera pris en compte dans ce cadre de phasage.

IMPACT TRAVAUX SUR LES CIRCULATIONS ET L'EXPLOITATION FERROVIAIRES

Afin de minimiser les impacts sur les circulations ferroviaires, les travaux nécessitant des coupures de l'exploitation seront planifiés autant que possible au cours des nuits et des week-ends (travaux des quais, pose des ascenseurs et escaliers mécaniques, etc). L'impact capacitaire sera défini au cours des études à venir.

ARTICULATION AVEC LES AUTRES PROGRAMMES

- Schéma directeur RER C

Au stade actuel, le Schéma Directeur RER C n'identifie pas de projet de modification en gare d'Issy, ni d'évolution de sa desserte. Une attention devra toutefois être apportée aux impacts capacitaires des travaux, en coordination avec les autres interventions prévues sur la ligne : opérations de Brétigny, Juvisy, Austerlitz et sur l'alimentation électrique de la ligne ; chantiers de modernisation et renouvellement ; autres opérations de mise en interconnexion de la ligne avec le GPE.

- Schéma Directeur Accessibilité (SDA)

La gare est inscrite au SDA. Des études préliminaires (EP) ont été menées dans le cadre du SDA, puis le projet a été suspendu dans l'attente des études pour l'interconnexion au GPE. Compte tenu de la concomitance des deux projets, le programme de mise en accessibilité de la gare, défini au stade EP dans le cadre du programme SDA, a été intégré dans le programme de mise en interconnexion de la gare avec le GPE.

5. Exploitation et Maintenance

5.1. EXPLOITATION

5.1.1. Exploitation en ligne

5.1.1.1 Ligne 15 Sud

La ligne 15 Sud est une ligne automatique, équipée de portes palières, d'une longueur de 32 km. Des trains de 6 voitures d'une capacité de l'ordre de 1 000 voyageurs y circulent. Ils assurent la desserte omnibus de 16 gares entre le terminus de Noisy Champs et le terminus provisoire de Pont de Sèvres.

Elle est supervisée depuis un Poste de Commandes Centralisées localisé sur le site du SMR de Champigny. 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 en ligne (envisagé à Noisy-Champs), qui assure les mêmes fonctions.

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

A l'ouverture, la ligne 15 Sud comptera un parc d'environ 25 trains de 6 voitures dont 20 environ en exploitation à l'heure de pointe (Offre en heure de pointe de l'ordre de 15 000 PPHPD : personnes par heure et par direction). La vitesse commerciale sera d'environ 56 km/h et la production kilométrique commerciale annuelle d'environ 4,5 millions de Trains.km.

Afin de produire une offre de l'ordre de 18 000 PPHPD en hyperpointe à la mise en service de la ligne 15 Sud, il sera possible de commander un complément de trains grâce aux possibilités offertes par le marché d'acquisition du matériel roulant.

A l'ouverture de la L16, le parc de la ligne 15 serait de 30 trains de 6 voitures dont 24 en exploitation à l'heure de pointe (Offre en heure de pointe de l'ordre de 20 000 PPHPD) pour répondre à l'accroissement de la demande lié notamment à la correspondance L16 à Noisy-Champs. La vitesse commerciale sera d'environ 56 km/h et la production kilométrique commerciale annuelle d'environ 5,5 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.

Neuf services provisoires sont implantés sur les 32 kilomètres de ligne 15 sud 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.

Le terminus de Noisy Champs est dimensionné pour répondre aux contraintes d'exploitation de la ligne 15 à l'horizon cible et même au-delà puisqu'il peut être exploité à 90 s d'intervalle. Il offre une bonne souplesse et robustesse d'exploitation et dispose de 5 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. Les simulations effectuées sur les injections et retraits des trains ont montré la capacité du terminus à gérer les différentes situations à terme à faible intervalle y compris en cas de petites perturbations.

La ligne 15 sera raccordée au terminus de la ligne 16 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 de trains de la ligne 16.

Le terminus provisoire de Pont de Sèvres constituera un service provisoire (SP) de la ligne 15 dès son prolongement à l'ouest. La configuration retenue pour ce terminus est un terminus simplifié correspondant à la configuration cible : celle du futur service provisoire. Cette configuration répond aux besoins d'exploitation de la ligne 15 Sud (intervalle à l'heure de pointe de l'ordre de 3 minutes) tout en évitant des coûts frustratoires et en offrant la possibilité d'abaisser l'intervalle d'exploitation si besoin en dessous de 2 mn. 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 15 sud sera très robuste. Sa configuration sera alors similaire à des lignes automatiques du réseau parisien offrant une bonne qualité de service.

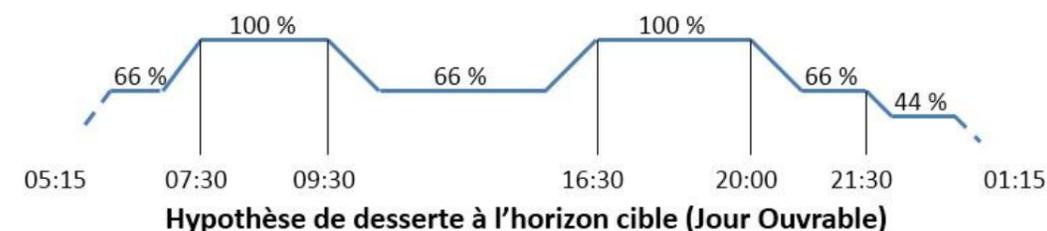
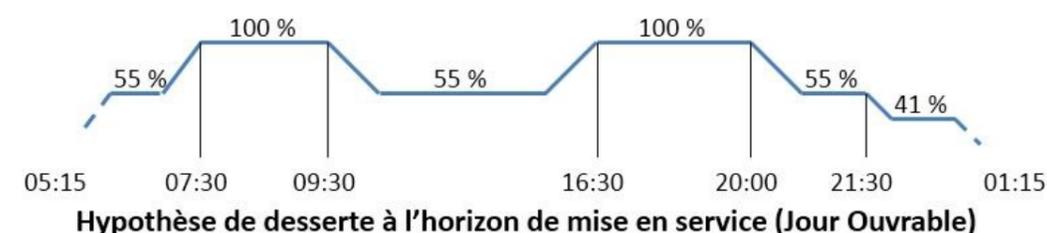


Figure 216 : Schéma hypothèses de desserte (mise en service et horizon cible)

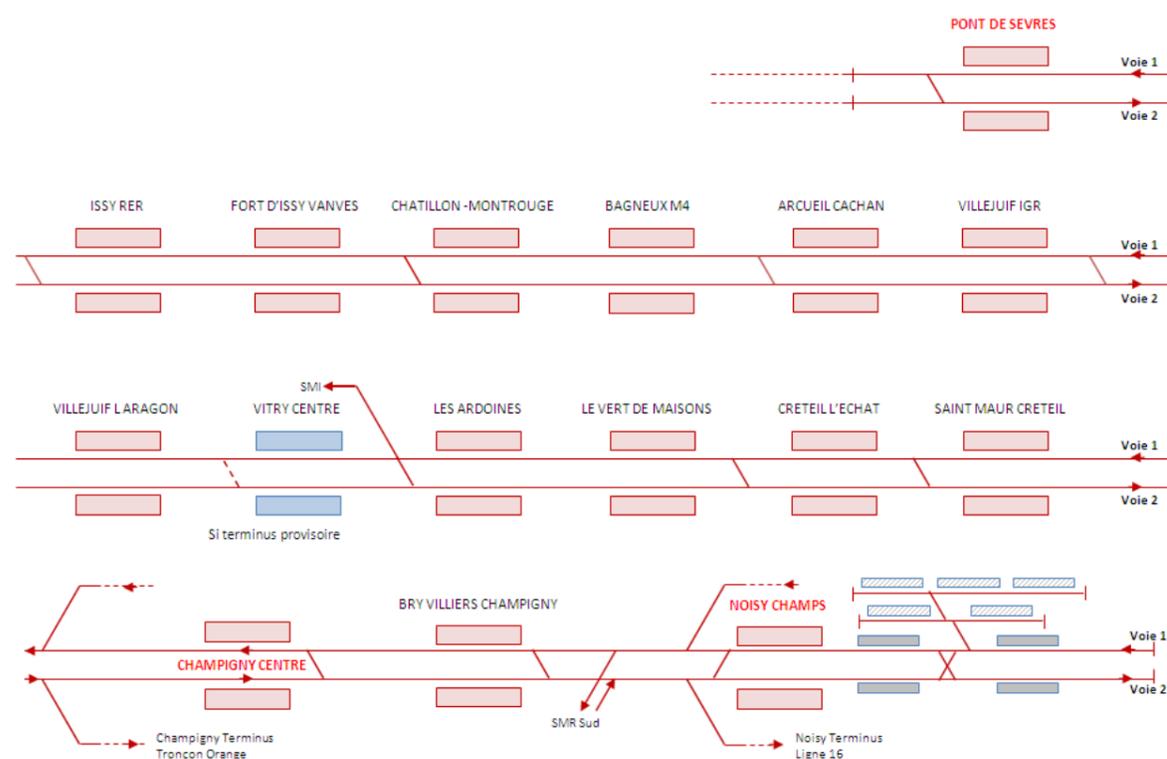


Figure 217 : Schéma des infrastructures ferroviaires de la ligne 15 Sud

Pour maintenir les trains, la ligne dispose, dès son ouverture, du Site de Maintenance et de Remisage (SMR) de Champigny. Ce site permet de remiser l'ensemble des trains de la ligne 15 Sud et d'en assurer le nettoyage. Le remisage est également prévu au terminus de Noisy-Champs en complément permettant ainsi de disposer de davantage de souplesse d'exploitation et de diminuer les coûts d'exploitation.

La capacité maximale d'accueil des trains des deux sites est de 68 trains durant l'interruption du service voyageurs. Cette capacité couvre les besoins de remisage lors des mises en service des tronçons successifs jusqu'au raccordement à la ligne 15 Est sans nécessité de faire appel au remisage en ligne.

Elle dispose également dès son ouverture d'un accès au Site de Maintenance des Infrastructures (SMI) de Vitry.

5.1.1.2 Ligne 15 à terme

Le schéma d'exploitation retenu pour l'exploitation à terme de la ligne 15 (2030) est un scénario d'exploitation interopérable avec un tronc commun de 68 km et une exploitation par « branches » générant une double convergence (voie 1 et voie 2). Il combine deux types de missions, à une fréquence envisagée de un train 1 sur 2 modulable :



- des missions omnibus de type « rocade », desserte en boucle Champigny Centre à Champigny Centre (68 km – 34 gares). Cette mission ne dispose pas de terminus.
- des missions omnibus de type « spirale », équivalentes à une ligne traditionnelle (76 km – 37 gares – 50 trains) avec un terminus à chaque extrémité Noisy Champs d'un côté et Champigny Centre L15-Est de l'autre.

L'exploitation de la ligne 15, complète ainsi que pour chacune des phases de mise en service, sera réalisée depuis le PCC situé au SMR de Champigny. 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 5h15 à 1h15 (modulable) avec une extension de service jusqu'à 2h15 les veilles de fêtes et week-ends, et exceptionnellement en service continu 24/24. Il est possible d'envisager un service 24/24 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.

A l'horizon cible, la ligne compte un parc d'environ 110 trains de 6 voitures dont environ 94 en exploitation à l'heure de pointe (Offre en heure de pointe de l'ordre de 32 000 PPHPD). La vitesse commerciale est de 54 km/h et la production kilométrique commerciale annuelle d'environ 22,5 millions de Trains.km.

Le remisage des trains s'effectue principalement entre les sites de la ligne 15 sud et de la ligne 15 Est (SMR et terminus). A ce stade la capacité totale de remisage de la ligne 15 couvre les besoins de remisage du parc à l'horizon cible. Un complément de remisage pour 10 à 15 trains est recherché sur la ligne 15 Est dans le cadre des études complémentaires à venir et des mesures conservatoires permettant la réalisation d'un tunnel pour remiser une dizaine de trains en complément de voies d'évitement à Nanterre est à l'étude. Ces compléments de remisage permettront le remisage du parc à long terme hors voies principales.

Vingt-deux services provisoires sont envisagés sur les 76 kilomètres de ligne pour assurer le meilleur service pour le voyageur en cas d'incident en ligne nécessitant une exploitation en services partiels. Une voie d'évitement sur les deux prévues est dédiée pour l'exploitation à Nanterre la Folie. Des simulations d'incidents significatifs 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 du domaine de la ligne 15. Les simulations ont confirmé l'intérêt de

disposer de trains de réserve d'exploitation placés stratégiquement sur la ligne 15 pour éviter les écarts importants d'intervalle et permettre une remise en place rapide de l'offre de transport. 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.

Le terminus de Noisy Champs est dimensionné pour répondre aux contraintes d'exploitation de la ligne 15 à l'horizon cible et même au-delà puisqu'il peut être exploité à 90 s d'intervalle. Il offre une bonne souplesse et robustesse d'exploitation. Il permet le remisage de 10 trains à la fin du service voyageurs.

Le terminus de Champigny Centre est dimensionné pour répondre aux contraintes d'exploitation de la ligne 15 à l'horizon cible et même au-delà puisqu'il peut être exploité à 90 s d'intervalle. Il offre une bonne souplesse et robustesse d'exploitation. Il permet le remisage de 7 à 9 trains à la fin du service voyageurs.

Les études de robustesse d'exploitation ont montré que la ligne était exploitable selon plusieurs scénarios d'exploitation comprenant entre autres le scénario précité. Des simulations dynamiques ont permis de tester différents scénarios d'exploitation soumis à différents niveaux de perturbations pour des intervalles d'exploitation compris entre 120 s et 90 s en heure de pointe. Les résultats de ces simulations ont montré qu'il n'y avait pas d'effet boule de neige sur le retard des trains du fait de temps de réserve d'exploitation bien calibrés.

Pour maintenir les trains, la ligne 15 à terme dispose de deux Sites de Maintenance et de Remisage (SMR) un situé à Champigny Centre et l'autre situé à Rosny Bois Perrier. Ces sites permettent de remiser la majeure partie des trains de la ligne 15 à terme, respectivement 59 et 34 trains, l'autre partie devant être remise dans les terminus pour ne pas gêner les interventions de la maintenance en nuit. Au total, avec la voie d'évitement de Nanterre, il est possible de remiser de l'ordre de 110 trains hors voies principales. Les études complémentaires sur la ligne 15 ouest et sur la ligne 15 Est devraient permettre d'augmenter les capacités de remisage de la ligne 15. Par ailleurs, la conception des installations permet l'alternative du remisage en ligne.

Les deux SMR assurent la maintenance de l'ensemble du parc matériel roulant.

L'injection et/ou le retrait de trains depuis ces deux sites impliquent des cisaillements des voies principales. Les injections/retraits des trains entre le SMR de Champigny et la ligne 15 est prévu à un intervalle d'exploitation de 90 s sans occasionner de retard sur les trains de voyageurs (50% de trains retirés depuis le terminus de Noisy-Champs). Le plan de voie de branchement de la voie de raccordement du SMR de Champigny sur la ligne 15 comporte une double liaison orientée pour l'injection des trains vers le terminus de Noisy-Champs à une vitesse de 90 km/h environ et pour le retrait en venant de Noisy-Champs à une vitesse d'environ 45 km/h. Ce plan de voie compact a permis d'optimiser considérablement les infrastructures tout en préservant la robustesse de l'exploitation y compris à faible intervalle. Les performances d'exploitation ont été testées dans le cadre de simulations dynamiques jusqu'à un intervalle de 90 secondes qui ont montré qu'il était possible de réaliser les injections et retraits pour cet intervalle d'exploitation sans engendrer de retard en cascade en soumettant la ligne 15 à des perturbations moyennes : il n'y a pas d'effet boule de neige sur le retard. A noter que ce plan de voie permet également l'utilisation des branchements à contre sens en usage normal où en mode dégradé ce qui permet de disposer d'une grande souplesse d'exploitation et d'une bonne disponibilité.

La ligne 15 à terme dispose également de deux Sites de Maintenance des Infrastructures

(SMI) un dédié situé à Vitry et l'autre jumelé avec le SMR de Rosny Bois Perrier. Des installations complémentaires sous formes de voies d'évitement à Nanterre et d'une voie de liaison sont actuellement à l'étude afin de garantir la maintenabilité de la ligne 15 ouest.

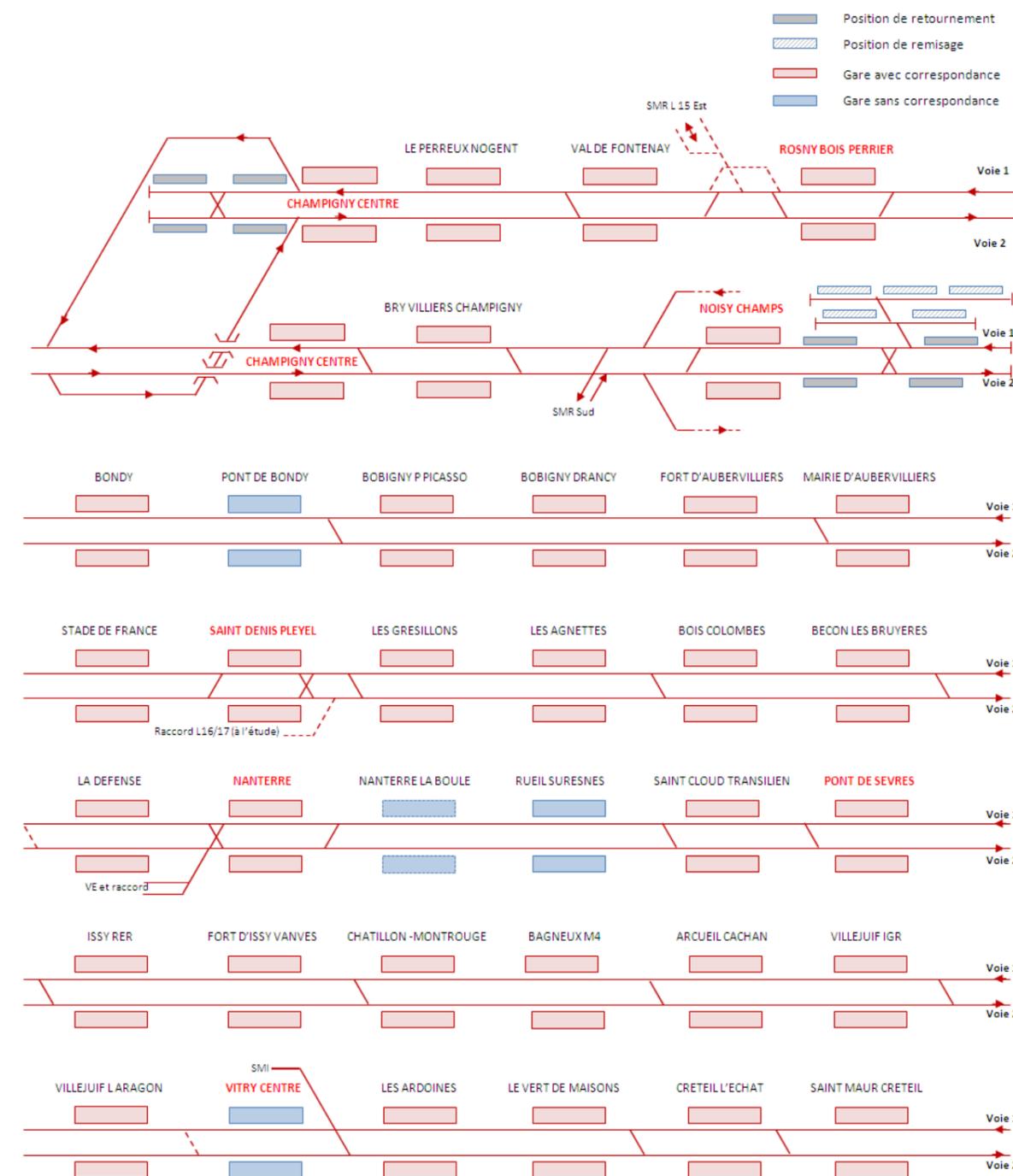


Figure 218 : Schéma des infrastructures ferroviaires de la ligne 15

5.1.1.3 Interopérabilité

Compte tenu du schéma d'exploitation de la ligne 15, l'interopérabilité à Champigny-Centre est assurée par les trains effectuant la mission "rocade".

La gare de Champigny Centre est composée de deux gares juxtaposées : celle ligne 15 Est et celle ligne 15 Sud. De par le scénario d'exploitation retenu, elle est à la fois une gare passante pour les trains ayant une mission rocade et à la fois un terminus trains ayant une mission spirale.

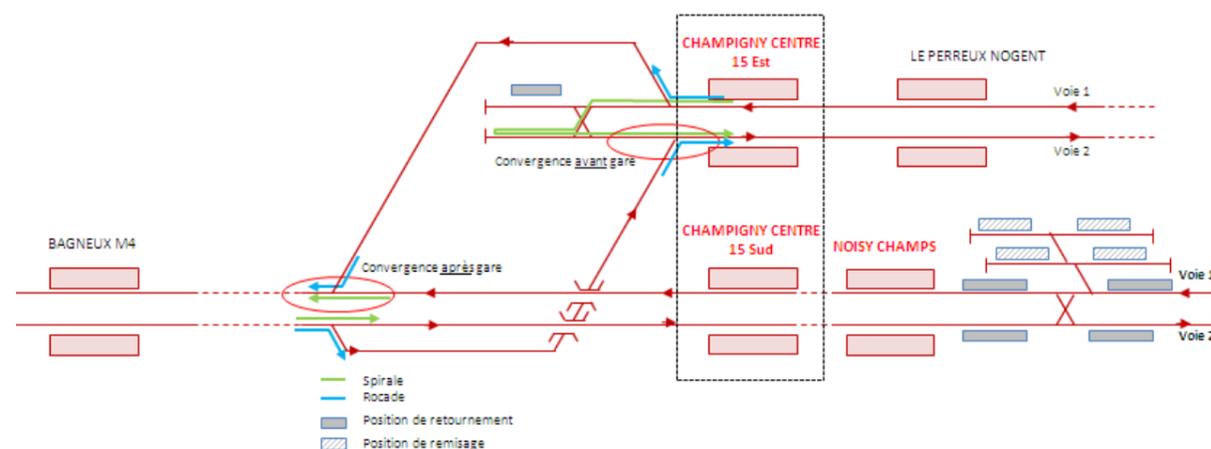


Figure 219 : Exploitation de la gare de Champigny Centre

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 au 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 15 (supervision en gare) ou à distance, à partir du poste de commande contrôle 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 le PCC ligne 15. 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 1ère catégorie : obligation d'avoir au moins un membre du personnel en permanence pendant les heures d'ouverture au public, formé à la sécurité incendie.
- Gare de 2ème à 4ème 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.

5.1.2.4 *L'entretien (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.

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 15. 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 intéressante.

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 (SAM) 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.

La RATP-GI est donc responsable de maintenance de l'ensemble de l'infrastructure du réseau du Grand Paris (Gares, Ouvrages Annexes et tunnels) ainsi que des équipements fixes du système de transport.

Toutefois à ce stade l'hypothèse est que certains systèmes ne sont pas de son ressort :

- Billettique et contrôle d'accès, Information Voyageurs,
- Les équipements embarqués dans les trains voyageurs (automatismes de conduite, vidéoprotection...) ,
- Les installations hors du périmètre du réseau de transport, telles que les infrastructures de téléphonie mobile (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 gestion des évolutions des automatismes de conduite aussi bien au sol qu'en embarqué.

La maintenance des systèmes d'information voyageurs, de la billettique et du contrôle d'accès sera confiée à une autre entité *qui pourrait être l'exploitant*.

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 le STIF en conformité avec les textes légaux.

5.2.1. Maintenances des installations fixes

5.2.1.1 Organisation des équipes de maintenance de la billettique, du contrôle d'accès et de l'information voyageur

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

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

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 de Vitry pour la ligne ou SMR pour le PCC) ou décentralisée avec des équipes dépendant des attachements en gares.

Les équipes itinérantes interviendront sur les systèmes de détection et sécurité incendie, téléphonie, sonorisation, vidéosurveillance. Pour tous les autres systèmes les attachements se feront au SMI ou plus rarement au SMR. Les équipes installés au SMR seront réduites et interviendront sur le système de commande centralisée et les automatismes du SMR.

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

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

Pour certains équipements tels que les escaliers mécaniques, ascenseurs ou l'éclairage public, la maintenance de ces différents équipements 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 de Vitry supportera la maintenance des équipements et systèmes du tronçon ligne 15 Sud dès son ouverture.

Une connexion au réseau RFN dans le site de maintenance des Infrastructures de Vitry 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 convois LRS peuvent circuler sur la ligne 15 à condition que les véhicules de transport des LRS mis en œuvre par RATP-GI soient adaptés au gabarit de la ligne 15.

Le site de maintenance de Rosny/La Garenne (Est) qui sera mis en service avec la ligne 15 Est viendra renforcer les capacités de maintenance de la ligne 15.

La ligne 16/17 disposera de son SMI à l'horizon de sa mise en service. Il sera situé sur le site d'Aulnay. Une interopérabilité technique est 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. Une autre interopérabilité technique est à l'étude entre les lignes 15 et 16/17 à l'ouest de la gare de Saint-Denis-Pleyel dans le cadre des études AVP de la ligne 16/17. Le choix de sa réalisation se fera sur la base d'une analyse multicritère entre deux scénarios qui visent à garantir la maintenabilité de la ligne 15 ouest.

Pour couvrir efficacement les interventions par véhicule de maintenance des infrastructures dans la zone de Nanterre La Folie à Saint Denis Pleyel, il est prévu a minima une voie d'évitement longue de 200 m à Nanterre permettant d'accueillir le train de long rail ou les trains permettant le remplacement du fil de contact, complétée éventuellement d'une seconde voie destinées au mainteneur permettant de diminuer les temps d'acheminements depuis les SMI. Un train d'auscultation et d'intervention pourrait être remis à Nanterre pour permettre des interventions rapides du mainteneur sur la partie ouest de la ligne 15 tout en libérant de l'espace sur les voies des SMI. Selon la configuration du plan de voie, le site de Nanterre pourrait constituer un site déporté pour des trains de maintenance.

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 15 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 qui circulera sur les lignes L16 et L17 du RTPGP et peut aussi circuler sur la ligne 15. Son mode de fonctionnement nominal est prévu en automatique sans conducteur.



Figure 220 : 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, la 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 (LAMA) pourraient être utilisés pour la maintenance des équipements du tunnel en hauteur (profil aérien de contact, antennes...). Des aires de stockage sont prévues pour les ranger le long de la ligne afin d'optimiser les délais d'intervention.

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.

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. A ce stade, deux emplacements sont prévus sur la Ligne 15 sud : à Noisy-Champs et au niveau de l'ouvrage annexe 0807.

Le stockage de pièces moins sensibles pour la fonction transport tel que les équipements électromécaniques des gares, pourra être réalisés sur des plates-formes logistiques basée en Ile de France.

5.2.1.7 **GMAO**

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.

5.2.1.8 **Systèmes d'aide à la maintenance :**

Selon les possibilités offertes par la solution industrielle retenue, chaque système ou équipement complexe sera doté d'un SAM (Système d'aide à la maintenance) 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.

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 de la ligne 15 est réalisée principalement au SMR de Champigny. Celui-ci est dimensionné pour permettre l'exploitation de la ligne durant chacune des phases de mises en service de la ligne 15 puis lors du bouclage complet de la ligne 15 en complément du SMR de La Garenne sur la ligne 15 Est.

Ce site de maintenance sera doté des équipements industriels (notamment tour en fosse, lignes de vérins) 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 Nord (pour les rames 3 voitures L16/17) puisse accueillir exceptionnellement des rames de 6 voitures L15 nécessitant une intervention avec vérin ou 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.

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.

Les effectifs de maintenance évolueront avec les mises en services successives des différents tronçons de la ligne ainsi que de ses différents SMR associés.

Les opérations de maintenance de niveaux 4 & 5 de la norme (révisions partielles ou générales et renouvellement d'équipements) seront réalisées à l'extérieur des sites de Champigny, d'Aulnay et de Rosny, car ils nécessitent des moyens logistiques lourds et des compétences spécifiques complémentaires.

Chaque 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 : un tour et un vérin en fosse seront installés dans chaque SMR. 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.

5.2.2.2 Parc de réserve & 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 220 000 km/an/rame pour la ligne 15 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 15 % du parc global, soit 3 rames pour la mise en service du tronçon L15 Sud et 14 rames à terme pour l'ensemble de la ligne 15.

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 SMR

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 en ligne la nuit sera réalisée en gare le cas échéant et 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 conducteurs pour les véhicules équipés en système GOA4 (sauf voies de maintenance renforcée) et sous la responsabilité de l'exploitant jusqu'aux voies de maintenance dans l'atelier.

5.2.2.4 **Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) :**

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.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Tableau : Principales caractéristiques du matériel roulant..... 4
 Figure 2 : Tableau- Principales caractéristiques vis-à-vis du confort des voyageurs pour la conception du tracé..... 5
 Figure 3 : Tableau – critères géométriques à prendre en compte pour le tracé en plan 5
 Figure 4 : Tableau- Critères géométriques à prendre en compte pour le profil en long 6
 Figure 5 : Coupe tunnel monotube bivoies 6
 Figure 6 : Coupe tunnel monotube à voie unique (accès au site de maintenance de Vitry) . 6
 Figure 7 : Cinématique des tunneliers de la ligne 15 SUD 7
 Figure 8 : Distances intergares sur la ligne Sud 8
 Figure 9 : Plan schématique de Noisy-Champs à Villejuif Louis Aragon2..... 8
 10
 Figure 10 : Implantation du tracé du projet sur fond de carte géologique de la région parisienne 10
 Figure 11 : Tableau - Localisation des puits d'attaque ou de sortie des tunneliers, et linéaire de tunnel associé..... 11
 Figure 12 : Tracé en plan VIC/ARD 12
 Figure 13 : Profil géologique VIC/ARD 12
 Figure 14 : Insertion en plan du raccordement au SMI 12
 Figure 15 : Passage de la voie d'accès au SMI 12
 Figure 16 : Profil en long raccordement au SMI 12
 Figure 17 : Tracé en plan ARD/VDM 13
 Figure 18 : Profil en long ARD/VDM..... 13
 Figure 19 : Profil en long VDM/CLE 13
 Figure 20 : Tracé en plan VDM/CLE..... 13
 Figure 21 : Tracé en plan CLE/SMC 14
 Figure 22 : Profil en long CLE / SMC..... 14
 Figure 23 : Tracé en plan du tronçon SMC/CHC 14
 Figure 24 : Profil en long SMC/CHC Partie1/2 14
 Figure 25 : Tracé en plan CHC / BVC..... 15
 Figure 26 : Profil en long CHC / BVC 15
 Figure 27 : Tracé en plan BVC/Ouvrage débranchement SMR, 1/2 16
 Figure 28 : Profil en long BVC/NCH 16
 Figure 29 : Tracé en plan Ouvrage débranchement SMR/NCH, 2/2..... 16
 Figure 30 : Insertion en plan du raccordement au SMR 16
 Figure 31 : Profil en long du raccordement au SMR 16
 Figure 32 : Les ouvrages permettant l'interopérabilité à Champigny..... 17
 Figure 33 : Tableau - Configurations principales au front de taille le long du tracé 17
 Figure 34 : Tunnelier à pression de terre 18
 Figure 35 : Schéma descriptif du tunnelier en terrain traité..... 18
 Figure 36 : Coupes types méthodes constructives en demi et en pleine sections..... 19
 Figure 37 : Schéma du profil d'excavation en demi-section 20
 Figure 38 : Schéma du profil d'excavation en pleine section 20
 Figure 39 : Tranchée - typologies de méthodes constructives..... 20
 Figure 40 : Coupe transversale de la tranchée ouverte (à droite) et couverte (à gauche)... 20

Figure 41 : Coupe -OS 1001P 21
 Figure 42 : Vue en plan OS 1001P..... 21
 Figure 43 : Coupe / Vues en plan niveau Tunnel - Vue en plan Niveau TN OS 0807P 21
 Figure 44 : Tracé en plan Ile-de-Monsieur / PDS 23
 Figure 45 : Profil en long Ile-de-Monsieur / PDS..... 24
 Figure 46 : Tracé en plan PDS / ISS 24
 Figure 47 : Profil en long PDS / ISS..... 24
 Figure 48 : Tracé en plan ISS / FVC 25
 Figure 49 : Profil en long ISS / FVC 25
 Figure 50 : Tracé en plan FVC / CHM 26
 Figure 51 : Profil en long FVC / CHM..... 26
 Figure 52 : Tracé en plan CHM / BAG 27
 Figure 53 : Profil en long CHM / BAG 27
 Figure 54 : Tracé en plan BAG / ARC 28
 Figure 55 : Profil en long BAG / ARC..... 28
 Figure 56 : Tracé en plan ARC / IGR..... 29
 Figure 57 : Profil en long ARC / IGR 30
 Figure 58 : Tracé en plan IGR / VLA 30
 Figure 59 : Profil en long IGR / VLA..... 31
 Figure 60 : Coupe et vue en plan niveau cheminement OA accès secours et d'épuisement circulaires..... 38
 Figure 61 : Coupe et vue en plan niveau cheminement OA accès secours et d'épuisement circulaire 38
 Figure 62 : Coupe et vue en plan niveau cheminement OA accès secours et d'épuisement avec locaux techniques en surface..... 39
 Figure 63 : Coupe et vue en plan au niveau du cheminement OA Circulaire type A 39
 Figure 64 : Coupe et vue en plan de l'ouvrage de type B..... 39
 Figure 65 : Vue en plan de l'ouvrage de type Puits de décompression, ventilation et accès de secours (exemple : « Cimetièrre Parisien ») 40
 Figure 66 : Synoptique des ouvrages annexes sur le tronçon Est de la L15 Sud 42
 Figure 67 : Synoptique des ouvrages annexes sur le tronçon Ouest de la L15 Sud 43
 Figure 68 : Plan d'aménagement des stockages et ateliers de maintenance de l'infrastructure 44
 Figure 69 : Localisation du SMI..... 45
 Figure 70 : Plan d'insertion urbaine du SMI 45
 Figure 71 : Plan masse – Séquence Bâtiment Nord / Halle / Clôture 46
 Figure 72 : Alignement sur la rue Léon Geffroy 46
 Figure 73 : Façade Ouest sur la rue Léon Geffroy et ouverture Nord 47
 Figure 74 : Rapport aux rails 47
 Figure 75 : Vue du volume en belvédère depuis les voies ferrée..... 48
 Figure 76 : Articulation du bâtiment nord et du Hall VMI par le parvis et la rue intérieure .. 48
 Figure 77 : Les 14 cibles pour la certification HQE 49
 Figure 78 : Localisation du SMR 53
 Figure 79 : Les impacts sur le réseau viaire..... 54
 Figure 80 : Vue en plan du SMR..... 54
 Figure 81 : Coupe longitudinale du SMR..... 54
 Figure 82 : Référentiel de certification HQE 56
 Figure 83 : Schéma d'organisation générale du SMR 56
 Figure 84 : Zoom sur les positions d'échange, de passage et hall de remisage..... 57

Figure 85 :	Zoom sur les ateliers de maintenance.....	58	Figure 129 :	Architecture système de vidéosurveillance	92
Figure 86 :	Coupe dans l'atelier de maintenance renforcée	59	Figure 130 :	Exemple - Détection de présence.....	93
Figure 87 :	Coupe dans l'atelier de maintenance courante	59	Figure 131 :	Architecture du système de contrôle d'accès	93
Figure 88 :	Coupe dans l'atelier de grand nettoyage	59	Figure 132 :	Architecture du réseau multiservices	95
Figure 89 :	Zoom sur le socle de maintenance (Niveau 00).....	60	Figure 133 :	Intégration des puits via réseau de terrain	95
Figure 90 :	Zoom sur le niveau Rez-de-Parvis (N01)	61	Figure 134 :	Usage radio exploitant.....	96
Figure 91 :	Zoom sur le niveau N02	62	Figure 135 :	Usage radio haut débit	96
Figure 92 :	SMR : Perspective aérienne	62	Figure 136 :	Usage radio INPT	97
Figure 93 :	Accès du SMR	63	Figure 137 :	Usage radio public	97
Figure 94 :	SMR : Perspective de la structure.....	64	Figure 138 :	Architecture du système de téléphonie	97
Figure 95 :	SMR : Schéma de principe de la structure de l'ouvrage d'entonnement - vue en plan et coupe	64	Figure 139 :	Architecture fonctionnelle du système de sonorisation	99
Figure 96 :	SMR : Typologie de murs de soutènement.....	65	Figure 140 :	Architecture fonctionnelle du système d'information voyageur	100
Figure 97 :	Composition possible d'une rame de six voitures à titre d'illustration	68	Figure 141 :	Exemple de réalisation de porte de contrôle d'accès	101
Figure 98 :	Niveau d'automatisation- norme IEC 62290-1.....	71	Figure 142 :	Organisation de la sécurité incendie L15	105
Figure 99 :	Exemple d'architecture typique d'un CBTC.....	72	Figure 143 :	Principaux jalons des dossiers de sécurité	107
Figure 100 :	Représentation de la solution technique de distribution HTA sur une portion du tracé 73		Figure 144 :	Correspondance Loi MOP / Démarche sécurité EN50126	107
Figure 101 :	Transformation et Distribution BT Tunnel.....	74	Figure 145 :	NCH - Plan de situation - Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP).....	109
Figure 102 :	Modes de fonctionnement de l'alimentation sans interruption.....	74	Figure 146 :	NCH - Plan de situation - Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)	110
Figure 103 :	Présentation de l'alimentation BT en mode nominal et en cas de perte d'alimentation.....	75	Figure 147 :	(Haut) NCH - Vue 3D de l'ouvrage RATP projeté (en rouge).....	112
Figure 104 :	Transformation et distribution BT en station	75	Figure 148 :	(Bas) NCH- Vue 3D de l'interconnexion projetée en insertion urbaine	112
Figure 105 :	Bilan de puissance alimentation BT	76	Figure 149 :	SMC - Plan de situation - Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)	113
Figure 106 :	Principe de raccordement de l'énergie traction à la voie	76	Figure 150 :	SMC - Accès et couloir de correspondance	114
Figure 107 :	Dimensionnement Traction AVP.....	77	Figure 151 :	SMC - Vue du dessus (niveau voirie et liaisons verticales).....	115
Figure 108 :	Représentation du Fil de contact inséré dans un profil de PAC	78	Figure 152 :	SMC - Locaux impactés niveaux voirie	115
Figure 109 :	Exemple d'armement pour un PAC.....	78	Figure 153 :	(Haut) SMC - Vue 3D de la gare GPE et de la correspondance RATP projetées.....	116
Figure 110 :	Principe de communication en PAC	78	Figure 154 :	(Bas) SMC - Vue 3D de l'interconnexion projetée en insertion urbaine	116
Figure 111 :	Exemple d'équipement d'une communication croisée en PAC	79	Figure 155 :	CLE - Plan de situation - Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP).....	117
Figure 112 :	Exemple traverse HAS avec chausson (équipée d'attaches prémontées et de rail UIC60) 80		Figure 156 :	CLE Plan de situation - Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP).....	118
Figure 113 :	Principe de dalle flottante en pose directe.....	80	Figure 157 :	CLE - Futurs accès L8 et L15	118
Figure 114 :	Rail 60E1 - Norme NF EN 13674-1	80	Figure 158 :	CLE - Réaménagement de la salle des billets	119
Figure 115 :	Schéma communication croisée tg 0,085.....	83	Figure 159 :	Carte de densité - maximum atteint sur 3 intervalles du ¼h d'hyperpointe (EGIS) 120	
Figure 116 :	Exemple de Schéma montage moteur métro entre rails.....	83	Figure 160 :	CLE - Salle des billets et quais - Etat projeté - Coupe transversale	120
Figure 117 :	Exemple d'une Installation moteur entre rails sur tg 0,13 - Métro de Lyon (2013) 83		Figure 161 :	(Haut) Vue 3D de la salle d'échange et des quais projetés	122
Figure 118 :	Figure Heurtoir fixe à vérins - Gare RER de Poissy.....	84	Figure 162 :	(Bas) Vue 3D de l'interconnexion projetée en insertion urbaine	122
Figure 119 :	Coupe Tunnel bi-voies Ø 8,5 m- Section courante en alignement droit	85	Figure 163 :	VLA - Plan de situation - Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)	124
Figure 120 :	Coupe Tunnel monovoie Ø 6,5 m.....	85	Figure 164 :	VLA - Schématisation des 4 modes de transport dans la zone de la station Louis Aragon.....	124
Figure 121 :	Schéma des éléments de Façade de Quai	86	Figure 165 :	VLA - Exemple de l'impact des emprises travaux en gare routière	126
Figure 122 :	Motif Façade de Quai à alternance 2 PPS / 3 PPS	87	Figure 166 :	(Haut) VLA - Vue 3D de l'interconnexion projetée L7 / L15	127
Figure 123 :	Caractéristiques des éléments de FDQ	87	Figure 167 :	(bas) VLA - Vue 3D de la situation projetée en voirie	127
Figure 124 :	Températures de confort	87	Figure 168 :	ARC Plan de situation - Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP)	129
Figure 125 :	Traitement d'air en fonction des différents ensembles de la gare	88	Figure 169 :	Phase provisoire pour ripage : l'ouvrage repose sur 3 appuis.....	130
Figure 126 :	Scénario incendie - Puits en tympan de gare	90	Figure 170 :	Phase définitive : l'ouvrage repose sur 4 appuis.....	130
Figure 127 :	Schéma ventilation tronçons 2 et 3.....	90	Figure 171 :	ARC - Proposition d'aménagement	131
Figure 128 :	Vue 3D de principe d'assainissement	91	Figure 172 :	ARC - Vue 3D du site actuel	131
			Figure 173 :	ARC - Vue 3D de l'interconnexion projetée RER B/ L15 S.....	132
			Figure 174 :	Bagneux - vue prospective de la ZAC Eco quartier Victor.....	133
			Figure 175 :	Bagneux - Interconnexion avec la Ligne 15 Sud (en vert)	134

Figure 176 :	Vue de la station Bagneux M4 et du couloir sous les voies permettant d'accéder à la gare GPE	135	Figure 214 :	Issy : Coupe fonctionnelle sur le dispositif d'interconnexion.....	168
Figure 177 :	CHM - Plan de situation – Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP)	136	Figure 215 :	Issy : Plan de principe de périmètre des ERP (NB : aménagements à titre indicatif)	168
Figure 178 :	CHM - Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b	137	Figure 216 :	Schéma hypothèses de desserte (mise en service et horizon cible)	169
Figure 179 :	CHM - Schéma de construction de la passerelle.....	138	Figure 217 :	Schéma des infrastructures ferroviaires de la ligne 15 Sud.....	170
Figure 180 :	Carte de densité sur les quais – 30 secondes les plus critiques de la simulation (LOS Fruin).....	138	Figure 218 :	Schéma des infrastructures ferroviaires de la ligne 15	171
Figure 181 :	Premières études capacitaires (ICADE).....	139	Figure 219 :	Exploitation de la gare de Champigny Centre	172
Figure 182 :	CHM –Vue 3D du site actuel.....	140	Figure 220 :	Composition de la rame d'auscultation.....	176
Figure 183 :	CHM - Vue 3D de l'interconnexion projetée L13/L15	140			
Figure 184 :	PDS - Plan de situation – Etat initial (Source : dossier AVP-b RATP).....	141			
Figure 185 :	PDS - Plan de situation – Etat projeté (Source : dossier AVP-b RATP.....	142			
Figure 186 :	142			
Figure 187 :	PDS - Nouvel espace d'échange et flux.....	144			
Figure 188 :	PDS - Vue 3D de la salle d'échange existante.....	145			
Figure 189 :	(bas) PDS – Vue 3D du projet de correspondance RATP	146			
Figure 190 :	(haut) PDS – Vue 3D de l'interconnexion projetée L9/L15.....	146			
Figure 191 :	VDM- Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec le GPE...148				
Figure 192 :	Vue en coupe de l'émergence PaSo nord : plan GC (insertion EM) Vue en plan des émergences du nouveau souterrain	149			
Figure 193 :	Plan de situation des locaux SNCF (mesures conservatoires à intégrer)	149			
Figure 194 :	Solution "coulée en place" : Réalisation du cadre sous tablier auxiliaire et remblaiement avant dépose des TA	151			
Figure 195 :	Le site de la gare actuelle des Ardoines	153			
Figure 196 :	Ardoines- Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec le GPE154				
Figure 197 :	Ardoines - Spatialisation des flux voyageurs en correspondance et depuis la ville	154			
Figure 198 :	Ardoines - Vue en plan du passage souterrain	154			
Figure 199 :	Ardoines - Coupe transversale de la ligne RER C.....	154			
Figure 200 :	Ardoines - Coupe longitudinale sur les quais	155			
Figure 201 :	Ardoines - Plan d'aménagement du guichet SNCF et back office attenant – Plan AVP	156			
Figure 202 :	Ardoines - Plans limite des ERP – Plans AVP DDGT.....	156			
Figure 203 :	Plan de l'existant.....	158			
Figure 204 :	Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec le GPE	159			
Figure 205 :	Vue en plan – Niveau hall d'échange GPE – Plan fonctionnel AREP – janvier 2015 – Aménagement à l'horizon L15 Sud (sous réserve de mise en cohérence du dimensionnement des lignes de contrôle avec les hypothèses de flux)	160			
Figure 206 :	Coupe longitudinale – Trémie quai central RFN et boîte-gare GPE – AVP DPF – déc. 2014.....	160			
Figure 207 :	Coupe transversale – Trémie quai central – AVP DPF – déc. 2014.....	160			
Figure 208 :	Tabliers Auxiliaires (TA) doubles bout-à-bout pour réalisation de la paroi moulée – AVP DPF – déc. 2014	161			
Figure 209 :	Schéma de principe de répartition des ERP – Plan AREP	162			
Figure 210 :	1 ^{er} trimestre 2017 – TA simples posés, réalisation de l'appui central des TA doubles – Accès voyageurs par passerelle provisoire – AVP DPF – déc. 2014	163			
Figure 211 :	Organisation des flux lors de la mise en interconnexion avec le GPE	166			
Figure 212 :	Issy : Schéma de principe de l'interconnexion	166			
Figure 213 :	Issy : Plan fonctionnel niveau quais	167			