

# Tramway T10

Antony - Clamart



Antony • Châtenay-Malabry • Le Plessis-Robinson • Clamart

**AVP de synthèse**

Version finale du 22/02/2017

# Tramway T10

Antony - Clamart



Antony • Châtenay-Malabry • Le Plessis-Robinson • Clamart

## SOMMAIRE

I.	SYNTHESE .....	7
I-1.	CONTEXTE GENERAL .....	8
I-2.	OBJECTIFS DU PROJET .....	8
I-3.	PRESENTATION DU PROJET .....	9
I.3.1	Caractéristiques principales .....	9
I.3.2	Insertion urbaine et paysagère .....	10
I.3.3	Le site de maintenance et de remisage (SMR).....	15
I.3.4	Choix architecturaux, d'aménagement et de mobilier .....	16
I-4.	REALISATION.....	17
I-5.	EXPLOITATION .....	17
I-6.	EVOLUTIONS DEPUIS LE SCHEMA DE PRINCIPE.....	18
I-7.	PRINCIPAUX IMPACTS .....	18
I-8.	COÛT, FINANCEMENT ET CALENDRIER .....	19
I.8.1	Coûts .....	19
I.8.2	Financement .....	19
I.8.3	Calendrier.....	20
I-9.	INTERET SOCIO-ECONOMIQUE DU PROJET .....	20
I.9.1	Trafic attendu sur la ligne T10 .....	20
I.9.2	Bilan socio-économique.....	20
II.	HISTORIQUE.....	21
II-1.	ORIGINES ET PREMIERES ETAPES .....	22
II-2.	DOSSIER D'OBJECTIFS ET DE CARACTERISTIQUES PRINCIPALES (DOCP).....	23
II-3.	CONCERTATION PREALABLE.....	24
II-4.	ETUDES PRELIMINAIRES / SCHEMA DE PRINCIPE .....	24
II-5.	AVIS EMIS SUR LE PROJET ET ENQUETE PUBLIQUE .....	25
II.5.1	Concertation inter-services .....	25
II.5.2	Avis de l'Autorité Environnementale.....	25
II.5.3	Examen conjoint.....	25
II.5.4	Avis de la CIPENAF .....	25
II.5.5	Enquête publique .....	25
II.5.6	Déclaration de projet et obtention de la déclaration d'utilité publique.....	26
II-6.	DECLARATION D'UTILITE PUBLIQUE .....	27
II-7.	ETAPES A VENIR .....	27
III.	DIAGNOSTIC TRANSPORT DES TERRITOIRES CONCERNES .....	28
III-1.	PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE .....	29
III.1.1	Organisation administrative et institutionnelle du territoire.....	29
III.1.2	Documents de planification régionale et compatibilité.....	30
III.1.3	Occupation du sol .....	31
III-2.	ELEMENTS SOCIO-ECONOMIQUES .....	33
III.2.1	Population .....	33
III.2.2	Emplois .....	34
III.2.3	Equipements .....	35
III.2.4	Analyse des déplacements actuels .....	36
III.2.5	Perspectives d'évolution dans le secteur d'étude .....	38
III-3.	INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT .....	39
III.3.1	Réseau de transport collectif .....	39
III.3.2	Réseau routier .....	44
III.3.3	Modes actifs .....	50

III-4. ENJEUX LIES AU TRANSPORT EN COMMUN SUR L'AIRE D'ETUDE.....	52	V.6.8 Restructuration du réseau de transport.....	111
III-5. ENJEUX LIES A L'ENVIRONNEMENT .....	53	V-7. SITE DE MAINTENANCE ET DE REMISAGE (SMR).....	112
IV. OBJECTIFS DU PROJET.....	54	V.7.1 Programme.....	112
V. DESCRIPTION DU PROJET.....	58	V.7.2 Notice architecturale .....	114
V-1. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES.....	59	V.7.3 Mesures conservatoires .....	116
V-2. INSERTION URBAINE DU PROJET .....	60	V-8. ORGANISATION DES TRAVAUX .....	117
V.2.1 Parti d'insertion et présentation par séquence .....	60	V.8.1 Projet d'allotissement .....	117
V.2.2 Aménagement urbain et interfaces .....	70	V.8.2 Ordonnancement des travaux.....	118
V-3. PARTI PAYSAGER.....	81	V.8.3 Horaires des travaux .....	120
V.3.1 La plateforme verte .....	81	V-9. ENGAGEMENTS DES MAITRES D'OUVRAGE SUITE A L'ENQUETE PUBLIQUE .....	120
V.3.2 Les arbres.....	81	VI. IMPACTS DU PROJET.....	121
V.3.3 Les lieux-jardins .....	81	VI-1. SYNTHESE DES IMPACTS ET MESURES EN PHASE TRAVAUX .....	122
V-4. EVOLUTIONS DEPUIS LE SCHEMA DE PRINCIPE.....	82	VI.1.1 Milieu physique.....	123
V-5. DISPOSITIONS TECHNIQUES RETENUES.....	86	VI.1.2 Risques naturels.....	124
V.5.1 Systèmes de transport.....	86	VI.1.3 Milieu naturel : Zone humide, Habitat, Flore, Faune .....	125
V.5.2 Voirie urbaine et réseaux divers .....	98	VI.1.4 Milieu humain.....	127
V.5.3 Ouvrages d'art .....	105	VI.1.5 Risques industriels et technologiques .....	127
V.5.4 Accessibilité.....	107	VI.1.6 Paysage et patrimoine .....	128
V-6. EXPLOITATION .....	109	VI.1.7 Organisation des déplacements et infrastructures .....	129
V.6.1 Trafic prévisionnel.....	109	VI.1.8 Santé publique .....	130
V.6.2 Intervalles d'exploitation .....	109	VI-2. ANALYSE DES EFFETS EN PHASE EXPLOITATION .....	131
V.6.3 Hypothèses .....	109	VI.2.1 Milieu physique.....	131
V.6.4 Temps de parcours et vitesse commerciale.....	109	VI.2.2 Risques naturels.....	132
V.6.5 Matériel roulant.....	109	VI.2.3 Milieu naturel : Zone humide, Habitat, Flore, Faune .....	132
V.6.6 Temps de correspondances aux pôles de correspondances majeurs.....	110	VI.2.4 Milieu humain.....	135
V.6.7 Organisation de l'exploitation .....	111	VI.2.5 Paysage et patrimoine .....	136

VI.2.6	Organisation des déplacements et infrastructures .....	136	VIII.	ECONOMIE DU PROJET .....	154
VI.2.7	Santé publique .....	137	VIII-1.	COUTS DE REALISATION .....	155
VI-3.	PRINCIPAUX IMPACTS SUR LES RESEAUX CONCESSIONNAIRES .....	138	VIII.1.1	Hypothèses .....	155
VI.3.1	Principes de dévoiement .....	138	VIII.1.2	Présentation synthétique des coûts .....	155
VI.3.2	Principaux impacts réseaux .....	138	VIII.1.3	Présentation détaillée des coûts .....	155
VI.3.3	Ordonnancement et emprise des travaux .....	138	VIII.1.4	Description des postes d'investissement .....	156
VI-4.	PRINCIPAUX IMPACTS SUR LES TRANSPORTS ET DEPLACEMENTS .....	139	VIII.1.5	Comparaison avec les estimations du Schéma de principe .....	157
VI.4.1	Impacts sur le réseau de bus .....	139	VIII-2.	GESTION DES RISQUES .....	160
VI.4.2	Impact sur la circulation routière .....	140	VIII-3.	COUTS D'EXPLOITATION .....	160
VI.4.3	Impact sur les cheminements piétons et les liaisons cyclables .....	141	IX.	FINANCEMENT .....	161
VI.4.4	Impact sur le stationnement .....	141	IX-1.	PLAN DE FINANCEMENT GLOBAL ET ANNUALISE .....	162
VI-5.	PRINCIPAUX IMPACTS SUR LES ESPACES VERTS .....	142	IX.1.1	Les financeurs .....	162
VI.5.1	Les impacts en ligne .....	142	IX.1.2	Le financement .....	162
VI.5.2	Le défrichement .....	142	IX-2.	POUR LES AMENAGEMENTS URBAINS SPECIFIQUES, MONTAGE FINANCIER PERMETTANT AU DEMANDEUR DE FINANCER SON QUOTA DE SURCOUT .....	162
VI-6.	PRINCIPAUX IMPACTS FONCIERS ET BATI .....	143	X.	EVALUATION DE L'INTERET SOCIO-ECONOMIQUE .....	163
VI.6.1	Les acquisitions nécessaires aux aménagements du tramway T10 .....	143	X-1.	CADRAGE DE L'EVALUATION ECONOMIQUE ET SOCIALE DU PROJET .....	164
VI.6.2	Les acquisitions au titre des mesures de compensation .....	143	X-2.	TRAFIC PREVISIONNEL .....	164
VII.	MANAGEMENT ET CALENDRIER DU PROJET .....	144	X.2.1	Éléments de méthode .....	164
VII-1.	ORGANISATION .....	145	X.2.2	Résultats .....	165
VII.1.1	Identification des différentes parties en phase Conception - Réalisation .....	145	X-3.	EVALUATION DE L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE .....	166
VII.1.2	Principes de répartition ultérieure des missions entre gestionnaires – Phase Exploitation .....	147	X.3.1	Principes de calcul .....	166
VII-2.	PLANIFICATION .....	148	X.3.2	Éléments de l'évaluation socio-économique .....	166
VII.2.1	Déclaration d'Utilité Publique .....	148	X.3.3	Bilan socio-économique .....	167
VII.2.2	Procédures administratives .....	148	XI.	GLOSSAIRE ET ACRONYMES .....	168
VII.2.3	Suite des études .....	150	XI-1.	GLOSSAIRE .....	169
VII.2.4	Justification du décalage de la mise en service .....	153	XI-2.	PRINCIPAUX ACRONYMES ET ABREVIATIONS .....	172

<b>XII.</b>	<b>ANNEXES GRAPHIQUES.....</b>	<b>175</b>
	<b>XII-1. PLANS D'AMENAGEMENTS URBAINS.....</b>	<b>176</b>
	<b>XII-2. COUPES D'AMENAGEMENT .....</b>	<b>176</b>
<b>XIII.</b>	<b>TABLE DES TABLEAUX ET DES ILLUSTRATIONS .....</b>	<b>177</b>
	<b>XIII-1. TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>178</b>
	<b>XIII-2. TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>178</b>

## I. SYNTHÈSE

### I-1. CONTEXTE GENERAL

Le projet de tramway T10 a été déclaré d'utilité publique le 11 octobre 2016 ; il reliera la Croix de Berny à Antony à la place du Garde à Clamart, en passant par les communes de Châtenay-Malabry et Le Plessis Robinson.

Un prolongement ultérieur est envisagé à plus long terme, vers une des gares de la ligne 15 du Grand Paris.

L'opération de tramway T10, objet du présent dossier d'AVP, est réalisée dans le cadre d'une maîtrise d'ouvrage, réunissant :

- le Département des Hauts-de-Seine, qui assure la coordination de la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'ouvrage de l'insertion urbaine et des aménagements de voirie
- et le STIF, qui assure la maîtrise d'ouvrage du système de transport (y compris le site de maintenance et de remisage) ; le STIF étant également en charge de l'acquisition du matériel roulant.

### I-2. OBJECTIFS DU PROJET

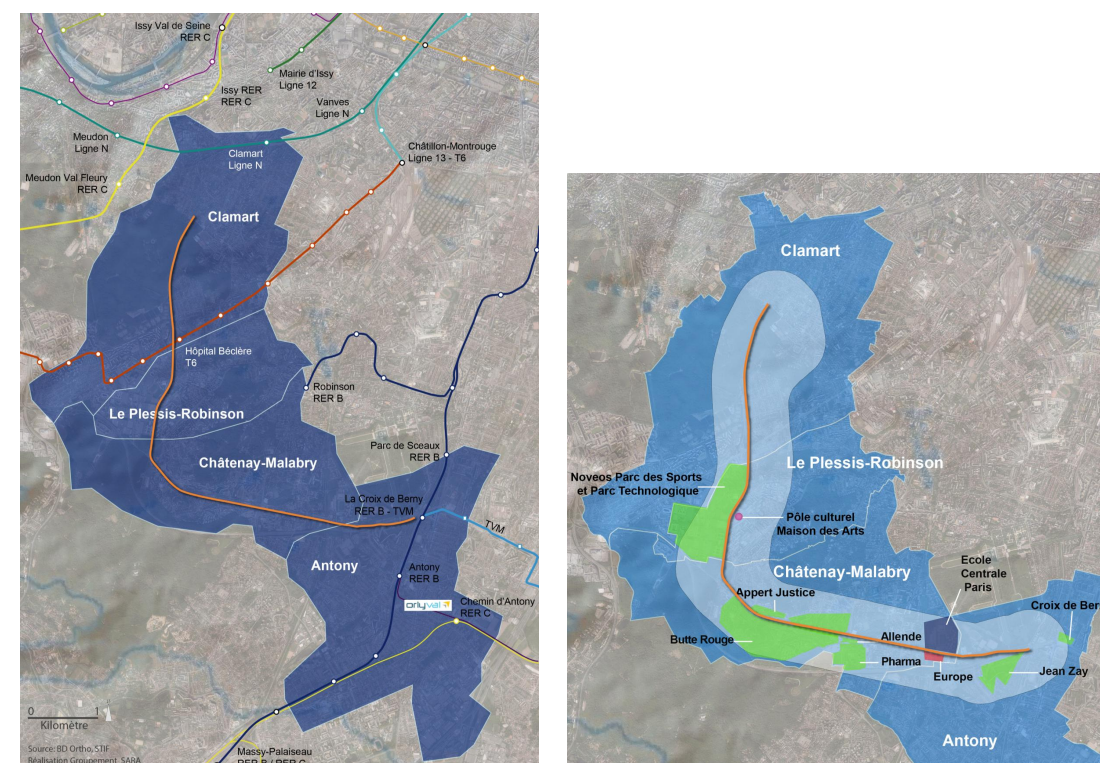
Le territoire traversé par le projet de tramway est en pleine mutation ; par ailleurs, le réseau de transport structurant (lignes de RER, de métro et de tramway) présent sur le secteur reste majoritairement orienté vers Paris.

Le projet de tramway T10 a donc vocation à répondre aux trois objectifs majeurs suivants :

- **Favoriser l'usage des transports en commun** avec un mode de déplacement durable qui permettra de répondre aux besoins croissants de déplacements de banlieue à banlieue, de renforcer les possibilités de rabattement en transport collectif vers le réseau structurant existant (RER B, TVM et T6) et d'offrir une alternative aux autres modes de transports, notamment la voiture particulière, dans les liaisons entre les quartiers périphériques.
- **Accompagner les projets de développement du territoire**, grâce à un projet de transport qui renforcera l'attractivité des communes traversées, intégrera la nécessité de desservir les projets en cours, donnera une impulsion pour la mise en œuvre de nouveaux projets urbains.

Le tramway T10 offrira un service de grande qualité aux usagers, grâce à un mode de transport rapide, fréquent, fiable, accessible et confortable pour tous les usagers.

- **Améliorer le cadre de vie** par la requalification des espaces publics le long du tramway, grâce à un projet qui s'attache à redistribuer l'espace au profit du transport collectif, des vélos et des piétons, réorganiser le stationnement et la circulation et embellir le paysage urbain par des aménagements de qualité.



**Illustration 1. Principales connexions du T10 au réseau de transport structurant, et projets urbains sur l'aire d'étude en 2016**



### I-3. PRESENTATION DU PROJET

#### I.3.1 Caractéristiques principales

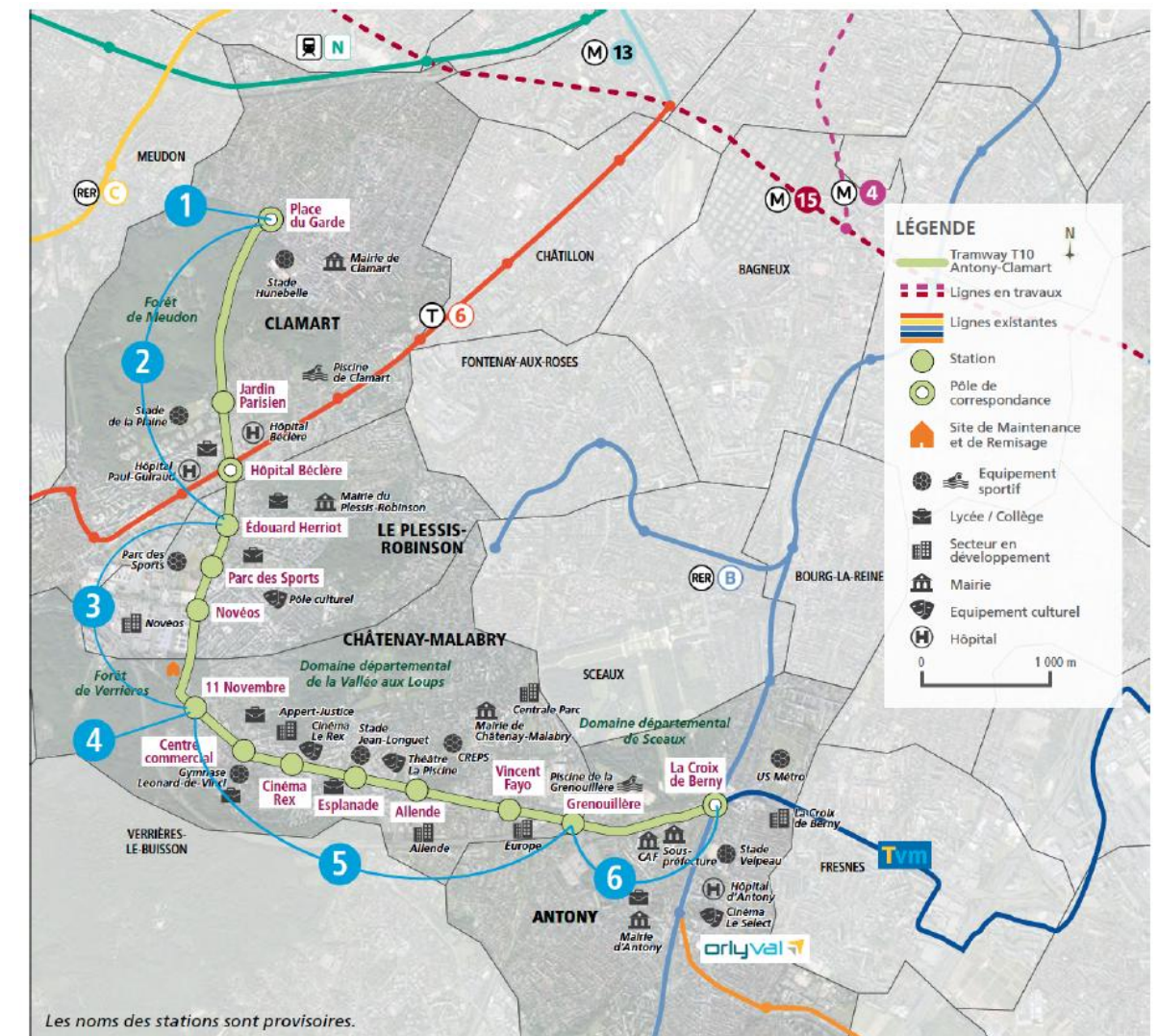
Le projet du « Tramway T10 Antony-Clamart » consiste à créer une ligne nouvelle de tramway reliant La Croix-de-Berny (Antony) à la place du Garde (Clamart) en 25 minutes environ, desservant également les communes du Plessis-Robinson et de Châtenay-Malabry.

Cette liaison, d'une longueur de 8,2km environ, est située intégralement dans le département des Hauts-de-Seine, et emprunte principalement des routes départementales (RD986 et RD2).

Un prolongement est envisagé à plus long terme dans le cadre d'une connexion avec la ligne 15 du Grand Paris. En prévision de ce prolongement, la conception du tramway tient compte de mesures conservatoires spatiales, en particulier sur le site de maintenance et de remisage (SMR).

Les principales caractéristiques de la ligne T10 objet du présent AVP sont les suivantes :

- tramway sur fer CITADIS type XO5,
- 8,2 km environ, 14 stations,
- vitesse moyenne estimée à 19,7 km/h,
- fréquence de 6 min en heure de pointe et 8 min en heure creuse à la mise en service, avec possibilité d'évolution à 3 min 30 dans le cadre d'un prolongement éventuel,
- service 7 jours sur 7, de 5h30 à 0h30 environ,
- fréquentation prévisionnelle : 7,3 millions de voyages / an (25 200/jours) ; charge dimensionnante de 1 400 passagers par heure et par direction,
- un parc de matériel roulant de 13 rames à la mise en service,
- implantation d'un site de maintenance et de remisage (SMR) des rames à Châtenay-Malabry, prenant en compte des mesures conservatoires pour accueillir à terme les 27 rames utiles dans le cadre d'un prolongement,
- correspondances avec le T6 (hôpital Béclère), le TVM et le RER B (Croix-de-Berny), ainsi qu'avec de nombreuses lignes de bus,
- stations avec quais longs de 43 m, équipées de vente de billets, vidéosurveillance et stationnement vélos. Des espaces sécurisés Véligo sont également prévus aux 2 terminus.
- le tramway est accompagné sur la totalité de son parcours par un itinéraire cyclable continu, sous forme de bandes ou de pistes cyclables le long du tracé.



Plan extrait de la lettre d'information n°6 de septembre-octobre 2015, réalisée à l'occasion de l'enquête publique unique.

#### Illustration 2. Plan général de la ligne présenté à l'enquête unique

Du nord au sud, le parcours est le suivant :

1. le terminus de la ligne se situe sur la rue de Meudon, en contre-bas de la place du Garde ;
2. le tracé se poursuit sur l'avenue Claude Trébignaud (RD 2) en traversée du bois de Meudon jusqu'à l'hôpital Béclère où est assurée une correspondance avec le T6 situé sur la RD 906 ;
3. arrivé au Plessis-Robinson, le tramway circule sur l'avenue Paul Langevin (RD 2) ;
4. dans Châtenay-Malabry, il traverse le carrefour du 11 novembre 1918 réaménagé
5. puis le T10 emprunte l'avenue de la Division Leclerc (RD 986) sur toute sa longueur
6. enfin à Antony, le tramway emprunte l'avenue du Général de Gaulle (RD 986) et longe la clôture du Parc de Sceaux jusqu'à la station terminus de La Croix de Berny, qui assure la correspondance avec le RER B et le TVM.

## I.3.2 Insertion urbaine et paysagère

La trame verte est la caractéristique la plus homogène et continue sur le territoire, ponctué par trois entités territoriales structurantes que sont la forêt de Meudon, la forêt de Verrières, et le parc de Sceaux.

La ligne de tramway s'inscrit comme une nouvelle composante de ce paysage, en formant un axe qui traverse quatre séquences paysagères homogènes successives, auxquelles les choix d'insertion et d'aménagement se sont adaptés ; on distinguera ainsi, depuis Clamart vers Antony : la forêt, le plateau, le coteau jardiné, et le parc historique.

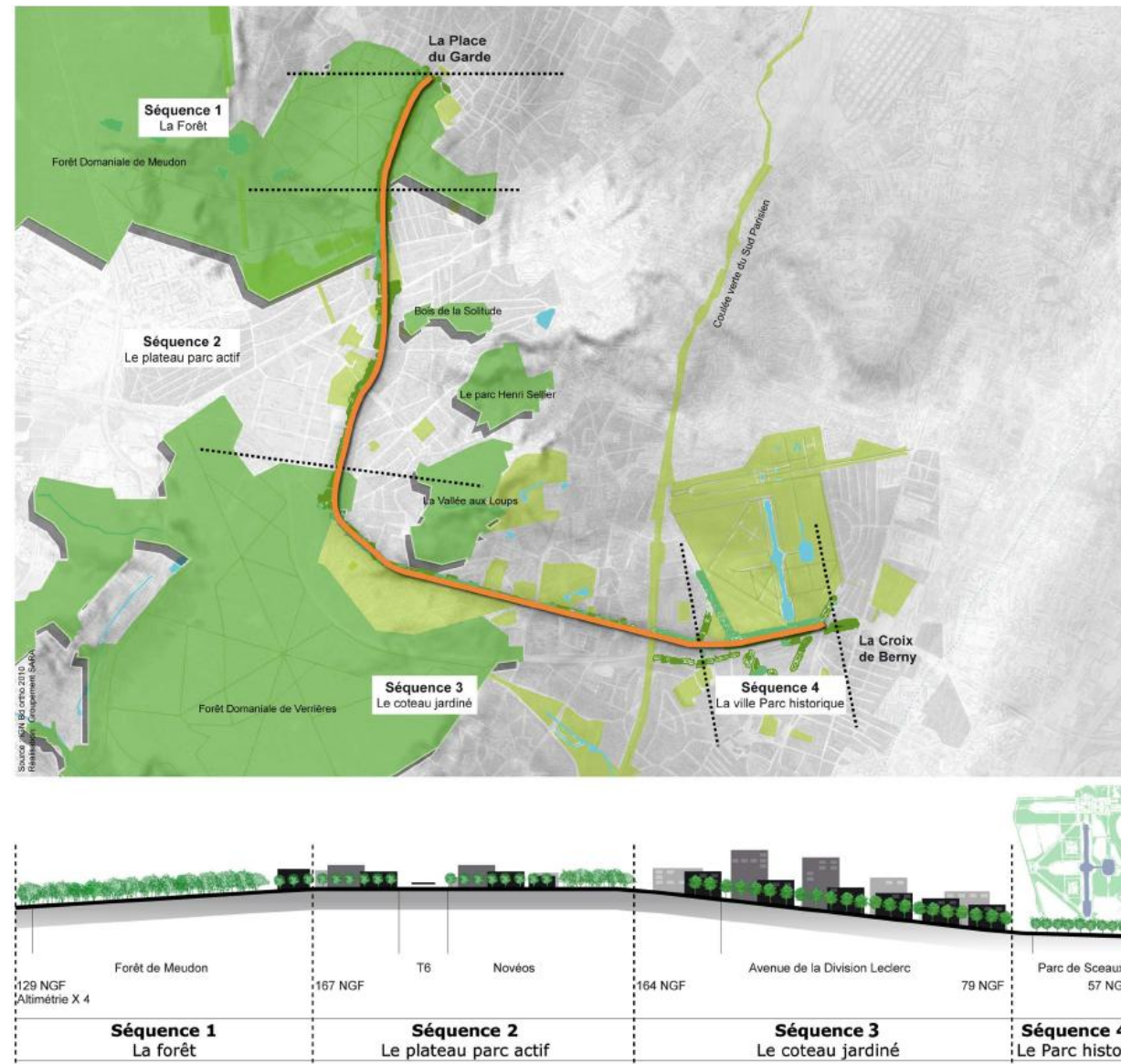


Illustration 3. Quatre séquences d'aménagement

### I.3.2.1 SEQUENCE 1 : LA FORET

L'aménagement s'appuie sur une frange forestière structurée pour requalifier la perception de la traversée de la forêt et restituer une lecture naturelle des aménagements.

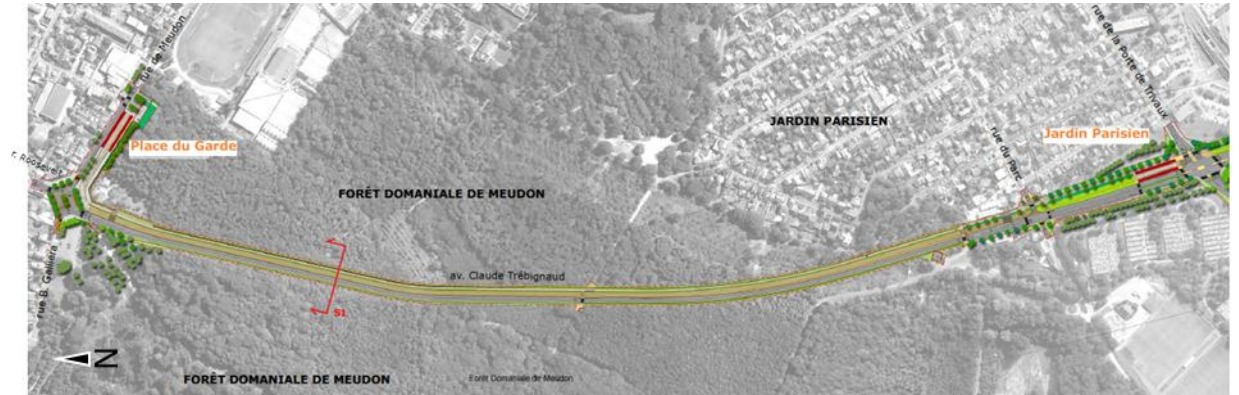


Illustration 4. La forêt - insertion

- le terminus est aménagé en quais latéraux afin de faciliter l'insertion sur la rue de Meudon grâce à un quai mutualisé avec le trottoir, qui libère le maximum d'espace.
- le carrefour Place du Garde est compacté, la circulation apaisée, et de larges trottoirs plantés sont créés.
- en traversée de la forêt, la chaussée est réduite à 2 x 1 voie, et la plateforme du tramway est latérale, côté est, sans impact sur les crêtes de talus existantes. Une voie verte de 3m est créée entre la forêt et le tramway, pour accueillir les modes doux sur cet axe.



Illustration 5. La forêt - insertion au niveau du talus forestier - coupe d'ambiance

### 1.3.2.2 SEQUENCE 2 : LE PLATEAU, PARC ACTIF ET PROMENADE PLANTEE

Le tramway vient tisser le lien entre les deux forêts de Meudon et de Verrières ; il offre l'occasion de restituer et développer la promenade des quatre forêts jusqu'à la forêt de Verrières, et d'apaiser l'ambiance des avenues Claude Trébignaud et Paul Langevin par l'aménagement de larges trottoirs plantés et la création de porosités avec les quartiers limitrophes.



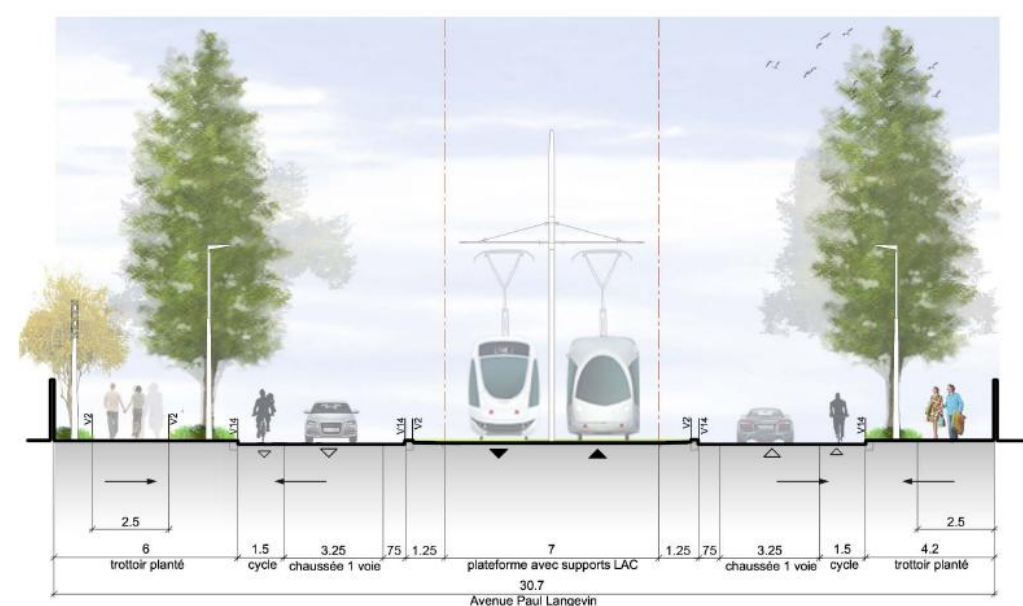
**Illustration 6. Le plateau parc actif – insertion**

La séquence est divisée en deux sous-séquences, séparées par le passage sous l'ouvrage de la RD906 (accueillant le T6) :

- à l'entrée sur le plateau, la plate-forme est toujours latérale, pour optimiser la correspondance avec le T6 à Hôpital Bécclère ; à l'Ouest se développe la promenade des quatre forêts.
- Si l'ouvrage de la RD906 est maintenu en l'état, le profil en long de la chaussée inférieure a été repris (pente accentuée) pour rapprocher la station T10 en correspondance avec le tramway T6.
- au niveau du cœur de plateau, la plate-forme a pris position au centre de la voirie, profitant pour traverser du carrefour Becquerel,
- l'arrivée du tramway permet la reconfiguration du carrefour de la Libération en véritable place urbaine, lien entre l'avenue de la Libération et le parc des Sports.



**Illustration 7. Le plateau parc actif - entrée sur le plateau - coupe d'ambiance**



**Illustration 8. Le plateau parc actif – cœur du plateau - coupe d'ambiance**

### I.3.2.3 SEQUENCE 3 : LE COTEAU JARDINE – L'AXE ROYAL

A Châtenay-Malabry, le T10 entre dans une séquence urbaine ; il s'inscrit dans une dynamique de mutation déjà engagée, valorisant les perspectives sur le grand paysage et l'axe historique.



Illustration 9. L'axe royal – insertion

- le carrefour du 11 Novembre 1918 est complètement transformé pour accueillir au centre la plateforme de tramway, et les flux secondaires sont supprimés ou reportés hors carrefour. Quatre arbres majestueux aux angles de la place marquent l'entrée de ville.
- avenue de la Division Leclerc, le double alignement de platanes ne peut être conservé tout au long de l'avenue, mais il est reconstitué à chaque extrémité de l'axe, avec des arbres en alignement de part et d'autre de la plate-forme, et des arbres de seconde grandeur sur les trottoirs.
- une attention particulière a été portée sur la restitution du maximum de places de stationnement sur cette séquence.
- la circulation est apaisée, au profit de trottoirs plus agréables et de bandes cyclables.
- le long du parcours, un revêtement de sol différencié marque les pôles urbains et les grandes perspectives (Butte Rouge, Allée des Princes, Estacade, franchissement de la LGV).



Illustration 10. Carrefour du 11 novembre 1918

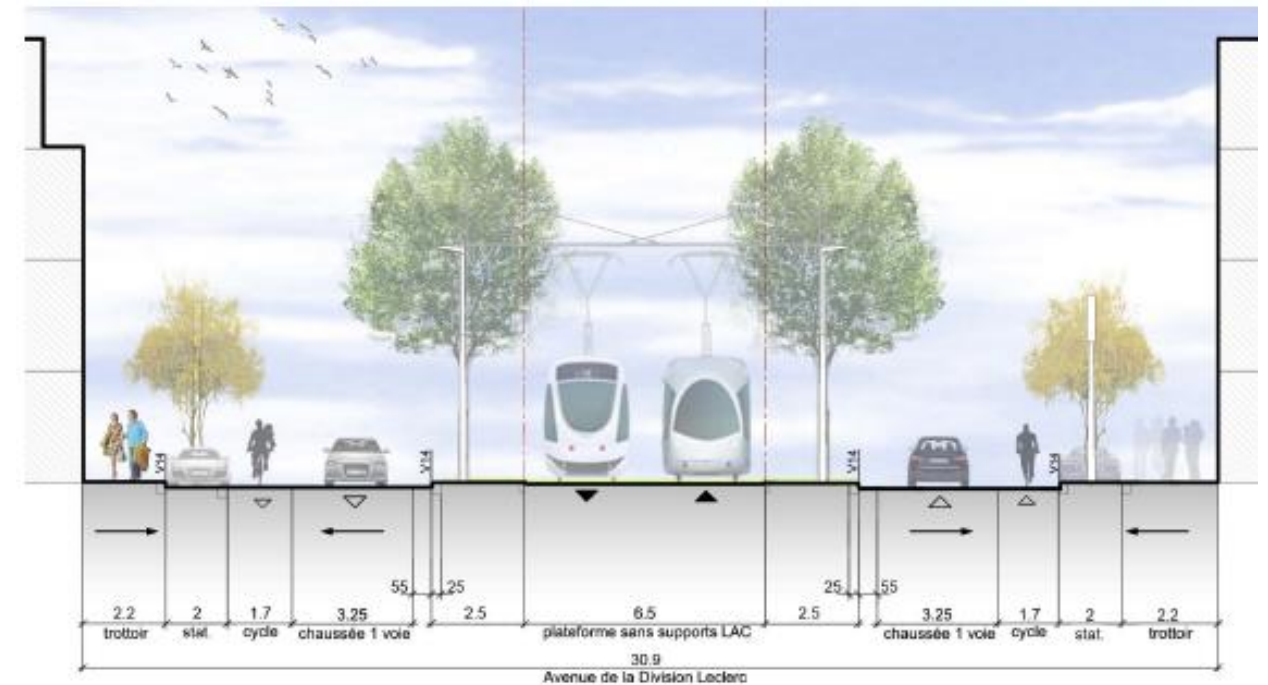


Illustration 11. Axe royal - plantations en cœur de rue - coupes d'ambiance

### I.3.2.4 SEQUENCE 4 : LE PARC HISTORIQUE – LA COULISSE VERTE

En entrant dans Antony, le tramway relie ville et parc par-delà l'infrastructure routière, et relève trois défis majeurs : assurer la bonne desserte du bassin de population, optimiser l'intermodalité et réaliser ces aménagements dans le respect du site exceptionnel du parc de Sceaux.



Illustration 12. Le parc historique - insertion

- à la fourche avec le pont des Marguerites, le tramway bifurque pour s'insérer le long de l'A86 jusqu'à l'entrée du parking de la Grenouillère, et retrouve une position latérale.
- arrivé à la Croix-de-Berny, le tramway longe le parc de Sceaux ; une allée piétonne bordée d'arbres entre la grille du parc et la plateforme du tramway offre une extension de l'ambiance du parc dans l'espace public.
- du fait de l'espace contraint le long du Parc de Sceaux, l'itinéraire cyclable se déploie en rive sud en empruntant le pont des Marguerites ; il longe le quartier Jean Zay et rejoint la piste bidirectionnelle existante sous l'ouvrage du RER.

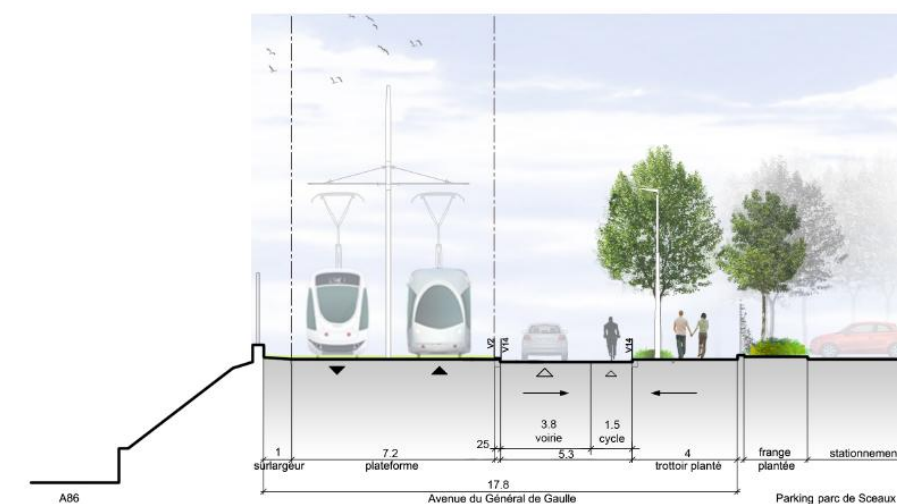


Illustration 13. Le long du parking - coupe d'ambiance

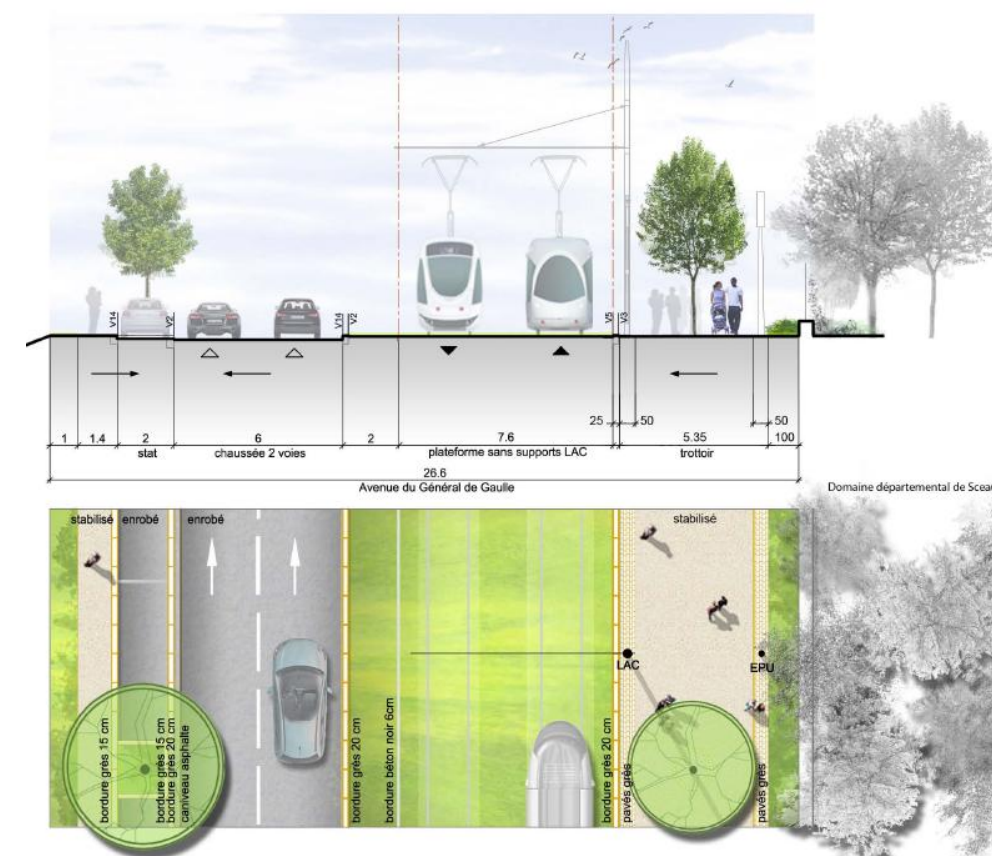


Illustration 14. Le long du parc - coupe et plan d'ambiance

## I.3.2.5 LE TERMINUS CROIX DE BERNY

Le T10 arrive exactement face à la gare RER et TVM, dont il est séparé par un carrefour majeur. Faciliter et sécuriser les parcours piétons était donc un enjeu majeur : la configuration du terminus a été adaptée (avant-gare) pour rapprocher au plus près la station de la gare RER B et du TVM, la traversée piétonne a été décalée, et sécurisée pour faciliter la correspondance : environ 4 min entre le T10 et le RER B et moins de 3 min entre le T10 et le TVM.



Illustration 15. Aménagement Croix-de-Berny

Pour recréer un lien entre la ville et le parc, l'aspect routier est minimisé et les accès au Parc valorisés :

- le carrefour est restructuré : les débouchés des avenues Léon Blum et Lebrun sont redressés, ce qui permet également de rapprocher le terminus du tramway T10 de la gare RER B,
- les traversées piétonnes sont optimisées, perpendiculaires, mises à niveau.
- au niveau de l'entrée principale du parc, la perspective du Grand Canal est mise en valeur.
- l'entrée secondaire du Parc est réaménagée, avec la création d'un véritable espace public en lien avec l'aménagement. La rampe existante est conservée et un escalier vient s'y appuyer.

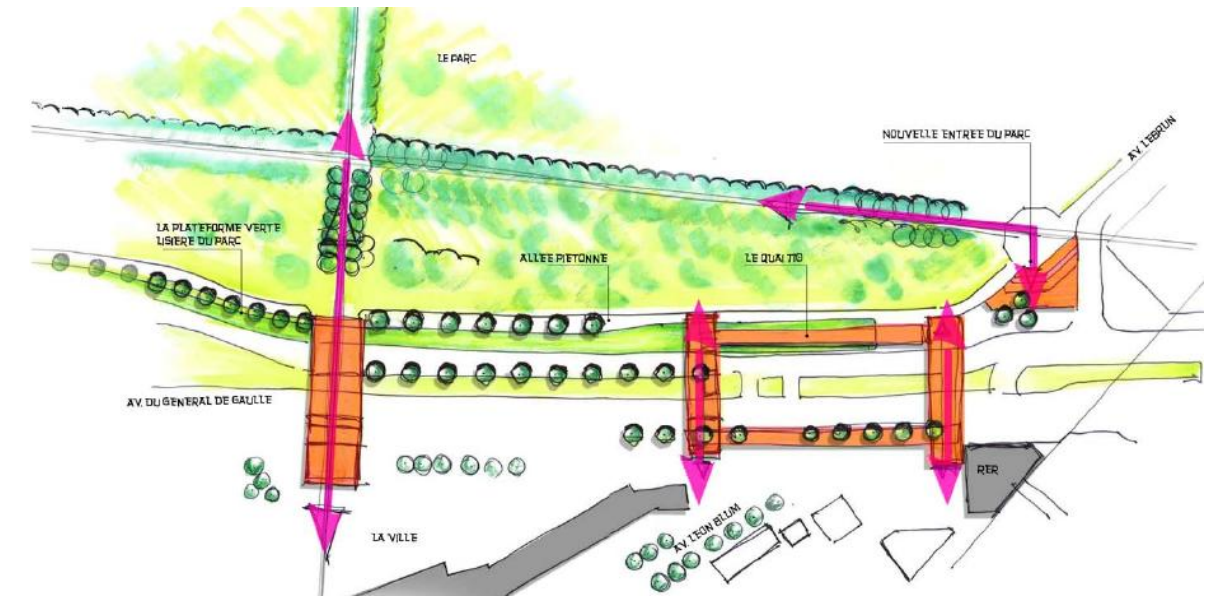


Illustration 16. Principe d'accès au parc et itinéraires piétons - concept

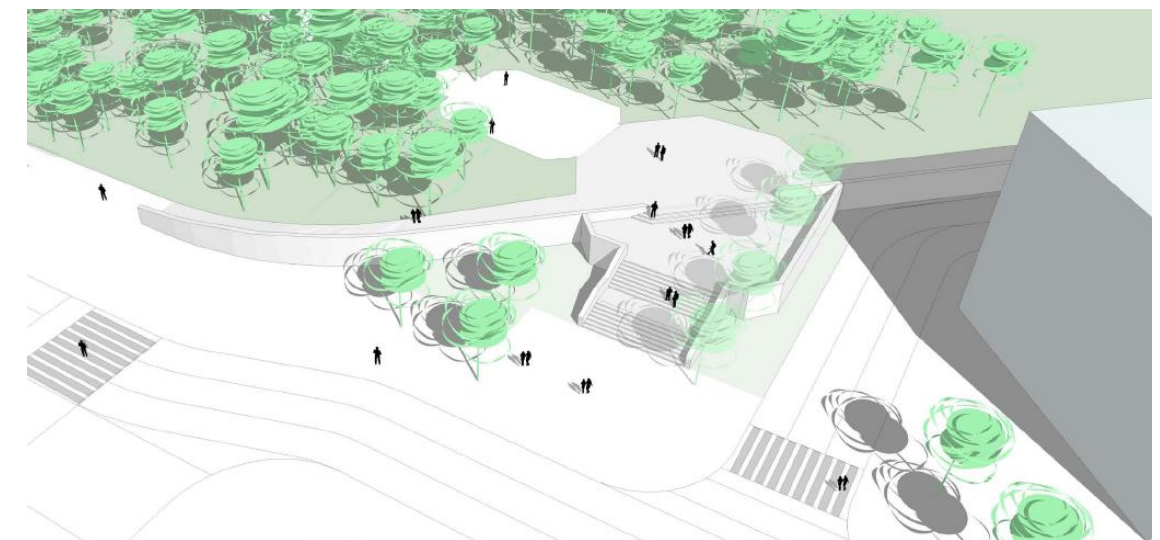


Illustration 17. Entrée secondaire du parc de Sceaux

### I.3.3 Le site de maintenance et de remisage (SMR)

Le site de maintenance et de remisage (SMR) accueille les infrastructures et équipements nécessaires aux fonctions d'exploitation, de remisage et de maintenance des rames, de maintenance des installations fixes de la ligne (voie ferrée, LAC, signalisation, etc.) et de régulation du réseau tramway.

Le site retenu à l'issue des études préliminaires est situé sur une parcelle située en forêt de Verrières, sur la commune de Châtenay-Malabry, à proximité du carrefour du 11 novembre 1918.; ce site étant le seul parmi toutes les options étudiées, présentant une capacité suffisante pour accueillir l'ensemble des fonctionnalités du SMR, permettant un nombre de voies de maintenance et de remisage suffisant, et une exploitation robuste et fiable.

Pour répondre aux exigences architecturales et environnementales définies par la maîtrise d'ouvrage, un maître d'œuvre spécifique a été désigné via une procédure de concours. C'est donc le groupement Architectes-Ingénieurs Associés (AIA) qui est en charge de la conception des bâtiments d'exploitation et techniques ainsi que des aménagements paysagers et extérieurs. Le MOE général de la ligne assure la mise en œuvre des équipements ferroviaires, d'exploitation maintenance, et des systèmes d'exploitation.



Illustration 18. Perspective-intention d'aménagement, source : APD, groupement AIA

Le SMR est conçu afin de permettre un potentiel prolongement ultérieur de la ligne vers le nord et une évolution de la fréquence à 3min30s.

Le parti-pris architectural est d'apporter une réponse ambitieuse et raisonnée à la **double question du paysage** (inscrire au mieux le projet dans le contexte très particulier de son site) **et de l'usage** (offrir aux futurs utilisateurs des conditions de travail et de vie optimales) par la mise en place d'un dispositif architectural unitaire. Ainsi, la MOE SMR propose de retenir le concept de « la ligne verte » : au départ une simple ligne, comme un ruban, qui soustrait aux regards le remisage des trams, puis qui se déploie pour s'épaissir peu à peu en accueillant les surfaces du programme. Couvert d'une toiture végétale, ce ruban acquiert à l'entrée du site l'identité d'un vrai bâtiment.

La suite des études intègre une dalle au-dessus des voies de remisage, destinée à recevoir un équipement sportif réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la ville de Châtenay-Malabry.

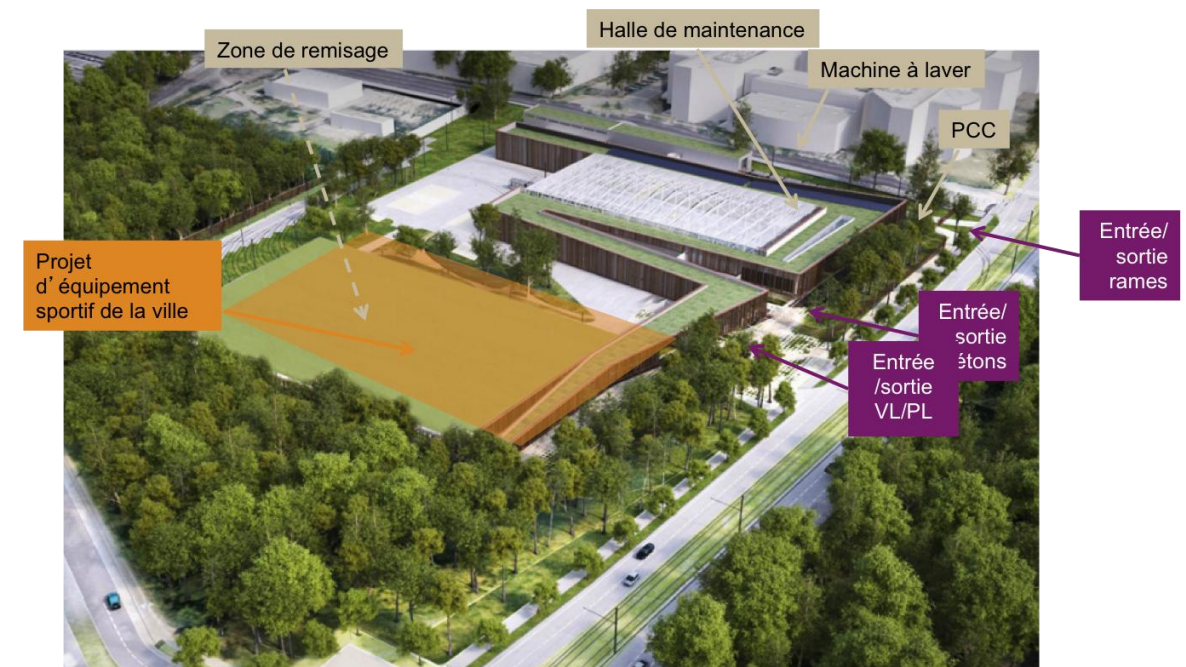


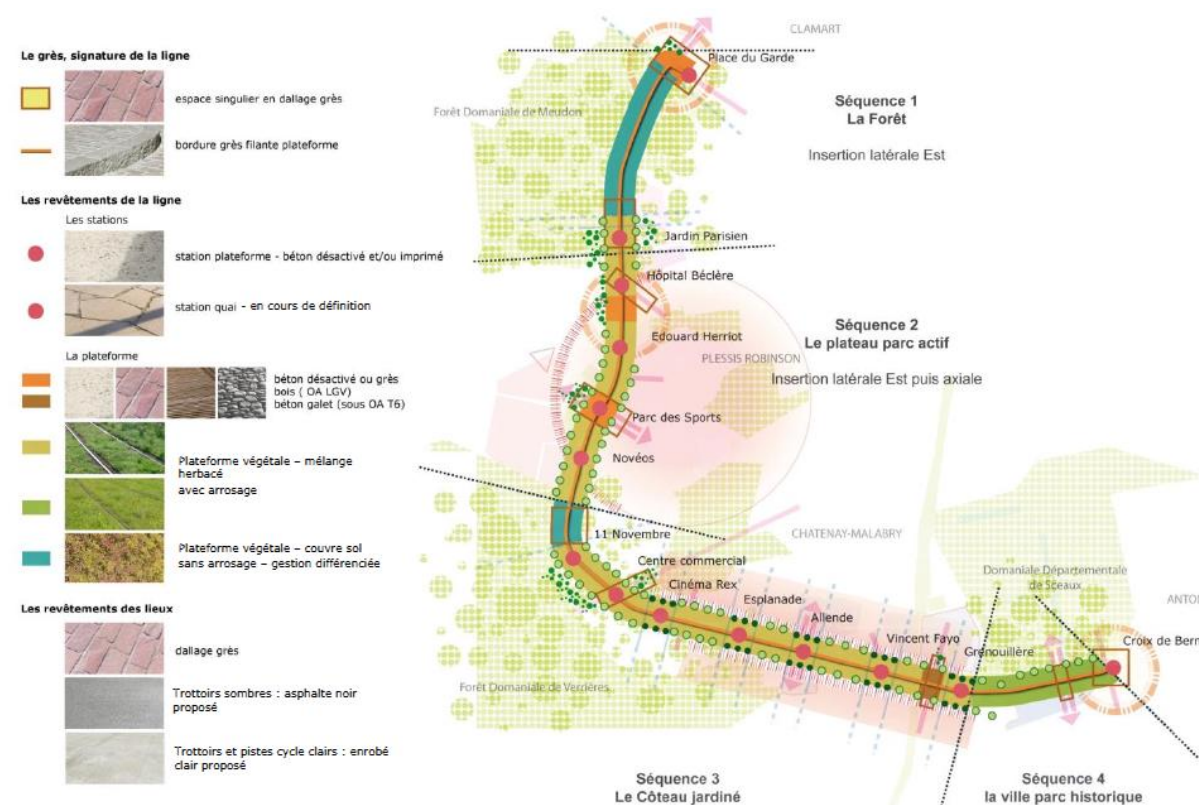
Illustration 19. Vues aériennes-intention sd'aménagement, source : APD, groupement AIA

### I.3.4 Choix architecturaux, d'aménagement et de mobilier

A ce stade, les propositions ci-contre ont été exprimées.

La plate-forme est végétalisée sur la quasi-totalité du parcours, avec des mélanges herbacés adaptés aux environnements traversés. En carrefour, c'est le revêtement de voirie qui s'impose à la plate-forme, et en station il est imaginé en béton.

La pose de voie en ligne se fera sur longrines en traversée de la forêt, puis soit en pose béton classique, soit en pose béton anti-vibratile avec amortissement de 10 dBv ou en pose encastrée sur l'ouvrage au-dessus la Ligne à Grande Vitesse.



Les grandes émergences (mâts supportant la LAC et éclairage), sont implantées en composition avec le parti d'insertion, les autres émergences et les trames d'alignement d'arbres. Ces mobiliers seront homogènes tout au long de la ligne, pour marquer l'identité T10. Leur design se veut minimaliste, afin qu'ils ne prennent pas l'avantage sur la trame végétale.

Le mobilier urbain sera disposé au plus près des usages et limité au strict besoin ; le mobilier urbain propre à chaque commune sera reconduit.

Les stations seront équipées de toutes les fonctionnalités indispensables (abris, information voyageurs, vente de titres) ; le design du mobilier fait aujourd'hui l'objet d'une étude spécifique, qui s'oriente vers une référence au contexte végétal du territoire, selon le concept de « liane aérienne » ou de « volutes ».

Les cinq stations de l'axe royal seront plantées.

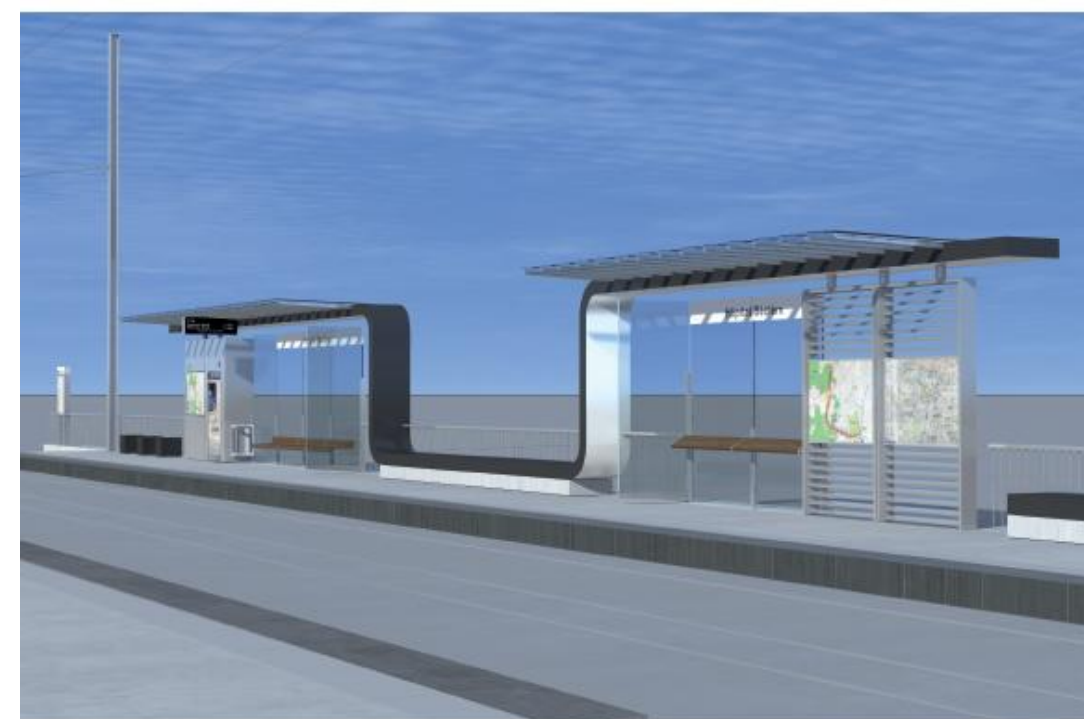


Illustration 20. Etude d'un mobilier de station T10 (esquisses) - Etude SARA



### I-4. REALISATION

L'**ordonnement général des travaux** et les principales phases de chantier dépendent de l'insertion du tramway selon les séquences. A ce stade, les enchainements suivants sont imaginés, qui seront approfondis et optimisés dans les phases d'études ultérieures.

- Les travaux d'assainissement et les travaux de dévoiements concessionnaires sont réalisés au préalable de l'engagement des travaux d'infrastructures du tramway T10 et des aménagements urbains associés, avec un léger chevauchement entre l'engagement des travaux T10 et la finition des travaux de réseaux ;
- les travaux préparatoires libèrent ensuite les emprises et mettent en provisoire les équipements et signalisations nécessaires au maintien des fonctionnalités urbaines, y compris de circulation ;
- Le gros œuvre des aménagements urbains est réalisé, y compris travaux provisoires pour l'organisation des circulations dès que nécessaire ;
- puis vient la réalisation des travaux du Système de Transport, plateforme, voie, station, ...
- enfin interviennent les finitions des aménagements urbains, en particulier des revêtements définitifs et des signalisations associées ;

L'organisation des travaux **en carrefour** sera une contrainte particulièrement forte sur le T10, eu égard aux voies concernées (RD2 et RD 986) qui sont très circulées, et articulent un tissu viaire relativement peu maillé. En effet, il faut réaliser l'infrastructure tramway tout en assurant les besoins de circulation, routière et piétonne. Globalement, les principes suivants sont considérés :

- Au moins un accès aux commerces (livraisons et clientèle), aux activités riveraines, et aux habitations sera maintenu en permanence, ainsi que les cheminements piétons.
- Les horaires de travail respecteront la législation en vigueur concernant le travail et les nuisances possibles pour les riverains.

### I-5. EXPLOITATION

Le parc est constitué de 13 rames, dont 10 circuleront entre la Place du Garde à Clamart et Croix de Berny à Antony (3 rames constituant une réserve d'exploitation ou maintenance) ; le matériel roulant sera de type Tramway Citadis XO 5, de 44m de longueur et 2,65m de largeur. Il offre une capacité de 315 places environ.

Le tramway T10 circulera de 5h30 à 0h30 à une fréquence de 6 minutes en heure de pointe et de 8 minutes en heure creuse en semaine, et de 15 minutes en service de nuit. Le week-end, les fréquences prévues sont de 12 minutes le matin, 10 minutes l'après-midi et 15 minutes en service de nuit. Dans le cadre d'un prolongement ultérieur de la ligne T10, la fréquence en heure de pointe pourrait être portée jusqu'à 3 minutes 30.

Le temps de parcours entre les deux terminus sera d'environ 25 minutes, soit une vitesse commerciale de 19,7 km/h en moyenne. Ce sont annuellement 706 000 km environ qui seront parcourus par l'ensemble de la flotte.

Les principales correspondances seront assurées à Croix de Berny, avec le RER B et à Hôpital Béclère, avec le tramway T6,

L'entretien et la maintenance préventive et corrective seront réalisés sur le site de maintenance et de remisage créé à Châtenay-Malabry ; ce dernier est dimensionné pour accueillir les 13 rames à horizon de la mise en service, et être en mesure après travaux d'extension d'accueillir les 27 rames du parc dans l'hypothèse d'un prolongement de la ligne.

La gestion de la ligne sera supervisée depuis le Poste de Commandes Centralisé (PCC) qui sera situé dans le SMR ; il contrôlera la ligne et les 8 sous-stations assurant l'alimentation électrique du T10 tout au long de la ligne.

### I-6. EVOLUTIONS DEPUIS LE SCHEMA DE PRINCIPE

Les études d'AVP ont permis de traiter les enjeux soulevés par les maîtres d'ouvrage, les Maires, et lors de l'enquête préalable à la déclaration publique qui s'est tenue entre le 05/10 et le 06/11/2015. Les **principales évolutions** du projet entre le schéma de principe et l'avant-projet sont les suivantes :

- le profil en traversée de la forêt de Meudon intègre les modes doux sur une voie verte (abandon du chemin du Vieux Cimetière) - réponse à la réserve n°1 de la commission d'enquête
- une voie de circulation a été ajoutée entre la rue de la Porte de Trivaux et la rue Andreas Beck afin de fluidifier le trafic en sortie de carrefour - demande de la Commune de Clamart
- l'insertion au droit de la correspondance avec le T6 à l'hôpital Béclère a été optimisée, afin de ne pas empiéter sur le domaine AP-HP au-delà de la clôture et de limiter la reprise des murs de soutènement - recommandation n°1 de la commission d'enquête
- le réaménagement de la frange ouest de la RD 2, au croisement avec la RD 906, prend en compte le projet de l'hôpital d'aménager une promenade pour ses patients - demande de l'hôpital Guiraud, relayée par la commune de Clamart
- pour améliorer la lisibilité et la sécurité du carrefour, le passage de la plateforme en latéral a été avancé au carrefour Becquerel (non plus av. Herriot) – approfondissement technique des études
- une variante de positionnement de la station Novéos a été étudiée mais reste soumise à validation dans la suite des études - demande de la Commune du Plessis-Robinson
- la station Vincent Fayot a été déplacée de l'ouest de la rue Vincent Fayot au carrefour avec la rue Léon Martine, afin de créer des places de stationnement et de livraison supplémentaires, au plus près des commerces - demande de la commune de Châtenay-Malabry
- deux estacade piétonnes sont prévues avenue de la Division Leclerc, près du parvis du Théâtre de la Piscine, pour permettre d'aménager des places de stationnement, dans un secteur où se trouvent des équipements publics majeurs - demande de la commune de Châtenay-Malabry,
- afin de favoriser la proximité des stationnements vis-à-vis des commerces, le profil en travers de l'axe royal a été modifié : les stationnements initialement prévus le long de la plateforme ont été basculés côté trottoir - demande de la commune de Châtenay-Malabry,
- depuis le pont des Marguerites, la plateforme du tramway a été déplacée pour limiter les traversées et favoriser la circulation du tramway. Le tourne-à-gauche au pont des Marguerites a été reporté et l'accès au parking de la Grenouillère reconfiguré. Une bande cyclable a été insérée entre le parking de la Grenouillère et le carrefour de l'Europe – approfondissement technique des études
- à Croix-de-Bermy, suite à l'étude démontrant l'impossibilité de déplacer l'escalier de secours de l'A86, incompatible avec une station à quai central, la station est redessinée avec quais latéraux
- intégration d'une traversée piétonne supplémentaire face à l'entrée principale du Parc de Sceaux côté Antony, - demande de la commune d'Antony
- reprises architecturales des bâtiments en ligne – demande des Maires

### I-7. PRINCIPAUX IMPACTS

Aux différentes étapes du projet, les impacts du projet ont été identifiés et évalués, pour faire l'objet d'un ensemble d'autorisations indispensables : avis de l'autorité environnementale, avis de la commission d'enquête publique, dossier de demande de dérogation au titre des espèces protégées -CNPN, dossier Loi sur l'Eau, des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement...

En phase opérationnelle, les problématiques de réduction des impacts continueront d'être intégrées : les dossiers de consultations d'entreprises comportent un Cahier des Contraintes Environnementales de Chantier (CCEC), précisant pour chaque zone de travaux les enjeux environnementaux et les actions à mettre en œuvre ; et lors de la phase chantier, les mesures adoptées par les entreprises afin de limiter les incidences sur l'environnement seront contrôlées et leur efficacité mesurée.

Les impacts identifiés ont fait l'objet de mesures de suppression ou réduction autant qu'il était possible. Quand des impacts résiduels demeurent, des mesures de compensation sont prises par les maîtres d'ouvrage pour rétablir un impact globalement nul de l'opération. Les principaux impacts recensés sur le projet T10 sont les suivants :

- La protection de la ressource en eau (eaux superficielles, eaux pluviales et assainissement)
- La protection de la faune, de la flore, et des habitats ; la réalisation du SMR en particulier implique des mesures de compensation écologique et forestière très importantes. Ainsi 9,4 ha à proximité immédiate du site seront aménagés pour la reconstitution de milieux favorables, et la MOA s'engage à en assurer une gestion écologique pendant 30 ans ; par ailleurs sont prévus des travaux sylvicoles conséquents en compensation du défrichement. Pendant les travaux, un grand nombre de mesures seront prises également pour minimiser les impacts.
- La protection du milieu humain : emplois, activités, équipements publics, projets urbains...
- La protection contre le risque lié aux sols pollués : les terres manipulées dans le cadre de l'opération T10 seront analysées, et évacuées et traitées en fonction des pollutions identifiées.
- La protection du paysage et du patrimoine historique ou culturel
- La préservation des aménagements liés à la mobilité (réseau viaire, stationnement, modes actifs, transports publics avec une réorganisation ad hoc des réseaux bus...)

Les impacts fonciers du projet de tramway T10 ont fait l'objet d'un dossier d'enquête parcellaire soumis à l'enquête conjointe ; par ailleurs, l'implantation des équipements du projet T10 nécessite de modifier la destination de certaines parcelles, aussi la mise en compatibilité des documents d'urbanisme des communes traversées a été proposée à l'enquête publique préalable à la DUP.

156 parcelles sont concernées, dont 15 appartenant à des particuliers. Une seule parcelle bâtie est impactée (F 34 à Antony). Les acquisitions se feront autant que possible par voie amiable, l'arrêté de cessibilité autorisant de recourir à la procédure d'expropriation en cas de nécessité. Une procédure spécifique d'échange foncier est mise en œuvre par les MOA pour l'acquisition de la forêt domaniale.

En termes d'impact sur les espaces verts urbains, le bilan global des arbres d'alignement est équilibré avec le renouvellement d'environ 1000 arbres, et le maintien d'une centaine d'arbres existants.

### I-8. COUT, FINANCEMENT ET CALENDRIER

#### I.8.1 Coûts

Les investissements pour le projet de tramway T10 Antony-Clamart s'élèvent à 386 M € HT aux conditions économiques de décembre 2011 :

- 351 M€ HT pour les infrastructures,
- 35 M€ HT pour le matériel roulant.

Le coût du projet hors matériel roulant évalué à l'issue de la phase Avant-Projet confirme l'estimation du Schéma de Principe (351 M€).

Il intègre les mesures conservatoires non différables permettant d'envisager un prolongement ultérieur de la ligne vers une gare de la ligne 15 du métro du Grand Paris.

En revanche il n'intègre pas le coût des études liées à l'élaboration du DOCP et à l'organisation de la concertation préalable non compris dans budget opération (943 009 € HT, pris en charge par le STIF).

Les 351 M€ se répartissent entre les maîtres d'ouvrage pour 174 M€ HT correspondant aux aménagements urbains et 177 M€ HT correspondant au système de transport, suite notamment à la demande du Département de transférer certains travaux au STIF pour un montant de 1,1 M€ HT.

Par rapport au Schéma de principe, les principales augmentations concernent les postes :

- Acquisitions foncières, du fait notamment du coût élevé des parcelles de compensation, des estimations du service des Domaines revues à la hausse, et d'indemnités commerciales ou d'éviction apparues en cours d'AVP
- Travaux en ligne, avec l'intégration des retours d'expérience récents sur les travaux préparatoires, l'apparition d'une problématique de traitement de terres polluées, et des ouvrages d'art supplémentaires rendus nécessaires par des évolutions de programme
- par conséquent Frais de MOE, dont le montant est lié à l'augmentation de l'assiette des travaux, et à des études complémentaires apparues nécessaires en cours d'avant-projet
- et Frais de MOA, suite à la réévaluation des investigations complémentaires sur les réseaux existants, et à la dilatation du planning.

On observe en revanche des diminutions importantes entre AVP et SDP sur les postes suivants :

- Frais de MOE travaux
- Frais de travaux SMR, suite au résultat du concours MOE et à l'avancement des études
- Certains postes Travaux, par optimisations des quantités et des prix unitaires
- Matériel roulant, suite au résultat de la consultation des constructeurs

Le coût d'exploitation est estimé à 9 € HT / tram.kilomètre.

Ce qui représente, pour environ 706 000 kilomètres annuels parcourus par l'ensemble de la flotte (13 rames) un coût prévisionnel de 6,3M € HT/ an.

#### I.8.2 Financement

L'opération a été inscrite au Contrat de Plan Etat-Région (CPER) 2015-2020, dans le volet « Mobilité multimodale » pour un montant de 194 M € La répartition entre financeurs est la suivante :

- Etat : 41 M€ (21 %)
- Région Ile de France : 95 M€ (49 %)
- Département des Hauts de Seine : 58 M€ (30 %)

Trois conventions d'un montant total de 21,165 M€ ont été notifiées pour le financement des études dans le cadre du Contrat entre la Région Ile de France et le Département des Hauts-de-Seine, qui ont permis de financer les études jusqu'à l'avant-projet compris et un premier volet d'acquisitions foncières.

Au vu des conventions de financement déjà engagées (1ères acquisitions foncières et financement des études AVP, notifiées le 5 juin 2015), le solde de l'opération restant à financer s'élève à 173 M€ HT (€ valeur déc. 2011).

Une première convention de financement d'un montant 24,45 millions d'euros couvrant les phases PRO et ACT, la poursuite des acquisitions foncières, les travaux préparatoires et ceux relatifs à l'OA LGV a été validée en Commission permanente de la Région Ile de France le 16 novembre 2016 et sera délibérée par les maîtres d'ouvrage en même temps que l'approbation de l'AVP.

D'autres conventions de financement couvrant la phase réalisation du projet interviendront au début de l'année 2018 afin de permettre la poursuite de l'opération.

Le solde de financement devra être également complété sur le CPER suivant.

Les besoins en **matériel roulant**, estimés à 35 M€ HT, **et l'exploitation**, seront **financés à 100% par le STIF**.

### I.8.3 Calendrier

L'arrêté de Déclaration d'Utilité Publique a été pris par le Préfet le 11 octobre 2016 ; il emporte mise en compatibilité des documents d'urbanisme des quatre communes traversées par le projet. L'arrêté déclare également cessibles les parcelles nécessaires à la réalisation du projet.

Les premières acquisitions foncières à l'amiable ont eu lieu en 2016.

Suite à l'approbation de l'avant-projet dans les assemblées délibérantes, les études pourront se poursuivre pour entamer les études détaillées et la phase de réalisation du projet, en ligne et sur le SMR.

Le calendrier prévisionnel en fin de phase AVP prévoit :

- le démarrage au 1<sup>er</sup> semestre 2017 des travaux de dévoiement des réseaux concessionnaires pour une durée estimée à 36 mois
- les travaux sur les Ouvrages d'Art de la LGV de mars 2018 à octobre 2019
- une période de travaux préparatoires 3 mois avant le démarrage des travaux du tramway
- la réalisation des travaux de la ligne, aménagements urbains et système de transport, en 33 mois à compter de la notification du démarrage des travaux et à la fin des travaux préparatoires, **pour une fin de travaux à fin 2022**
- en parallèle les travaux sur le SMR, planifiés sur 27 mois avant de pouvoir accueillir la 1<sup>ère</sup> rame.
- enfin l'ensemble des essais et la marche à blanc, pour une mise en service du T10 au 1<sup>er</sup> semestre 2023.

La mise en service du tramway prévue en 2021 lors du schéma de principe est donc décalée à 2023 dans le cadre de l'AVP. Ceci s'explique par le volume et le calendrier des acquisitions foncières d'une part, et des travaux de dévoiement de réseaux d'autre part, qui ont été affinés depuis le schéma de principe et se sont avérés plus critiques qu'initialement estimé.

### I-9. INTERET SOCIO-ECONOMIQUE DU PROJET

#### I.9.1 Trafic attendu sur la ligne T10

A la mise en service du projet entre la Croix de Berny et la Place du Garde en **2023**, la fréquentation du tramway Tram 10 est estimée à **3 600 voyageurs** à l'heure de pointe du matin, et 25 200 voyageurs / jour. La charge dimensionnante de la ligne est atteinte à l'arrivée à la station Parc des sports et s'établit à **1 400 voyageurs**.

Le trafic de la ligne se caractérise par des flux de correspondance importants avec le T6 au niveau de la station Hôpital Béclère et avec le RER B à La Croix de Berny, pour des volumes respectifs d'environ 1 200 voyageurs à l'heure de pointe du matin. Globalement, ce sont environ 65% des usagers du T10 qui utilisent la ligne comme moyen de rabattement (ou de diffusion) vers ces liaisons radiales.

A l'horizon de mise en service du prolongement au nord, la fréquentation sur l'ensemble de la ligne serait comprise entre 8 000 et 10 500 voyageurs à l'heure de pointe.

Quelle que soit la solution de raccordement à la ligne 15, le T10 prolongé apparaît ainsi comme une alternative attractive à la voiture, notamment du fait du maillage avec la ligne 15 du Grand Paris Express, le réseau ferré (RER B au sud et le RER C à Issy-les-Moulineaux ou la ligne N à Clamart, selon la variante considérée).

Dans cette hypothèse, la charge dimensionnante est atteinte à l'arrivée au terminus nord, ce qui vient souligner l'attrait des correspondances offertes aux voyageurs, à Issy-les-Moulineaux comme à Clamart. Elle est estimée entre 3 000 et 4 500 voyageurs à l'heure de pointe du matin, selon la variante de prolongement.

#### I.9.2 Bilan socio-économique

Le tramway T10 permet des gains de temps pour les utilisateurs du réseau de transport en commun, et une accessibilité renforcée depuis et vers le secteur desservi.

Pour les anciens utilisateurs des transports collectifs qui se reportent sur le tramway T10, le gain de temps par utilisateur est estimé à environ 2 minutes.

Les gains liés au report modal depuis la voiture particulière vers les transports collectifs sont valorisés à **8,9 millions d'euros** pour la première année d'exploitation.

**Le taux de rentabilité immédiate du projet s'élève à 2,3% et son taux de rentabilité interne à 2%. Le bénéfice actualisé**, qui correspond à la somme des coûts et des avantages actualisés du projet s'élève à **-326 M€**. Ce taux faible peut être relativisé au regard des gains non monétarisables, comme par exemple l'ajout d'une offre de transport plus capacitaire et plus fiable et la requalification urbaine tout le long de son tracé.

## II. HISTORIQUE

### II-1. ORIGINES ET PREMIERES ETAPES

Au sud-ouest de Paris, la volonté de créer une offre attractive de desserte de banlieue à banlieue a été entérinée dès 1994 avec le projet dit de la "Croix-du-sud". Inscrit au SDRIF de 1994, ce projet devait se concrétiser sous la forme de deux lignes de transport en commun en site propre. Il se composait des trois liaisons suivantes :

- Châtillon-Montrouge – Viroflay, desservant le pôle d'emplois de Vélizy-Villacoublay,
- Issy-les-Moulineaux - Antony par Châtenay-Malabry,
- Antony à Vélizy - Viroflay.

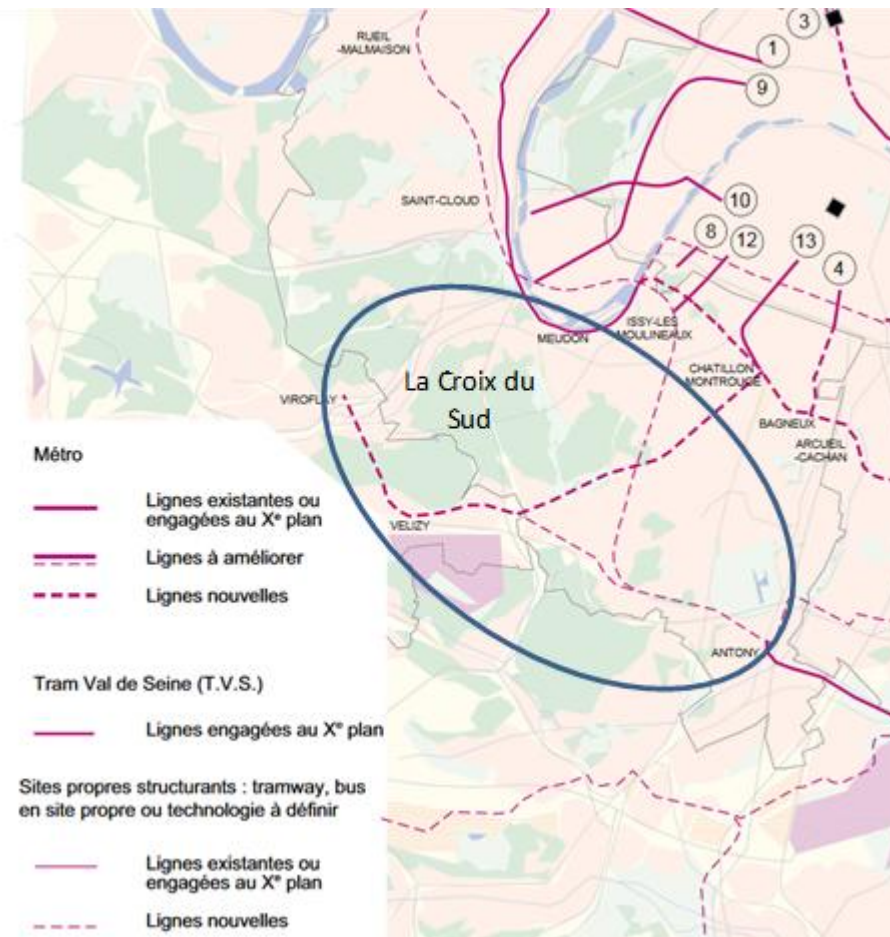


Illustration 21. Extrait de la carte « L'extension du métro jusqu'à la rocade orbitale », SDRIF 1994

Le tramway T6, dont la partie aérienne a été mise en service en 2014 et la partie souterraine en 2016, constitue donc la première branche du projet Croix-du-sud. La seconde branche se concrétise par le projet de Tramway T10 Antony – Clamart, et son prolongement vers l'une des gares du Grand Paris. Elle permet l'achèvement, sous une nouvelle forme, de la Croix-du-sud.

Depuis 2005, le projet de tramway entre Antony et Clamart est porté par le Département des Hauts-de-Seine, qui a mené de nombreuses études sur le secteur : recherche d'itinéraires, contraintes et enjeux d'insertion, perspectives concernant la fréquentation, analyses techniques et environnementales.

A cette époque, le projet reliait la gare RER La Croix-de-Berny à Antony et l'Hôpital Béclère à Clamart. Le Département des Hauts-de-Seine et la Région Ile-de-France avaient alors, en concertation avec la municipalité de Clamart, convenu de l'intérêt d'étudier la faisabilité d'un prolongement de cette liaison jusqu'à la Place du Garde, afin de desservir des quartiers enclavés de Clamart (Jardin Parisien, Haut Clamart, Percy Schneider et Clamart Centre), les quartiers nord de Clamart étant déjà desservis grâce à la gare de Clamart.

Le Schéma Directeur de la Région Ile-de-France adopté par le Conseil régional en 2013 confirme l'extension de l'étude sur un itinéraire allant jusqu'à la Place du Garde.

Comme le souligne le bilan de la concertation préalable de 2013, le tronçon Béclère – Place du Garde a pour objectif de desservir ces quartiers dès la mise en service du T10 Antony-Clamart.

Par ailleurs, dans le cadre de l'aménagement du terminus Place du Garde, les porteurs de projet ont veillé à rapprocher autant que possible le terminus du tramway du centre-ville de Clamart. Celui-ci se situera à 500 m environ de la Mairie de Clamart. Enfin, l'intermodalité sera renforcée avec la liaison aux lignes de bus de la Place du Garde (190, 191, 290).

### II-2. DOSSIER D'OBJECTIFS ET DE CARACTERISTIQUES PRINCIPALES (DOCP)

En 2011, le STIF et le Département des Hauts-de-Seine ont signé une convention relative à l'organisation de la maîtrise d'ouvrage de l'opération Tramway Antony-Clamart.

Il a été convenu que le STIF assure la maîtrise d'ouvrage des études relatives au DOCP et à la concertation préalable en relation étroite avec le Département des Hauts-de-Seine. Pour les phases de conception du schéma de principe et de réalisation jusqu'à la mise en service, il a été décidé que :

- Le Département des Hauts-de-Seine assure la maîtrise d'ouvrage de l'insertion urbaine et des aménagements de voirie
- Le STIF assure la maîtrise d'ouvrage du système de transport

Ainsi, le STIF a engagé en 2011 les études portant sur l'opportunité et les objectifs de la réalisation d'un tramway entre la Place du Garde à Clamart et La Croix de Berny à Antony. Ces études ont mené à l'élaboration d'un **Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales (DOCP)**, approuvé en **Conseil du Stif le 11 juillet 2012**.

L'objectif du DOCP est d'engager le projet, d'en présenter les caractéristiques générales et les principaux impacts. Il présente des éléments d'opportunité et de faisabilité du projet. Il définit un pré-programme. Son approbation par le conseil du STIF marque le début de la concertation avec les élus et la population. C'est sur la base de ce DOCP que la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) est saisie et décide, après examen, de la nature de la consultation du public à organiser.

Par délibération du 5 septembre 2012, la CNDP a décidé qu'il n'y avait pas lieu d'organiser un débat public dans le cadre du projet de tramway T10 « considérant qu'il n'apparaît pas que le projet présente un caractère d'intérêt national au sens des dispositions du code de l'environnement » et « que la concertation envisagée par le Stif est de nature à assurer l'information et la participation du public ». Un tracé et un positionnement des stations ont été proposés dans le DOCP et présentés lors de la concertation. Ils sont illustrés sur la carte ci-après.

Le positionnement du terminus de La Croix de Berny, l'insertion des modes actifs sur les axes empruntés, l'insertion de la plateforme et le positionnement du Site de Maintenance et Remisage (SMR) ont fait l'objet de scénarios à approfondir dans la suite des études.

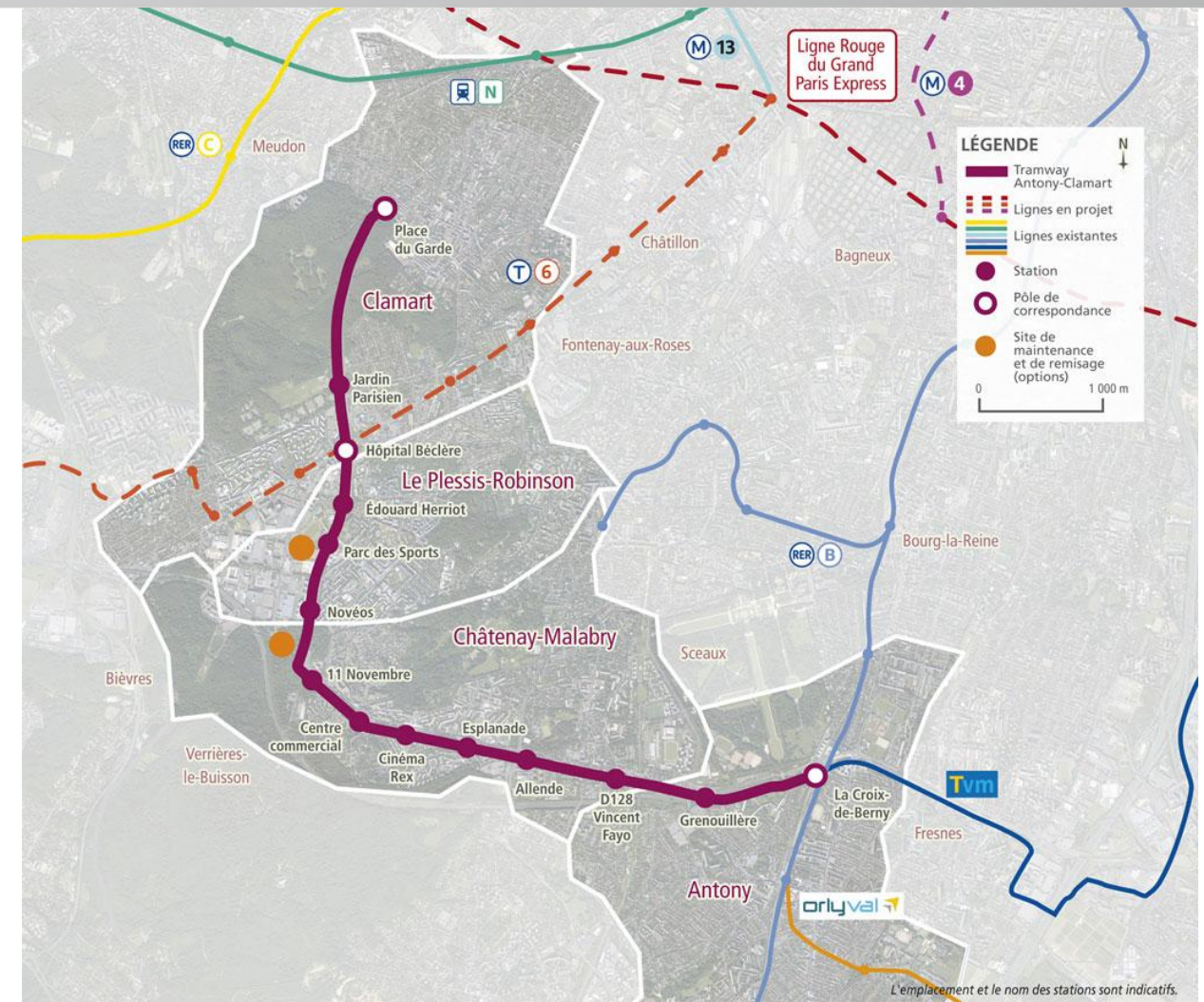


Illustration 22. Tracé présenté en concertation et issu du DOCP, 2012

## II-3. CONCERTATION PREALABLE

L'objectif de la concertation était d'informer, de recueillir les avis et de faire participer le public et l'ensemble des personnes concernées par l'élaboration du projet, notamment les riverains, les acteurs socio-économiques et les collectivités locales.

La concertation sur le projet de tramway T10 s'est déroulée du 21 janvier 2013 au 1<sup>er</sup> mars 2013 inclus. Le bilan de la concertation a été approuvé par le Département des Hauts-de-Seine le 8 juillet 2013 et par le Conseil du STIF le 10 juillet 2013. Il ressort de la concertation :

- **une adhésion générale** en faveur du projet de transport structurant qui viendra désenclaver le sud des Hauts-de-Seine et relier un bassin de vie en fort développement. Cette adhésion s'est traduite au travers d'une forte mobilisation du public pendant la concertation avec la présence de plus de 500 personnes aux séances publiques, et le recueil de plus de 1500 avis,
- **un accord sur le tracé proposé**, permettant d'accéder aux équipements et aux grands pôles via des correspondances,
- **un souhait de prolongement du tracé vers le nord**, en direction du réseau structurant et notamment du futur Grand Paris Express,
- **une demande d'amélioration de la desserte des zones d'emploi**, en particulier de la zone d'activités de Vélizy,
- **une demande d'approfondissement des études** de positionnement du terminus à l'est de la place du Garde à Clamart,
- **un mode tramway soutenu** et apprécié pour son confort et sa qualité de service, malgré quelques remarques portant sur l'intérêt de réaliser à court terme un bus à haut niveau de service,
- **une demande d'optimisation des correspondances** avec les autres modes de transport, notamment au niveau des correspondances avec le T6 à l'Hôpital Béclère et le RER B à La Croix-de-Berny,
- **une adhésion aux principes d'aménagement et de requalification urbaine** qui accompagnent le projet de tramway T10,
- **des attentes** concernant l'attention apportée aux espaces naturels et aux éléments paysagers,
- **des interrogations** concernant le maintien des fonctionnalités de la voirie,
- **l'accueil favorable** d'une insertion axiale avenue de la Division-Leclerc à Châtenay-Malabry et de fortes attentes concernant l'aménagement de cet axe en une voie apaisée favorable à la circulation des piétons et des cyclistes,
- **des avis contrastés** concernant la localisation du site de maintenance et de remisage, entre la préservation de l'espace boisé au droit du carrefour du 11 Novembre 1918 et l'utilisation d'un terrain dans la zone d'activités Novéos,

- **des questions** concernant la réorganisation des lignes de bus et des attentes concernant l'amélioration du fonctionnement du réseau existant, notamment du RER B,
- à travers toutes les modalités d'expression offertes, le projet a bénéficié d'un **accueil très favorable et a suscité des manifestations de soutien**.

Suite à la concertation et dans la continuité, le public a été tenu informé de l'avancement du projet pendant les phases d'études préliminaires et de schéma de principe, et de nombreuses rencontres techniques ont été organisées avec les différents acteurs du territoire au fur et à mesure de l'avancement des études.

Lors des phases ultérieures d'études et de travaux, la démarche d'information et de dialogue avec les acteurs du projet sera poursuivie.

## II-4. ETUDES PRELIMINAIRES / SCHEMA DE PRINCIPE

Les **études préliminaires d'insertion urbaine et du système de transport** du projet de tramway T10 ont été réalisées en 2013 et 2014. Elles ont notamment porté sur :

- l'insertion urbaine de la ligne et le détail du tracé,
- la localisation du Site de Maintenance et de Remisage,
- le positionnement des stations,
- l'articulation avec les autres modes de déplacement individuels et collectifs,
- les systèmes d'alimentation et d'exploitation,
- les coûts de réalisation,
- le planning du projet,
- le fonctionnement en phase travaux,
- l'étude des impacts environnementaux et les mesures compensatoires associées,
- les prévisions de trafic et l'évaluation socio-économique.

**Ces études ont servi de base à l'élaboration du Dossier d'Enquête Publique et du Schéma de Principe.**



Le **schéma de principe** réalisé sur la base des études préliminaires a été approuvé lors du Conseil du STIF du 11 février 2015 (Délibération n°2015-050) et par la Commission Permanente du Département des Hauts-de-Seine en séance du 9 février 2015, avec un cout d'objectif global, hors Matériel Roulant, de 351 M€ HT aux conditions économiques de décembre 2011. Le coût du matériel roulant est estimé à 42 M€ (CE 12/2011).

Le **dossier d'enquête publique** a également été approuvé lors du Conseil du STIF du 11 février 2015 et la Commission Permanente du Département des Hauts-de-Seine le 9 février 2015.

Ces délibérations ont autorisé le lancement des études d'avant-projet avec la signature de la convention de financement des études AVP, ainsi que les premières acquisitions foncières.

## II-5. AVIS EMIS SUR LE PROJET ET ENQUETE PUBLIQUE

En préalable à l'enquête publique, différentes étapes, présentées ci-après, sont intervenues afin de préparer le déroulement de cette enquête.

### II.5.1 Concertation inter-services

La concertation inter-services a pour objectifs de prendre en compte le plus en amont possible les préoccupations environnementales et de vérifier la compatibilité du projet avec les dispositions législatives et réglementaires.

Elle a été initiée le **1<sup>er</sup> avril 2015** et s'est clôturée le **5 mai 2015**, et a permis de recueillir les avis sur le projet des collectivités locales mais aussi d'autres administrations comme l'ONF, le SEDIF, la DRIEA...

### II.5.2 Avis de l'Autorité Environnementale

Le 20 mars 2015, l'Autorité environnementale a été saisie pour avis par le président du Conseil départemental des Hauts-de-Seine et par la directrice générale du Syndicat des transports d'Île-de-France (STIF), conformément à l'article R.122-6 du Code de l'environnement.

L'avis délibéré de l'Autorité Environnementale n°Ae 2015-22 a été adopté en séance du **10 juin 2015**.

Un mémoire en réponse des MOAs à l'Autorité Environnementale, qui permet d'assurer la prise en compte de cet avis et d'en vérifier la compatibilité avec le projet, a été joint au dossier d'enquête publique.

### II.5.3 Examen conjoint

Le **1<sup>er</sup> Juillet 2015** à la Préfecture des Hauts-de-Seine s'est déroulée la réunion d'examen conjoint pour la mise en compatibilité des Plans Locaux d'Urbanisme des communes de Clamart, le Plessis-Robinson, Châtenay-Malabry et Antony.

### II.5.4 Avis de la CIPENAF

La CIPENAF<sup>1</sup> s'est réunie le **2 septembre 2015** et a rendu un avis favorable sur le projet du tramway T10 avec recommandations :

- Porter une grande attention aux continuités écologiques (SRCE) tout le long du tracé du T10 et prendre les mesures adaptées pour les améliorer.
- Pour le secteur particulier du site de maintenance et de remisage, en complément de la justification du choix de sa localisation : préserver la qualité des milieux et rétablir les continuités écologiques avec les parcelles voisines (parcelles 173 et 174) et le bois de Verrières.
- Veiller à l'insertion paysagère durable du projet, notamment par la prise en compte de l'Atlas des paysages et des projets urbains des Hauts-de-Seine.

### II.5.5 Enquête publique

Le projet présenté en enquête publique est cohérent avec les enseignements issus de la démarche de concertation initiée en 2013 et poursuivie tout au long des études et répond à l'ensemble des remarques émises aux différentes étapes de la concertation inter-services, notamment :

- les études de positionnement des terminus et d'insertion de la plateforme du tramway sur les axes viaires empruntés ont été poursuivies. Des solutions ont pu être arrêtées en concertation avec les acteurs locaux,
- les correspondances ont été optimisées dans un souci de réduction des temps de correspondance,
- l'insertion des modes actifs a été travaillée afin d'assurer la continuité et la sécurité des cheminements piétonniers et cyclables,
- l'implantation du Site de Maintenance et de Remisage a été déterminée suite à des études complémentaires. L'insertion du SMR a été particulièrement étudiée pour limiter l'impact sur l'environnement et a fait l'objet de nombreux échanges avec les acteurs locaux,
- les mesures conservatoires sur le prolongement du tramway au nord vers l'une des gares du Grand Paris Express ont été prises. Le SMR a été dimensionné pour permettre un éventuel prolongement ultérieur.

<sup>1</sup> Commission interdépartementale de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers

L'Enquête publique unique portant sur la déclaration d'utilité publique, la mise en compatibilité des documents d'urbanisme d'Antony, Châtenay-Malabry, Le Plessis-Robinson et Clamart et l'enquête parcellaire en vue de la réalisation du tramway T10 d'Antony à Clamart s'est déroulée **du 5 octobre au 6 novembre 2015**.

24 permanences ont été organisées par la Commission d'enquête dans l'ensemble des mairies du tracé. 10 registres d'enquête ont été remplis sur les quatre communes concernées et en sous-préfecture d'Antony. Au total, **178 observations, documents et courriers** ont été déposés et les courriers ont été systématiquement ouverts et versés aux registres. Une réunion publique a été organisée le 22 octobre 2015 à Châtenay-Malabry au théâtre La Piscine et a rassemblé quelques 200 personnes.

La commission d'enquête a rendu ses conclusions et son avis final, favorable, **le 15 janvier 2016**, soulignant que le projet présente en effet une bonne cohérence d'ensemble et que ses objectifs s'inscrivent dans le respect des orientations des différents documents de planification nationale et régionale.

La commission d'enquête a précédé son avis de cinq recommandations :

1. Pousser l'étude d'un scénario alternatif au niveau de la bretelle de liaison de la RD906 vers la RD2 en réduisant la largeur de l'emprise de cette bretelle, et évitant ainsi d'empiéter sur le domaine de l'AP-HP;
2. Travailler sur la nécessaire articulation des différents chantiers concomitants allant impacter le territoire :
  - poursuivre la concertation nécessaire pour maîtriser et coordonner l'ensemble des chantiers attendus afin de limiter leurs nuisances pour les villes,
  - Les travaux de dévoiement des réseaux appellent une concertation très en amont entre les concessionnaires concernés et la maîtrise d'ouvrage afin de limiter les impacts souterrains de l'implantation du futur tramway, en particulier au niveau de la RD2 au Plessis-Robinson.
  - Des échanges soutenus avec RTE au sujet du projet d'enfouissement des lignes à très haute tension afin d'envisager, si le calendrier du T10 le permet, des économies d'échelle et une potentielle mutualisation au niveau des travaux de génie civil des deux chantiers.
3. La mise en œuvre du tramway ne peut s'effectuer sans impact sur l'environnement avec en particulier la réalisation du site de maintenance et de remisage sur une parcelle du bois de Verrières à Châtenay-Malabry, il apparaît toutefois important de :
  - rechercher des sites de proximité pour réaliser des actions ambitieuses et locales permettant des remises en état écologique utiles aux riverains
  - poursuivre les recherches de sites en vue de compensations écologiques, s'engageant ainsi à pérenniser et requalifier des parcelles boisées de proximité, avec une action réelle et mesurable sur l'environnement, à mettre en place des indicateurs et à désigner un opérateur de suivi.
  - examiner le cas des 1,5 ha restants de la parcelle boisée sur laquelle s'implante le SMR

- mettre en œuvre au plus haut niveau les normes en matière environnementale et énergétique du futur bâtiment implanté sur le SMR et porter une attention particulière à sa qualité architecturale et son insertion paysagère.

4. Réduire le périmètre du projet au droit de l'hôtel Le Chateaubriand pour éviter l'impact sur la terrasse et permettre l'accès pour les livraisons et la dépose de ses clients ;
5. Prolonger la section à 2 fois 1 voie depuis la rue Nicolas Appert jusqu'à la rue du Loup Pendu afin de pacifier la circulation sur Châtenay-Malabry.

L'avis, favorable, est assorti des deux réserves suivantes :

1. **La nécessité de poursuivre les études en vue de réaliser les aménagements nécessaires aux modes actifs et leur bonne insertion sur la RD2 en forêt de Meudon et de veiller à sécuriser l'arrivée Place du garde au débouché de l'itinéraire emprunté par les cyclistes.** Il conviendra dès lors d'exclure le chemin du vieux cimetière du périmètre de la DUP. La commission prend acte, par ailleurs, de la réduction de la vitesse sur ce tronçon de la RD2 à 50 km/h ;
2. **La nécessité d'acquiescer l'ensemble de la parcelle F34 à usage d'habitation sise au 174 avenue du Général de Gaulle à Antony par la maîtrise d'ouvrage,** compte-tenu de la dégradation sérieuse des conditions d'accessibilité et d'habitabilité engendrée par le projet de tramway.

### II.5.6 Déclaration de projet et obtention de la déclaration d'utilité publique

Afin de répondre aux réserves et recommandations de la commission d'enquête sur le projet de T10 entre Antony et Clamart, le CD92 et le STIF ont pris plusieurs engagements dans leurs déclarations de projet respectives du 14 mars 2016 (séance de la Commission Permanente du Département des Hauts-de-Seine du 14 mars 2016) et du 17 février 2016 (délibération n°2016/029). Ainsi les MOAs s'engagent :

- **Recommandation n°1 :** adapter le projet de tramway T10 au droit de l'hôpital Bécclère, en optimisant le profil de la bretelle entre la RD 906 et la RD 2, tout en maintenant la qualité de la correspondance entre les tramways T10 et T6 ;
- **Recommandation n°2 :**
  - poursuivre, pendant toute la durée du projet, la démarche de concertation avec les maîtres d'ouvrage des projets connexes et l'ensemble des acteurs locaux, dont les élus ;
  - coordonner les projets de dévoiements de réseaux et les travaux correspondants dans un souci de limiter la gêne aux riverains et usagers ;
  - informer RTE de l'avancement du projet de tramway T10 et traiter les interfaces entre le projet de tramway et le projet d'enfouissement des lignes à très haute tension, dans la mesure où cette articulation n'entraîne pas de modification substantielle du projet de tramway T10 et de son calendrier ;

- **Recommandation n°3 :**
  - poursuivre les échanges réguliers avec l'ensemble des acteurs concernés par les compensations écologiques afin de traiter le programme global de compensation;
  - restituer au moins la moitié de la compensation écologique au niveau local (communes limitrophes ou dans le département), et autant que possible en continuité avec le bois de Verrières et l'ensemble des compensations en Ile-de-France ;
  - étudier la pertinence d'actions écologiques sur les 1,5 ha de parcelle boisée, en frange du site de maintenance et de remisage;
  - mettre en œuvre des mesures écologiques et environnementales exemplaires pour le bâtiment du Site de Maintenance et de Remisage autant en termes d'économies d'énergie que dans la conception architecturale et l'insertion paysagère du bâtiment ;
- **Recommandation n°4 :** adapter le projet de tramway T10 devant l'hôtel Le Chateaubriand, tout en maintenant l'objectif de valoriser la qualité paysagère des lieux, et poursuivre le travail de concertation avec le propriétaire et l'exploitant de l'hôtel afin de garantir au mieux ses conditions d'exploitation ;
- **Recommandation n°5 :** réduire la voirie à une voie par sens entre la rue Nicolas Appert et la rue des Frères Montgolfier à Châtenay-Malabry et reconstituer des places de stationnement sur les espaces libérés par la voirie.

Afin de lever les réserves exprimées par la commission d'enquête, les engagements suivants sont pris :

- **Réserve n°1 :** intégrer sur la RD 2, en traversée de forêt de Meudon, une voie verte le long de la plateforme tramway et réduire la vitesse autorisée pour les véhicules routiers à 50 km/h sur cette section.
- **Réserve n°2 :** acquérir la totalité de la parcelle F34, dans le respect des règles d'investissement public.

## II-6. DECLARATION D'UTILITE PUBLIQUE

Le 11 octobre 2016 a été pris l'arrêté portant :

- Déclaration d'utilité publique du projet de réalisation du tramway T10 Croix de Berny (Antony) – place du Garde (Clamart) sur le territoire des communes d'Antony, de Châtenay-Malabry, du Plessis-Robinson et de Clamart, emportant mise en compatibilité des documents d'urbanisme des communes d'Antony, de Châtenay-Malabry, du Plessis-Robinson et de Clamart.
- Cessibilité des parcelles de terrain nécessaires à la réalisation du projet.
- Transfert de gestion des parcelles nécessaires à la réalisation du projet.

## II-7. ETAPES A VENIR

Le calendrier prévisionnel des prochaines étapes de l'opération de tramway T10 est le suivant :

- 2016 : début des acquisitions foncières amiables,
- 2017 : études PRO et début des travaux de dévoiement de réseaux,
- Fin 2019 : début des travaux du tramway,
- 1<sup>er</sup> semestre 2023 : mise en service prévisionnelle de la ligne.

## **III. DIAGNOSTIC TRANSPORT DES TERRITOIRES CONCERNES**

### III-1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

#### III.1.1 Organisation administrative et institutionnelle du territoire

Le projet de tramway concerne le Département des Hauts-de-Seine et se déploie sur quatre communes (Clamart, Le Plessis-Robinson, Châtenay-Malabry et Antony) qui constituent l'aire d'étude.

Ces quatre communes font partie depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016 de la Métropole du Grand Paris et de l'établissement public territorial Vallée Sud - Grand Paris. Avant cette date, Antony, le Plessis-Robinson et Châtenay-Malabry étaient regroupés dans la communauté d'agglomération des Hauts-de-Bievre et Clamart dans la communauté d'agglomération Sud-de-Seine.

COMMUNES	POPULATION 2010 VOLUMES ARRONDIS A LA CENTAINE	EMPLOIS 2010 VOLUMES ARRONDIS A LA CENTAINE
Antony	61 800	22 300
Châtenay-Malabry	32 100	8 800
Le Plessis-Robinson	27 700	14 400
Clamart	52 500	20 000
<b>TOTAL</b>	<b>174 200</b>	<b>65 400</b>

Tableau 1. Population des villes concernées par le projet, source : INSEE

Le territoire d'étude, qui accueille près de 175 000 habitants, présente un taux de croissance annuel moyen de la population plus faible que celui du département, mais qui reste supérieur aux moyennes régionale et nationale. Le taux de croissance annuel de la population est fort pour Le Plessis-Robinson et beaucoup plus faible pour les autres communes et principalement Antony et Clamart. Ces tendances ont été confirmées par le recensement de 2013.

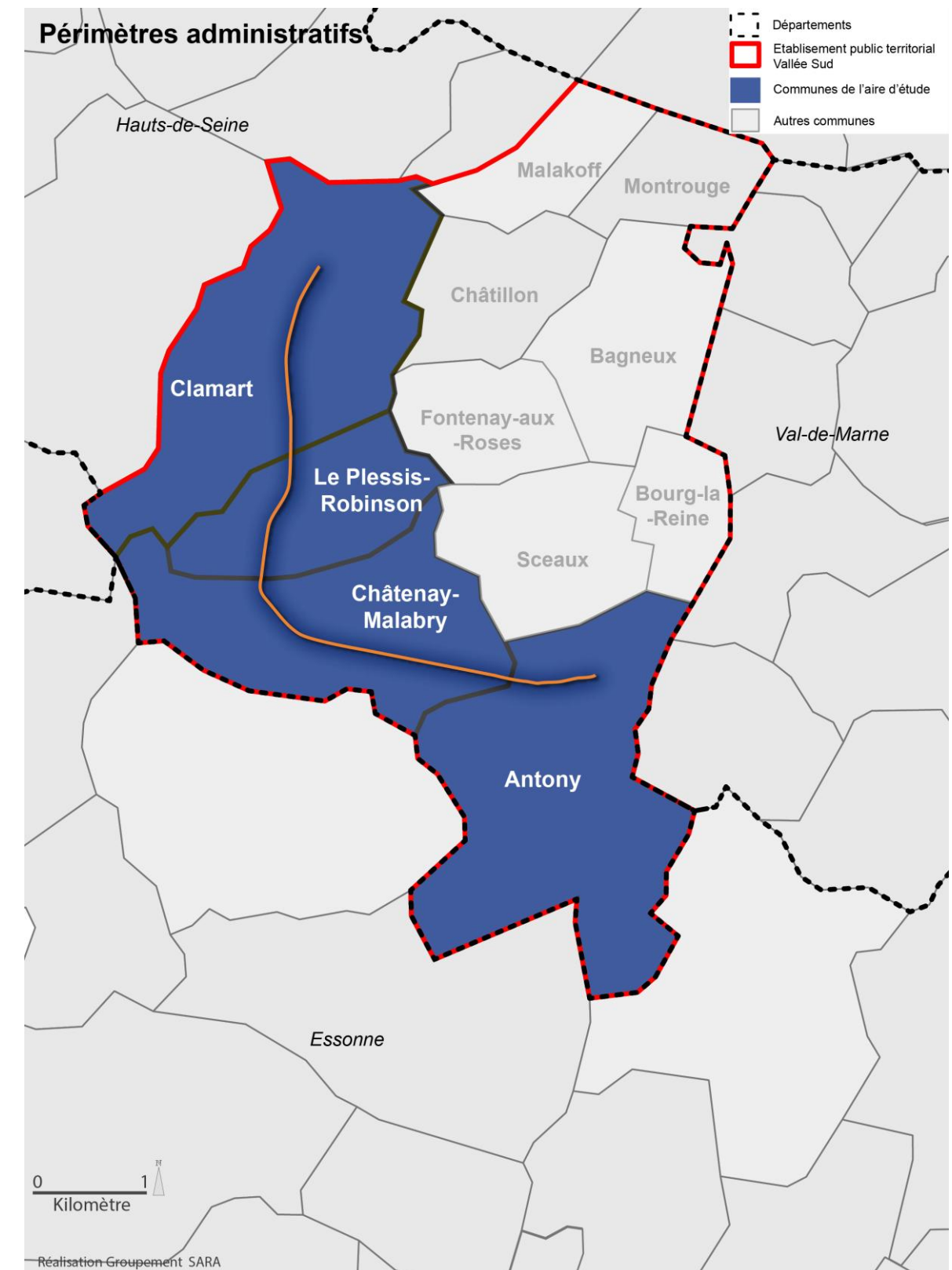


Illustration 23. Périmètres administratifs

### III.1.2 Documents de planification régionale et compatibilité

Le **SDRIF** (Schéma Directeur de la Région Ile-de-France) est un document qui définit, pour l'horizon 2030, une politique territoriale à l'échelle de la région Ile-de-France en termes d'aménagement de l'espace et de développement urbain et démographique. Le SDRIF 2030 a été adopté par délibération du Conseil Régional du 18 octobre 2013 et approuvé par décret du 27 décembre 2013. Il remplace ainsi l'ancien SDRIF de 1994 dont la révision avait été lancée en 2005

Pour accompagner le projet régional, le réseau de transports collectifs doit être renforcé en assurant, notamment, le développement d'un ensemble de lignes de tramway et la réalisation de TCSP structurants en appui des projets urbains. Ainsi, le SDRIF 2030 mentionne, dans sa programmation des projets de transport (partie 5 « Propositions pour la Mise en Œuvre »), la « Réalisation du tramway Antony-Clamart puis prolongement à Issy ou Clamart » afin de répondre à l'objectif de relier et structurer. Ce projet est représenté dans la Carte de Destination Générale du SDRIF sous la forme d'un tracé déjà défini, catégorisé comme « réseau de transport collectif de niveau territorial ».

Le **PDUIF** (Plan de déplacements urbains d'Ile-de-France) est un document de planification qui définit les principes de l'action publique permettant d'atteindre un équilibre durable entre les besoins de mobilité et les enjeux de protection de l'environnement et de la santé. Le projet de tramway T10 est inscrit dans le plan d'action du projet de PDUIF, modifié suite à enquête publique en 2013 (Action 2.3 : tramway et TZen, une offre de transport structurante), en tant que « tramway Croix-de-Berny-Clamart ».

Enfin, le **Contrat de Projets État-Région** (CPER) d'Ile-de-France est un engagement financier de l'État et de la Région Ile-de-France sur plusieurs années. En matière de transports collectifs, il porte sur des projets d'infrastructures de grande ampleur : création de lignes et extension ou amélioration de lignes existantes, principalement pour le RER et le métro. Les engagements financiers de la Région et de l'État sont complétés par un engagement des départements.

Suite à l'approbation du **nouveau Contrat de Plan Etat-Région 2015-2020**, par délibération du Conseil Régional en date du 18 juin 2015, les financeurs de la phase de réalisation du projet seront **l'Etat, la Région et le Département des Hauts-de-Seine**.



Illustration 24. Extrait de la carte « Relier et Structurer », déclinaison de la carte de destination générale du SDRIF, présentant le projet T10

### III.1.3 Occupation du sol

Le tissu urbain du territoire est mixte : il est composé à la fois de zones pavillonnaires, de logements collectifs et de grands ensembles, de zones d'activités, de zones commerciales, d'espaces verts... La carte ci-dessous montre en particulier, dans l'aire d'étude, l'étendue de zones urbanisées et des zones boisées : forêt de Meudon, forêt de Verrières, Domaine départemental de Sceaux et espaces boisés urbains (Domaine départemental de la vallée aux loups...).

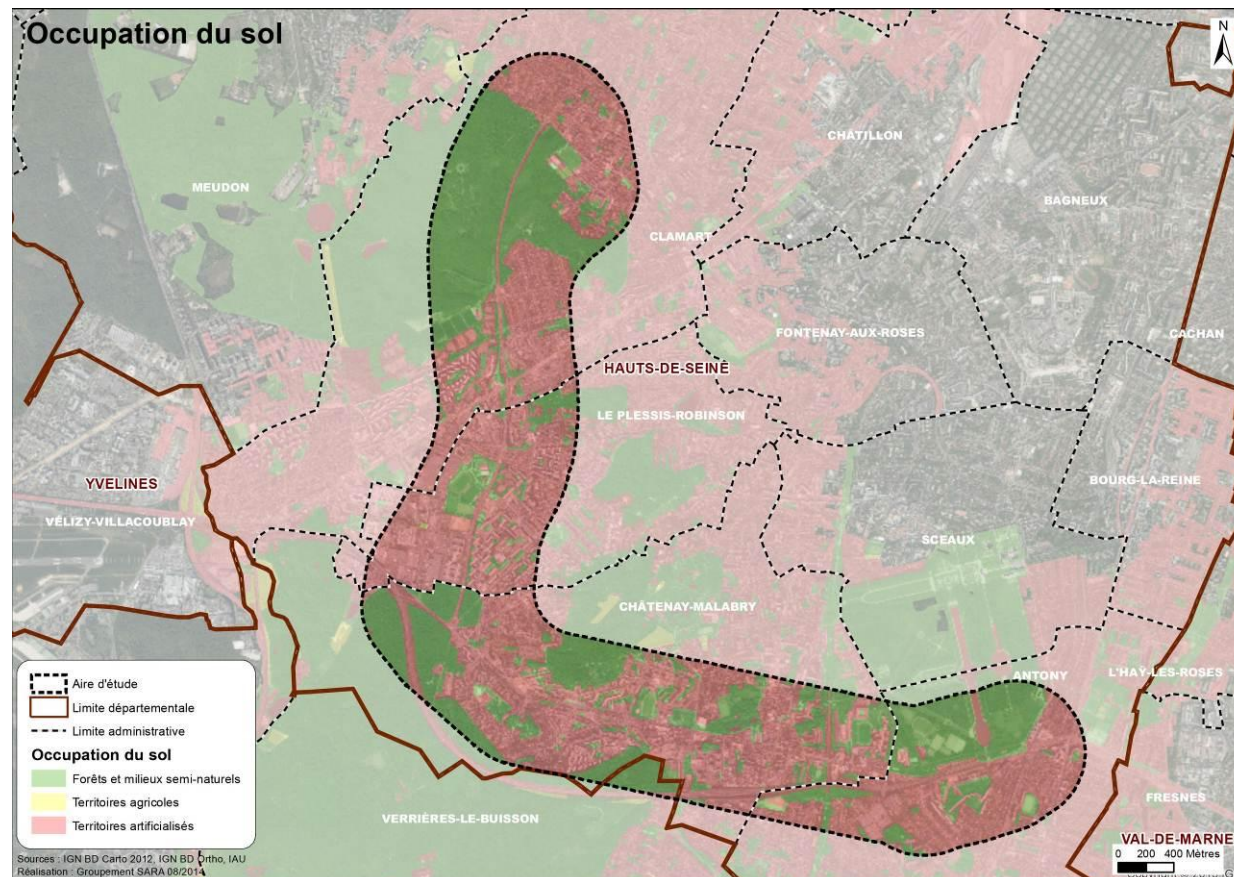


Illustration 25. Occupation du sol, source : Groupement SARA

La trame verte est la caractéristique la plus homogène et continue sur le territoire, le liant du tracé. Elle est composée de trois grandes entités : deux forêts et un parc historique.

Le tissu urbain le long du tracé est de son côté marqué par des enclaves fortement sectorisées, par la forte présence du pavillonnaire et d'un patrimoine unique de cités jardins, mais aussi d'emprises d'activités commerciales (Novéos), sportives, d'enseignement.

La carte ci-dessous représente les types d'habitats ainsi que les activités rencontrées dans l'aire d'étude.

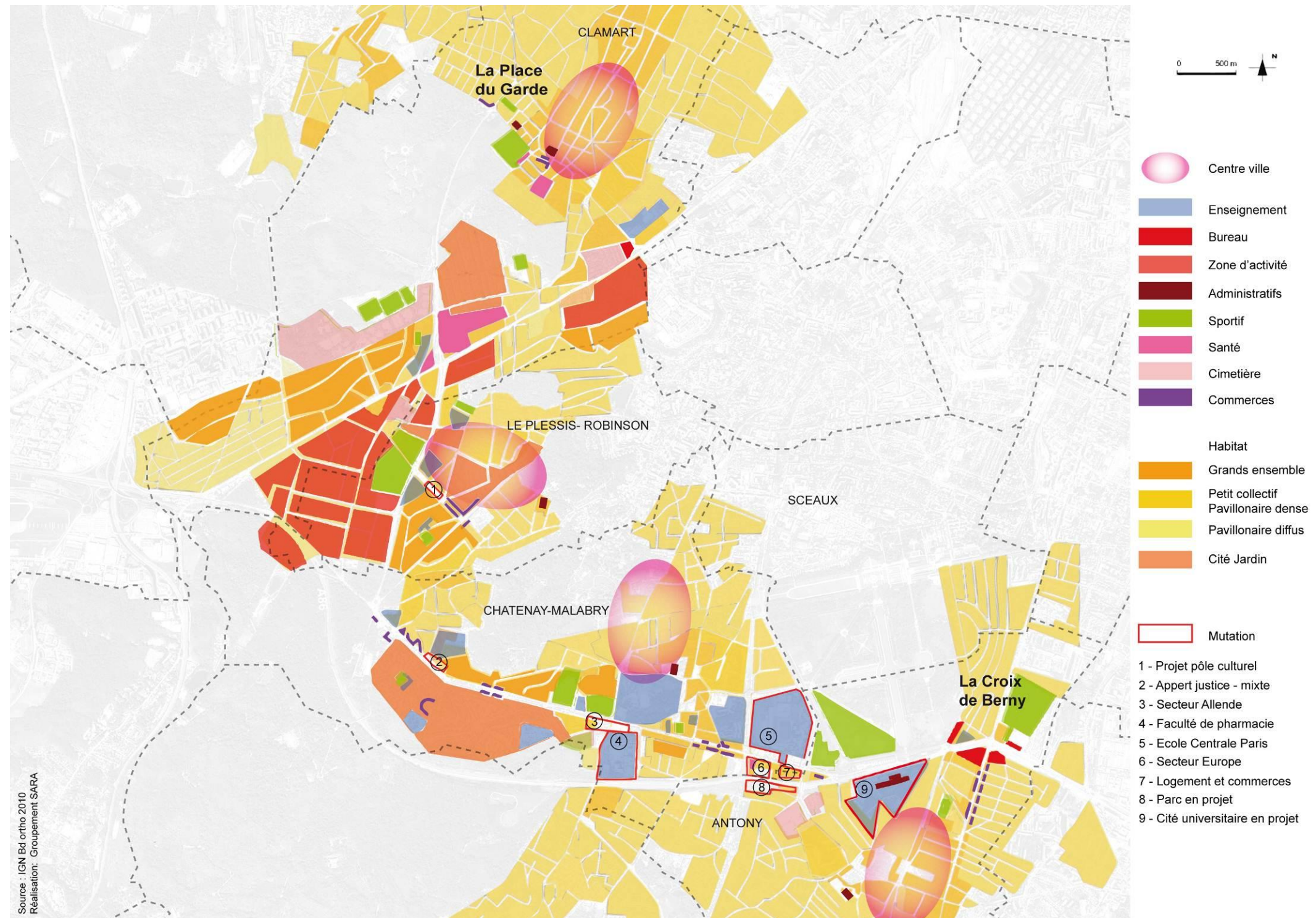


Illustration 26. Bâti et activités, source : Groupement SARA



### III-2. ELEMENTS SOCIO-ECONOMIQUES

#### III.2.1 Population

Le territoire d'étude, qui accueille près de 175 000 habitants, présente un taux de croissance annuel moyen de la population plus faible que celui du département, mais qui reste supérieur aux moyennes régionale et nationale. On constate toutefois une forte hétérogénéité entre les communes concernées par le projet :

- un taux de croissance annuel de population fort pour Le Plessis-Robinson et beaucoup plus faible pour les autres communes et principalement Antony et Clamart. Ces tendances ont été confirmées par le recensement de 2013
- un type de logement très varié de long du tracé : habitat individuel, habitat collectif, cité-jardins. Les densités de population sont donc très variables selon les secteurs du tracé.

La densité de population moyenne sur le territoire d'étude est de **6 400 habitants / km<sup>2</sup>** environ ce qui est en-dessous de la moyenne départementale (8 954 habitants / km<sup>2</sup>). Cette densité de population est relativement faible en raison des nombreux espaces verts présents sur ces territoires. Ces espaces sont répartis de façon relativement homogène le long des RD2 et RD986.

Les densités de population ne sont pas homogènes dans l'aire d'étude. En effet, elles sont relativement fortes sur la partie centrale de l'aire d'étude (partie sud du Plessis-Robinson et partie ouest de Châtenay-Malabry), principalement constituée de grands ensembles immobiliers, et sur l'extrémité nord de l'aire d'étude (Clamart). Les densités de population sont plus faibles sur la partie est de l'aire d'étude (partie nord d'Antony).

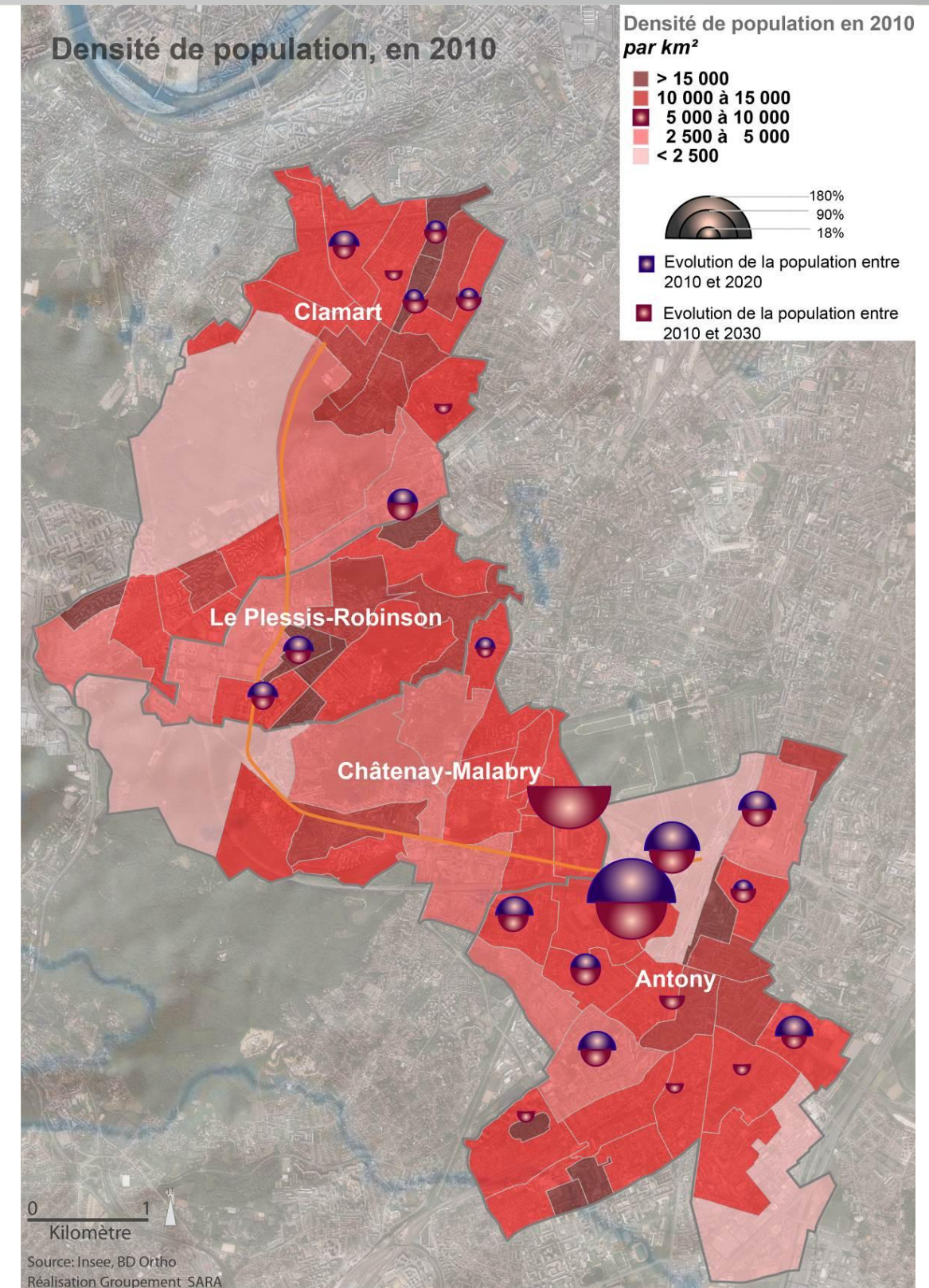
A noter que le secteur de La Croix de Berny, encore constitué de nombreux habitats individuels, fait l'objet d'une politique de densification importante depuis quelques années. De nombreuses opérations immobilières sont en cours ou ont été récemment achevées sur ce secteur. De même, une densification importante a été récemment opérée le long de l'avenue de la Division Leclerc à Châtenay-Malabry, et se poursuit encore grâce aux opérations immobilières d'envergure prévues sur ce secteur.

A l'horizon 2020, les évolutions de densités de population les plus notables concernent la commune d'Antony, en particulier les quartiers situés autour de la gare RER B de La Croix-de-Berny : opérations de renouvellement urbain sur le site de la résidence universitaire Jean Zay et sur les anciens terrains de l'US Métro (secteur Croix-de-Berny).

A l'horizon 2030, la principale évolution concerne la commune de Châtenay-Malabry, et en particulier le quartier comprenant le site de l'Ecole Centrale Paris (construction de 2200 logements prévue).

Sur le reste du territoire, en l'absence de projets urbains spécifiques connus à ce jour, les croissances au fil de l'eau sont faibles d'ici à 2030.

D'une manière générale, les densités de population restent importantes aux horizons 2020 et 2030 au nord de la commune de Clamart, dans le centre du Plessis-Robinson, au sud et à l'est de la commune de Châtenay-Malabry et sur Antony.



**Illustration 27. Densité de population à l'IRIS en 2010, et évolutions à l'horizon 2020 et 2030, sources : INSEE**

### III.2.2 Emplois

L'aire d'étude accueille environ 65 000 emplois et présente un dynamisme très important. Quelques zones d'activités importantes sont situées sur ce secteur, et en particulier le long du tracé du tramway : le quartier d'affaires Croix de Berny, la zone d'activités Noveos, le Parc Technologique ainsi que le centre de technologie Schlumberger.

L'aire d'étude présente une **évolution du nombre d'emplois** un peu inférieure à celle du département, avec toutefois une hétérogénéité entre les différentes communes, la commune du Plessis-Robinson ayant par exemple perdu des emplois entre 2008 et 2013.

**Les densités d'emplois ne sont pas homogènes** dans l'aire d'étude. En effet, les RD2 et RD986 desservent des zones relativement denses en emplois au niveau de La Croix de Berny et sur le territoire du Plessis-Robinson et de Clamart. L'aire d'étude intercepte aussi des territoires peu denses en emplois, principalement sur l'avenue de la Division Leclerc à Châtenay-Malabry. Néanmoins, de nombreuses zones d'activités sont en projet sur ce territoire (voir la partie sur les projets urbains).

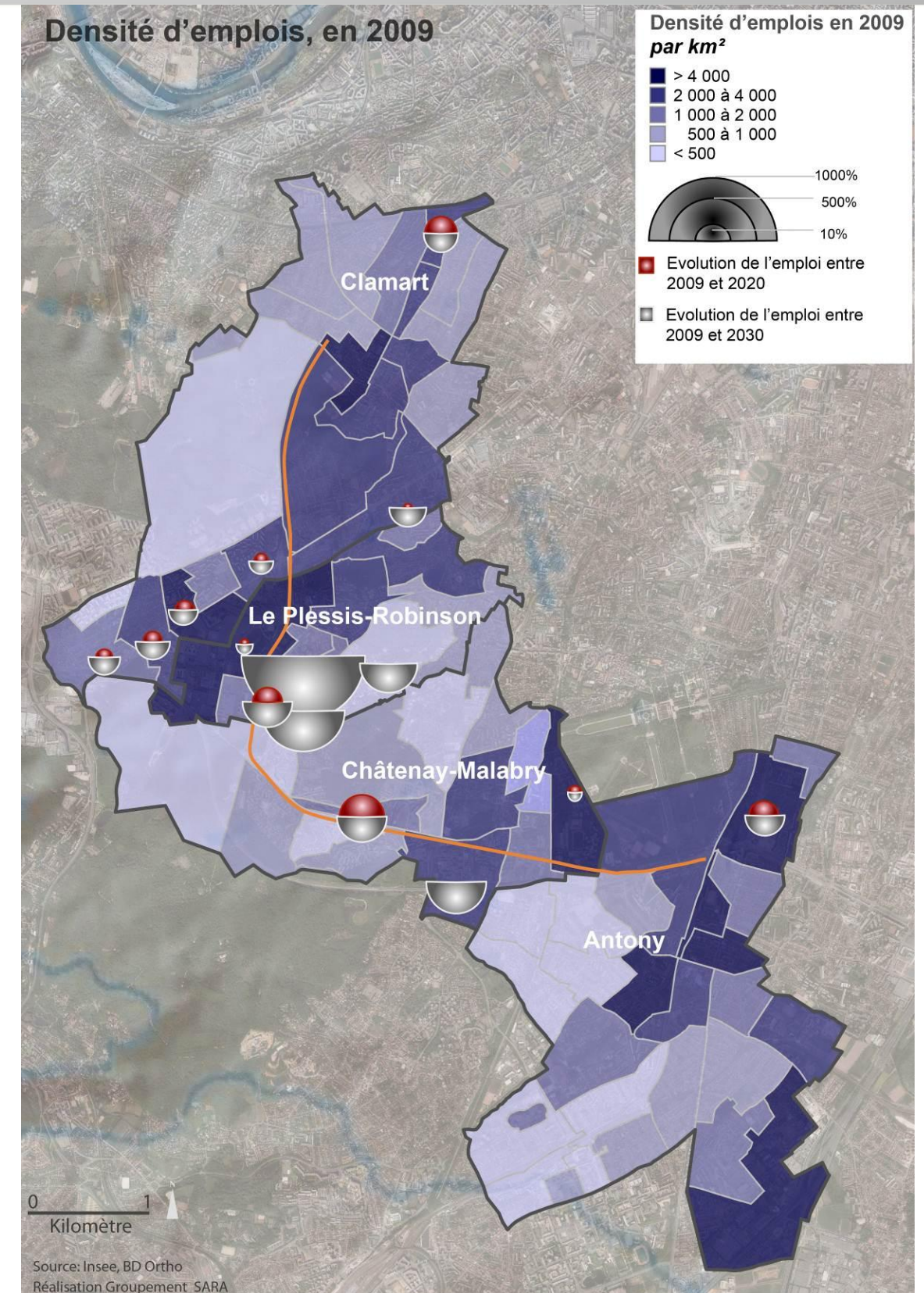
En particulier, l'aire d'étude intercepte les **zones d'activités suivantes** :

- quartier d'affaires de La Croix de Berny, au niveau du terminus La Croix de Berny (Antony),
- zone d'affaires Novéos (Le Plessis-Robinson / Clamart),
- le Parc Technologique (Le Plessis-Robinson / Clamart),
- le site d'études et de production de Schlumberger (Clamart),
- Centrale Parc (Châtenay-Malabry), à 1km environ du carrefour de l'Europe,
- Antonympole (Antony), à 3,5km environ de la station RER La Croix de Berny,
- la Boursidière (Le Plessis-Robinson), à 700 m environ du carrefour du 11 Novembre

Enfin, la densité d'emplois reste importante aux horizons 2020 et 2030 :

- le long de la RD2 grâce au développement de la zone d'activités Noveos et à la densification des zones tertiaires situées sur la partie sud-est de la commune de Clamart ;
- au niveau du carrefour de la Croix-de-Berny par les opérations immobilières prévues.

Les évolutions les plus remarquables concernent les communes du Plessis-Robinson et de Châtenay-Malabry grâce aux nombreux projets immobiliers tertiaires en cours ou prévus sur ce territoire. On peut citer en particulier le secteur Appert-Justice et le secteur Allende à Châtenay-Malabry. Ces secteurs sont situés le long du tracé du tramway.



**Illustration 28.** Densité d'emplois en 2009 et évolutions à l'horizon 2020 et 2030, source : prévisions IAU

### III.2.3 Equipements

Les équipements sont variés sur l'aire d'étude et répartis de manière relativement homogène. L'étude de la localisation précise des équipements a permis d'affiner le positionnement des stations, afin d'assurer leur desserte de manière optimale.

Le territoire étudié comprend de nombreux **équipements sportifs** (stades, piscines, gymnases ...) ainsi que de nombreux parcs et forêts facilitant la pratique sportive. De plus, quelques équipements ont été récemment livrés, comme le Parc des Alisiers (Antony) ou la Piscine du Jardin Parisien (Clamart).

Ce territoire comprend aussi de nombreux **équipements culturels et de loisirs** : théâtres, cinémas, bibliothèques, médiathèques, conservatoires ... Quelques équipements sont situés le long du tracé du tramway (cinéma Le Rex à Châtenay-Malabry, pôle culturel à Châtenay-Malabry ...) ou sont un peu plus éloignés (Maison de Chateaubriand à Châtenay-Malabry, château du Domaine départemental de Sceaux à Sceaux ...).

De nombreux **établissements d'enseignement supérieur** sont présents sur ce territoire. En particulier, ce territoire comprend quatre établissements d'enseignement supérieur dont trois le long du tracé du tramway : le CREPS d'Ile-de-France, la Faculté de Pharmacie et l'Ecole Centrale Paris, tous à Châtenay-Malabry. Néanmoins, ces deux derniers établissements déménageront sur le Plateau de Saclay à l'horizon 2017.

Douze **équipements de santé** de type clinique ou hôpital sont présents sur le territoire des quatre communes. La plus forte concentration de ces équipements est située à Clamart, avec la présence de trois établissements importants : le Groupe Hospitalier Paul Giraud (psychiatrie), l'Hôpital Antoine Béclère et l'Hôpital Militaire Percy. L'Hôpital Privé d'Antony possède une renommée importante.

Enfin, plusieurs types **d'équipements commerciaux** sont à distinguer sur le territoire : commerces de proximité, marchés et centres commerciaux. Le tramway, qui s'inscrit en particulier sur l'avenue de la Division Leclerc (Châtenay-Malabry) et sur l'avenue Paul Langevin (Le Plessis-Robinson), permet la desserte d'une grande partie de ces équipements.

On recense aussi de nombreux autres équipements (non représentés sur la carte ci-contre) sur l'aire d'étude, tels que les mairies (et mairies annexes), les bureaux de poste, les lieux de culte, les maisons de retraite, les crèches ... Ces équipements sont répartis sur tout le territoire d'étude, avec une concentration plus forte au niveau des centres villes.

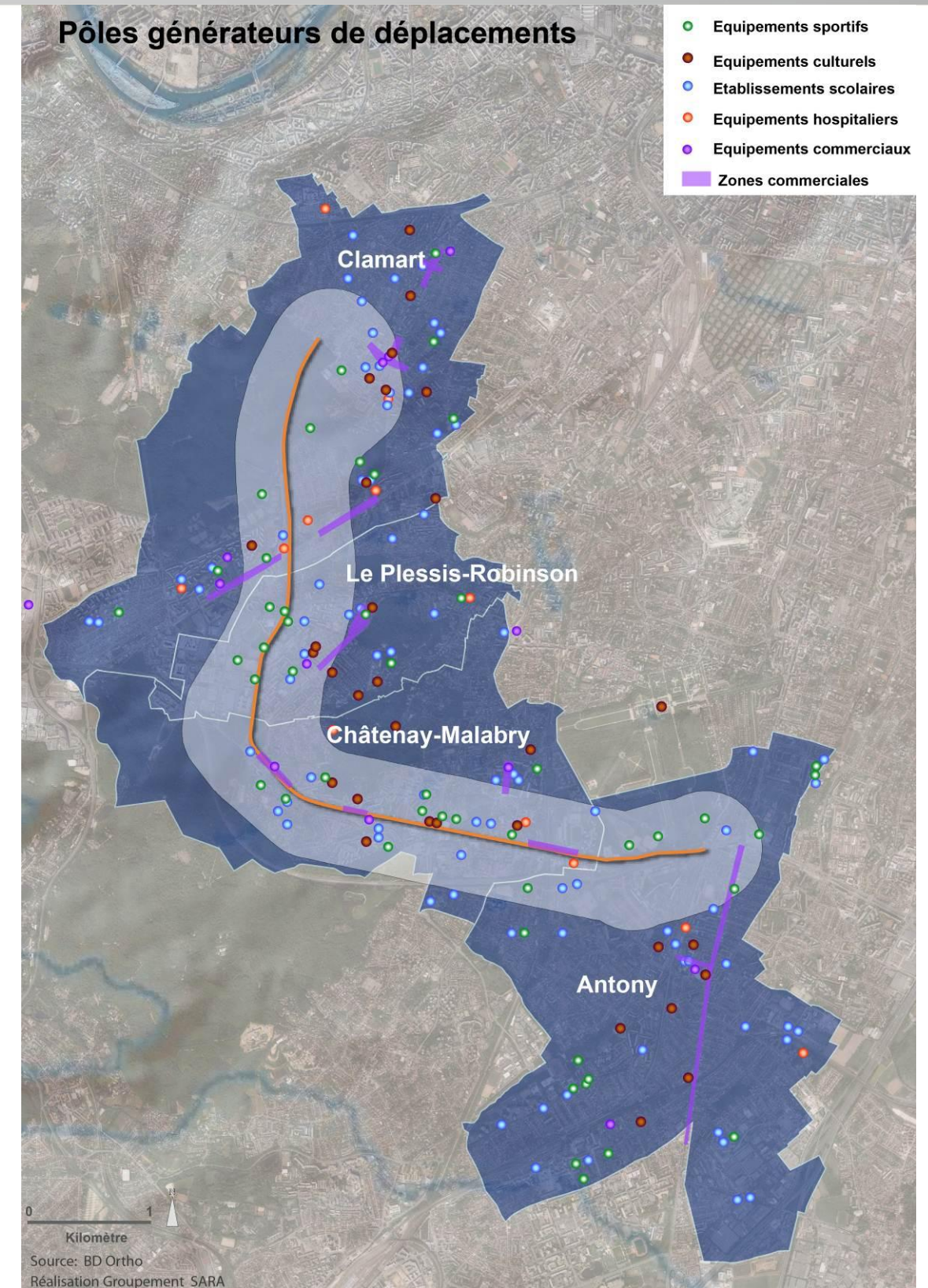


Illustration 29. Equipements générateurs de déplacements au sein de l'aire d'étude, source : communes

### III.2.4 Analyse des déplacements actuels

Le territoire des quatre communes est marqué par un taux de motorisation élevé et par la prédominance de la voiture sur les trajets domicile-travail courtes distances (internes à chaque commune et entre les communes du secteur). Au global, 51 963 personnes se déplacent chaque jour en 2010 sur l'aire d'étude pour des raisons d'études ou de travail, avec une part TC plutôt faible.

En ce qui concerne les déplacements entre l'aire d'étude et les départements de l'Ile-de-France, les migrations alternantes les plus importantes sont, d'une part, celles de l'aire d'étude vers Paris et les autres communes des Hauts-de-Seine, d'autre part, celles en provenance de l'Essonne et des autres communes des Hauts-de-Seine.

Plus de 73 000 personnes se déplacent quotidiennement hors de l'aire d'étude pour le motif travail ou études. De plus, 53 000 personnes environ se déplacent vers l'aire d'étude chaque jour.

Les **flux sortants** les plus importants sont ceux vers Paris et vers les autres communes du département des Hauts-de-Seine. Ces flux sont principalement en provenance des communes de Clamart et d'Antony.

Les **flux entrants** les plus importants sont ceux depuis les autres communes des Hauts-de-Seine et l'Essonne. Les flux en provenance de l'Essonne sont principalement à destination d'Antony tandis que les flux en provenance des communes des Hauts-de-Seine sont principalement à destination de Clamart et du Plessis-Robinson.

La part modale des transports en commun est par contre hétérogène selon les déplacements et le sens considéré. Les déplacements domicile – travail Antony → Paris sont principalement réalisés en transports en commun (83%), tandis que la part modale est beaucoup plus faible pour les autres déplacements, avec par exemple 50% pour les déplacements Paris → Le Plessis-Robinson. La forte proportion de déplacements en transports en commun depuis ou vers Antony s'explique par la présence de plusieurs gares du RER (B et C) desservant de façon assez homogène la commune.

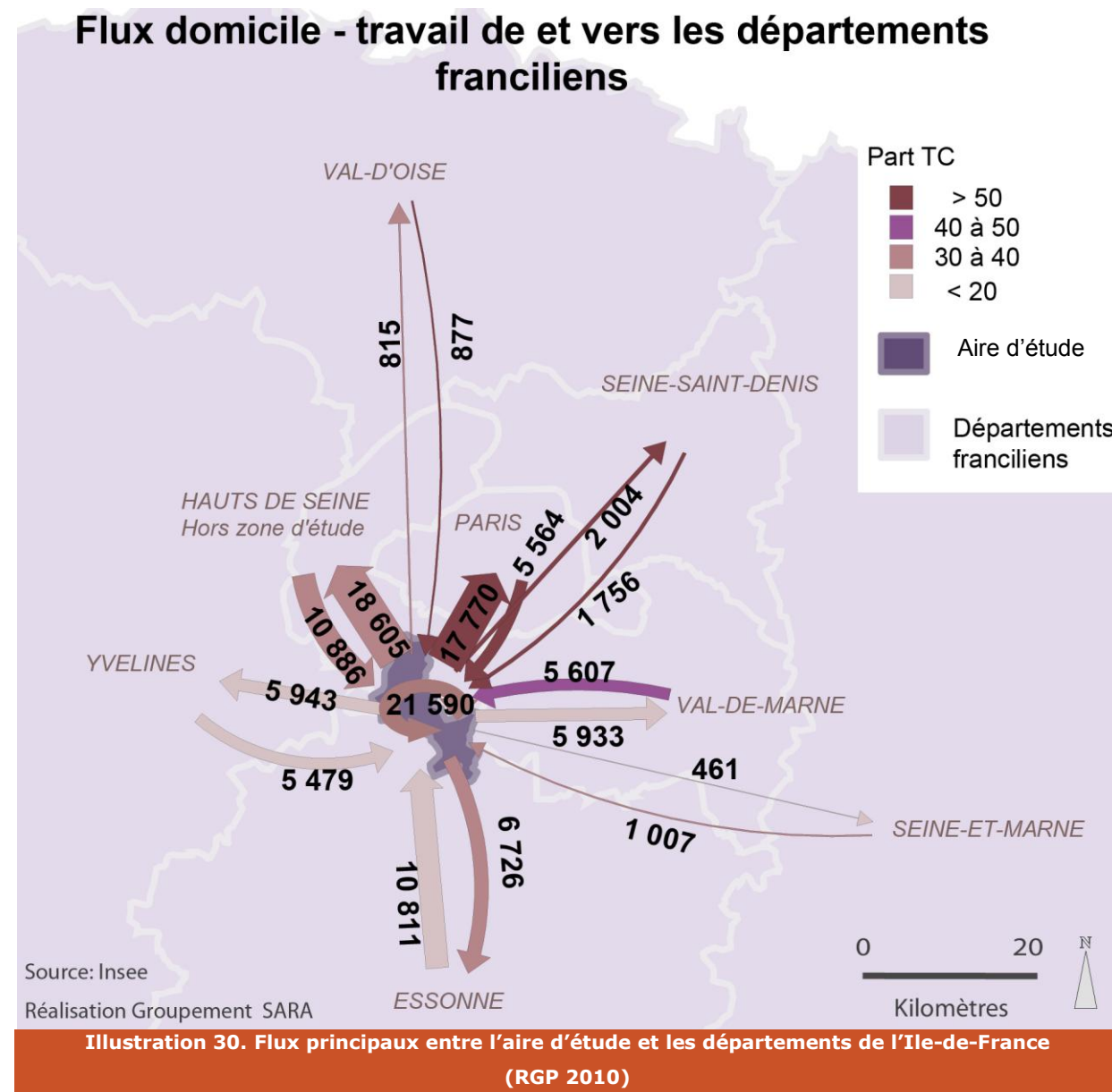
La part modale la plus faible est constatée pour les déplacements entre l'aire d'étude et l'Essonne ou les Yvelines. En effet, ces parts modales sont comprises entre 13 % et 28 % selon les communes et le sens considéré. Ces parts modales sont les plus faibles vers et depuis la commune du Plessis-Robinson.

**Une amélioration de la part modale semble donc possible, via un travail sur la complémentarité des réseaux et des correspondances efficaces entre le T10, les autres lignes structurantes et le réseau de bus.**

Deux enjeux majeurs sont donc identifiés pour la nouvelle ligne de tramway :

- Assurer une desserte fine du territoire et encourager les trajets en TC internes aux communes desservies
- Assurer un rabattement efficace sur le réseau lourd (rapide et fréquent) pour encourager les trajets TC sur de plus longues distances

L'étude du potentiel de desserte associé aux modes lourds précise que c'est avec le RER B et le T6 que les échanges pourraient être les plus importants.



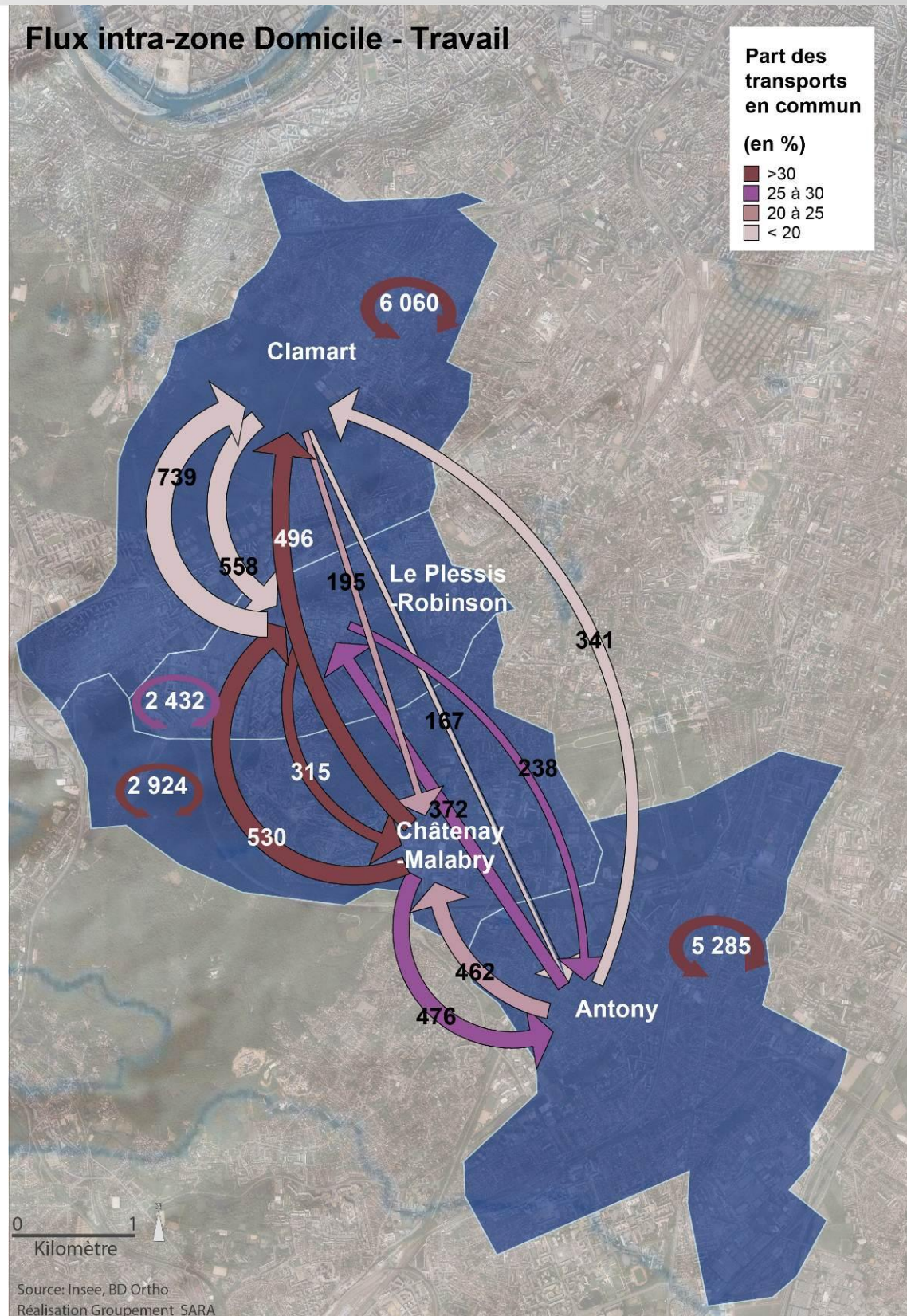


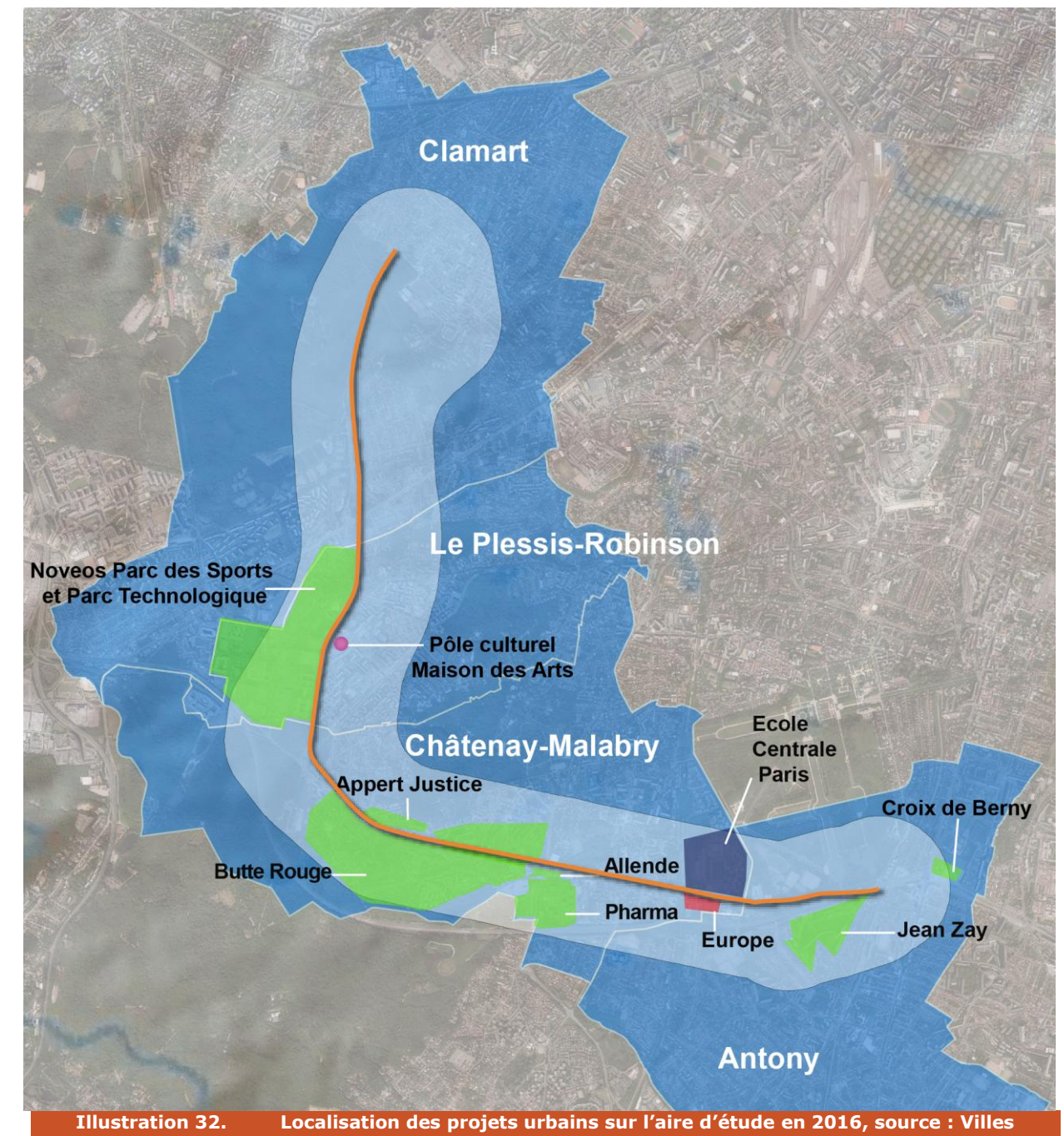
Illustration 31. Flux domicile-travail internes à l'aire d'étude, source : INSEE 2010

### III.2.5 Perspectives d'évolution dans le secteur d'étude

Le tramway s'inscrit dans un environnement dynamique. De nombreux projets de logements et de bureaux sont programmés ou en cours d'exécution sur le périmètre d'étude :

- à Antony :
  - La ZAC Jean Zay
  - La ZAC Croix de Berny
- à Chatenay-Malabry :
  - L'écoquartier « Centrale »
  - Le secteur Europe
  - Le secteur Appert-Justice
  - Les secteurs Allende et Pharma
  - Le projet de rénovation urbaine de la Butte-Rouge
- au Plessis Robinson :
  - Le projet d'aménagement du Parc d'activités Novéos, du Parc des Sports et du Parc Technologique.
  - Le projet de pôle culturel, la Maison des Arts.

La carte ci-après présente les différents projets urbains relatifs à l'habitat (aménagement de quartiers ou opérations immobilières isolées) et aux zones économiques, situés dans l'aire d'étude.



### III-3. INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

#### III.3.1 Réseau de transport collectif

Le tramway T10 est en connexion avec différents modes de transport : RER (pôle Croix-de-Berny), tramway T6 (station Hôpital Béclère), TVM, bus RATP, réseau de bus, navettes spéciales, ... D'autres modes de transport sont aussi disponibles à proximité de ce projet : TGV (Massy), Orlyval (Antony), Transilien (Clamart), ...

Les réseaux structurants présents sont globalement orientés vers Paris (en dehors du TVM) et se situent majoritairement en bordure de l'aire d'étude.

##### III.3.1.1 ORGANISATION DU RESEAU DE TRANSPORT COLLECTIF EXISTANT

###### III.3.1.1.A Le RER B

Le RER est présent dans l'aire d'étude au niveau de la station **La Croix de Berny**. Cette gare est située sur la commune d'Antony, au niveau du carrefour de La Croix de Berny et du futur terminus du tramway T10. Elle est desservie par la branche B4 (Saint Rémy-lès-Chevreuse) du RER B. L'intervalle à l'heure de pointe du RER B à La Croix de Berny varie entre 4 et 8 minutes (deux trains sur trois s'y arrêtent). Il est de 7 à 8 minutes en heure creuse. Cette gare constitue, pour une partie de l'aire d'étude (Antony et une partie de Châtenay-Malabry), le principal point d'accès au réseau RER.

La gare **Robinson**, terminus de la branche B2 du RER B, est située sur le territoire de la ville de Sceaux, à la limite des communes de Châtenay-Malabry et du Plessis-Robinson. Cette gare se trouve en dehors de la zone d'influence du projet de tramway T10 néanmoins elle constitue pour une partie de l'aire d'étude une possibilité intéressante d'accès au réseau structurant. L'intervalle à l'heure de pointe du RER B à Robinson est de 12 minutes et de 15 minutes environ en heure creuse.

###### III.3.1.1.B Le tramway T6

La ligne de tramway T6 relie 9 villes sur 2 départements (Hauts-de-Seine et Yvelines) de Viroflay Rive Droite à Châtillon Montrouge. Le tracé a une longueur de 14 kilomètres avec 12.4 kilomètres en surface et 1.6 kilomètre en souterrain. Le T6 circule entre 05h30 et 00h30 à la vitesse moyenne de 20 km/h. L'intervalle en heures de pointes est de 4 minutes et de 8 minutes en heures creuses.

Le matériel roulant est de type tramway sur pneus. Il sera en correspondance avec le futur T10 au niveau de la station Hôpital Béclère.

###### III.3.1.1.C Le TVM (Trans-Val de Marne)

Le **TVM** est une ligne de bus à haut niveau de service (BHNS) qui dessert sept communes des Hauts-de-Seine (Antony) et du Val-de-Marne (Fresnes, Chevilly-Larue, Thiais, Choisy-le-Roi, Créteil, Saint-Maur-des-Fossés) de la Croix-de-Berny, son terminus, à Saint-Maur Créteil. La ligne dessert, dans l'aire d'étude, la station RER B La Croix de Berny.

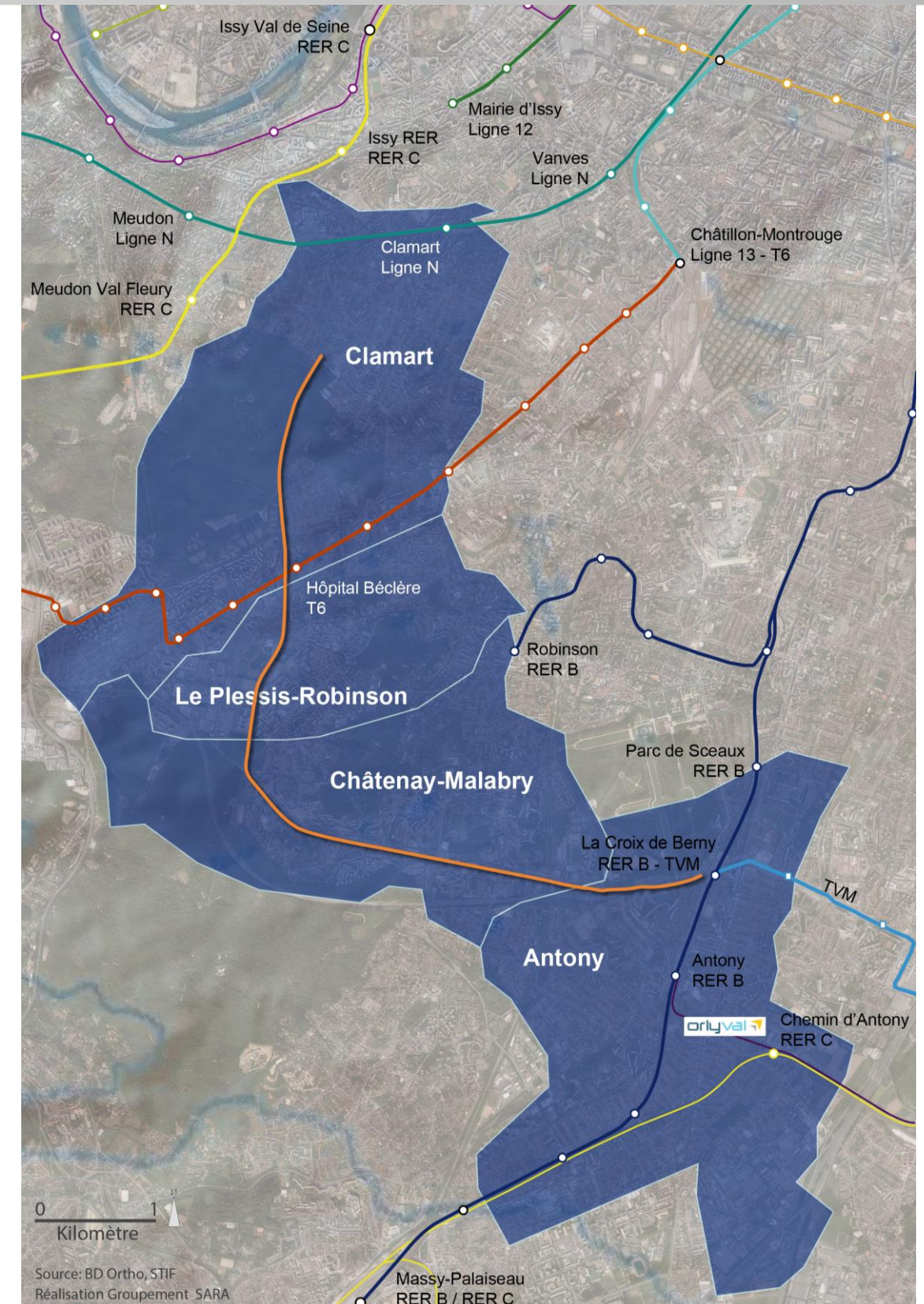


Illustration 33. Gares et stations du réseau structurant, source : RATP, réalisation SARA

### III.3.1.1.D Réseau de bus RATP

Le réseau de bus RATP assure différentes fonctionnalités sur le secteur : des lignes Mobilien assurant des liaisons de pôle à pôle et de rocade (179, 379...), des lignes empruntant les grands axes et/ou de desserte fine (290, 395, 595...) et des lignes de desserte nocturne (réseau Noctilien). Ces lignes présentent des points de correspondance ou des zones de recouvrement d'itinéraire avec le tramway T10, le réseau sera donc restructuré à la mise en service du T10, comme il l'a été à la mise en service du T6.

Les lignes **Mobilien**, qui permettent des liaisons rapides pôle à pôle, offrent une plus grande fréquence de passage et des amplitudes plus importantes :

- 179 (Pont de Sèvres / Robinson RER) : tracé commun au niveau du carrefour du 11 Novembre,
- 189 (Clamart Georges Pompidou/ Porte de Saint Cloud) : correspondance arrêt Jardin Parisien,
- 379 (Vélizy 2 / La Croix de Berny RER) : tracé commun La Croix de Berny – 11 Novembre.

Les **autres lignes** du secteur sont les suivantes :

- 162 (Meudon Val Fleury RER / Villejuif Louis Aragon) : correspondance Place Marquis,
- 190 (Petit Clamart RD906 / Mairie d'Issy) : correspondance à l'hôpital Béclère et à Place du Garde,
- 191 (Place du Garde Clamart / Porte de Vanves) : correspondance Place du Garde,
- 194 (Lycée Châtenay-Malabry / Porte d'Orléans) : tracé commun sur une partie de la Division Leclerc,
- 195 (Robinson RER / Châtillon-Montrouge) : tracé commun sur une partie de la Division Leclerc,
- 290 (Le Plessis-Robison La Boursidière / Issy Val de Seine RER) : tracé commun à partir de Novéos,
- 294 (Igny RER / Châtillon-Montrouge) : correspondance arrêt Allende,
- 390 (Ligne Mobilien Bourg-la-Reine RER / Vélizy Europe Sud) : tracé commun au niveau de l'Hôpital Béclère,
- 395 (Le Plessis-Robinson – Pavé Blanc / Antony RER) : tracé commun au niveau du Parc des Sports,
- 396 (La Croix de Berny RER / Thiais Belle Epine sud) : correspondance à l'arrêt Croix de Berny,
- 595 (Le Plessis-Robison La Boursidière / Robinson RER) : tracé commun entre Novéos et E. Herriot.

Le réseau **Noctilien** se compose sur la zone des lignes suivantes :

- Noctilien N62 (Gare Montparnasse / Robinson RER),

- Noctilien N63 (Gare Montparnasse / Massy Palaiseau) ligne longeant la RD 63 (avenue Roger Salengro) et interceptant la RD 986 (avenue de la Division Leclerc) à Châtenay-Malabry,
- Noctilien N66 (Gare Montparnasse/Vélizy Robert Wagner)- ligne longeant la RD906 et interceptant la RD2 (avenue Claude Trebignaud) à Hôpital Béclère et Eugène Beaujard,
- Noctilien N21 (Chilly-Mazarin – Place de la Libération / Châtelet) ligne longeant la RD920 et interceptant la RD986 à Croix de Berny,
- Noctilien N71 (Bourg-la-Reine/St-Maur Créteil RER) ligne longeant la RD920 et interceptant la RD986 à Croix de Berny.





Illustration 34. L'offre de bus sur l'aire d'étude, source RATP juillet 2015

### III.3.1.1.E Réseau Paladin

Le réseau de bus **Paladin** permet de faciliter les déplacements au sein de sept communes de l'ancienne communauté d'agglomération des Hauts-de-Bièvres : Antony, Bourg-la-Reine, Le Plessis-Robinson, Sceaux, Châtenay-Malabry, Verrières-le-Buisson et Wissous. Le réseau est composé de 11 lignes commerciales. Les lignes 4, 12 et 16 ont un tracé commun avec le T10 sur l'avenue de la Division Leclerc tandis que la ligne 18 emprunte un tracé parallèle à l'avenue Paul Langevin.

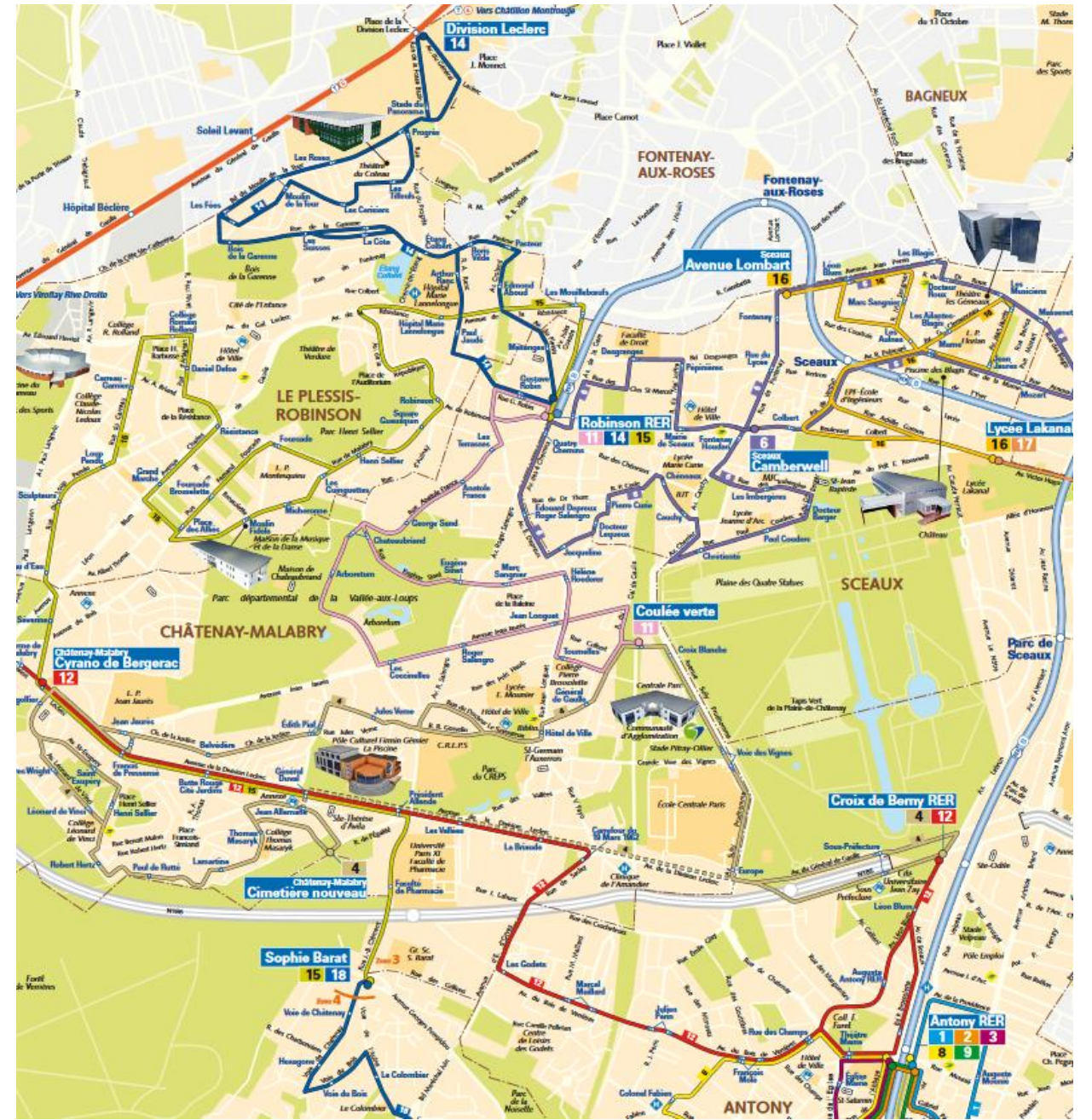


Illustration 35. Carte du réseau Paladin, source Transdev, septembre 2015

### III.3.1.1.F Navettes locales

Le **Clamibus (Clamart)** est un minibus gratuit qui relie la gare de Clamart au quartier du Haut Clamart. Son trajet, qui dure 36 minutes, dessert les principaux équipements de la ville : mairie, service public, gare, piscine, centres culturels, médiathèques, etc. Il croise le tracé du T10 sur l'avenue Claude Trébignaud.

L'**Hirondelle (Malakoff)** est un service gratuit financé par l'EPT Vallée Sud Grand Paris. Il permet la desserte des différents quartiers de la ville.

### III.3.1.1.G Pôles d'échanges

L'aire d'étude comporte une zone de correspondances principale au niveau du terminus La Croix de Berny (Antony) et plusieurs zones de correspondances secondaires comme le carrefour du 11 Novembre 1918, l'Hôpital Béclère et la Place du Garde.

La **Croix de Berny**, située au niveau de la gare RER B, est la zone présentant les échanges les plus nombreux (plus de 12 000 montées+descentes par jour sur les bus) mais aussi les plus complexes. En effet, de nombreux transports en commun sont disponibles: RER B, TVM, 5 lignes de bus RATP (379, 396, 196, 197 et 297) et 2 lignes de bus Paladin (Paladin 4, Paladin 12).

Présentant le deuxième niveau de montées+descentes des arrêts (3 900 environ par jour), le **carrefour du 11 Novembre 1918** (Châtenay-Malabry) propose deux lignes de bus en correspondance directe, la 179 (Pont de Sèvres / Robinson RER) et la 379 (Vélizy 2 / Croix de Berny RER). La 195 (Châtillon-Montrouge / Robinson RER) propose un arrêt à proximité. Cette zone de correspondance est particulièrement utilisée par les usagers à destination de Vélizy

La zone d'échanges au niveau de l'**Hôpital Béclère** est rendue complexe par l'altimétrie du secteur. Les arrêts des lignes de bus (195, 390 et 475) et du T6 sont principalement situés sur l'avenue du Général de Gaulle sauf la ligne 290 qui est à niveau par rapport à l'hôpital mais en hauteur par rapport à l'avenue Paul Langevin. Actuellement, 4 lignes de bus ont des arrêts à proximité de Jardin Parisien : les lignes 189, 190, 290 et 390, ainsi que 2 lignes locales Clamibus et Hirondelle.

La zone d'échanges **Place du Garde** permet actuellement des échanges avec 4 lignes de bus (190,191, 290 et 162) ainsi que 2 lignes de bus locales (Clamibus et Hirondelle). Elle s'organise autour de deux places : la Place du Garde (terminus du futur tramway) et la Place du Marquis, située à environ 250 mètres au nord de la Place du Garde. Sa fréquentation actuelle, en termes de montées + descentes, est moyenne (de l'ordre de 1 500 par jour).

### III.3.1.2 FREQUENTATION SUR LE RESEAU DE TRANSPORT COLLECTIF

Sur le territoire des quatre communes concernées par le projet et de leurs communes limitrophes, les fréquentations les plus importantes sont enregistrées pour les gares et stations du réseau structurant : les stations de métro Mairie d'Issy, Issy Val de Seine et Châtillon-Montrouge, et les deux gares Robinson et Antony, situées sur le RER B. Concernant le réseau de bus RATP ainsi que le réseau de bus Paladin (intra-agglomération des Hauts-de-Bièvre), la fréquentation la plus forte est enregistrée aux connexions avec les réseaux structurants (RER, Transilien, Métro).

### III.3.1.3 PROJETS DE TRANSPORT COLLECTIF

#### III.3.1.3.A Réseau de transport du Grand Paris Express

Le projet du Grand Paris Express est stratégique pour la région Ile-de-France. Avec la construction de 205 kilomètres de lignes de métro automatique, ce projet permettra d'améliorer les dessertes entre banlieues et de faciliter les déplacements quotidiens des franciliens. A l'horizon 2030, 2 millions de voyageurs emprunteront chaque jour ce nouveau réseau.

Le projet prévoit la création de 4 lignes assurant les liaisons entre banlieues (lignes 15, 16, 17 et 18) et le prolongement d'une ligne de métro existante (lignes 14). Le Grand Paris Express sera un métro automatique sans conducteur, permettant un service souple et réactif. La fréquence des trains pourra ainsi être renforcée en cas d'événements exceptionnels et les métros pourront fonctionner toute la nuit à certaines occasions. Les trains desserviront toutes les gares sur toutes les lignes.

Les futures gares du Grand Paris Express les plus proches de la zone d'étude sont présentées ci-après.

La gare **Fort d'Issy / Vanves / Clamart** (ligne 15) est située à la jonction des villes d'Issy-Les-Moulineaux, de Vanves, de Clamart et de Malakoff. Une correspondance sera assurée avec des lignes de bus RATP et la ligne N du Transilien. La mise en service est prévue pour 2020.

La gare **Issy RER** (ligne 15) sera quant à elle en correspondance avec le RER C et des lignes de bus RATP. La mise en service du tronçon Pont de Sèvres / Noisy-Champs sur lequel se situent cette gare ainsi que la gare précédente est prévue pour 2020.

Ces deux gares ne seront pas directement desservies par le T10 à leur mise en service. Néanmoins, à plus long terme, le SDRIF envisage un prolongement du T10 au Nord permettant son raccordement à l'une de ces deux gares.

La gare **Antonypôle** (ligne 18), située au sud de la commune d'Antony, assurera la desserte des nombreuses entreprises situées dans cette zone d'activités et permettra une connexion rapide avec le MIN de Rungis, le plateau de Saclay et SILIC Rungis. La mise en service du tronçon Massy / Orly est prévue pour 2024.

La gare **Châtillon-Montrouge** sur la ligne 15 sera en correspondance avec le terminus du tramway T6 et celui de la ligne 13 du métro.

#### III.3.1.3.B Schéma Directeur du RER B sud

Le Schéma Directeur du RER B sud a été validé par le Conseil du STIF le 10 juillet 2013. Fruit des études menées en 2012 par la RATP, le STIF, la SNCF et RFF, il vise principalement à consolider de façon pérenne l'exploitation de la ligne et à satisfaire les demandes des usagers (régularité, qualité de service, ...).

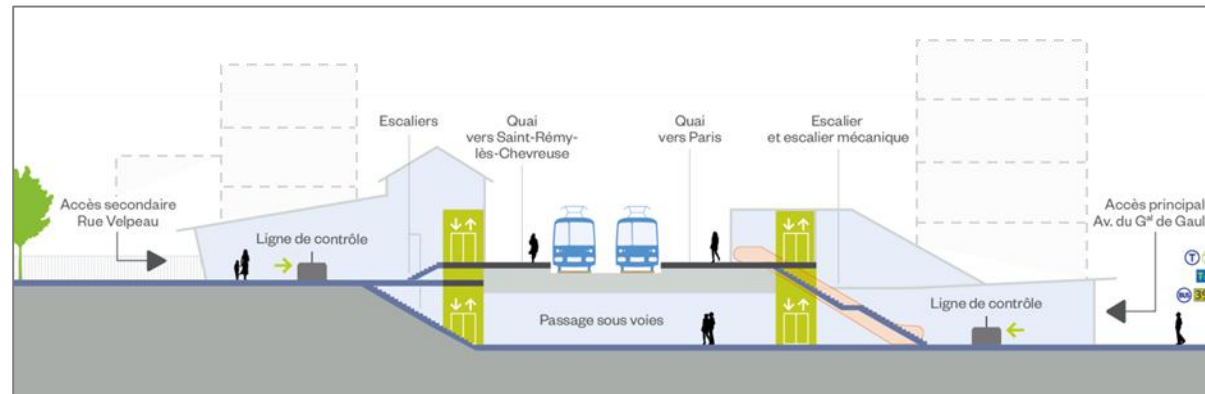
Ce Schéma Directeur a permis d'engager dès 2013 l'essentiel des études et d'identifier les actions à court terme réalisables. Il a fait l'objet d'une consolidation en 2015 notamment en ce qui concerne la définition précise des évolutions d'offre de transport pour le sud de la ligne B d'ici à 2020 – 2022 et les éléments nécessaires au renouvellement du matériel roulant d'ici 2025 – 2030.

Dans ce souci d'améliorer sur le long terme les conditions de transport des voyageurs, le Schéma Directeur propose, en lien avec le schéma directeur d'accessibilité (SDA), un nouveau principe d'aménagement de la gare de La Croix de Berny dont les objectifs prioritaires sont de fluidifier les cheminements, de garantir l'accessibilité pour tous et d'assurer une bonne intermodalité entre les différents modes de transport par :

- la création d'un nouveau bâtiment voyageur côté ouest qui devient l'accès principal (1)
- l'agrandissement de l'accès historique (2)
- la création d'un passage sous les voies reliant les deux quais (3)
- la mise en accessibilité de la gare
- l'élargissement partiel des quais (4)
- la rénovation des espaces existants (5)



**Illustration 36. Projet de Restructuration de la Gare RER la Croix de Berny, vue en plan (Source : Schéma directeur du RER B)**



**Illustration 37. Projet de Restructuration de la Gare RER la Croix de Berny, coupe**  
(Source : Schéma directeur du RER B)

Ces travaux permettront d'ouvrir la gare côté ouest et d'assurer une correspondance plus aisée avec le TVM et le tramway Antony-Clamart.

Le projet de réaménagement de la gare piloté par la RATP a pris en compte les flux de correspondances liés au tramway pour dimensionner largement les circulations de la gare RER B. L'avant-projet a été approuvé par le Conseil du STIF le 5 octobre 2016, ainsi que les financements nécessaires à la réalisation du projet.

La livraison est prévue début 2021.

### III.3.1.3.C Autres projets de transport collectif

Des réflexions sont actuellement en cours concernant l'offre du TVM. La ligne pourrait bénéficier à terme de matériels plus capacitaires de type autobus bi-articulés 24m, ainsi que d'un poste à quai supplémentaire à son terminus à La Croix de Berny.

Enfin, un prolongement vers le nord du tramway T10 est actuellement envisagé, niveau étude faisabilité, pour un raccordement à la ligne 15 qui permettra d'améliorer le maillage à l'échelle francilienne, tel que prévu dans le SDRIF. En effet, le SDRIF 2030 mentionne, dans sa programmation des projets de transport, la «Réalisation du tramway Antony-Clamart puis prolongement à Issy ou Clamart» afin de répondre à l'objectif de relier et structurer.

Des mesures conservatoires sont prises sur le T10 dans un souci de bonne gestion et de rationalité, afin de préserver l'avenir de la ligne et les objectifs de maillage énoncés dans le SDRIF.

### III.3.2 Réseau routier

Le territoire bénéficie d'un réseau routier dense qui cumule différentes fonctions de desserte : transit et desserte du grand territoire pour l'A86 mais également pour les routes départementales du secteur (D2, D986, D906...) qui ont pour fonction, par ailleurs, d'irriguer également les quartiers.

Le trafic est dense et certains carrefours présentent aujourd'hui des difficultés aux heures de pointe.

#### III.3.2.1 HIERARCHISATION DU RESEAU VIAIRE

Le réseau routier est composé des sous-ensembles fonctionnels suivants :

- un **réseau à grande circulation**, avec l'autoroute A86 au sud, la nationale N118 à l'ouest, l'autoroute A6 à l'est du secteur et la RD 920 (ancienne RN 20), qui est un axe majeur de circulation dans le secteur, constituant un lien direct avec les portes de Paris
- un **réseau structurant**, constitué par un maillage de routes départementales, dont certaines seront empruntées par le futur tramway (RD 986 et RD 2), d'autres seront intersectées par la ligne (RD 906, RD 60, RD 75, RD 63, RD128, RD 67, RD 77).
- un réseau **secondaire**, composé d'une trame dense de routes communales, à vocation de desserte plus locale.

Principaux axes de circulation du secteur, les deux premières catégories de routes assurent les liaisons structurantes à l'échelle de ce secteur. Une partie de la RD 986 (entre La Croix de Berny et le carrefour de l'Europe à Antony) est classée voie à grande circulation car elle sert pour le délestage du tunnel de l'A 86 en cas d'accident.

#### III.3.2.2 TRAFIC

A partir des comptages directionnels réalisés en mars 2013, une représentation des charges de trafic sur le tracé du projet de tramway a été réalisée pour l'heure de pointe du matin et pour l'heure de pointe du soir. Sur les cartes suivantes, sont représentées les charges de trafic horaire pour l'heure de pointe du matin (8h00-9h00) et l'heure de pointe du soir (17h30-18h30).

A l'heure de pointe du matin, **la RD 2 est l'axe le plus chargé du secteur** avec plus 1000 uvp/h<sup>2</sup> par sens sur la majeure partie du tracé.

<sup>2</sup> uvp/h, unités de véhicules particuliers par heure, où : 1 véhicule léger (VL) = 1 uvp ; 1 poids-lourd (PL) = 2 uvp ; 1 bus = 2 uvp ; 1 deux-roues motorisés = 0,3 uvp ; 1 vélo = 0,3 uvp.

Une analyse fine a été réalisée sur cet axe et a conclu que la gestion des carrefours localisés au nord (Place du Garde, Place des Marquis) est l'élément dimensionnant pour la circulation sur la zone.

La **RD 986 est également chargée**, principalement à ses deux extrémités sur le secteur du projet : sur le tronçon de l'avenue Charles de Gaulle, à Antony, dans les deux sens et dans le sens est-ouest en se rapprochant de l'accès à l'échangeur de la Boursidière avec jusqu'à 1500 uvp/h.

Dans cette zone, l'absence de sortie de l'A86 pour les automobilistes en provenance de l'est les conduit à emprunter le diffuseur de Châtenay-Malabry pour remonter la RD 986 jusqu'au parc NOVEOS. La création du demi-échangeur de la Boursidière en 2020 devrait permettre de résoudre les pics de congestion observés dans ce secteur aux heures de pointe. A l'heure de pointe du soir, la RD 2 supporte les mêmes volumes de trafic que le matin. En revanche, sur la RD 986, côté ouest, la balance est légèrement inversée avec un flux majoritaire dans le sens ouest-est. Le carrefour de La Croix de Berny reste fortement chargé.

### III.3.2.3 STATIONNEMENT

L'offre de stationnement est dense le long des axes étudiés. Certains secteurs présentent néanmoins une demande supérieure à l'offre, en premier lieu à La Croix de Berny à Antony, et ponctuellement le long de l'avenue de la Division Leclerc à Châtenay-Malabry, vers le centre-ville du Plessis-Robinson et autour de la Place du Garde à Clamart.

Sur l'ensemble du secteur étudié, il est relevé 2970 places de stationnement et sur l'emprise du tracé du tramway sujette à aménagements, 951 places de stationnement sont comptées dont 74 réglementées.

En considérant une moyenne sur l'ensemble du linéaire, le taux d'occupation des places de stationnement est du même ordre de grandeur le matin (72.2%) que le midi (73.6%) et moins élevé le soir (58,6%).

En réalité, la situation est différente suivant les secteurs du projet, certaines zones présentant une demande supérieure à l'offre.

A **l'heure creuse du matin**, la demande en stationnement est supérieure à l'offre principalement sur les secteurs suivants :

- à proximité de la zone d'activités Novéos / Renault,
- le long de l'avenue de la Division Leclerc côté sud entre l'avenue Albert Thomas et la Clinique,
- à proximité de La Croix de Berny.

A l'heure de midi, la demande en stationnement est supérieure à l'offre principalement sur les secteurs :

- le long de l'avenue de la Division Leclerc entre l'avenue Albert Thomas et la Clinique,
- à proximité de La Croix de Berny.

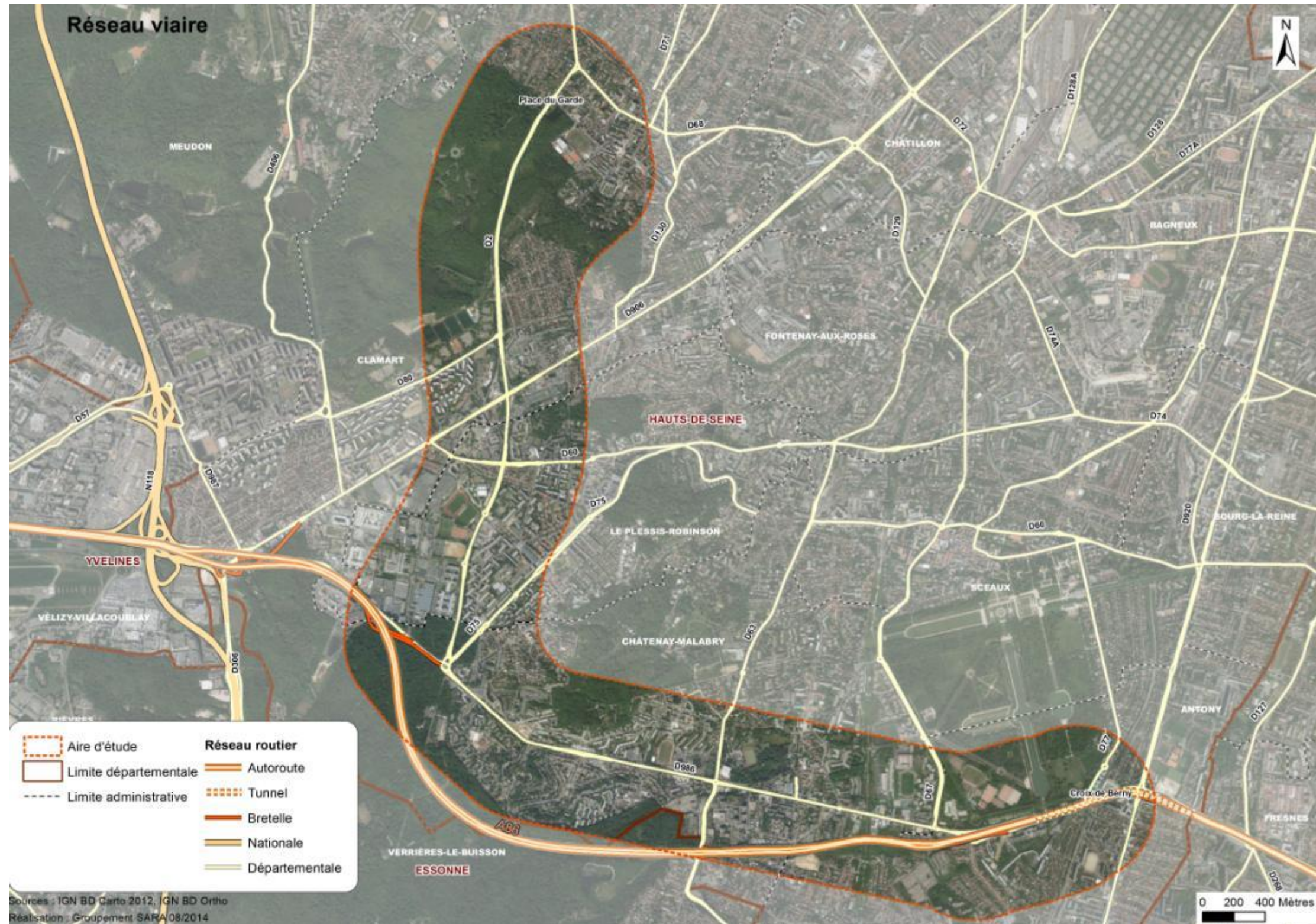


Illustration 38. Réseau viaire dans l'aire d'étude, sources : BD carto, BD Ortho



Illustration 39. Charges de trafic actuelles à l'heure de pointe du matin, source : Département Hauts-de-Seine (données mars 2013)

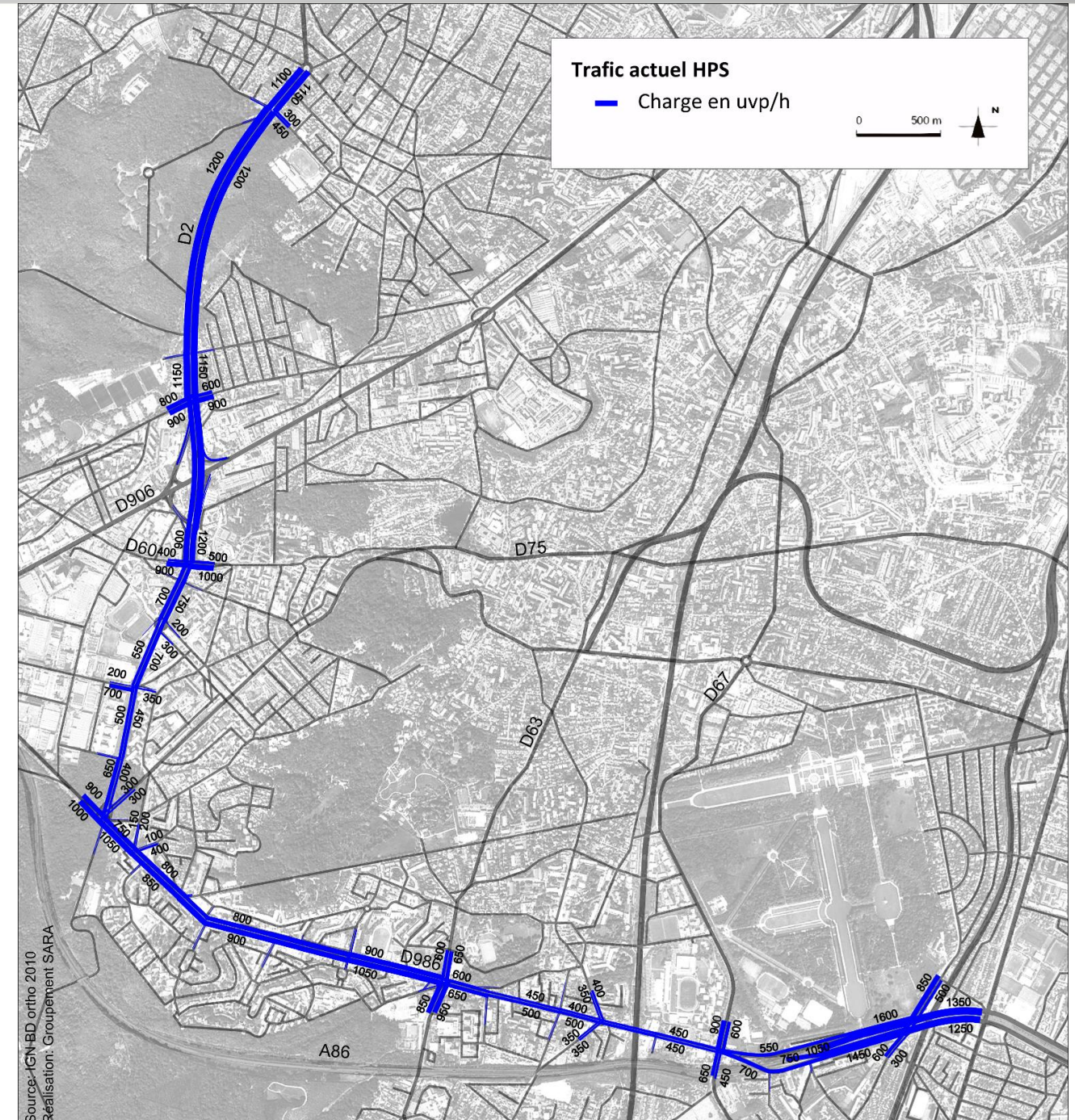


Illustration 40. Charges de trafic actuelles à l'heure de pointe du matin, source : Département Hauts-de-Seine (données mars 2013)

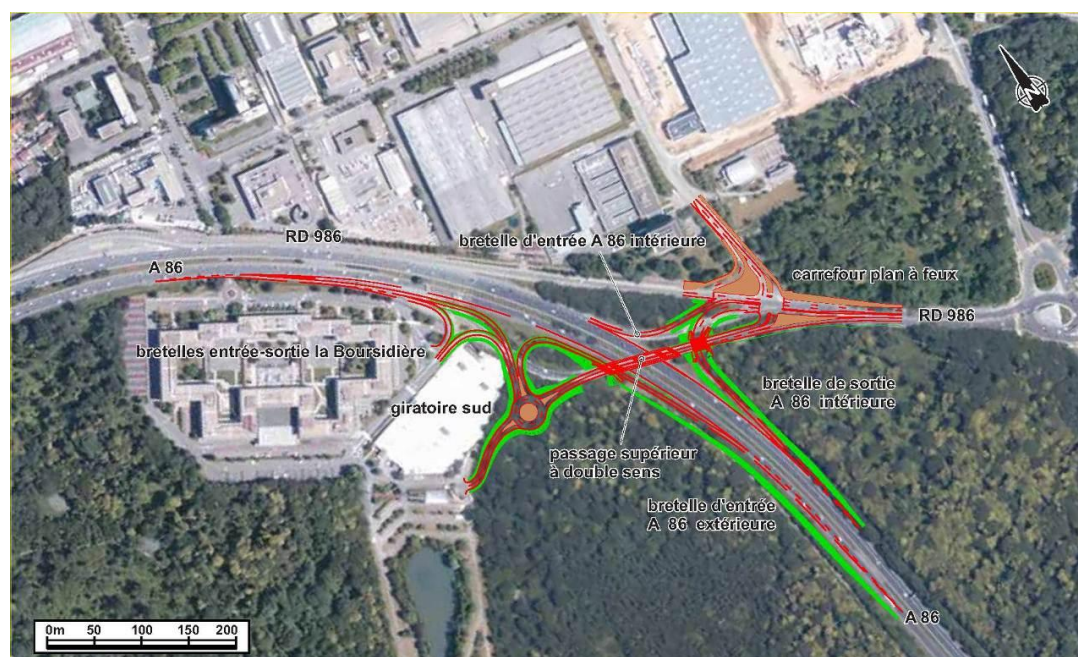
### III.3.2.4 PROJETS SUR LE RESEAU VIAIRE

#### III.3.2.4.A Demi-diffuseur de l'A86 au Plessis-Robinson, dit échangeur de La Boursidière

Le projet a pour objet la réalisation d'un demi-diffuseur Est entre l'A86 et la RD 986, sur les communes de Châtenay-Malabry et du Plessis-Robinson.

Aujourd'hui, le diffuseur permet d'accéder en venant de l'ouest de l'A86 à la zone de bureaux enclavée dans la forêt domaniale de Verrières le Buisson, dénommées la Boursidière, à la zone d'activités NOVEOS, à la RD 986 et au carrefour du 11 novembre qui desservent les quartiers d'habitations et des équipements.

La déclaration d'utilité publique a été obtenue en 2013 et le début des travaux est envisagé en 2017 pour une mise en service à l'horizon 2020.



**Illustration 41. Projet de demi-diffuseur de La Boursidière,  
source : Enquête publique relative à l'aménagement du demi-diffuseur**

#### III.3.2.4.B Création du tube sud de l'A 86, au niveau de La Croix-de-Berny

Le projet doit permettre dans un premier temps de sécuriser le tunnel par la séparation des deux sens de circulation et la création de bandes d'arrêt d'urgence, puis à terme d'augmenter la capacité avec un passage de cette section à 2 x 3 voies.

L'A 86 sera raccordée au réseau local par 2 demi-diffuseurs en amont et en aval de la partie couverte.

Ce projet de création du tube sud, porté par l'Etat, ne dispose pas d'un calendrier permettant à ce jour de prévoir la date de sa mise en service, qui sera vraisemblablement ultérieure à celle du T10.



### III.3.2.5 L'OFFRE AUTOLIB'

Il y a plusieurs stations Autolib' existantes à ce jour, à proximité immédiate du tracé :

- à Clamart :
  - 233 avenue Général de Gaulle
- à Châtenay-Malabry
  - 81 avenue de la Division-Leclerc
  - 143 avenue Roger Salengro
  - 280 avenue Jean Jaurès
  - 6 Place Cyrano de Bergerac
- à Antony :
  - 11 avenue du Général de Gaulle

Il faut aussi noter la présence de plusieurs stations Autolib' au Plessis-Robinson proches du futur tramway avec les stations :

- 2 avenue Léon Blum,
- 16 avenue Galilée,
- 51 avenue Aristide Briand

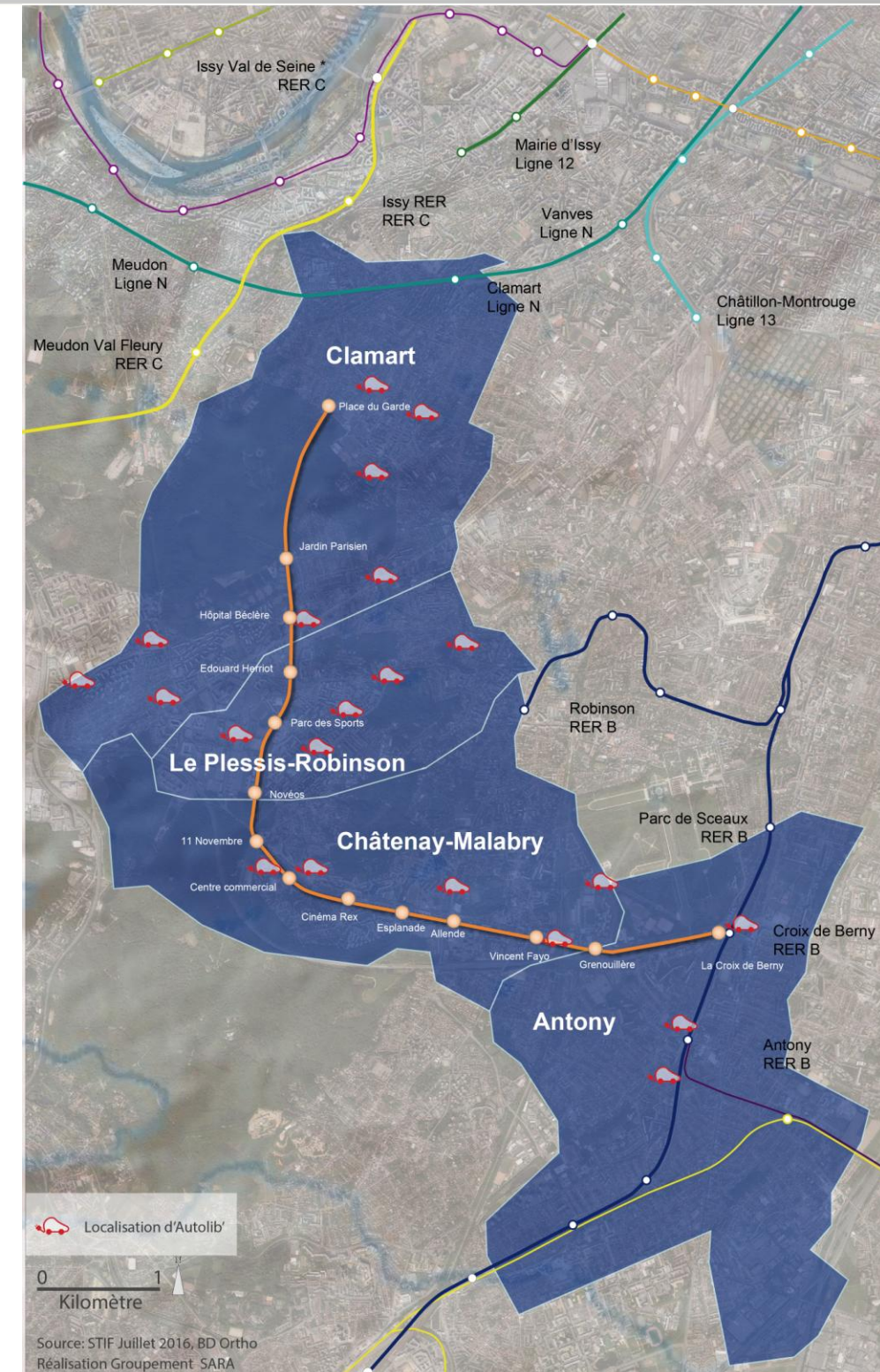


Illustration 42. Localisation des stations Autolib' en juillet 2015

### III.3.3 Modes actifs

Le site présente une richesse rare de parcours piétons naturels qui se sont développés en évitement des axes routiers majeurs, notamment la Coulée Verte du Sud Parisien (GR655) et le GRP reliant la Forêt de Meudon au Parc de Sceaux, ou les opportunités qu'offrent la forêt ou le Parc de la Vallée aux Loups. Ces itinéraires sont presque secrets, puisque quasiment invisibles, peu jalonnés.

Les piétons n'empruntent les RD que ponctuellement, sur la route des centre-villes ou pour rallier les transports en commun, et profitent des transversalités dès que possible. Ces parcours traduisent une absence de centralité sur l'axe, de points de repère.

Les parcours cyclables sont discontinus et hétérogènes, et sont souvent victimes de l'omniprésence de la voiture et des stationnements intempestifs sur les voies cyclables.

Le Plan de développement des circulations douces des Hauts-de-Seine, a été approuvé en juin 2000 : véritable schéma global d'aménagement en faveur des circulations douces, le plan repose sur la définition d'un réseau d'aménagements cyclables, maillé et hiérarchisé, permettant de répondre prioritairement aux besoins de déplacements utilitaires quotidiens.

#### III.3.3.1 RESEAU CYCLABLE

L'aire d'étude est maillée par des aménagements cyclables de types pistes et bandes cyclables. Celles-ci sont principalement orientées nord-sud, comme par exemple :

- sur la RD 920 (entre les communes de la vallée de la Bièvre et Paris),
- sur la RD 63 (entre Châtenay-Malabry et Montrouge),
- sur la RD 2 (entre Châtenay-Malabry et Clamart).

Quelques pistes orientées est-ouest existent également, comme par exemple celle entre la station RER de la Croix-de-Berny et Le Plessis-Robinson, sur la RD 986. Les aménagements cyclables sont aujourd'hui discontinus et hétérogènes, mais de nombreuses nouvelles portions cyclables sont en projet sur l'ensemble de l'aire d'étude.

Aucune station Vélib' n'existe dans les communes de l'aire d'étude.

#### III.3.3.2 LIAISONS PIETONNES

En complément des cheminements piétonniers longeant la plupart des voiries, l'aire d'étude dispose d'un réseau piétonnier très diversifié. La présence de nombreux parcs et forêts y crée un cadre propice à la valorisation de l'activité pédestre. Les itinéraires piétons évitent les axes routiers majeurs qu'ils croisent ou longent par endroit.

Ils sont de différents types :

- les chemins forestiers, nombreux notamment dans les plus grandes forêts du secteur (forêts de Verrières et de Meudon), mais présents également au Domaine départemental de Sceaux.
- les chemins de grande randonnée, et notamment le GRP, le GR 11 et le GR 655 :
- les parcours buissonniers, qui constituent un maillage assez dense de sentiers sillonnant le secteur :
  - la promenade des quatre forêts des Hauts-de-Seine,
  - la promenade de la forêt de Verrières au bois de Boulogne,
  - la promenade des vallons de la Bièvre, qui longe le Domaine départemental de Sceaux à l'ouest,
  - la promenade villageoise de la Seine et de la Bièvre,
  - la promenade des princes.

Une cartographie de l'ensemble des liaisons douces a été réalisée ci-après.

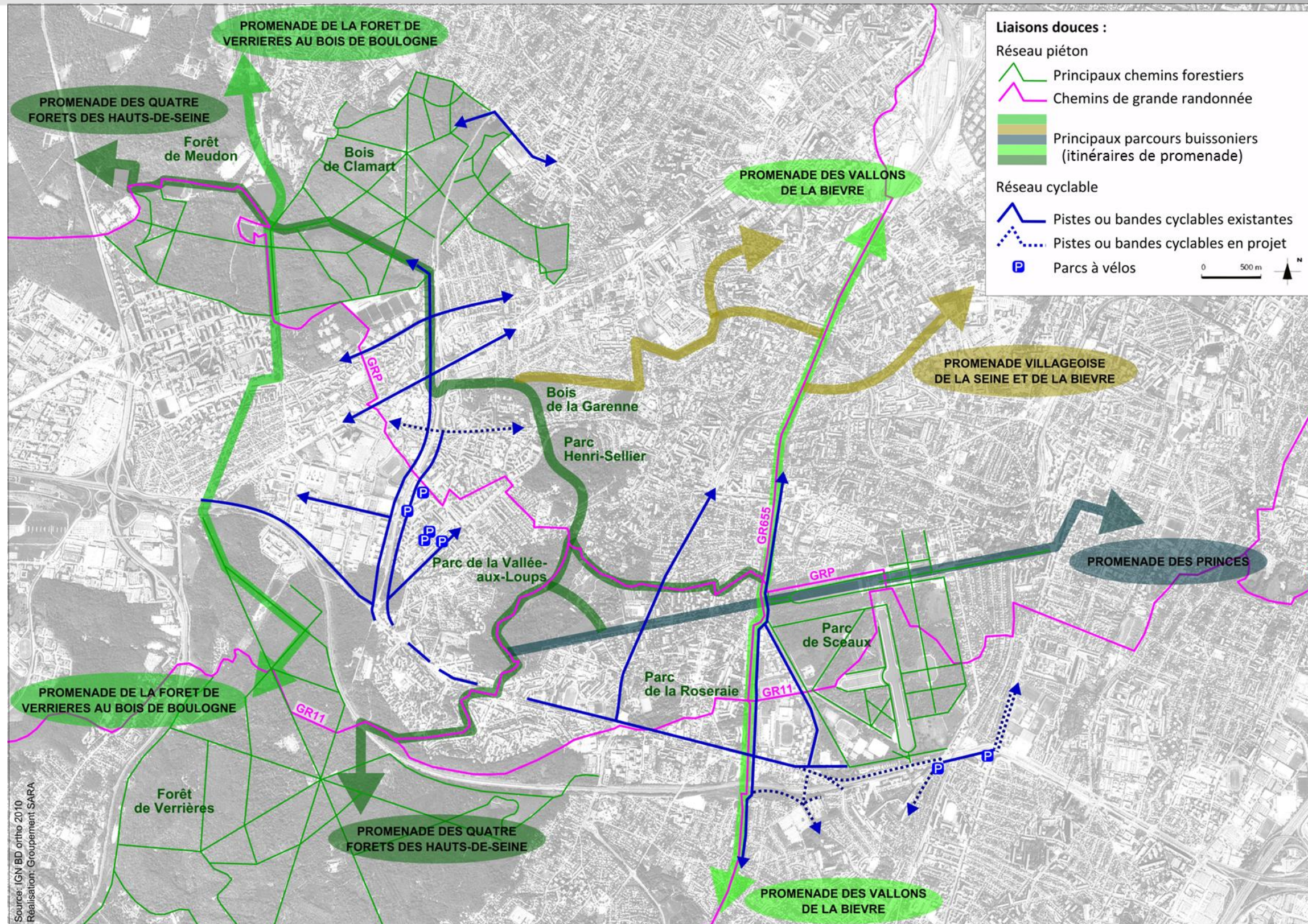


Illustration 43. Liaisons douces existantes dans l'aire d'étude, source : Département Hauts-de-Seine

### III-4. ENJEUX LIÉS AU TRANSPORT EN COMMUN SUR L'AIRE D'ÉTUDE

Le projet de Tramway T10 s'inscrit dans un territoire marqué par des zones fortement urbanisées et de nombreux espaces verts, et regroupant 174 200 habitants et 65 400 emplois. En particulier, le long des deux axes routiers structurants que sont la RD2 et la RD986, on observe :

- des zones pavillonnaires principalement au niveau du Bois de Clamart et de La Croix de Berny ;
- des zones résidentielles collectives nombreuses qui peuvent être de tout type : résidences, Cité-jardin (et en particulier la Cité-jardin de la Butte Rouge le long de la RD986), grands ensembles ;
- des zones d'activités importantes : quartier d'affaires de La Croix de Berny, zone d'activités Noveos, Parc Technologique, centre de technologie Schlumberger. D'autres zones d'activités sont situées à proximité de ces deux axes viaires ;
- de nombreux équipements tels que des équipements d'enseignement, des établissements de santé, des équipements sportifs et de loisirs, des parcs et forêts, des équipements culturels, des zones commerciales et centres commerciaux ...

Le secteur étudié est caractérisé par un taux de motorisation élevé, supérieur à la moyenne départementale. Aujourd'hui, le mode de déplacement majoritaire pour les quatre communes et pour les trajets domicile-travail est l'automobile (entre 50 et 61 % selon les communes). L'utilisation des transports en commun pour ce type de déplacement est plus modérée (entre 27 et 41 % selon les communes). Pour les déplacements vers ou depuis Paris, le mode transport en commun est majoritaire, les réseaux structurants étant principalement organisés de façon à faciliter les liaisons vers Paris. Ces déplacements sont nombreux et s'expliquent par la présence du RER B dans ou à proximité des communes étudiées. Pour les déplacements pendulaires, on constate peu de déséquilibre entre les flux entrants et sortants (53 000 personnes se déplacent vers la zone d'étude chaque jour, 73 000 personnes en sortent).

Les perspectives de développement urbain y sont importantes (nombreux projets de ZAC, création de nouveaux quartiers, de nouveaux équipements, mutation d'espaces existants, développement des zones d'activités existantes ...). Ces projets auront pour conséquence une densification des quartiers concernés, en population et en emplois, en particulier le long de la RD2 et de la RD986, entraînant de plus forts besoins de déplacements.

Les enjeux liés au milieu humain et socio-économique sont donc forts sur cette aire d'étude en raison des évolutions des territoires, des équipements présents et des besoins en transports que cela génère.

Le réseau routier est dense avec la présence de l'autoroute A86 et d'un maillage de routes départementales très fréquentées, dont la RD2 relativement chargée sur la majeure partie du tracé et la RD986 chargée dans les deux sens. Les échanges entre l'A86 et la voirie locale sont assurés par le biais de trois échangeurs dont celui de la Boursidière dont un projet de réaménagement est prévu. Plusieurs carrefours sont en limite de saturation ou saturés en heure de pointe, principalement à l'heure de pointe du matin, pénalisant ainsi les déplacements dans le secteur. De plus, de manière générale, le trafic routier va continuer à augmenter dans les années à venir, en particulier le long de l'avenue de la Division Leclerc (RD986) où les projets urbains, résidentiels et tertiaires, sont très nombreux. L'enjeu lié

au stationnement est aussi fort au vu de l'existence, dans l'aire d'étude, de secteurs où la demande en stationnement est supérieure à l'offre à l'heure creuse du matin, le midi et la nuit.

Des transports collectifs structurants sont présents sur le territoire, (RER, Transilien), mais ces derniers sont principalement organisés de façon à faciliter les liaisons vers Paris et se trouvent principalement en marge de l'aire d'étude. Les dessertes en transport collectif de « banlieue – banlieue » et à l'échelle des 4 communes desservies par le projet T10, sont donc assurées uniquement par le réseau bus et par le tramway T6. L'aire d'étude comporte également des pôles d'échanges importants, notamment, le pôle de La Croix de Berny qui concentre de nombreux flux en rabattement vers les réseaux structurant RER et Bus (TVM). Un projet structurant concerne le territoire d'étude : le schéma directeur du RER B sud. Néanmoins cette opération n'apportera pas de réponse aux besoins de dessertes locales et de rabattement sur les modes structurants. Ces indicateurs révèlent donc un besoin fort en termes de déplacements.

Les modes actifs présentent des itinéraires aujourd'hui très discontinus et sont pénalisés par un fort usage de la voiture, qui engendre des volumes de flux de circulation et de stationnement importants.

Le Tramway T10 s'inscrit ainsi dans un ensemble de projets visant à améliorer la desserte en transports en commun de la petite couronne du sud parisien et à accompagner le développement de l'urbanisation. Son tracé, en empruntant les deux routes départementales RD2 et RD986, permettra de desservir de nombreux bassins de population et d'emplois, des équipements, et d'offrir des connexions avec d'autres transports en commun du secteur, dont des transports structurants. Il permettra ainsi de répondre aux principaux enjeux de déplacements du territoire d'étude en :

- assurant une liaison capacitaire et attractive entre les communes d'Antony, de Châtenay-Malabry, du Plessis-Robinson et de Clamart. Cette liaison permettra d'améliorer la desserte des principales zones d'habitation et d'emplois, des équipements, et de rendre plus attractif les transports en commun grâce aux connexions proposées avec les modes ferrés, tramways et bus ;
- accompagnant le développement urbain du secteur en offrant un nouveau moyen de transport capacitaire, à même de répondre aux nouveaux besoins de déplacement ;
- proposant un rabattement optimal avec le RER B et le TVM au terminus de La Croix de Berny et avec le T6 à la station Hôpital Béclère. Le réseau de bus sera restructuré pour proposer une offre attractive de rabattement vers les autres gares et stations de l'aire d'étude et de ses alentours ;
- profitant de l'arrivée du tramway pour sécuriser le fonctionnement des carrefours et diminuer l'accidentologie ;
- proposant une alternative aux modes routiers permettant ainsi de pacifier les axes empruntés et de mieux distribuer la place réservée aux modes actifs.

A travers ses interactions avec le réseau routier structurant et avec les autres transports en commun, l'arrivée du tramway permettra d'assurer une liaison capacitaire et attractive entre les quatre communes, d'améliorer l'utilisation des transports en commun, de faciliter l'utilisation des modes actifs, de dynamiser les pôles d'échanges du secteur et d'accompagner les projets d'aménagement du territoire.

## III-5. ENJEUX LIES A L'ENVIRONNEMENT

Les enjeux correspondent aux valeurs environnementales sur la base de critères tels que la rareté (espèces animales ou végétales rares, habitats remarquables, etc.), l'intérêt esthétique (paysage) ou patrimonial (archéologie, monuments historiques, etc.), etc. Les enjeux sont, par définition, indépendants de la nature du projet. Il en résulte donc une approche objective de l'environnement.

L'ensemble des enjeux et des contraintes environnementales sont décrits dans l'étude d'impact du projet sur l'environnement (pièce G2 du Dossier d'Enquête Publique – Etat initial). Les principales sensibilités environnementales qui y sont identifiées sont synthétisées dans la pièce B du Dossier d'Enquête Publique (Notice explicative) et sont rappelées ci-dessous :

- **Milieu physique** : Il existe un enjeu très fort de conservation de la nappe des sables de Fontainebleau, vulnérable aux pollutions et localement peu profonde. Les enjeux sont modérés concernant la topographie (différence d'altimétrie de 110m entre Antony et Clamart) et les réseaux d'eaux usées, eaux pluviales et assainissement.
- **Risques naturels** : Les enjeux sont forts concernant les risques de remontées de nappes et de gonflement des argiles à l'est de Châtenay-Malabry et au niveau de La Croix de Berny (Antony). De plus, les communes de Clamart, Châtenay-Malabry et Antony sont couvertes par un périmètre de zones à risque liées à la présence d'anciennes carrières.
- **Milieu naturel** : De nombreuses espèces d'oiseaux protégées à enjeu patrimonial moyen à fort ont été identifiées dans le périmètre autour du projet et notamment dans les forêts de Verrières, Meudon et dans le Parc de Sceaux. De plus, il a été recensé 8 espèces de mammifères protégées, 5 espèces d'amphibiens protégées et 1 espèce d'insectes protégée au niveau régional et à enjeu patrimonial moyen. Ces espèces ont été identifiées principalement dans les boisements en forêts de Meudon et Verrières. En outre des périmètres de Zones Humides ont été localisés dans l'aire d'étude.
- **Risques technologiques et industriels** : L'aire d'étude comporte 4 installations classées en activité soumise à autorisation. Aucune n'est néanmoins située à proximité du projet. L'enjeu est fort concernant le transport de matières dangereuses (canalisation de gaz traversant l'avenue Paul Langevin au Plessis-Robinson).
- **Qualité de l'air** : L'enjeu de préservation de la qualité de l'air, voire de son amélioration, est fort. En effet, des dépassements au dioxyde d'azote ont été observés lors de campagnes de mesures.
- **Nuisances sonores** : Les résultats des mesures montrent que l'ambiance sonore en bordure de la future ligne de tramway est majoritairement modérée sur la période nocturne (22h-6h), et non modérée sur la période diurne (6h-22h) notamment sur la RD2 à la Place du Garde et la RD986 à Châtenay-Malabry. Il y a donc un enjeu important de préservation voire d'amélioration de l'ambiance sonore.

Des dossiers spécifiques relatifs aux procédures administratives afférentes auprès des services de l'Etat sont en cours de réalisation ou d'instruction pour ajuster les réponses optimales à ces enjeux.

## **IV. OBJECTIFS DU PROJET**

Le territoire traversé par le projet de tramway est en pleine mutation. Il connaîtra dans la prochaine décennie un développement important des emplois, et une densification du tissu urbain, notamment à Châtenay-Malabry où de multiples mutations et opérations immobilières sont en cours.

Par ailleurs, le réseau de transport structurant (lignes de RER, de métro et de tramway), bien que présent sur le secteur, reste majoritairement orienté vers Paris.

Dans ce contexte, le projet de tramway T10 a vocation à répondre aux objectifs présentés ci-après. A chaque objectif correspond un certain nombre d'enjeux qui constituent à la fois des atouts et des contraintes pour le projet de tramway. La prise en considération de ces enjeux est déterminante dans les choix de conception qui sont faits, en réponse aux objectifs fixés.

### 1. Favoriser l'usage des transports en commun...

... avec un mode de déplacement durable qui permettra de répondre aux besoins croissants de déplacements de banlieue à banlieue, de renforcer les possibilités de rabattement en transport collectif vers le réseau structurant existant (RER B, TVM et T6) et d'offrir une alternative aux autres modes de transports, notamment la voiture particulière, dans les liaisons entre les quartiers périphériques.

#### **Un meilleur maillage du territoire et l'enjeu de l'optimisation des correspondances avec les autres modes de transport**

La part modale du transport en commun est faible sur ce territoire en comparaison avec d'autres secteurs de proche couronne. Afin de répondre aux exigences du SDRIF, du PDU, et des lois Grenelle de l'environnement, il paraît indispensable de favoriser l'augmentation de cette part modale en créant un mode de transport en commun performant.

Sur le plan régional, il est nécessaire de créer un maillage efficace et hiérarchisé entre les différentes lignes : T6, TVM, RER B. Proposer des correspondances efficaces avec ces lignes constitue donc un enjeu majeur de ce projet, alors même que ces points d'échanges se situent sur des espaces contraints.

L'intersection entre le T10 et le T6 présente en effet de forts enjeux liés à :

- un fort dénivelé entre la plateforme du tramway T6 et celle du T10,
- la nécessité de mener une réflexion approfondie sur les aménagements et cheminements permettant d'optimiser les correspondances (temps, accessibilité, sécurité),
- des flux importants.

Le terminus de La Croix de Berny s'insère dans un espace complexe et contraint par :

- L'importante circulation routière notamment en lien avec la présence de l'entrée de l'A86 ;
- Le pôle d'échanges entre le RER B, le TVM et les nombreuses lignes de bus en correspondance ;

- La présence du Parc de Sceaux ;
- Le projet de création du tube Sud de l'A86.

Sur le plan départemental, ce projet s'inscrit dans la logique du renforcement des réseaux de transport de banlieue à banlieue. Il a pour but d'augmenter la part modale des transports en commun dans les déplacements entre les quatre communes concernées par le projet, vers les zones d'emplois, dans les secteurs accessibles avec des correspondances bus (secteur de Vélizy accessible en bus depuis le pôle Cyrano de Bergerac / Division Leclerc et zones d'activités accessibles par le TVM).

Sur le plan de la desserte locale, la ligne de tramway vise à constituer une alternative plus régulière et plus rapide aux nombreuses lignes de bus (qui préfigurent aujourd'hui en partie le tracé). Une restructuration du réseau de bus doit être pensée de manière à optimiser la desserte, en particulier pour favoriser le rabattement et limiter les doublons. L'optimisation des correspondances doit se faire en termes :

- de configuration physique dans la réalisation de l'aménagement des cheminements piétons, de la gestion des flux de voyageurs pour réduire au maximum l'effet de rupture de charge,
- d'offre avec la mise en cohérence des horaires et des fréquences entre ces lignes pour optimiser les temps de correspondance.

Une intégration réussie de ce projet dans le système de transport collectif existant et en devenir est une condition nécessaire pour garantir l'attractivité de la ligne. L'optimisation des correspondances avec les autres modes, en particulier au niveau des terminus (à La Croix de Berny avec le TVM et le RER B, et à la Place du Garde avec les bus), et à la station Hôpital Béclère avec le T6 passe par un positionnement adéquat des stations et une réflexion approfondie sur les cheminements piétons.

### 2. Offrir un service de grande qualité aux usagers

#### **La nécessité d'une infrastructure performante et la gestion des interfaces en milieu urbain**

En termes de fonctionnement, l'infrastructure du tramway doit être conçue de manière à offrir un mode de transport rapide, fréquent, fiable, accessible et confortable pour tous les usagers.

Ainsi l'insertion du tramway doit permettre de garantir une fréquence de 6 minutes en heures de pointe et de 8 minutes en heures creuses, pour un objectif de vitesse commerciale maximal, tout en assurant la sécurité de tous les usagers des transports, de la route et des riverains, le long du tracé et dans les stations.

Le tracé du tramway s'insère majoritairement sur des routes départementales, la RD 986 et la RD 2. Celles-ci seront réorganisées dans le cadre du projet (ajustement du nombre de voies, modification des carrefours) pour permettre un partage optimal de l'espace public.

Enfin, l'insertion du tramway au niveau des terminus (Place du Garde et Croix de Berny) constitue un enjeu fort du projet au regard des caractères contraints de ces zones (topographie, espaces boisés à proximité et site classé du parc de Sceaux).

Le projet doit être compatible avec la fréquentation attendue dès la mise en service ainsi qu'avec la perspective d'un prolongement vers le nord en correspondance avec la ligne 15 du métro du Grand Paris.

Le matériel roulant doit être confortable, accessible à tous mais également fiable en faisant appel à des technologies reconnues et d'une capacité suffisante.

L'insertion d'un site propre tramway sur les axes départementaux ainsi que la gestion de la priorité aux intersections constitue donc un enjeu majeur pour le projet car il s'agit de pouvoir assurer la priorité du tramway en toute sécurité pour l'ensemble des usagers, tout en conservant un niveau de fluidité acceptable pour la circulation générale. Dans ces conditions, le tramway circulera à une vitesse moyenne de 19 km/h qui permettra d'obtenir un temps de parcours d'environ 25 minutes.

### 3. Accompagner le développement urbain du territoire...

... grâce à un projet de transport qui renforcera l'attractivité des communes traversées, intégrera la nécessité de desservir les projets en cours (quartiers Allende, Europe, Appert-Justice, zone d'activités Novéos, etc), donnera une impulsion pour la mise en œuvre de nouveaux projets urbains.

#### **Des enjeux socio-économiques et de desserte importants : accompagner l'accès à une zone en pleine évolution**

Le tramway T10 est conçu pour desservir des zones d'habitation denses et désenclaver certains quartiers comme la Butte Rouge (Châtenay-Malabry) avec une offre de transport efficace pour rejoindre les axes structurants et les zones d'emplois comme Novéos (Le Plessis-Robinson), Centrale Parc (Châtenay-Malabry) et la zone de Vélizy par des correspondances bus et tramway (T6). Les stations sont positionnées de manière à **desservir un maximum de population, et optimiser le rabattement des bus** en provenance des communes concernées par le projet et des communes voisines.

La ligne de tramway a aussi vocation à desservir des **zones d'emplois importantes** comme Novéos et La Croix de Berny. En particulier, il vise à augmenter la part modale des transports en commun pour les salariés de Novéos, en offrant une liaison attractive entre le parc d'activités et la ligne de RER B en moins de 15 minutes d'une part, et entre les quatre communes concernées par le projet d'autre part.

L'arrivée du tramway accompagnera les projets urbains et jouera certainement le rôle de catalyseur pour le développement du secteur, en renforçant l'attractivité du corridor desservi et plus largement auprès de l'ensemble des communes concernées par le projet. Ainsi, de nouveaux projets de développement urbain pourraient voir le jour sous l'impulsion du projet de tramway.

Une attention particulière est donc à porter au positionnement des stations, mais aussi à l'insertion du tramway en cohérence avec ces projets.

### Améliorer le cadre de vie des habitants et des riverains ...

... par la requalification des espaces publics le long du tramway, grâce à un projet qui s'attachera à redistribuer l'espace au profit du transport collectif, des vélos et des piétons, réorganiser le stationnement et la circulation et embellir le paysage urbain par des aménagements de qualité.

#### **Un espace public accessible et mieux partagé**

Au-delà de la réalisation du système de transport, le projet de tramway doit intégrer également un réaménagement de l'espace public de façade à façade permettant notamment :

- d'assurer un partage équilibré de l'espace public entre les différents modes et de favoriser les modes actifs,
- de garantir la sécurité de tous les usagers,
- de conserver une circulation générale fluide, tout en assurant une priorité maximale au tramway,
- d'optimiser les fonctionnalités urbaines : stationnement, livraison, accessibilité aux propriétés riveraines, aux services de secours, aux services de ramassage des déchets, aux transports exceptionnels...,
- d'être accessible à tous.

#### **Le développement des modes actifs**

Inscrit au PDUIF de 2012 comme liaison structurante de transport de surface, ce projet s'inscrit dans la volonté de la Région d'accroître de 10 % l'usage de la marche et du vélo.

Le projet de tramway T10 doit donc prendre en compte :

- la création de cheminements cycles le long de la plateforme, éventuellement dissociés du tracé, mais garantissant une continuité,
- le rabattement cycle en intégrant des parcs à vélos près des stations,
- l'aménagement soigneux des traversées piétonnes qui sont des points de conflits avec les circulations automobiles et celles du tramway.



## ***Des enjeux paysagers forts***

Le long de son parcours, le secteur traversé par le projet alterne entre différentes ambiances, à la fois forestières et urbaines. Le végétal, très présent sur toute l'aire d'étude, est un élément largement structurant de ces espaces. De nombreuses typologies d'espaces verts s'articulent dans l'aire d'étude, allant de la forêt domaniale à la ville jardinée, en passant par la lisière de parc historique.

La présence de nombreux alignements d'arbres remarquables, et de sujets isolés d'une valeur patrimoniale intéressante est à souligner dans les zones les plus urbaines du parcours. Le végétal joue un rôle prépondérant dans ce paysage de coteaux, porteur d'une sensibilité notable au regard du projet.

L'arrivée de ce nouveau mode de transport doit être l'occasion de repenser l'espace public, dans un esprit de partage des usages, d'apaisement des circulations et de mise en valeur de l'environnement.

## **V. DESCRIPTION DU PROJET**

### V-1. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

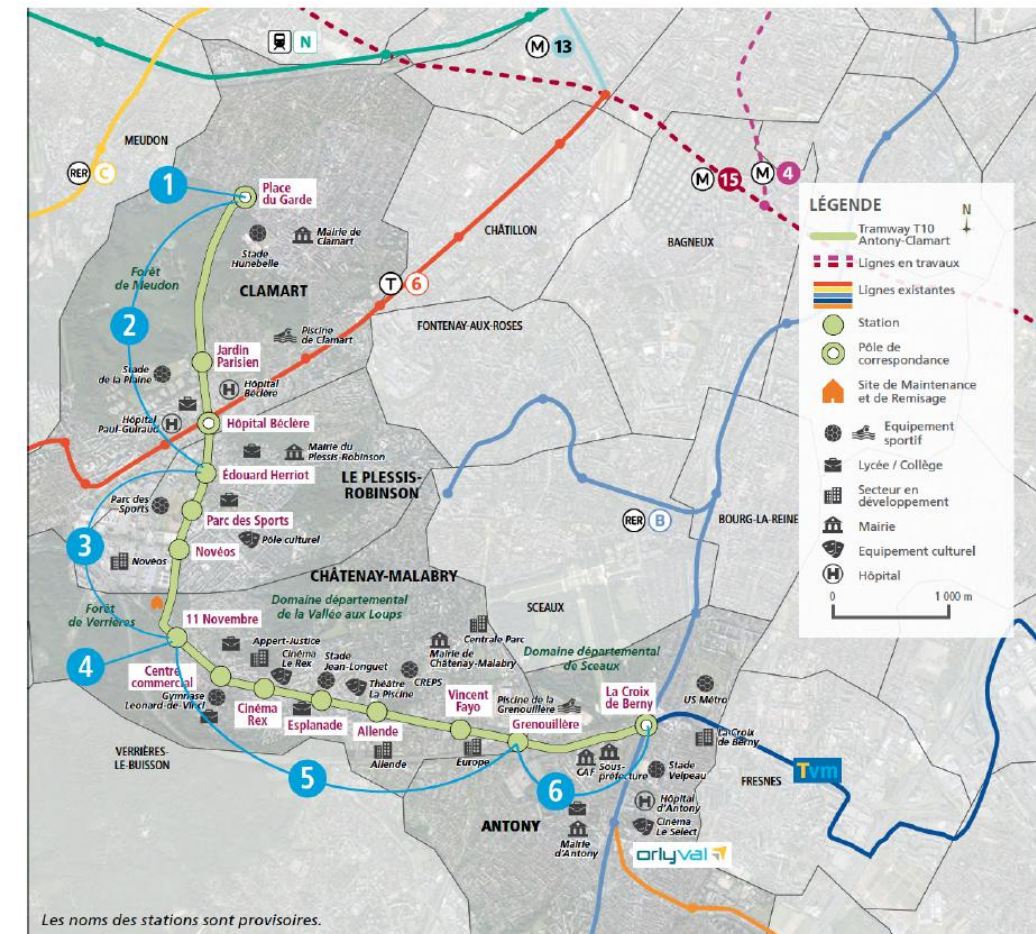
Le projet du « Tramway Antony-Clamart » (T10, dénommé TAC lors des phases d'études précédentes) consiste à créer une ligne nouvelle de tramway reliant La Croix-de-Berny (Antony) à la place du Garde (Clamart) en 25 minutes environ, desservant également les communes du Plessis-Robinson et de Châtenay-Malabry.

Cette liaison, d'une longueur de 8,2km environ, est située intégralement dans le département des Hauts-de-Seine, et emprunte principalement des routes départementales (RD986 et RD2).

Un prolongement est envisagé à plus long terme dans le cadre d'une connexion avec la ligne 15 du Grand Paris. La conception du tramway tient compte de mesures conservatoires spatiales, en particulier sur le SMR pour le remisage du parc de tramways étendu en vue du prolongement éventuel, et au terminus de la Croix de Berny où l'implantation du quai prend en compte la possibilité de créer ultérieurement une future 3ème voie en prévision de ce prolongement, qui n'est néanmoins pas l'objet du présent dossier d'études AVP.

Les principales caractéristiques de la ligne sont les suivantes :

- tramway sur fer (matériel CITADIS type XO5, d'une longueur de 44m et d'une largeur de 2,65m),
- 8,2 km environ, 14 stations,
- Vitesse moyenne estimée à 19,7 km/h,
- fréquence de 6 min en heure de pointe et 8 min en heure creuse à la mise en service, avec possibilité d'évolution à 3 min 30 dans le cadre d'un prolongement éventuel,
- service 7 jours sur 7, de 5h30 à 0h30 environ,
- fréquentation prévisionnelle (issue du Schéma de Principe) : 7,3 millions de voyages / an (25 200/jours) ; charge dimensionnante de 1 400 passagers par heure par direction,
- un parc de matériel roulant de 13 rames à la mise en service,
- implantation d'un site de maintenance et de remisage (SMR) des rames à Châtenay-Malabry, prenant en compte des mesures conservatoires pour accueillir à terme les 27 rames utiles dans le cadre d'un prolongement,
- correspondances avec le T6 (hôpital Bécclère), le TVM et le RER B (Croix-de-Berny), ainsi qu'avec de nombreuses lignes de bus,
- stations avec quais longs de 43 m, équipées de vente de billets, vidéosurveillance et stationnement vélos. Des espaces sécurisés pour les vélos Véligo sont également prévus aux 2 terminus sur Antony et Clamart.
- le tramway est accompagné sur la totalité de son parcours par un itinéraire cyclable continu, sous forme de bandes ou de pistes cyclables le long du tracé.



Plan extrait de la lettre d'information n°6 de septembre-octobre 2015, réalisée à l'occasion de l'enquête publique unique.

#### Illustration 44. Plan général de la ligne présenté à l'enquête unique

Du nord au sud, de la rue de Meudon (Clamart) à la Croix de Berny (Antony), le parcours est le suivant :

- le terminus de la ligne se situe sur la rue de Meudon, en contre-bas de la place du Garde ;
- le tracé se poursuit dans Clamart sur l'av. Trébignaud (RD 2) en traversée du bois de Meudon jusqu'à l'hôpital Bécclère où est assurée une correspondance avec le T6 situé sur la RD 906
- au Plessis-Robinson, le tramway circule sur l'avenue Paul Langevin (RD 2) ;
- après l'entrée dans Châtenay-Malabry, le tramway traverse le carrefour du 11 novembre 1918, qui est réaménagé ;
- à Châtenay-Malabry, le T10 emprunte l'av. de la Division Leclerc (RD 986) sur toute sa longueur
- dans Antony, le tramway emprunte l'avenue du Général de Gaulle (RD 986) et longe la clôture du Parc de Sceaux jusqu'à la station terminus de la Croix de Berny, qui assure la correspondance avec le RER B et le TVM.

Les travaux de la ligne démarreront fin 2019 pour une mise en service prévisionnelle au 1<sup>er</sup> semestre 2023.

### V-2. INSERTION URBAINE DU PROJET

#### V.2.1 Parti d'insertion et présentation par séquence

En reliant entre eux trois réseaux de transport structurants (RER B, T6 et TVM), le tramway instaure un dialogue entre des territoires contigus, mais mal maillés entre eux. Il fait lien et permet l'affirmation d'une nouvelle centralité dans le grand territoire.

La trame verte est la caractéristique la plus homogène et continue sur le territoire, ponctué par trois entités territoriales structurantes que sont la forêt de Meudon, la forêt de Verrières, et le parc de Sceaux.

Au sein d'un territoire entièrement urbanisé en dehors des parcs et forêts, et marqué par une dynamique très forte de mutation urbaine, la nature forme le lien principal de l'organisation urbaine. La ligne de tramway participe de ce lien ; elle donne à voir et se laisse voir comme nouvelle composante du paysage.

La ligne de tramway permet enfin d'interconnecter les lieux de densité d'usage ponctuels qui jalonnent le parcours – l'hôpital Bécclère de Clamart, le parc des sports et le marché du Plessis Robinson, le cinéma et le théâtre de Châtenay-Malabry, la piscine de la Grenouillère, le Parc de Sceaux et la Sous-Préfecture d'Antony, en les rattachant au grand paysage.

Quatre séquences homogènes se dégagent - comme autant de déclinaisons de la ville nature - qui portent les éléments de la géographie singulière du territoire. Ces quatre séquences présentent des enjeux homogènes auxquels répondent les choix d'insertion et d'aménagement.

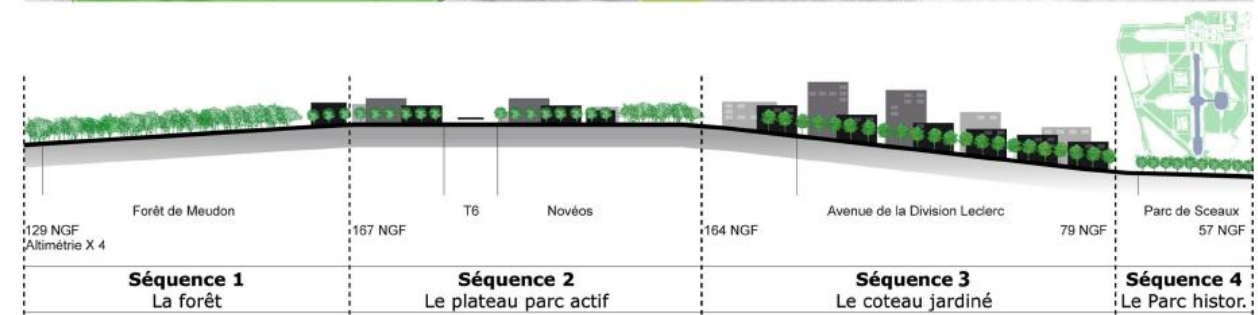
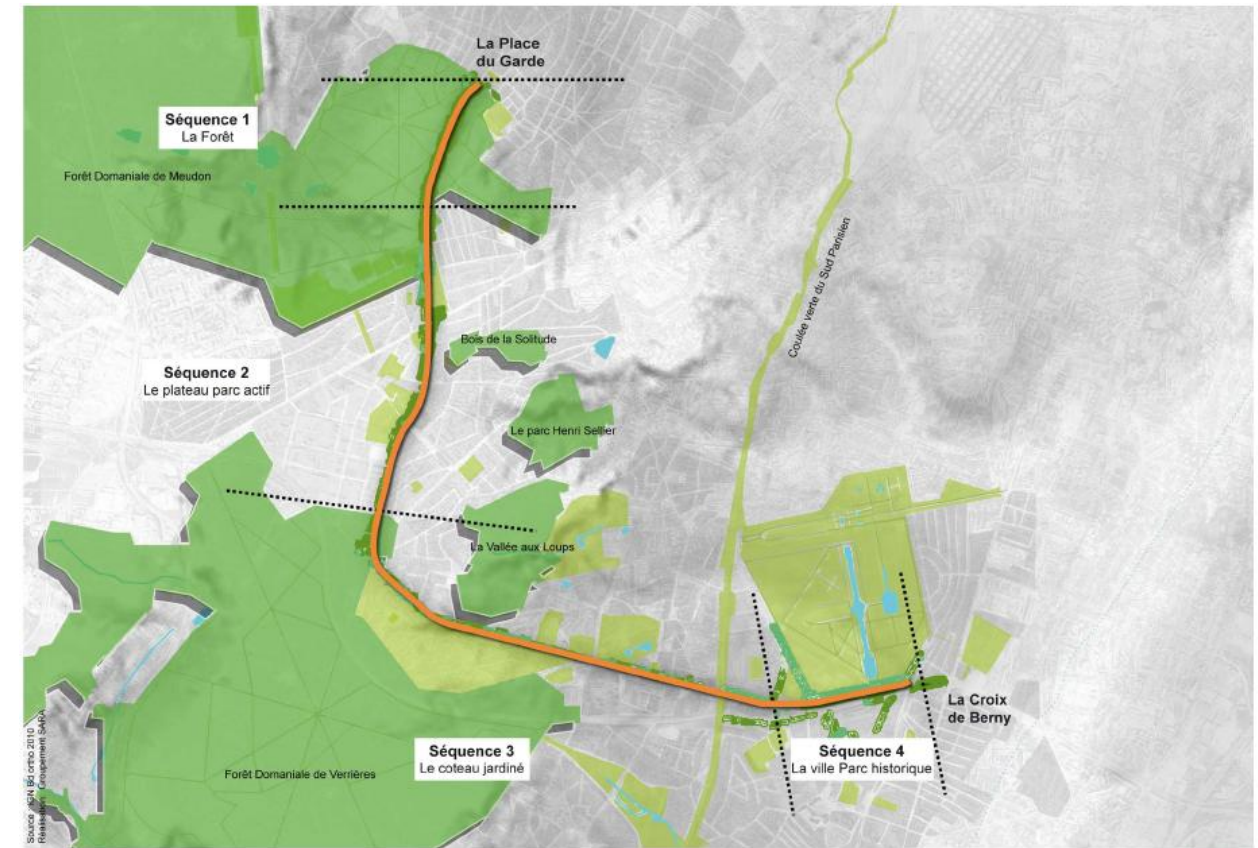


Illustration 45. Quatre séquences d'aménagement

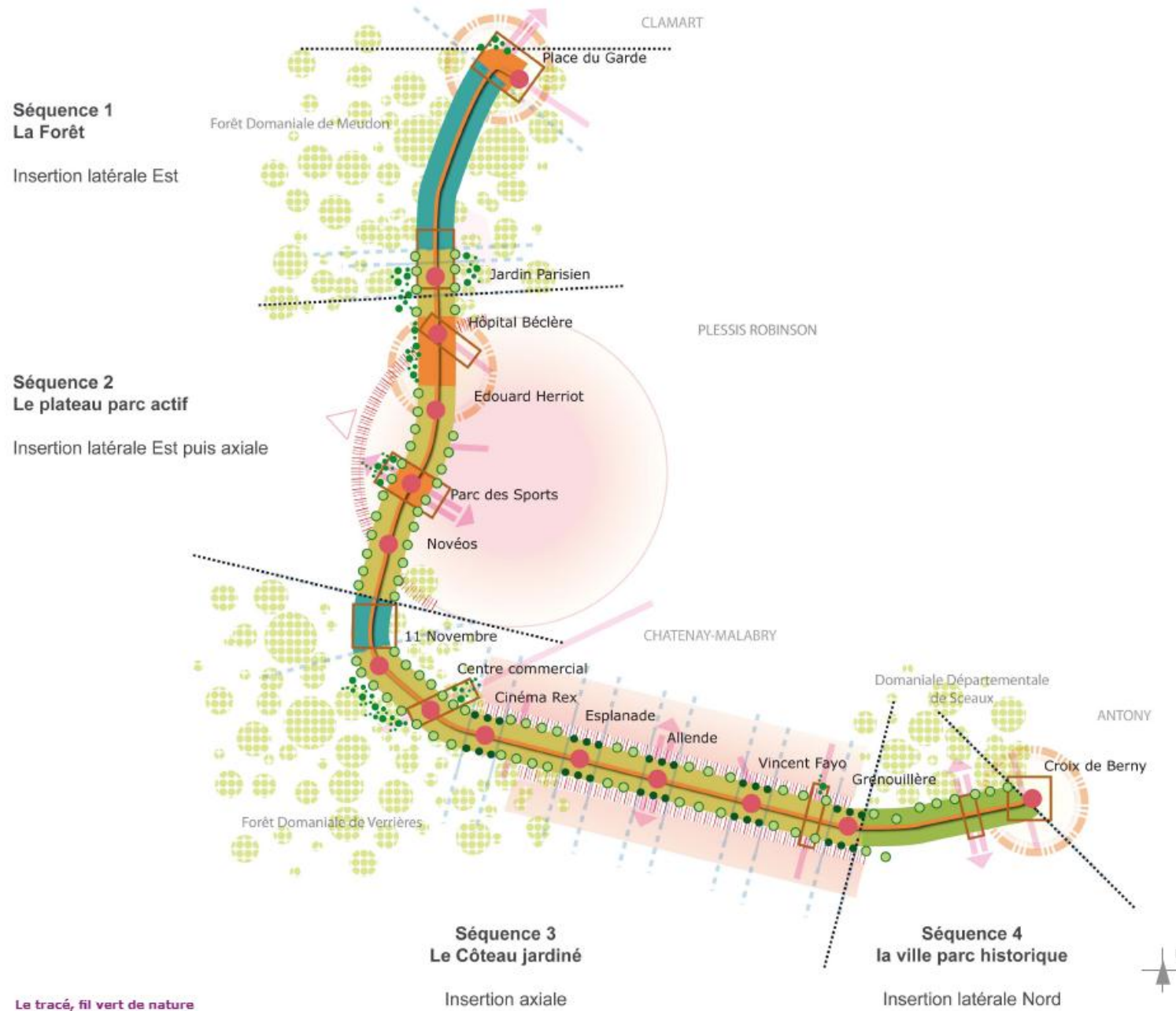


Illustration 46. Dialogue avec le paysage et rapport aux lieux traversés

### V.2.1.1 SEQUENCE 1 : LA FORET

L'aménagement s'appuie sur une frange forestière structurée pour requalifier la perception de la traversée de la forêt et restituer une lecture naturelle des aménagements. Il tisse le lien entre ville et nature (Place du Garde, Jardin Parisien).

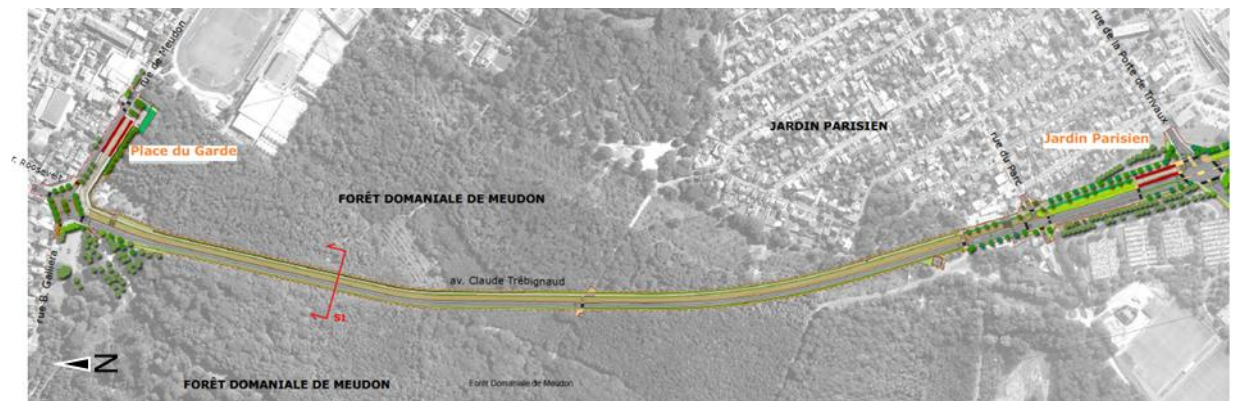


Illustration 47. La forêt - insertion

#### V.2.1.1.A Rue de Meudon / station terminus

- Le terminus est aménagé en quais latéraux afin de faciliter l'insertion sur la rue de Meudon : les quais latéraux permettent en effet d'optimiser le partage de l'espace public car le quai est mutualisé avec le trottoir.
- La placette plantée devant les bâtiments d'exploitation fait le lien avec la forêt et permet de gérer le nivellement, en intégrant des rampes d'accès à la station garantissant l'accessibilité
- Une acquisition sur le domaine forestier est nécessaire en rive sud ; le talus planté est reculé de 14m environ avec un muret de soutènement pouvant servir de banc en pied

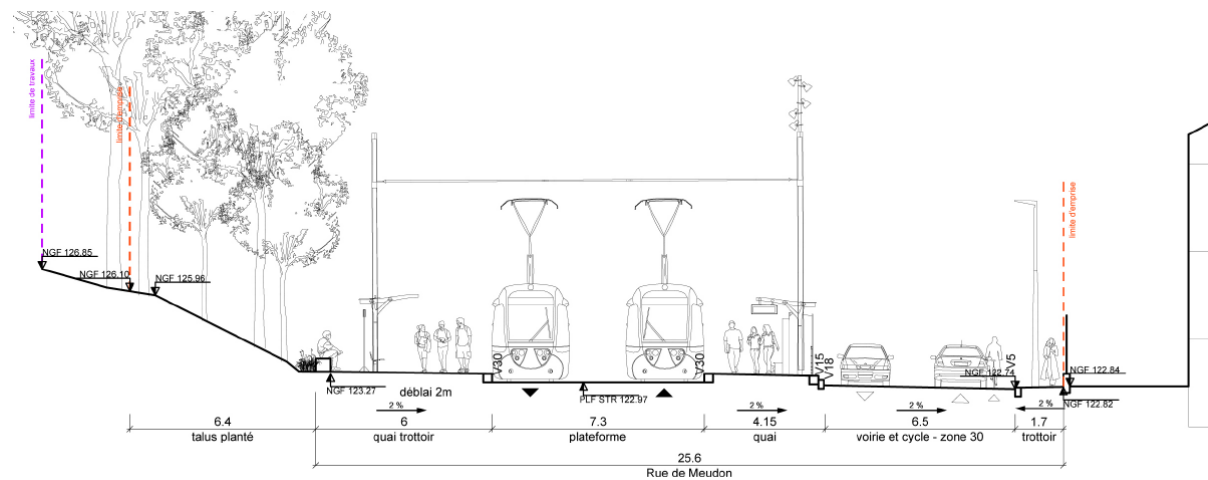


Illustration 48. Coupe C1 : station « Place du Garde »

### V.2.1.1.B Place du Garde

- Le carrefour est compacté, la circulation apaisée, et de larges trottoirs plantés sont aménagés.
- Une mise en scène végétale est créée sur l'îlot central du carrefour (deux arbres singuliers) pour faire écho à la forêt.
- Les contraintes géométriques du tramway imposent une courbe et un reprofilage de la rue qui impliquent une reprise du mur de clôture de la maison forestière, avec un léger changement d'orientation de ce mur.



Illustration 49. La place du Garde et le terminus rue de Meudon

### V.2.1.1.C Traversée de la forêt

Cette section a connu des évolutions suite à l'enquête publique : en réponse aux réserves de la commission d'enquête, le profil en travers de cette section a en effet été optimisé afin de pouvoir y insérer la voie verte le long de la plateforme du tramway.

- La chaussée est réduite à 2 x 1 voie et la plateforme est insérée latéralement, côté est, sans impact sur les crêtes de talus existantes
- Une voie verte de 3 m est créée en rive est, intégrant les modes doux sur cet axe aujourd'hui uniquement routier ; un muret de soutènement en gabion, d'un mètre de haut et de 500 m de long environ, est créé en rive de voie verte pour soutenir le talus forestier existant
- Afin de préserver le milieu naturel, la chaussée n'est pas éclairée la nuit mais la plateforme l'est.

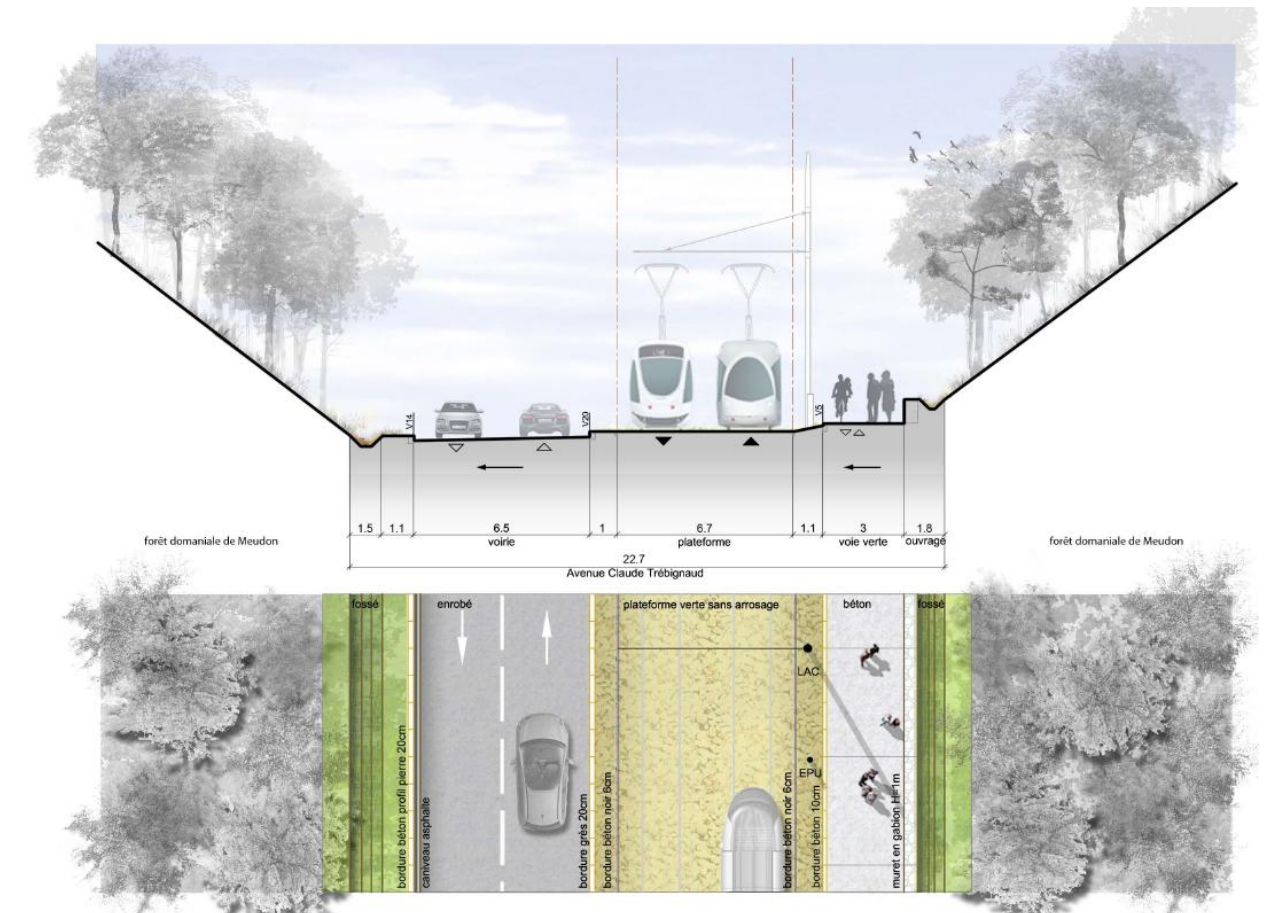


Illustration 50. La forêt - insertion au niveau du talus forestier - coupe C1 et plan d'ambiance

### V.2.1.2 SEQUENCE 2 : LE PLATEAU PARC ACTIF – LA PROMENADE PLANTEE

Le tramway affirme son rôle fédérateur en impulsant la mise en cohérence des urbanités existantes disparates et parfois discontinues. Il coud dans les épaisseurs disponibles de la séquence les aménagements d'une promenade plantée et tisse ainsi le lien entre les deux forêts (Meudon, Verrières).

- Restitution et développement de la promenade des quatre forêts jusqu'à la forêt de Verrières, en bordure Ouest du tracé
- Apaisement des avenues Claude Trébignaud et Paul Langevin
- Appropriation piétonne par l'aménagement de larges trottoirs plantés et la création de porosités avec les quartiers limitrophes

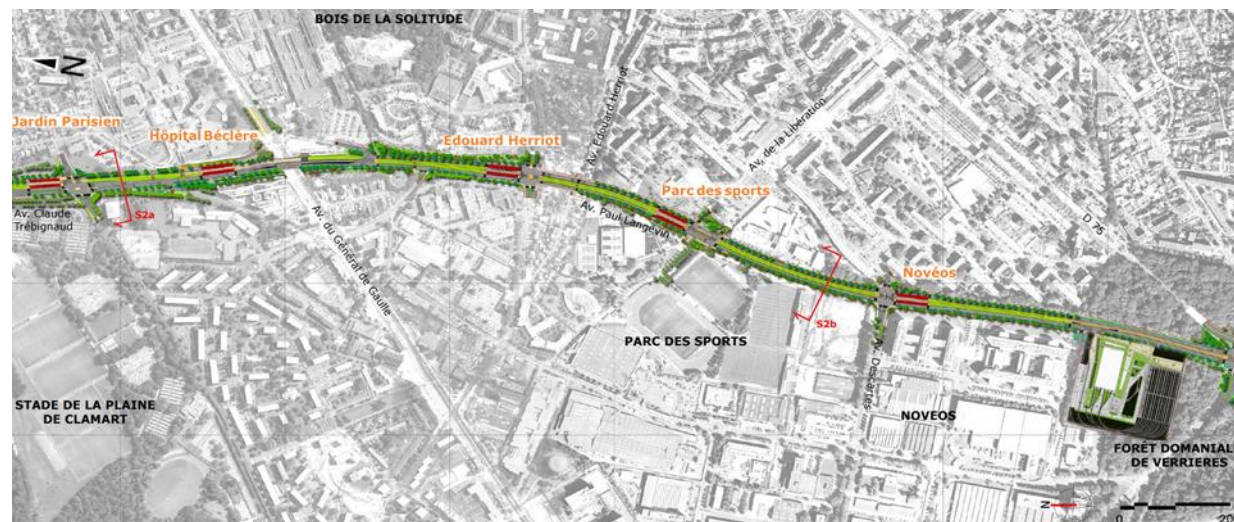


Illustration 51. Le plateau parc actif – insertion

La séquence est divisée en deux sous-séquences, séparées par la respiration du passage sous l'ouvrage de la RD906 (accueillant le T6) :

- l'entrée sur le plateau
- le cœur de plateau

### V.2.1.2.A Entrée sur le plateau (Jardin parisien à Hôpital Béclère)

L'insertion de la plateforme s'effectue en latéral en continuité de l'insertion dans la forêt et en cohérence avec l'enjeu d'une correspondance efficace avec le T6.

Les parcours piétons sont insérés dans des épaisseurs vertes qui apportent confort et cohérence à la rue : à l'est, le trottoir, accolé à une piste cyclable, s'inscrit entre la plateforme verte et les limites riveraines, protégées par un espace planté. A l'Ouest se développe la promenade des quatre forêts, bordée de deux alignements. L'autre sens cyclable s'insère en bande côté ouest, le long de la chaussée.

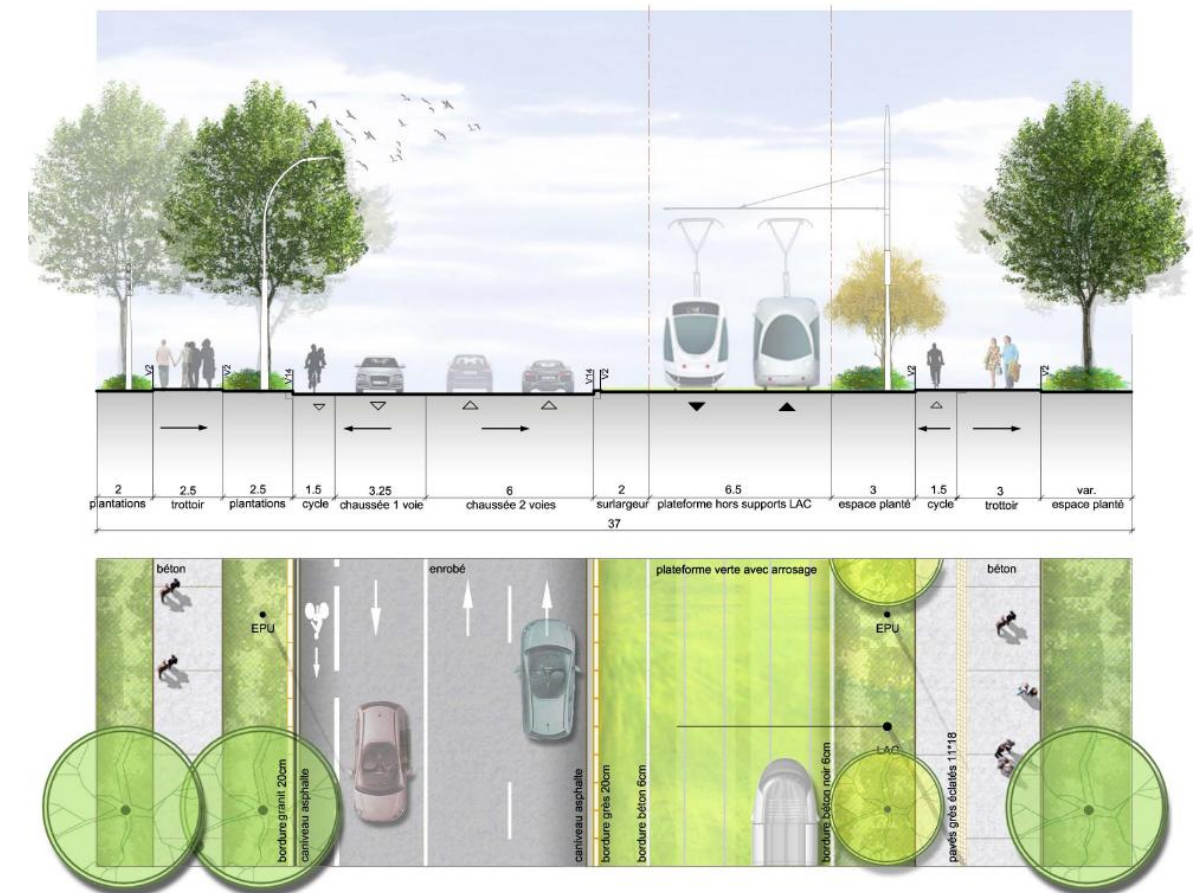
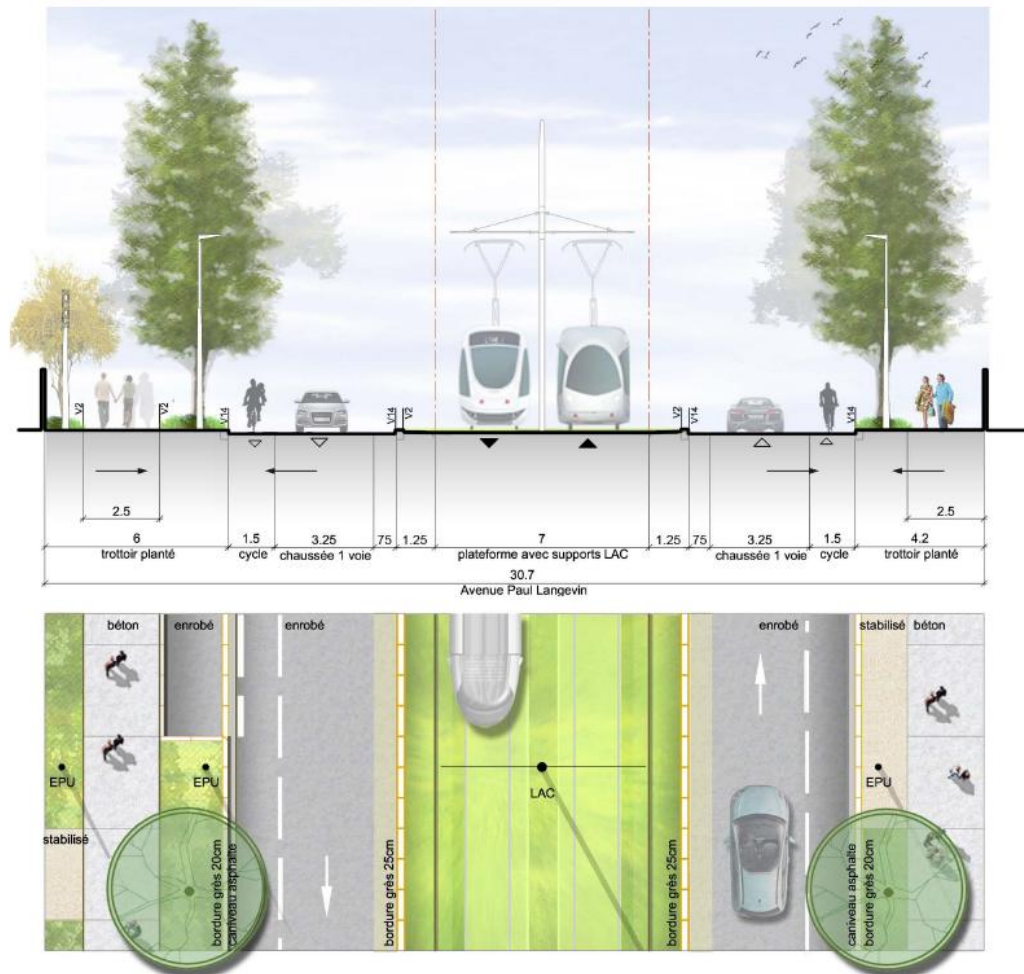


Illustration 52. Le plateau parc actif - entrée sur le plateau - coupe S2a et plan d'ambiance

### V.2.1.2.B Cœur de plateau (Hôpital Bécclère au carrefour du 11 novembre)

L'insertion axiale entre le quartier du Bois brûlé et le parc d'affaires Noveos, répond à la volonté politique forte de la commune de faire de l'avenue Paul Langevin une épine dorsale d'un développement urbain en devenir.

Les parcours piétons sont insérés sur des trottoirs plantés. Sur cette section, les cycles sont insérés en bandes.



**Illustration 53. Le plateau parc actif – cœur du plateau  
- coupe S2b et plan d'ambiance**

L'arrivée du tramway permet la reconfiguration du carrefour de la Libération en véritable place urbaine, lien entre l'avenue de la Libération et le parc des Sports.

### V.2.1.2.C Les abords de l'hôpital Bécclère et la correspondance avec le T6

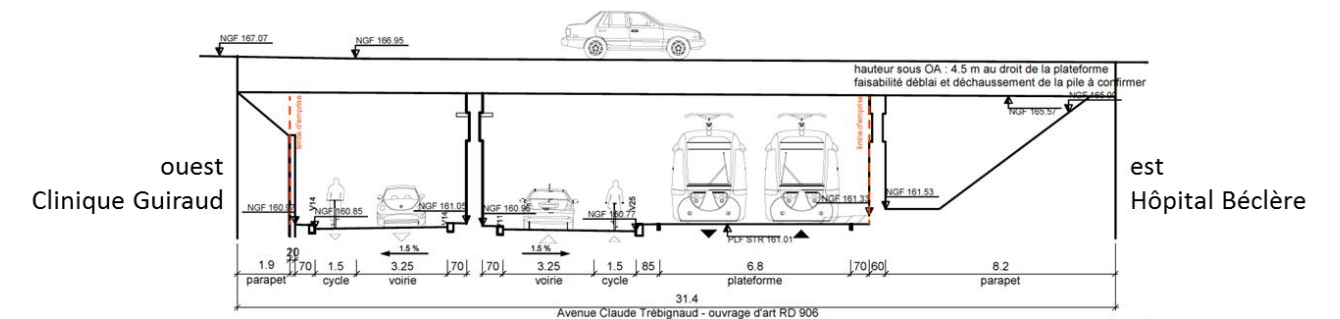
L'optimisation du profil en long sous l'ouvrage permet de rapprocher la station en correspondance avec le tramway T6, le dénivelé résiduel étant absorbé par des marches en sifflet en arrière de station.

La bretelle Bécclère est proposée en voie à 30 km/h, en accord avec la fréquentation routière, et afin d'apaiser le parcours piéton entre les stations T10 et T6. Cette disposition offre également un parcours apaisé aux cycles (dans les deux sens)

En conséquence du reprofilage de la voie en passage sous l'ouvrage, le talus planté de la rive ouest est réaménagé, et le report des flux piétons et cycles s'effectue au-dessus de l'ouvrage (la passerelle de la promenade des quatre forêts est supprimée). Le réaménagement de la frange ouest offre l'opportunité d'un élargissement de la promenade de l'hôpital Guiraud.



**Illustration 54. Hôpital Bécclère et correspondance avec le T6**



**Illustration 55. Coupe sous l'ouvrage du T6 / D906**



### V.2.1.3 SEQUENCE 3 : LE COTEAU JARDINE – L'AXE ROYAL

La pente progressive et continue du coteau permet une mise en scène exceptionnelle du grand paysage.

L'aménagement accompagne le développement d'une centralité urbaine, en contribuant à la dynamique de mutation déjà engagée. Il révèle l'image de nature urbaine sous-jacente, en valorisant les perspectives sur le grand paysage et la force de l'axe historique.

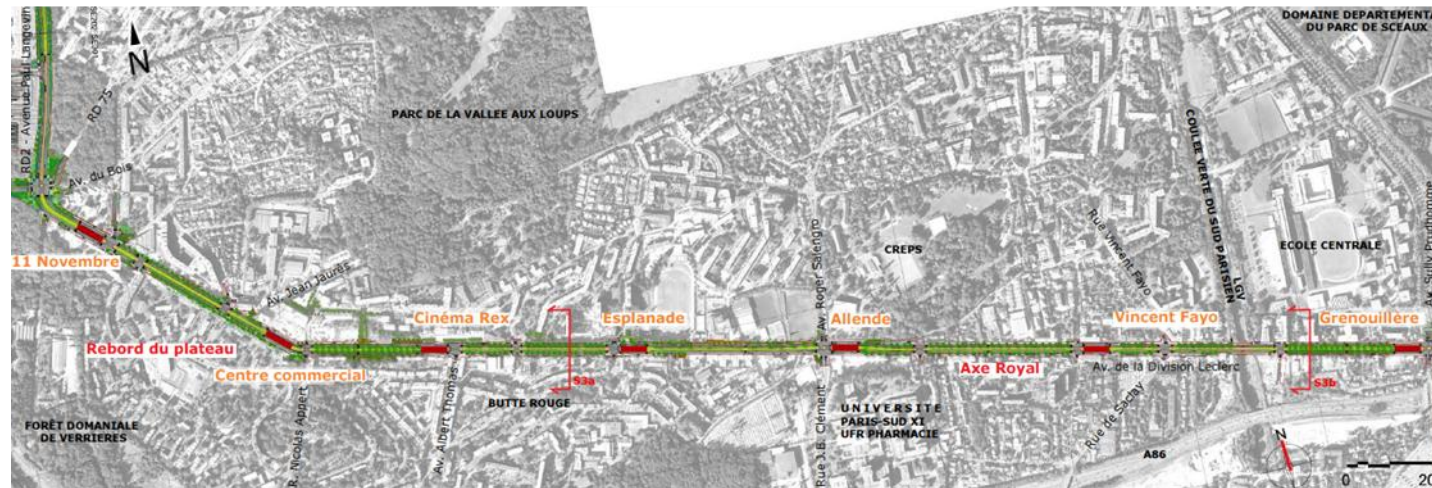


Illustration 56. L'axe royal - insertion

### V.2.1.3.A Le carrefour du 11 novembre 1918

Afin de faire émerger une figure de carrefour en croix dans lequel la plateforme de tramway s'insère en toute sécurité, le carrefour du 11 Novembre est rationalisé : les flux secondaires sont supprimés (avenue du Bois) ou reportés hors carrefour (route du Plessis Piquet), les voies sont perpendiculisées, les parcours piétons sont optimisés.

Quatre arbres majestueux aux angles de la place font signal, marquant l'entrée de ville.



Illustration 57. Carrefour du 11 novembre 1918

### V.2.1.3.B Division Leclerc : alternance de deux profils

L'identité de l'avenue de la Division Leclerc est en grande partie portée par le double alignement majestueux de platanes, dont la perception est renforcée par la perspective du coteau. Cette figure d'alignement en cœur de rue ne peut être maintenue sur tout l'axe royal, mais le profil marque chaque extrémité de cet axe, créant un effet de porte.

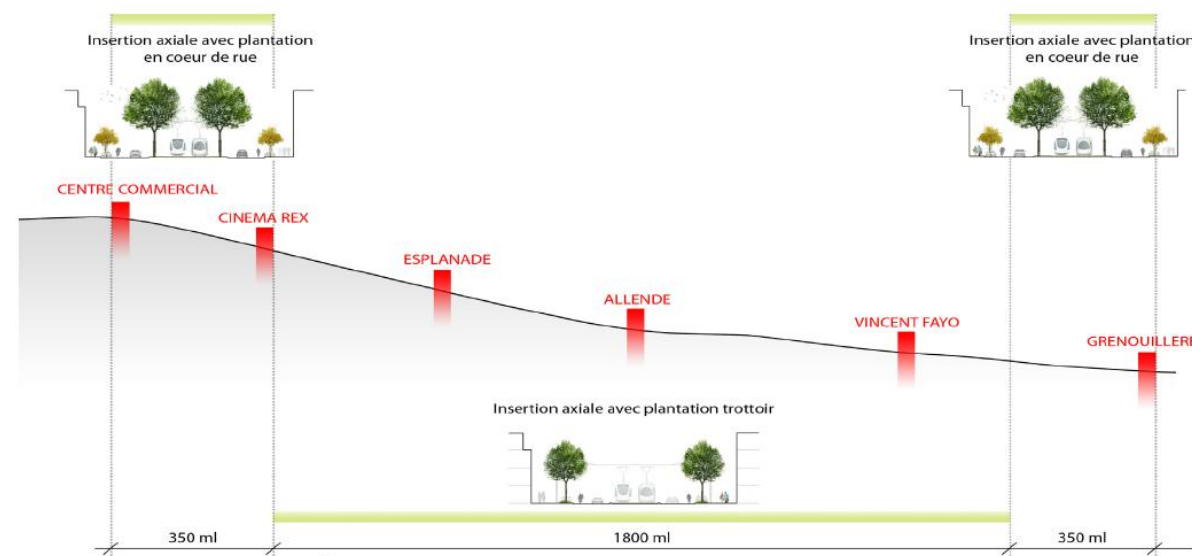


Illustration 58. L'axe royal - alternance des profils

Le profil « plantations en cœur de rue » envisage l'insertion du tramway dans une plateforme verte élargie, entre deux alignements d'arbres. Sur les trottoirs, des arbres de seconde grandeur ponctuent le parcours.

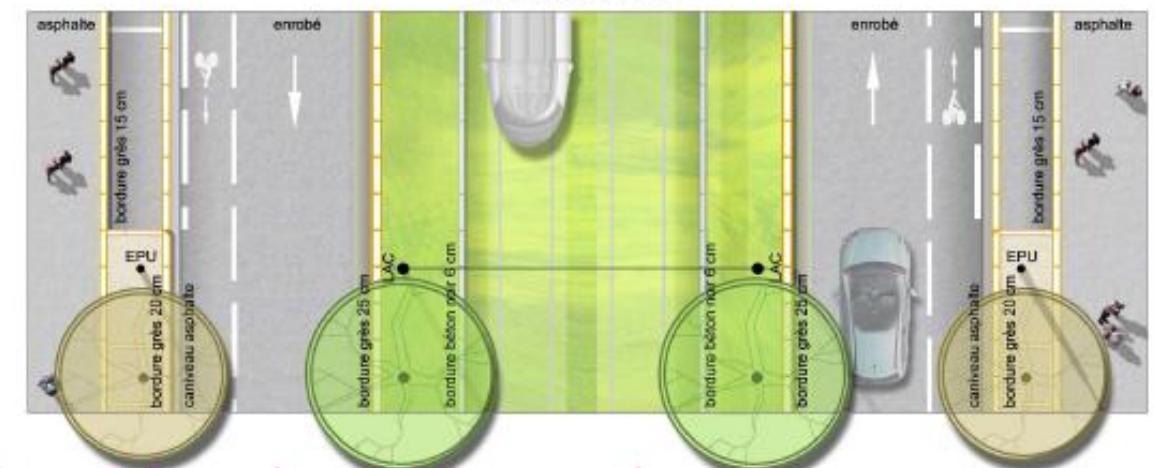
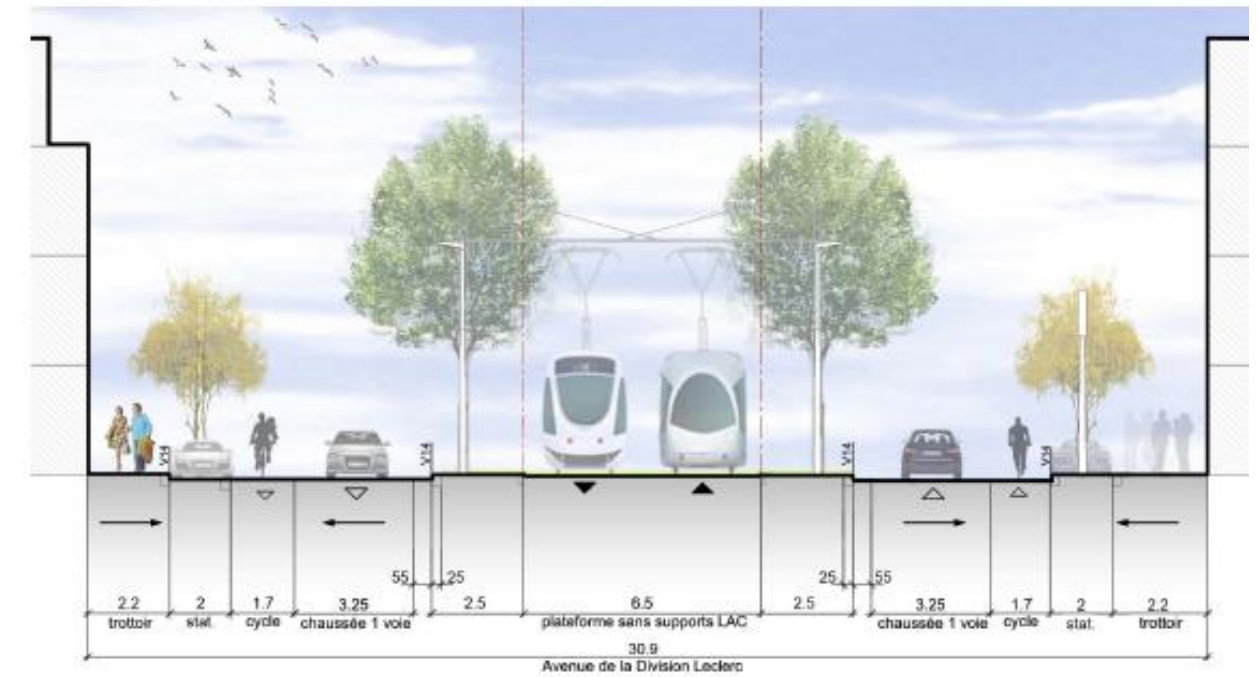
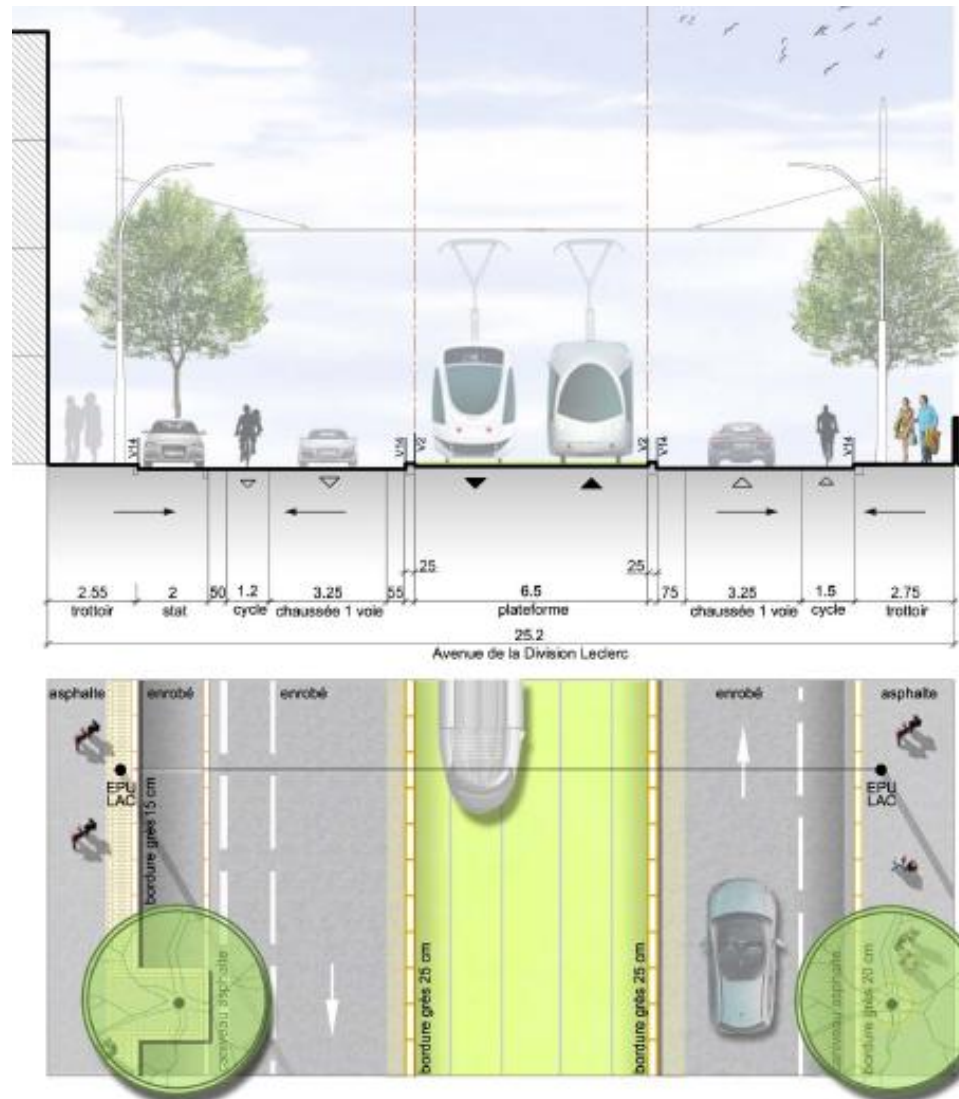


Illustration 59. Axe royal - plantations en cœur de rue - coupes et plans d'ambiance

Dans le profil « Plantations sur le trottoir » les arbres, le stationnement et les poteaux sont reportés le long des trottoirs.



**Illustration 60. Axe royal - plantations sur le trottoir - coupes et plans d'ambiance**

Quel que soit le profil, la circulation est apaisée, la voiture s'efface au profit de trottoirs plus agréables, entièrement dédiés aux piétons (les cycles sont insérés en bande). Le long du parcours, un revêtement de sol différencié marque les pôles urbains et les grandes perspectives (Butte Rouge, Allée des Princes, Estacade, franchissement de la LGV).

Une attention particulière a par ailleurs été portée sur la restitution du maximum de places de stationnement sur cette séquence.

### V.2.1.4 SEQUENCE 4 : LE PARC HISTORIQUE – LA COULISSE VERTE

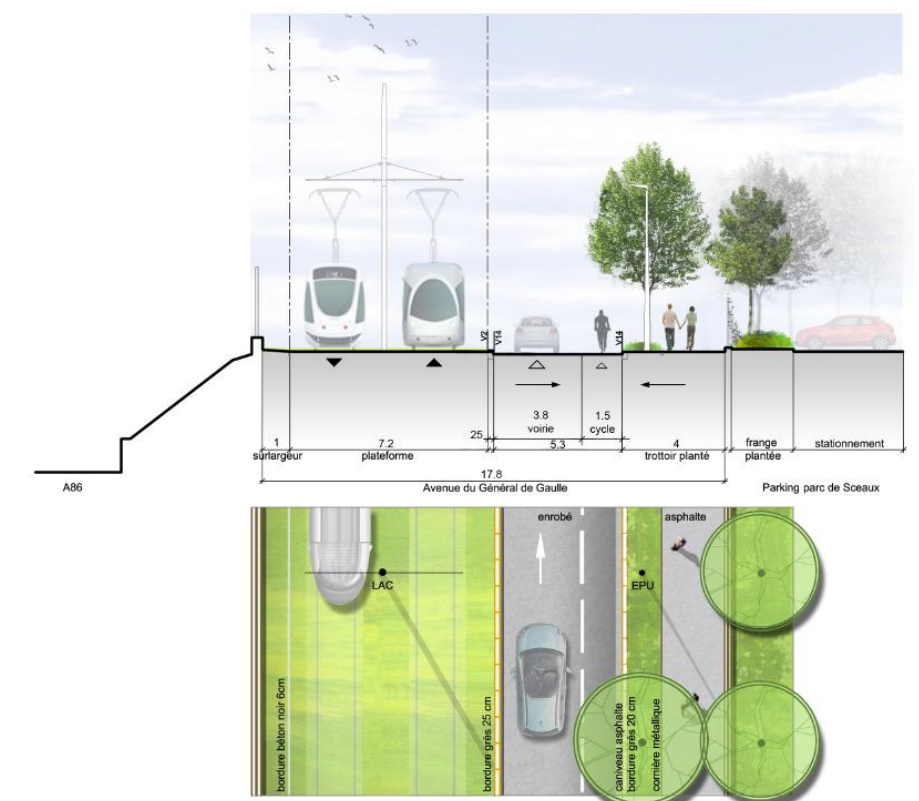
Le tramway réamorce le lien entre ville et parc par-delà l'infrastructure routière, dans le respect du parc de Sceaux, dans la bonne desserte du bassin de population et l'optimisation de l'intermodalité.



**Illustration 61. Le parc historique - insertion**

#### V.2.1.4.A Le long de l'A86

L'insertion du tramway se poursuit sur l'axe royal (plateforme axiale bordée de deux alignements) jusqu'à la fourche avec le pont des Marguerites, puis s'insère le long de l'A86 jusqu'à l'entrée du parking de la Grenouillère (afin de favoriser la vitesse commerciale en évitant les traversées de plateforme).



**Illustration 62. Le long du parking - coupe S4a et plan d'ambiance**

A l'arrivée de la Croix-de-Berny, le tramway se développe le long du parc de Sceaux. L'insertion d'une allée piétonne bordée d'arbres entre la grille du parc et la plateforme du tramway offre une extension de l'ambiance apaisée du parc dans l'espace public.

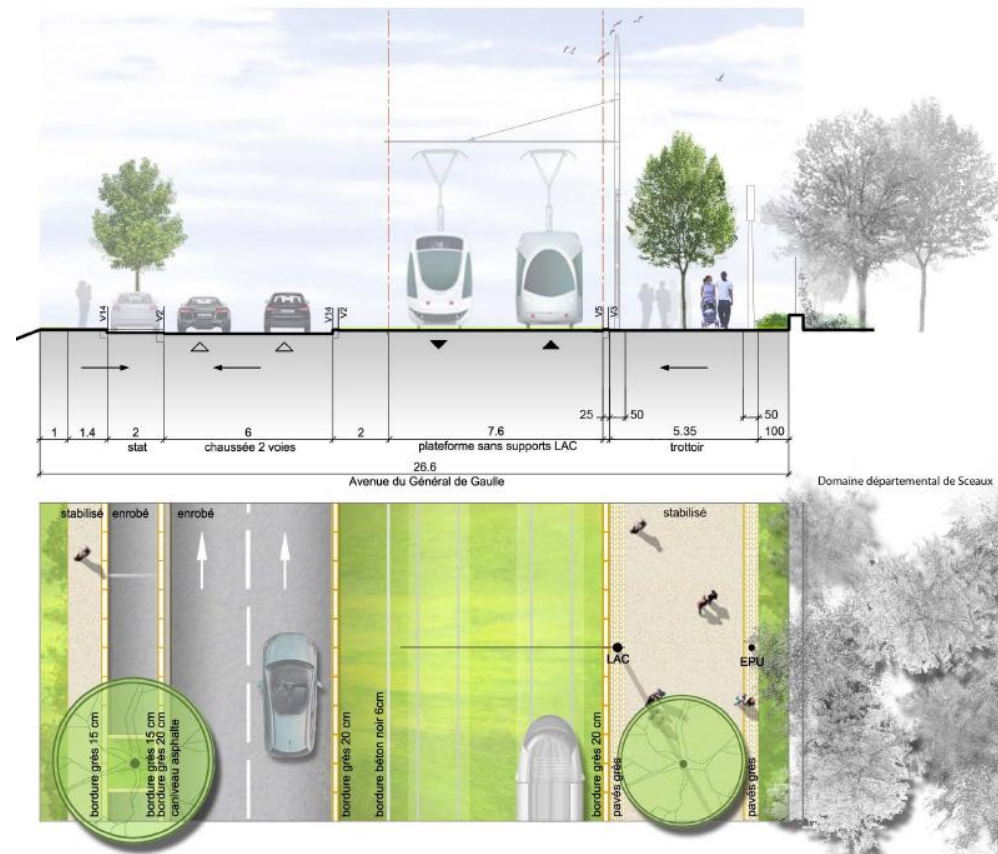


Illustration 63. Le long du parc - coupe S4b et plan d'ambiance

Du fait de la difficulté de l'insérer au nord, l'itinéraire cyclable se déploie au sud en empruntant le pont des Marguerites. Il longe le quartier Jean Zay et rejoint la piste bidirectionnelle existante sous l'ouvrage du RER.

En complément, une bande cyclable permet circuler du parking de la Grenouillère au carrefour de l'Europe (dans ce sens de circulation uniquement).

### V.2.1.4.B Terminus Croix-de-Berny

Le terminus de la Croix-de-Berny conjugue des enjeux d'intermodalité et de création d'un lien entre la ville et le parc.

Diamétralement opposé à la gare RER et TVM, et séparé par un carrefour majeur, il nécessite de sécuriser les parcours piétons tout en les facilitant. Un fonctionnement du tramway avec retournement en avant-gare a été retenu afin de rapprocher au plus près le terminus T10 de la gare RER B et du TVM, ceci afin d'optimiser les correspondances et donner le maximum d'espace aux piétons en évitant une arrière-gare pour les manœuvres du tramway. Pour clarifier et sécuriser l'aire d'attente du passage piéton principal, la traversée piétonne a été décalée vers l'Est, de 5m. Cela a pour conséquence de modifier la zone actuelle de retournement du TVM, qui est réaménagée pour garantir un fonctionnement équivalent à aujourd'hui.

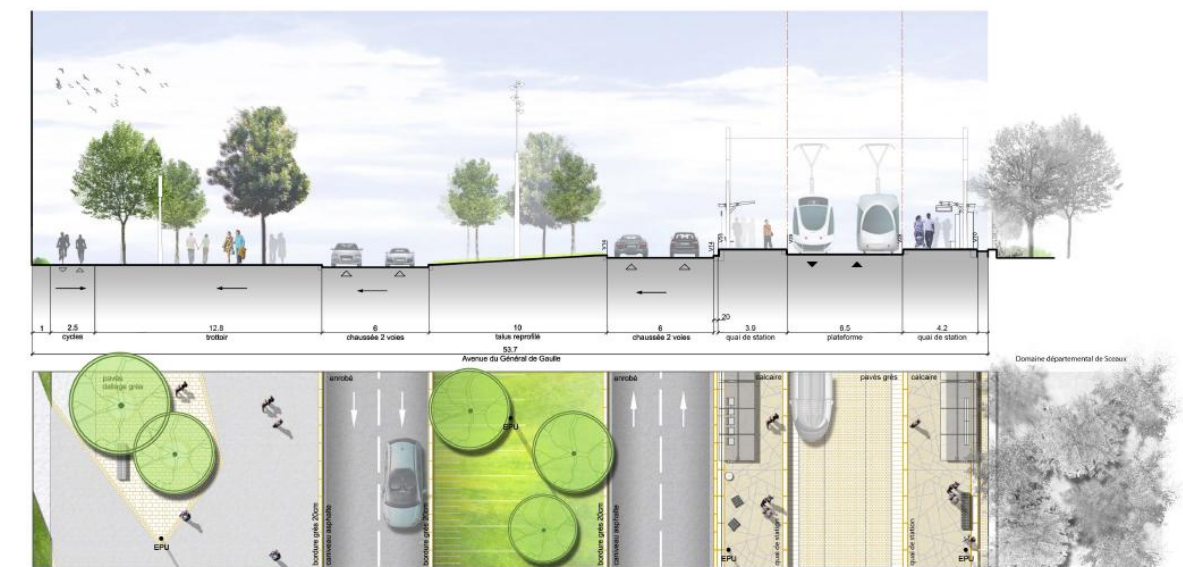


Illustration 64. Le terminus Croix-de-Berny - coupe S4c et plan d'ambiance

Pour recréer un lien entre la ville et le parc, l'aspect routier est minimisé.

- Le carrefour est restructuré : les débouchés des avenues Léon Blum et Lebrun sont redressés ;
- La composition de la structure végétale met en dialogue les masses arborées entre elles ;
- Les traversées piétonnes sont optimisées, perpendicularisées, mises à niveau.



Illustration 65. Aménagement Croix-de-Berny

Les pentes transversales et longitudinales, en particulier au droit des traversées piétonnes, sont précisées sur la vue en plan ci-dessous :

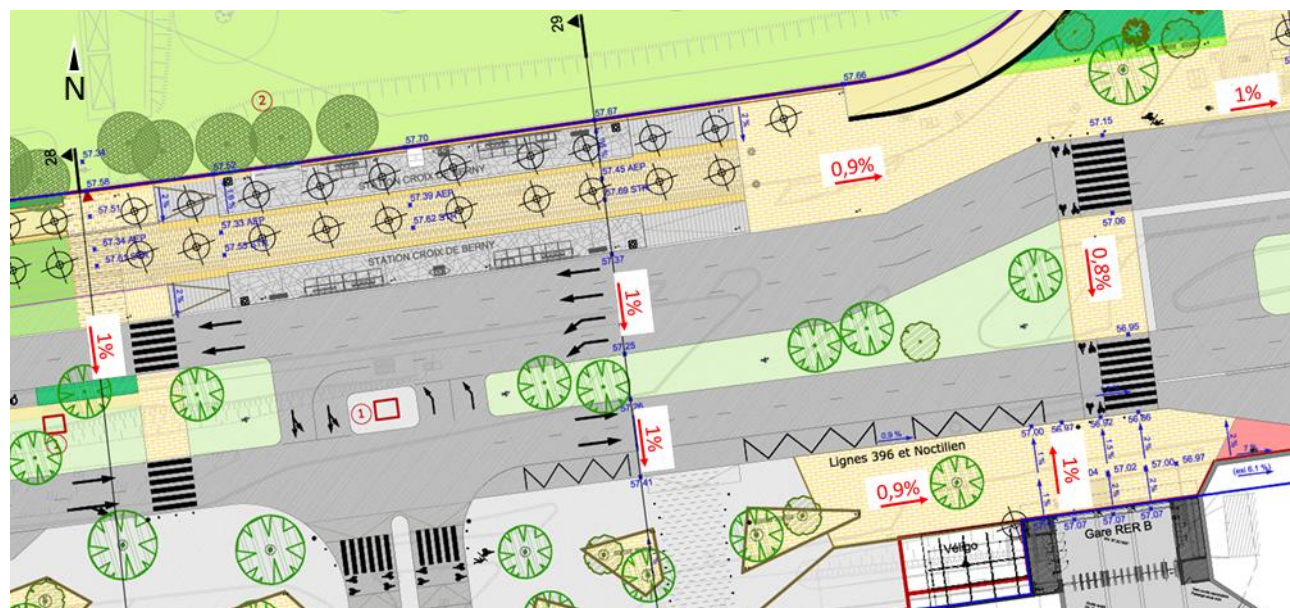


Illustration 66. Nivellement au droit de la station terminus Croix-de-Berny

### V.2.1.4.C Dialogue avec le parc de Sceaux

Le dialogue avec le parc de Sceaux s'effectue à travers :

- L'identification des accès au parc et la création de liaisons directes



Illustration 67. Principe d'accès au parc et itinéraires piétons - concept

- Au niveau de l'entrée principale, la libération de la perspective nord-sud du Grand Canal et, d'une manière générale, la minimisation de l'impact visuel des émergences (entre les arbres d'alignement)
- L'aménagement de l'entrée secondaire avec la création d'un véritable espace public en lien avec l'aménagement. La rampe existante est conservée et un escalier vient s'y appuyer.

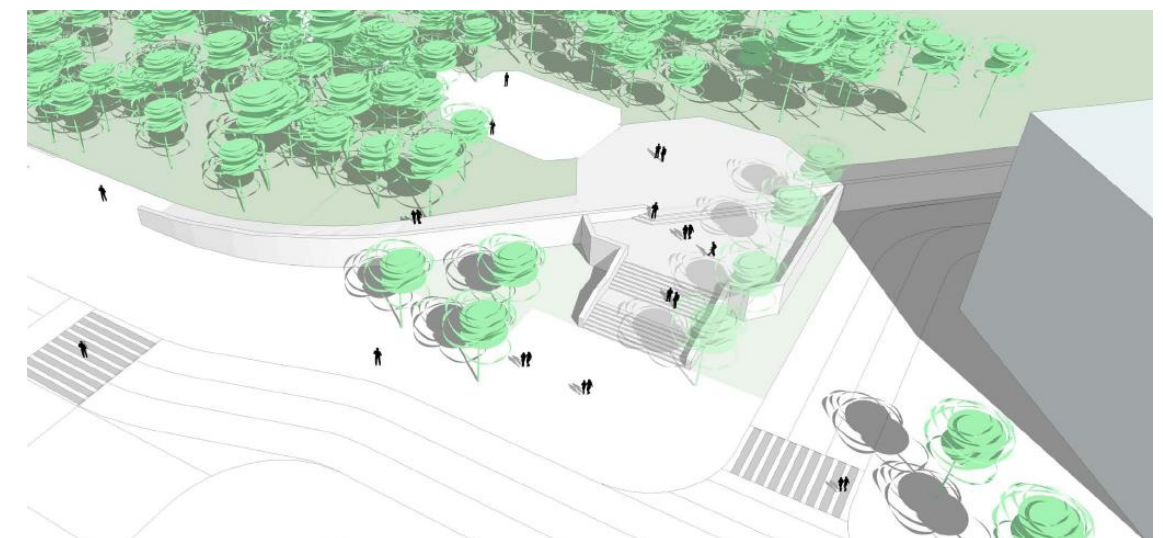


Illustration 68. Entrée secondaire du parc de Sceaux

### V.2.2 Aménagement urbain et interfaces

#### V.2.2.1 LES REVETEMENTS

Les revêtements impriment les usages au sol et contribuent à rendre l'espace public lisible et fonctionnel.

En harmonie avec la trame verte, le grès est proposé comme une véritable signature de la ligne. Il est utilisé en bordures, en pavage et dalle des espaces singuliers, en traversée piétonne de plateforme, ainsi qu'en caniveau pour marquer l'allée royale.

Dans un souci de cohérence et continuité, une matérialité de bordure unique – plateforme et chaussée- est proposée, quelle que soit la configuration du partage de l'espace.

Sur les trottoirs, les revêtements proposés jouent de contraste avec les bordures et les espaces verts :

- Séquence 1 et 2 : les trottoirs seront en béton bitumineux dans les tons sable
- Séquences 3 et 4 : l'asphalte est choisi en particulier pour répondre aux enjeux de souplesse de nivellement

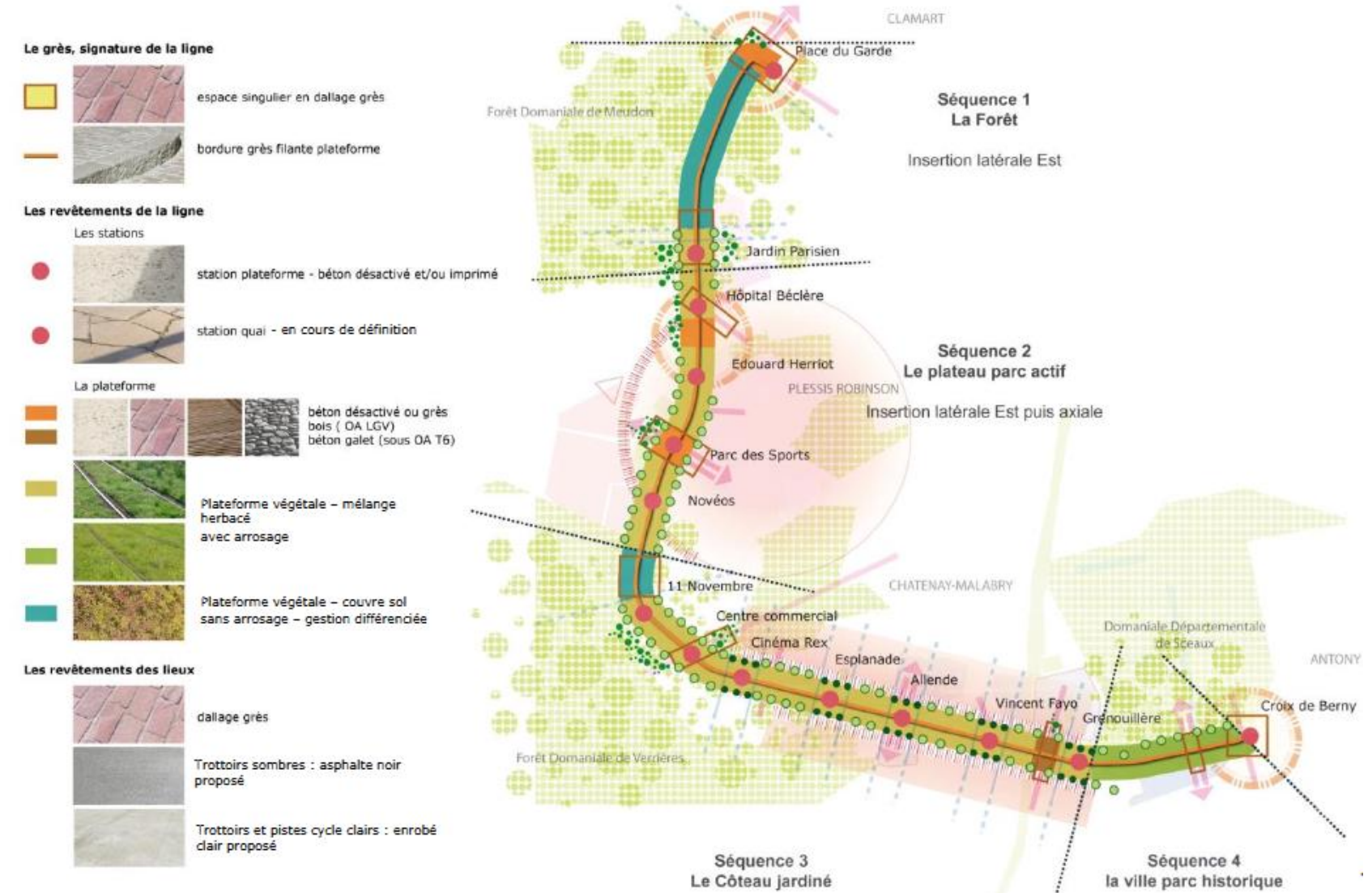


Illustration 69. Déclinaison des matériaux le long du tracé

Deux points sont traités particulièrement :

- Le passage de l'ouvrage du T6, qui propose un béton de plateforme en béton galet, matérialisant le passage sous terre et dissuadant l'intrusion piétonne
- L'ouvrage sur la LGV : un platelage bois pour la plateforme marque l'entrée de la coulée verte, tout en respectant la perspective végétale de l'axe royal.



Illustration 70. Exemples de béton galet et platelage bois

### V.2.2.2 LE TRAITEMENT DES INTERFACES DANS LE PARTAGE DE L'ESPACE PUBLIC

La conciliation des différents modes - tramway, véhicules, piétons et cycles- implique de concevoir des espaces pour chacun et de traiter les limites d'interfaces entre eux, garantissant la cohabitation en harmonie dans l'espace public.

La gestion des interfaces entre les modes permet d'assurer la sécurité des usagers:

- **L'interface piéton – tramway** est gérée par le repérage du GLO (gabarit limite d'obstacle), majoritairement délimité par :
  - Une bordure de largeur 20 cm (plateforme latérale) ou 25 cm (plateforme axiale),
  - Une bordurette de 6 cm arasée en cas de surlargeur de plateforme non cheminée,
  - Quand un cheminement borde la plateforme, ce dernier est situé 2 cm plus haut que la plateforme.
- **L'interface chaussée – tramway et chaussée – trottoir** est gérée par une bordure de 14 cm ; en carrefour, la vue de la bordure s'efface progressivement jusqu'à l'arase permettant le passage du tramway.
- **L'interface cycles – piétons** est gérée via la mise en place de trottoirs et pistes suffisamment larges, ainsi que par une délimitation détectable.
- **L'interface cycles – stationnement** est gérée par une distance de sécurité de 50 cm pour absorber l'ouverture des portières, lorsque la bande cyclable est bordée de stationnement.

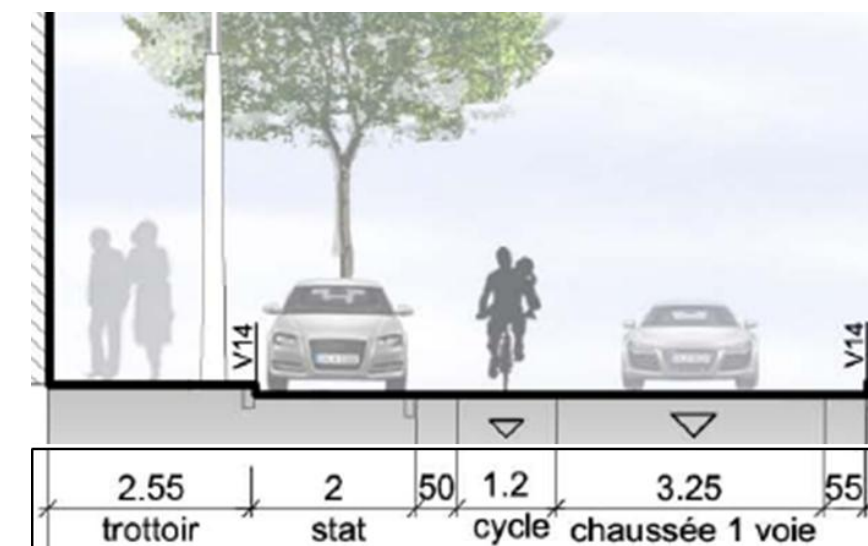


Illustration 71. Interface cycles-stationnement

L'aménagement offre l'opportunité de restituer une lecture de l'axe, mais aussi des voiries afférentes, dans leur hiérarchisation et leur rapport à la ville. La traversée piétonne des voiries afférentes est traitée selon trois degrés de hiérarchisation en fonction de l'échelle de desserte et de la fréquentation :

- **Voirie primaire** : traversée piétonne au niveau de la chaussée, abaissé de trottoir (outre l'axe départemental, cette typologie concerne les rues de la Porte de Trivaux, Andras Beck et Bécquerel à Clamart, l'avenue Edouard Herriot et la rue Descartes au Plessis-Robinson, le « carrefour Allende », les rues Vincent Fayot – de Saclay et le « carrefour Europe » à Châtenay-Malabry).
- **Voirie secondaire** : traversée piétonne surélevée, pas d'abaissé de trottoir
- **Voirie tertiaire** : traversée piétonne traitée comme une entrée riveraine avec trottoir filant

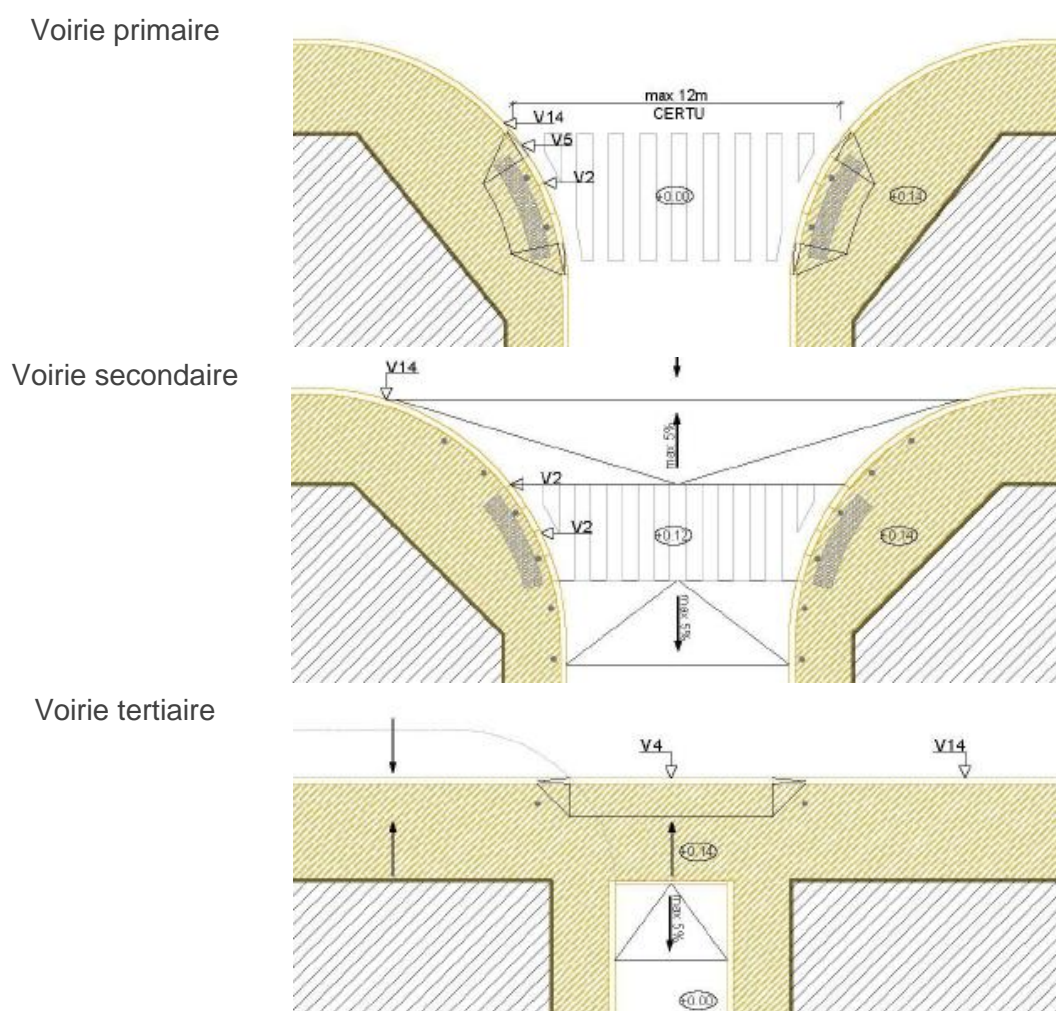


Illustration 72. Typologie des traversées de voirie

### V.2.2.3 LES EMERGENCES

Les grandes émergences - mâts supportant la LAC (Ligne Aérienne de Contact), éclairage, signalisation lumineuse de trafic, panneaux de jalonnement - sont implantés de préférence selon des lignes, en composition avec le parti d'insertion, les autres émergences et les trames d'alignement d'arbre.

#### V.2.2.3.A Les mâts supports de LAC

Positionnés régulièrement (tous les 40m en alignement droit) le long du parcours, ces émergences répétitives et hautes (environ 8m) structurent fortement le paysage urbain.

Dans un souci de rationaliser l'occupation de l'espace public et limiter les émergences, le projet prévoit la **mutualisation des mâts LAC avec du mobilier d'éclairage** - sur l'ensemble de la séquence 3, mais aussi dans certaines zones contraintes (Place du Garde, carrefour de la Porte de Trivaux,...) ou éventuellement en station.

#### V.2.2.3.B Le mobilier d'éclairage

Les déclinaisons du mobilier sont volontairement simples :

- Pour les chemins piétons : piétonniers de 4m ou 5m de hauteur (2 types)
- Pour les voiries : ensembles simples et doubles de 6m de hauteur, et ensembles simples et mixtes de 8m avec avancée de 2m
- Pour les espaces singuliers (Croix-de-Berny par exemple) : groupes de projecteurs montés à 10m ou 15m de hauteur

Les dessins des mâts s'esquissent avec une volonté minimaliste, afin que les luminaires ne prennent pas l'avantage sur la trame végétale existante et que ceux-ci ne dénaturent pas la perspective en place. En cas de mutualisation, la silhouette des crosses et les lanternes, identitaires à l'échelle de la ligne, sont conservées et fixées au poteau support de LAC.

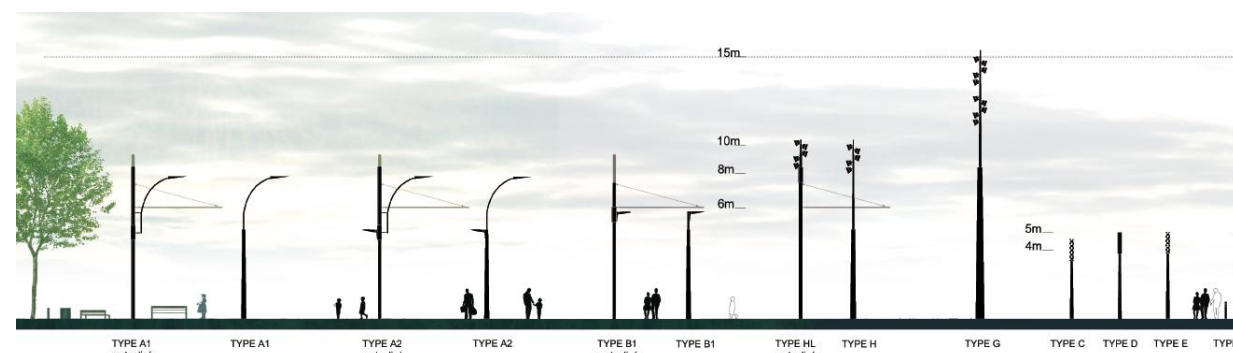


Illustration 73. Echelle de hauteur des grandes émergences de la ligne



### V.2.2.4 LE MOBILIER URBAIN

Le mobilier urbain permet d'organiser l'espace public. L'objectif de l'implantation des mobiliers est de les disposer au plus près des usages, d'être limité au strict besoin, et de ne pas gêner l'usage de l'espace public.

L'aménagement prévoit la reconduction du mobilier urbain propre à chaque commune, dans leur RAL (système de codification des couleurs) identitaire.

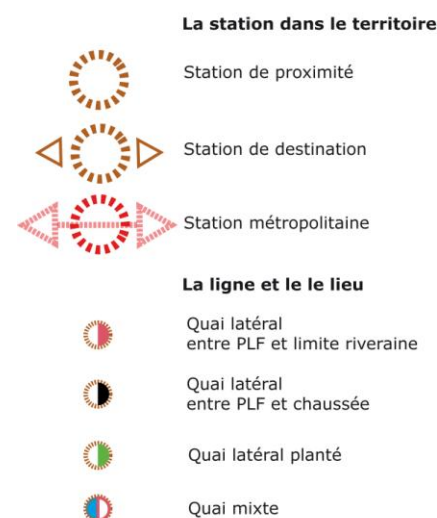
En revanche, une écriture unique est proposée à l'échelle de la ligne pour les éléments de serrurerie (garde-corps, ...), ainsi que pour les grilles d'arbre (couleur et forme ronde).

### V.2.2.5 LES STATIONS VOYAGEURS

Le quai de station est le point de contact du piéton entre le territoire et la ligne, mais aussi entre la ligne et le lieu. Les choix d'aménagement répondent donc à une logique globale qui doit être cohérente à l'échelle des lieux.

#### V.2.2.5.A Caractéristiques des quais

- **Longueur de quais** : 43m (hors terminus Croix-de-Berny : 48m)
- **Hauteur de quais** : 29 cm
- De manière générale, les quais sont pentés vers l'arrière pour minimiser leur impact visuel dans l'espace et pour évacuer l'eau pluviale
- **Les quais sont accessibles** partout où cela est possible (ils présentent alors un dévers maximum de 2% et une pente longitudinale maximum de 4%), à l'exception des stations Cinéma Rex (4,7%) et Esplanade (4,67%) qui sont implantées dans des rues à très forte pente (dépassant les 5% par endroit). Tous les quais sont en outre accessibles depuis le trottoir par au moins une rampe respectant les normes PMR.
- **Trois types d'accès** sont envisagés en fonction de la configuration du site :
  - Par rampe
  - Par l'arrière (à niveau de trottoir, avec accès par marche pour les parties latérales)
  - Type « place » (intégré dans le nivellement général du trottoir)



### V.2.2.5.B Typologies

Trois natures de stations sont définies en fonction de leur usage et de leur fréquentation :

- station métropolitaine, nœud multimodal structurant
- station de destination, de dimension intercommunale
- station de proximité, qui dessert des zones résidentielles, commerces de proximités, zones d'emplois.

*N.B. : le nom des stations est provisoire à ce stade*



Illustration 74. Localisation et topologie des stations

Trois typologies de quais sont ensuite retenues, en lien avec l'usage de la station ainsi qu'avec les conditions d'intermodalité et d'exploitation.

- **Quai latéral** (quai latéral entre plateforme et chaussée ou quai latéral entre plateforme et limite riveraine)
- **Quai latéral planté**
- **Quai mixte tram-bus**

Le quai de station est marqué par la liane - mobilier de station -, continue en arrière de quai et le nez de quai – deux lignes horizontales fortement marquées qui se répondent dans une colorimétrie unitaire, sombre.

Le sol du quai fait lien entre ces deux lignes, dans un béton clair, avec granulats clairs, sous forme de modules d'un mètre répondant aux bordures, toute largeur entre le nez de quai et la bordure arrière de quai. Ces modules pourront être préfabriqués pour maîtriser parfaitement le rendu ou re-sciés à partir d'un béton coulé en place, avec une attention particulière portée à la qualification du joint. Les études PRO permettront d'affiner cette proposition.

Les rampes sont traitées avec le même béton, dont la face côté plateforme est coffrée pour supprimer toute borduration et évoquer le monolithe naissant du sol.

Sur la plateforme en station, le béton utilisé fait écho au quai : nous proposons le même liant avec une variation dans les granulats (plus sombres et plus grands), rappelant le grès, ceci pour unifier l'ensemble de la station.

Le quai se compose d'espaces couverts et d'espaces accueillant du mobilier d'assise, ainsi que les mâts supports de LAC. Un mât par quai sert de support mutualisé pour l'éclairage du quai. Les mobiliers sont implantés en arrière de quai pour ménager un cheminement confortable en interface avec les rames, notamment les équipements de billetterie. Des réservations et des supports sont prévus en station afin d'assurer l'information voyageurs statique qui se compose :

- de cartographies ;
- de l'affichage des horaires ;
- d'informations légales et réglementaires ;
- de signalétique.

Par commodité pour les clients, les deux quais des stations seront équipés d'un distributeur automatique de titres (DAT). Les DAT assureront les fonctions suivantes :

- vente de tickets magnétiques et rechargement Navigo
- affichage d'informations sur les cartes sans contact
- paiement par espèces et par CB.

Le design du mobilier fait aujourd'hui l'objet d'une étude spécifique. Les réflexions s'orientent vers une référence au contexte végétal du territoire, selon le concept de « liane aérienne » ou de « volutes ».

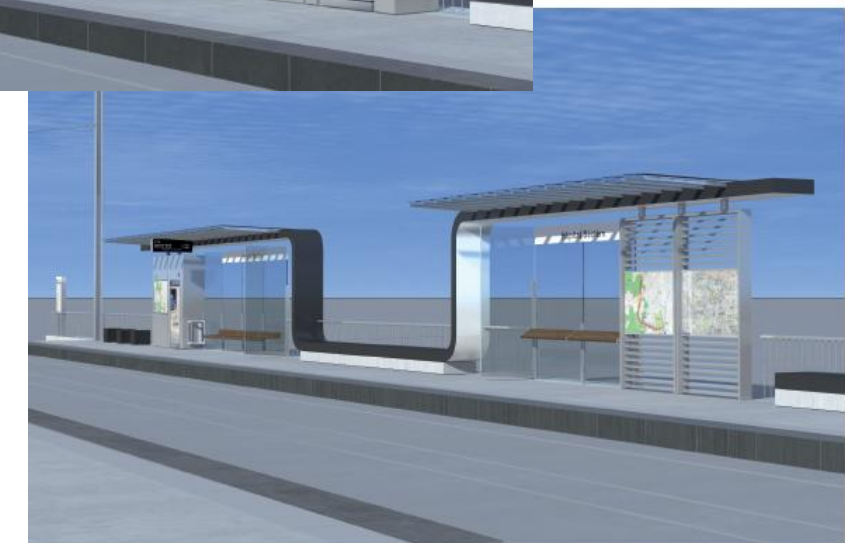
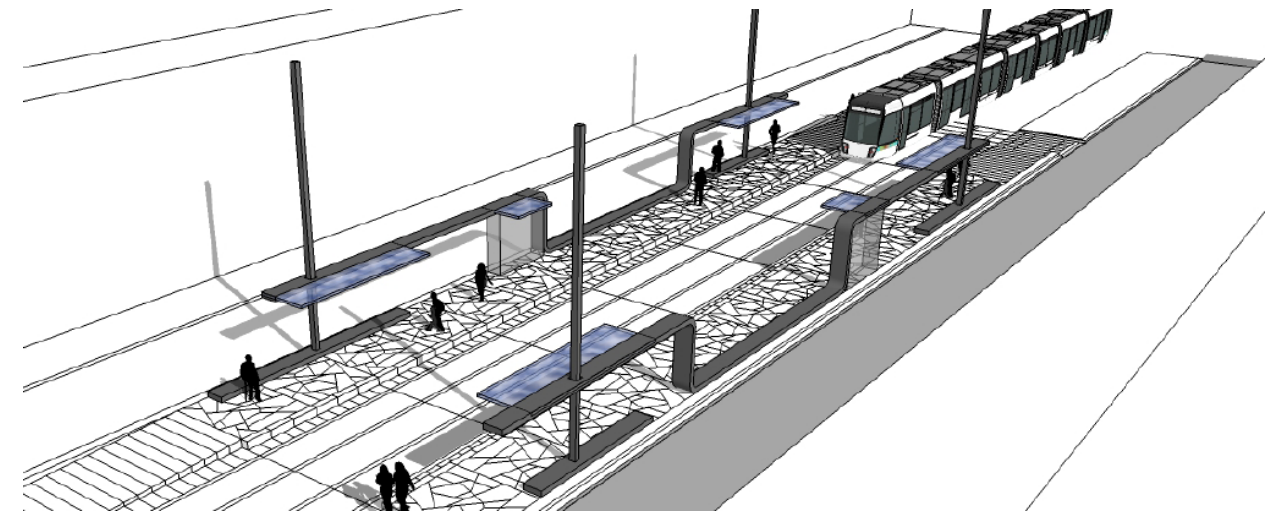


Illustration 75. Etude d'un mobilier de station T10 (esquisses) – étude SARA

### V.2.2.6 LES SOUTÈNEMENTS ET OUVRAGES

De hauteur variable, allant jusqu'à 3 m, leur perception est très présente. Le plus souvent, ils accompagnent les trottoirs. A ce stade du projet, les soutènements sont de plusieurs natures (murs ou murets). La liste ci-dessous présente des exemples de traitement (les hauteurs et le type de traitement sont donnés à titre indicatif) :

- **murets bas en gabion** : dans la forêt, accompagnant la voie verte (1m de hauteur) ;
- **murs et murets en béton avec appareillage pierre** : aux abords de la maison forestière de la Place du Garde (entre 2,50 et 4,50 m), rue des Vallées (hauteur variable jusqu'à 3 m) ;
- **murs visibles depuis l'axe, traités en béton photogravé** : école Jean Jaurès à Châtenay-Malabry (hauteur variable jusqu'à 2 m) ;
- **murets bas en béton blanc coffrage fin** : maintien du talus au droit de la station Esplanade, (1,5 m) ;
- **reconstitution de mur à l'identique** : parking du parc de Sceaux : parement qualitatif (vue jusqu'à 1 m).



Mur en béton appareillage pierre



Muret en gabion



Mur en béton matricé



Mur en béton photogravé

Illustration 76. Matériaux des soutènements et ouvrages

### V.2.2.7 LES CYCLES

L'aménagement du tramway doit être l'occasion de consolider les itinéraires des modes actifs et particulièrement les itinéraires cyclables.

Les études d'aménagement menées à ce jour ont permis de dégager un itinéraire continu le long du tramway T10 :

- Entre Place du Garde et Jardin Parisien, une voie verte de 3 m est aménagée le long de la plateforme ;
- Entre Jardin Parisien et Béclère, l'itinéraire se développe en piste côté est et en bande côté ouest. La continuité des itinéraires avec ceux accompagnant le T6 est assurée au niveau de la station Hôpital Béclère ;
- Entre Béclère et Grenouillère, l'itinéraire se développe en bandes cyclables. Les continuités avec les itinéraires transversaux sont traitées avec des sas cycles ;
- Enfin, de Grenouillère à La-Croix-de-Berny, l'itinéraire cyclable est dissocié de la plateforme pour des raisons d'insertion fortement contrainte au niveau du parking du Parc de Sceaux. L'itinéraire emprunte donc le pont des Marguerites pour se développer le long du quartier Jean Zay en piste bidirectionnelle aménagée sur le trottoir existant. En complément, une bande cyclable permet circuler du parking de la Grenouillère au carrefour de l'Europe (dans ce sens de circulation uniquement).

Le dispositif Véligo s'appuie sur deux types d'équipements :

- Des espaces sécurisés, abrités et éclairés sont prévus à proximité de chacun des terminus (à la station Hôpital Béclère, une réserve d'emprise est envisagée). Accessibles avec le pass Navigo et proposant des prises pour vélos à assistance électrique, leur capacité sera de 8 à 16 places, avec possibilité d'extension à 30 pour répondre à une évolution des besoins ;
- des arceaux abrités (si possible) à chaque station, en libre-accès, d'une capacité de 12 places minimum en station et de 20 places aux terminus. Lorsque des contraintes l'imposent, les arceaux ne sont pas abrités.

### V.2.2.8 LES BATIMENTS EN LIGNE

Plusieurs «petits bâtiments» sont nécessaires au bon fonctionnement de la ligne. Il s'agit des sous-stations (SST), des locaux d'exploitation (LEX) et des locaux techniques de signalisation (LTS), ainsi que des espaces sécurisés pour les vélos.

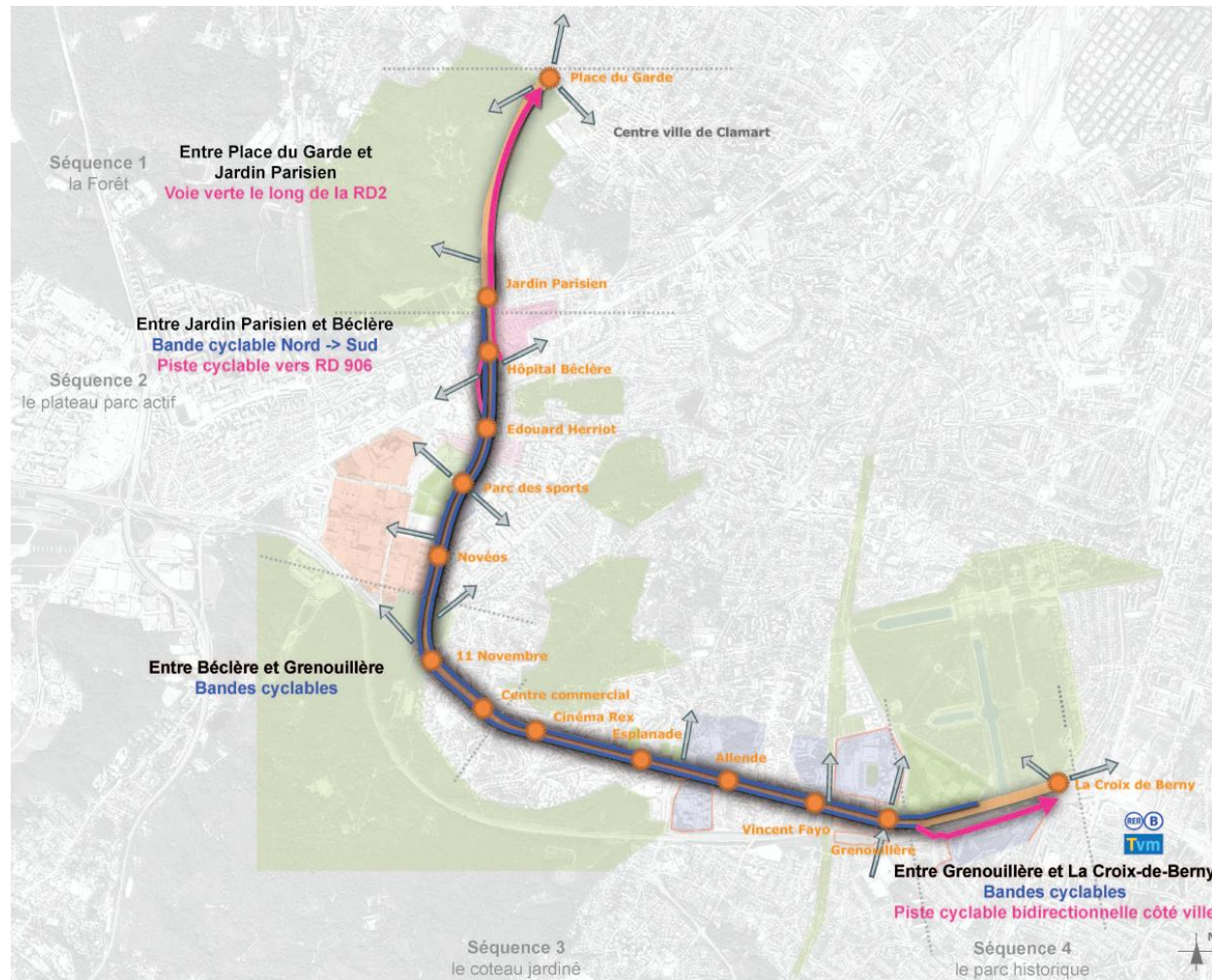


Illustration 77. Synoptique des trajets cycles

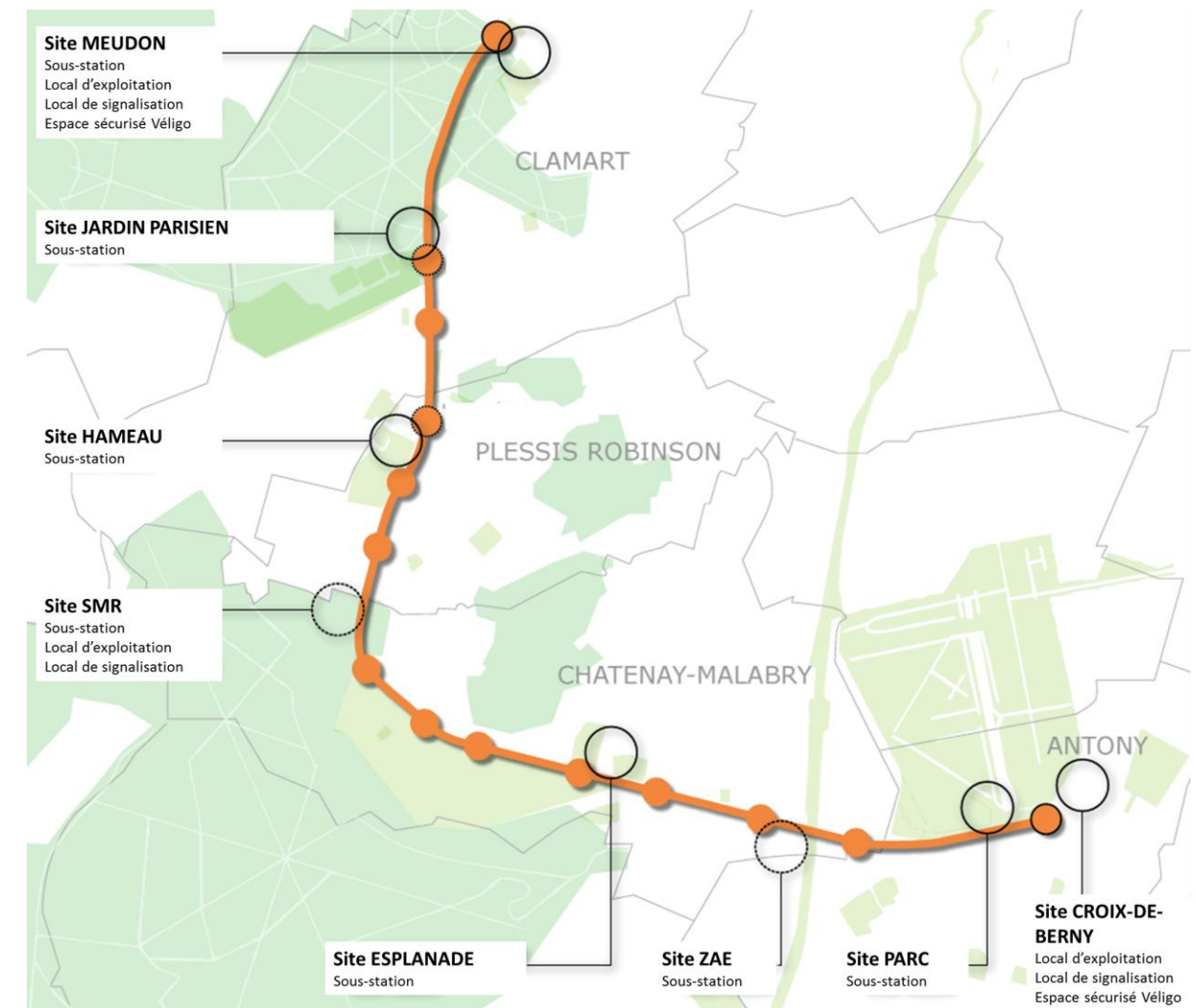


Illustration 78. Localisation des bâtiments en ligne

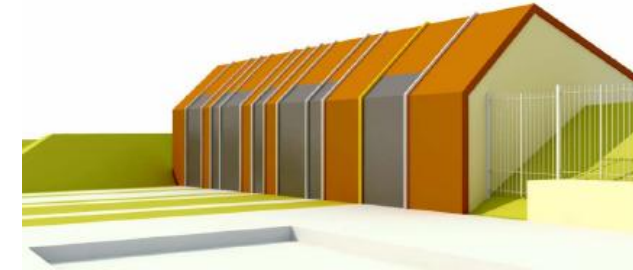
Ces bâtiments, qui abritent de nombreux équipements techniques, présentent des caractéristiques qui contraignent fortement leur insertion :

- Les sous-stations permettent l'alimentation en énergie électrique d'une section de la ligne, en transformant la tension alternative ERDF (15kV ou 20 kV) en courant continu. Elles présentent une surface utile moyenne de 90 m<sup>2</sup> (longueurs et largeurs variables), doivent présenter une hauteur sous plafond de 3,5 mètres. La porte d'entrée à double ventail doit être surélevée vis-à-vis du niveau de la chaussée et libre de tout obstacle pour garantir une accessibilité 24h/24 ;
- Les locaux techniques de signalisation abritent l'ensemble des dispositifs permettant le contrôle et la commande des équipements de signalisation en ligne et des aiguilles des zones de manœuvres. La surface requise pour ces locaux est au minimum de 20 m<sup>2</sup> aux terminus et au minimum de 44 m<sup>2</sup> au SMR. D'une hauteur sous plafond minimale de 3,5 mètres, les LTS doivent disposer d'un accès vers l'extérieur permettant le passage de personnes et des armoires de gestion de la signalisation ferroviaire. Les LTS doivent également être accessibles depuis la voirie par un poids lourd (stationnement distant de moins de 15m).
- Les locaux d'exploitation servent de salle de pause aux conducteurs de tramway. Ils présentent une surface approximative de 30m<sup>2</sup> et prévoient une kitchenette, un coin repas et 2 sanitaires accessibles aux personnes à mobilité réduite.

Afin de faciliter l'insertion des bâtiments techniques d'un tramway dans les tissus urbains environnants, leur incorporation dans un équipement existant ou futur a été recherché lorsque l'opportunité existe (c'est le cas de la sous-station ZAE Europe, et celle du SMR ; une solution de ce type sera également envisagée pour la sous-station Hameau, s'il est identifié un programme immobilier compatible avec les besoins du T10).

Si l'intégration n'est pas possible, la mutualisation des différentes émergences entre elles a été examinée. Enfin, chaque site d'implantation est traité avec ses spécificités tout en conservant un lien avec le projet de tramway.

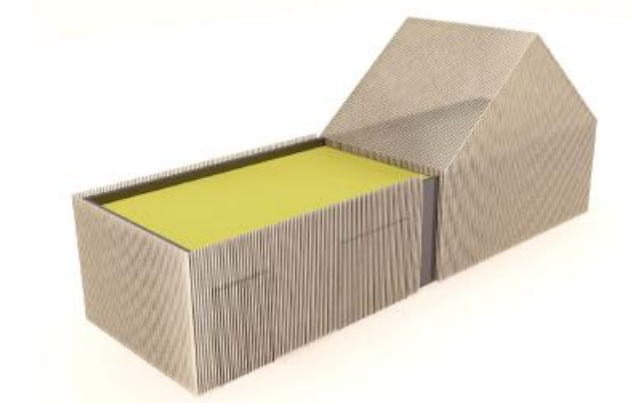
Les illustrations ci-après présentent les orientations d'aménagement au stade AVP des bâtiments en ligne (certains bâtiments incluant plusieurs fonctionnalités de locaux).



Site Meudon : au niveau de la station terminus Place du Garde (~27 m x 9 m)



Site Jardin Parisien : au niveau de la station du même nom (~13 m x 14 m)



Site Hameau : à proximité de la station Édouard Herriot (~20 m x 5 m)



Site Esplanade : face à la station homonyme (~13 m x 10 m)



Site Parc : sur le parking visiteur du Parc de Sceaux (~12 m x 9 m)



Site Croix de Berny : face à la gare du RER à Antony (~15 à 20 m x 5 m)

**Illustration 79. Sous-stations - images de synthèse (orientations d'aménagement)**

### V.2.2.9 L'ECLAIRAGE

L'éclairage existant se caractérise par :

- L'absence de perception du grand paysage, ainsi que des bâtiments et logements
- L'utilisation majoritaire de la lumière au sodium qui génère des ambiances uniformes
- L'absence d'éclairage dédié aux piétons ce qui n'encourage pas l'usage des transports pour les trajets de proximité à la nuit tombée

L'opération T10 est l'occasion de modifier considérablement l'identité lumière des voies accueillant le tramway et de s'inscrire dans la dynamique engagée par certaines communes traversées en s'orientant vers l'utilisation de sources Leds.

La priorité est donnée aux modes doux ; ainsi, stations, pistes cyclables et cheminements piétons connexes seront éclairés au moyen d'un mobilier dédié. La plateforme n'a quant à elle pas d'éclairage dédié et bénéficie d'un éclairage résiduel suffisant, hors station. A l'exception de la traversée en forêt de Meudon, où l'environnement spécifique de la forêt conduit à éclairer la plate-forme et non la voie verte.

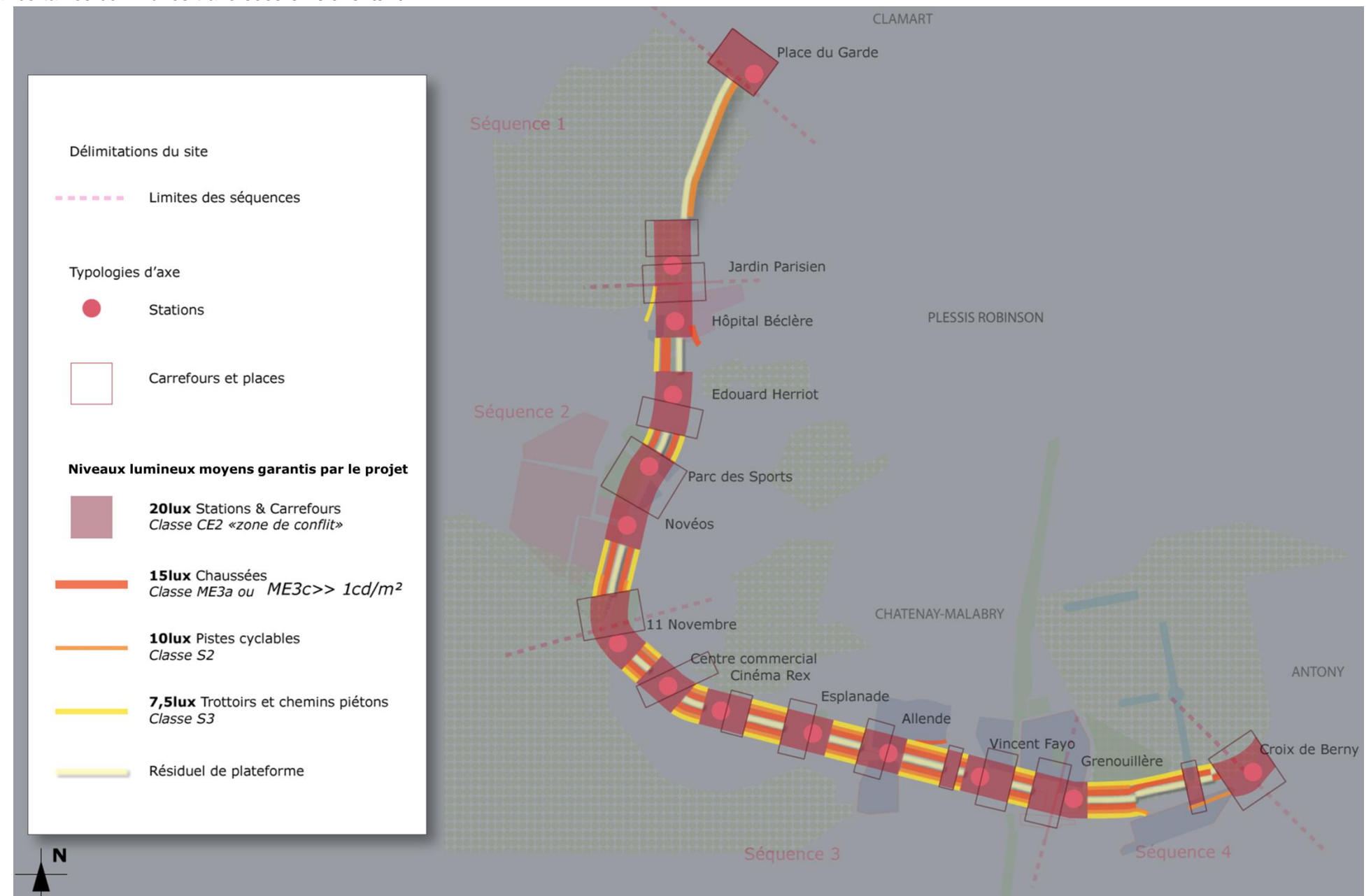
Afin de concilier les usages et de minimiser les impacts sur la végétation et l'écosystème lié aux espaces paysagers traversés, le projet lumière propose un dispositif **de tonalité variable**, grâce aux associations de Leds blanches froides et de Leds couleur ambre, afin de minimiser l'impact sur l'environnement.

- Ainsi, en soirée, l'ensemble du site est éclairé en lumière blanche, chaude, avec un bon indice de rendu des couleurs (3000K) ;
- Puis, en cœur de nuit (c'est-à-dire pendant l'arrêt du service du tramway), l'éclairage piétonnier reste en tonalité blanche, alors que l'éclairage routier est modifié avec une lumière ambrée (2200K) qui perturbe moins la biodiversité nocturne et signale l'apaisement des espaces publics, tout en permettant des économies d'énergie. Bien entendu, cette baisse de luminosité reste dans un domaine acceptable au regard de la réglementation (norme EN13201).

Les niveaux lumineux projetés le long de la ligne s'appuient sur les recommandations de la norme EN13201, et sont indiqués sur le synoptique suivant. L'éclairage résiduel de la plateforme atteint quant à lui 5 à 10 lux moyen.

La route départementale traversant la forêt de Meudon étant considérée comme une voirie hors agglomération au sens du code de la route, elle n'a pas vocation à être éclairée.

Illustration 80. Niveaux lumineux projetés sur la ligne



### V.2.2.10 INTERFACES AVEC LE PROJET

Un certain nombre de travaux, liés plus ou moins directement à la construction du tramway, ont été ou seront engagés. Il s'agit des travaux suivants :

#### V.2.2.10.A Travaux induits par le projet de tramway

##### Désamiantage

En raison de la présence d'amiante dans la chaussée sur un secteur de la RD 986 à Châtenay-Malabry (avenue de la Division Leclerc entre la rue du Loup Pendu et la rue A. Thomas), le Département des Hauts-de-Seine a engagé des travaux de désamiantage. Les travaux ont été réalisés à l'été 2015 et à l'été 2016 : toutes les zones identifiées comme présentant de l'amiante ont à ce jour été traitées.

##### Dévoisement des réseaux concessionnaires

Le dévoisement des réseaux des concessionnaires situés dans le périmètre du projet est nécessaire afin de pouvoir continuer à accéder à ces réseaux une fois l'infrastructure du tramway réalisée. Ce dévoisement doit être réalisé de manière préalable au démarrage des travaux du tramway. Les impacts sur les réseaux sont estimés au cas par cas avec les concessionnaires selon les configurations rencontrées (distance du réseau par rapport à l'emprise de l'infrastructure, profondeur et type de réseau). Le détail des impacts sur les réseaux du secteur est présenté au paragraphe VI-3.

##### Démolition / reconstruction de l'ouvrage d'art LGV

L'ouvrage franchissant aujourd'hui la ligne à grande vitesse Atlantique à Châtenay-Malabry n'est pas suffisamment dimensionné pour répondre aux normes actuelles dans le cadre d'un projet de tramway. Il sera par conséquent démolit et reconstruit, ce qui permet également de garantir la continuité des fonctionnalités.

L'ouvrage supportant actuellement la piste cyclable sera maintenu et réparé. Les travaux sont prévus en 2018 et 2019, préalablement aux travaux du tramway sur le secteur. Ils ont été planifiés en lien avec la SNCF compte tenu des interfaces avec le domaine ferroviaire.

##### Travaux sur les équipements du tube nord de l'A86

L'insertion de la plateforme du tramway T10 le long du Parc de Sceaux et l'implantation du terminus engendrent des impacts sur certains équipements du tube nord de l'A86 :

- modifications des grilles de désenfumage des usines 1 à 4,
- déplacement de la cheminée des usines de désenfumage 5 et 6

- modification de l'issue de secours en interface avec le quai de la station tramway « Croix de Berny »

La maîtrise d'ouvrage de ces travaux devrait être assurée par la DRIEA (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement) dans le cadre des travaux de modernisation du tunnel de l'A86 à Antony.

##### Projet de réaménagement du parvis de la résidence des Verts Coteaux à Châtenay-Malabry

La dalle des Verts Coteaux est située le long de la RD986, entre les stations « 11 novembre » et « Centre commercial ». Elle accueille du stationnement pour les clients des commerces situés en pied d'immeuble, des espaces piétons et paysagers. Le projet prévoit la requalification de ces espaces et la modification des accès en lien avec le projet de tramway T10. Il est réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la ville de Châtenay-Malabry, qui procédera à l'acquisition de la partie superficielle de la dalle. Le financement sera assuré dans le cadre du projet T10, à hauteur de 1 M€ HT.

#### V.2.2.10.B Travaux en interface avec le projet de tramway

Contrairement aux travaux induits, il s'agit des travaux qui ne sont pas rendus nécessaires par le projet de tramway mais qui sont concomitants à l'opération T10, réalisés sous d'autres maîtrises d'ouvrage. Ces projets nécessitent une coordination forte dans la conduite des opérations, tout particulièrement en phase travaux (et notamment pour la bonne gestion des impacts sur la circulation routière).

*A noter qu'il s'agit des projets envisagés à ce stade des études, la liste de ces projets étant susceptible d'évoluer.*

##### Optimisation et réhabilitation du réseau départemental d'assainissement

L'opération du tramway T10 sur les deux grands axes départementaux RD2 et RD986, est l'occasion pour le Département des Hauts-de-Seine d'une amélioration de son réseau d'assainissement existant, au travers de deux missions, indépendantes du projet de tramway :

- Une mission connexe d'optimisation du réseau d'assainissement du CD92 qui concerne la réalisation d'une canalisation DN 2000 sous l'avenue de la Division Leclerc entre le carrefour RD986/Rue Léon Martine et les ouvrages LGV.
- Une mission connexe de réhabilitation du réseau d'assainissement du CD92 qui porte sur la réhabilitation des ouvrages d'assainissement existants ayant fait l'objet d'un diagnostic exhaustif de la part de la direction de l'eau du CD92.

## **Echangeur de la Boursidière**

Le projet a pour objet la réalisation d'un demi-diffuseur est entre l'A86 et la RD 986, sur les communes de Châtenay-Malabry et du Plessis-Robinson. Les travaux sont réalisés sous maîtrise d'ouvrage du Département des Hauts-de-Seine en accord avec l'Etat.

La déclaration d'utilité publique a été obtenue en 2013 et le début des travaux est envisagé en 2017 pour une mise en service à l'horizon 2020.

## **Projet de création du tube sud de l'A86**

Le projet doit permettre dans un premier temps de sécuriser le tunnel par la séparation des deux sens de circulation et par la création de bandes d'arrêt d'urgence, puis à terme d'augmenter la capacité avec un passage de cette section à 2x3 voies.

Ce projet de création du tube sud, porté par l'Etat, ne dispose pas d'un calendrier permettant à ce jour de prévoir la date de sa mise en service, qui sera vraisemblablement ultérieure à celle du T10.

## **Les projets d'aménagements qui jalonnent le tracé, portés par les communes ou des aménageurs :**

- à Antony : la ZAC Jean Zay, la ZAC Croix de Berny
- à Chatenay-Malabry : l'écoquartier « Centrale », le secteur Europe, le secteur Appert-Justice, les secteurs Allende et Pharma, le projet de rénovation urbaine de la Butte-Rouge
- au Plessis Robinson : le projet d'aménagement du Parc d'activités Novéos, du Parc des Sports et du Parc Technologique.



### V-3. PARTI PAYSAGER

#### V.3.1 La plateforme verte

L'insertion verte du tramway ouvre un potentiel d'inscription des lieux traversés dans la trame végétale exceptionnelle du territoire. De nombreuses expériences dans des villes françaises permettent aujourd'hui de proposer des protocoles d'exploitation qui optimisent les apports d'eau et les types de végétalisation. Ces retours d'expériences permettront de faire des choix adaptés afin de limiter les investissements et les coûts d'entretien.

Le ruban vert se décline comme suit :

- **Dans la forêt** : il est constitué de couvresol forestier émergeant entre des galets blancs nécessitant peu d'entretien et aucun arrosage
- **Sur le plateau** : une base d'enherbement est complétée de mélanges introduisant des variations de couleurs par sous-séquence, nécessitant peu d'arrosage
- **Sur le coteau** : l'enherbement est proposé en mélange avec des variations de couleurs en dialogue avec les ruptures de pente, nécessitant peu d'arrosage
- **Le long du parc de Sceaux** : l'enherbement répond à la structure ordonnée du jardin à la française. Un arrosage plus important est à prévoir.

#### V.3.2 Les arbres

La figure arborée, première composante structurelle végétale, est un des éléments déterminant de la fabrication du projet paysager du tramway T10 Antony-Clamart.

Le parti d'aménagement est proposé à travers des intentions générales qui prennent en compte la ligne dans son ensemble, et font le lien entre le site et le projet : hauteurs et formes d'arbres, qualités de feuillage, choix d'essences, structures (alignement, bosquet...), espacement des plantations (régulier, aléatoire...) sont appropriés à la séquence traversée.

La figure arborée du T10 structure, complète et renouvelle les figures préexistantes, dans des situations d'arbres d'alignement, d'arbres de mails, de sujets isolés, de bosquets ou de lisières. Le projet prévoit le maintien d'une centaine d'arbres et le renouvellement de 1000 individus environ.

#### V.3.3 Les lieux-jardins

Le projet prévoit par ailleurs l'aménagement de « lieux-jardins » le long du tracé, espaces de rencontre et de confort, avec l'implantation de :

- une centaine de cépées ornementales (arbres ou arbustes présentant plusieurs branches principales qui se séparent dès le collet)
- 25 000 m<sup>2</sup> de mélange d'herbacées
- 20 000 m<sup>2</sup> d'arbustes vivaces et couvre-sol

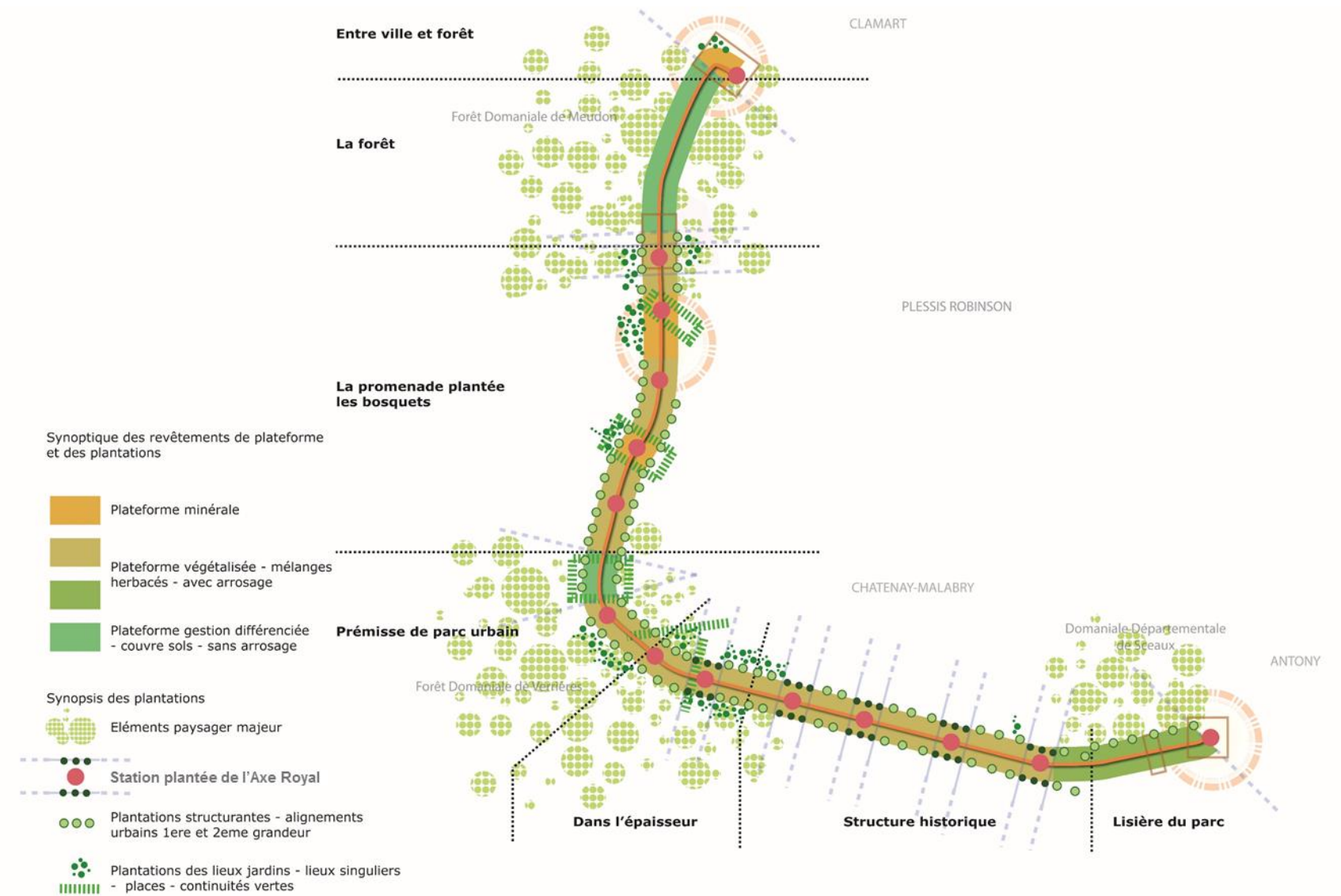


Illustration 81. Synoptique des plantations et des revêtements de plateforme

### V-4. EVOLUTIONS DEPUIS LE SCHEMA DE PRINCIPE

Les études d'AVP ont permis d'accéder à un niveau de détail supérieur à celui des études préliminaires, mais ont également vu l'éclosion d'un certain nombre d'évolutions pour répondre à des enjeux soulevés par les maîtres d'ouvrage à l'issue d'une part, de ces études préliminaires et d'autre part, de l'enquête publique qui s'est tenue entre le 5 octobre et le 6 novembre 2015.

La liste ci-dessous récapitule les **principales évolutions** du projet entre le schéma de principe et l'avant-projet :

- En réponse à la réserve n°1 de la commission d'enquête, le profil en travers de la traversée de la forêt de Meudon a été optimisé en vue d'y insérer les modes doux, sous la forme d'une voie verte, sans toucher aux crêtes de talus. L'insertion des modes actifs sur le chemin du Vieux Cimetière a par conséquent été abandonnée.

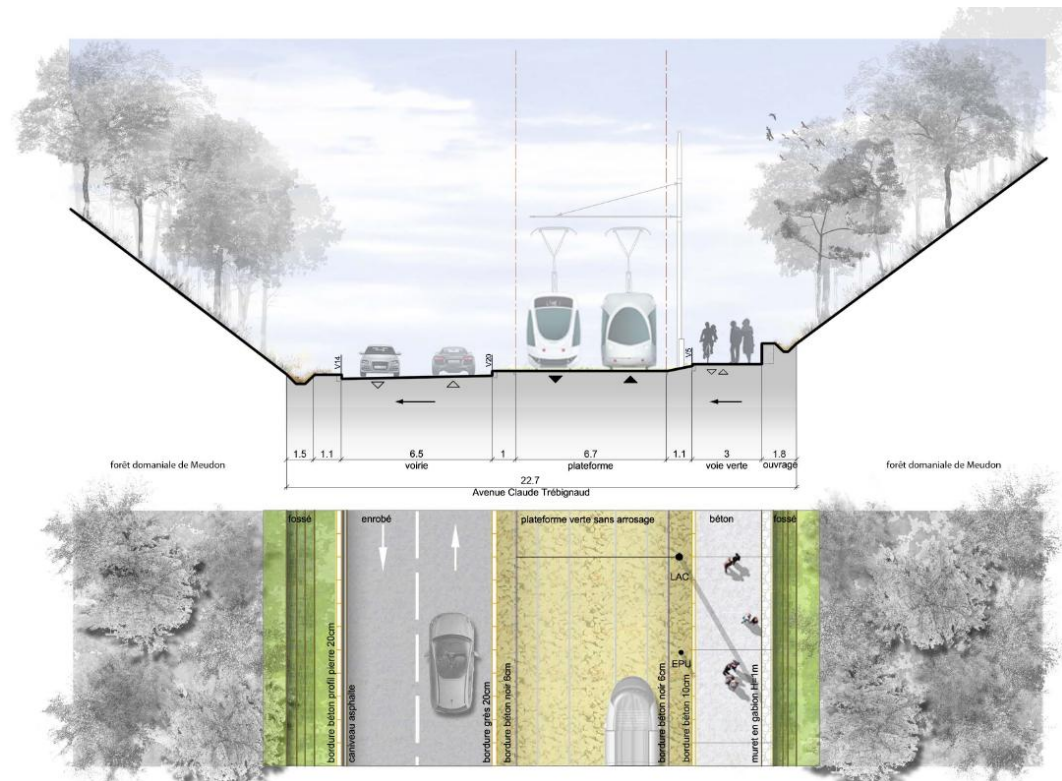


Illustration 82. La forêt - insertion au niveau du talus forestier – coupe C1 et plan d'ambiance

- A la demande de la Commune, une voie de circulation a été ajoutée entre la rue de la Porte de Trivaux et la rue Andreas Beck afin de fluidifier le trafic en sortie de carrefour

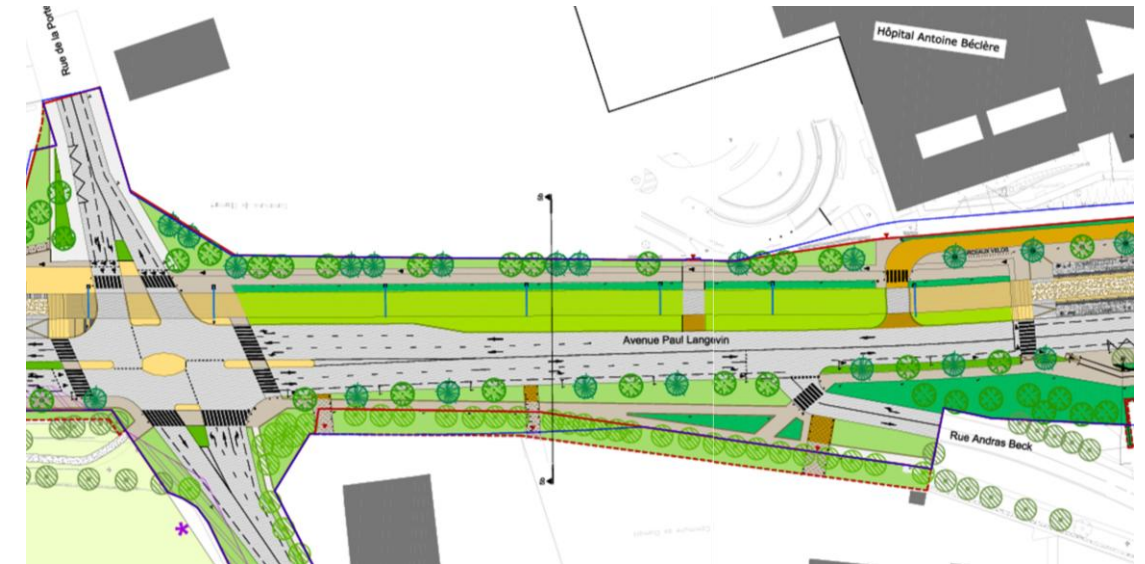


Illustration 83. Ajout d'une voie entre Porte de Trivaux et Andreas Beck

- En réponse à la recommandation n°1 de la commission d'enquête, l'insertion au droit de la correspondance avec le T6 à l'hôpital Béchère a été optimisée, afin de ne pas empiéter sur le domaine AP-HP au-delà de la clôture et de limiter la reprise des murs de soutènement



Illustration 84. Hôpital Béchère et correspondance avec le T6

A la demande de l'hôpital Guiraud, relayée par la commune de Clamart, le réaménagement de la frange ouest de la RD 2, au croisement avec la RD 906, prend en compte le projet de l'hôpital d'aménager une promenade pour ses patients.

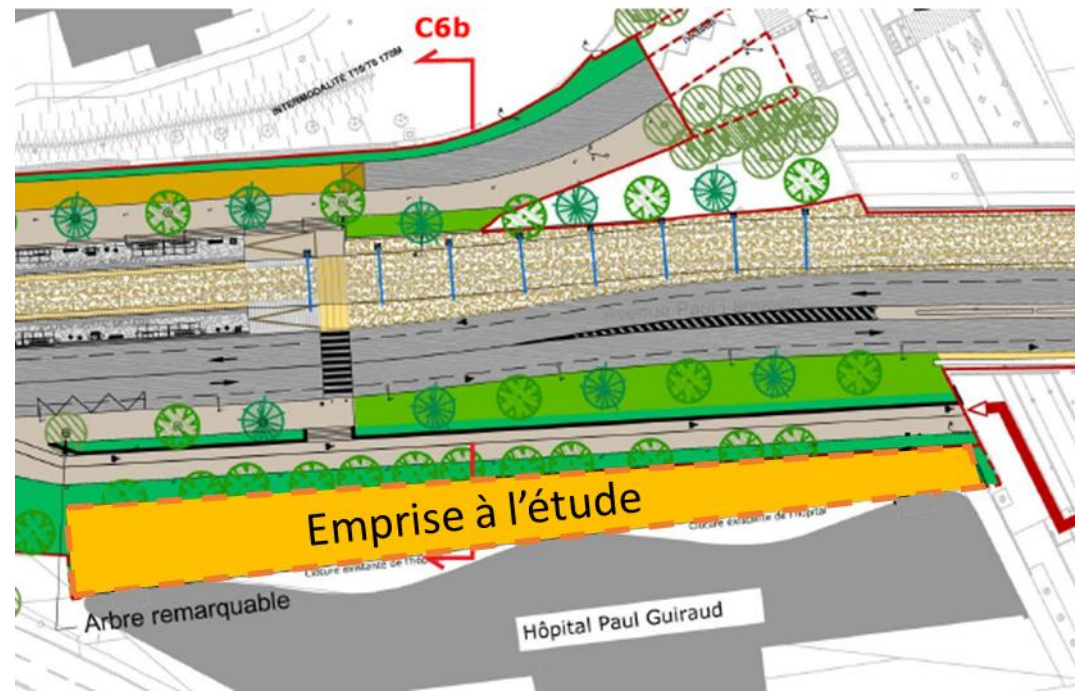


Illustration 85. Elargissement de la promenade de l'hôpital Guiraud

- afin d'améliorer la lisibilité et la sécurité du carrefour, le passage de la plateforme d'axial en latéral s'effectue maintenant au niveau du carrefour Becquerel et non avenue Edouard Herriot

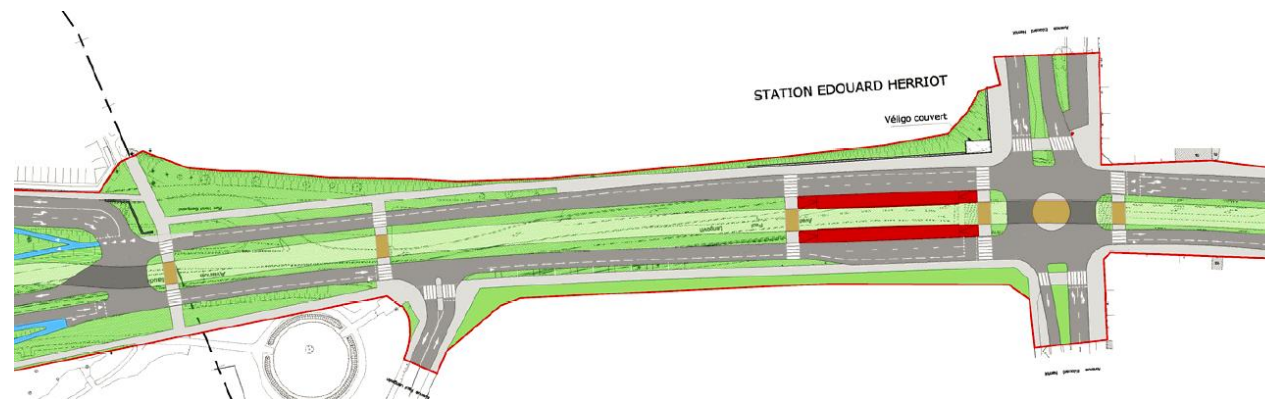


Illustration 86. Carrefour Herriot – principe d'insertion AVP

- à la demande de la Commune du Plessis-Robinson, une variante de positionnement de la station Novéos a été étudiée mais reste soumise à validation dans la suite des études.



Illustration 87. Solution de base station Novéos



Illustration 88. Variante station Novéos

- A la demande de la commune de Châtenay-Malabry, la station Vincent Fayo a été déplacée de l'ouest de la rue Vincent Fayo au carrefour avec la rue Léon Martine, afin de créer des places de stationnement et de livraison supplémentaires, au plus près des commerces

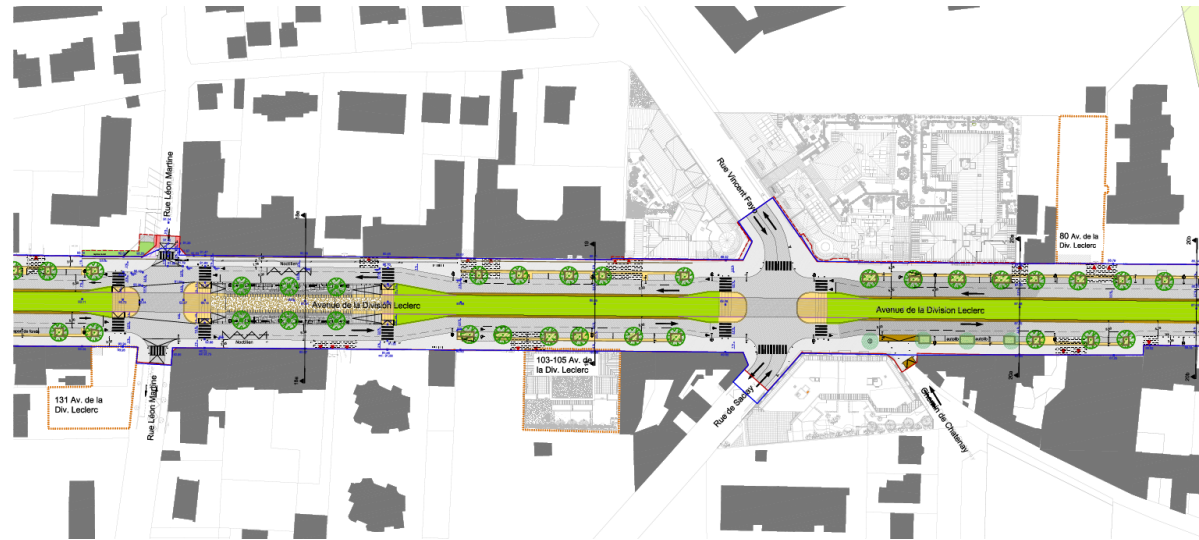


Illustration 89. Localisation de la station Vincent Fayo

- A la demande de la commune de Châtenay-Malabry, deux ouvrages piétonniers en estacade seront réalisés sur la frange nord de l'avenue de la Division Leclerc, à proximité du parvis du Théâtre de la Piscine : ces estacades en surplomb de parcelles de l'Etat permettent un élargissement de l'emprise du projet pour aménager des places de stationnement, dans un secteur où se trouvent des équipements publics majeurs (théâtre, parc des Sports, Conservatoire)



Illustration 90. Réaménagement de la contre-allée du théâtre de la Piscine

- A la demande de la commune de Châtenay-Malabry, afin de favoriser la proximité des stationnements vis-à-vis des commerces, le profil en travers de l'axe royal a été modifié : les stationnements initialement prévus le long de la plateforme ont été basculés côté trottoir.
- Le long du parc de Sceaux, la plateforme du tramway a été déplacée le long de l'A86, depuis le pont des Marguerites jusqu'à l'accès au parking de la Grenouillère, afin de limiter les traversées de plateforme et ainsi favoriser la bonne circulation du tramway (sécurité et vitesse commerciale). Pour fluidifier les circulations, le tourne-à-gauche au niveau du pont des Marguerites a été reporté. L'accès au parking de la Grenouillère a été reconfiguré en conséquence. Une bande cyclable a été insérée entre le parking de la Grenouillère et le carrefour de l'Europe.



Illustration 91. Plateforme le long de l'A86

- A Croix-de-Berny :
  - suite à l'étude qui a démontré l'impossibilité de déplacer l'escalier de secours de l'A86, incompatible avec une station à quai central, le terminus à Croix-de-Berny est maintenant configuré en quais latéraux.

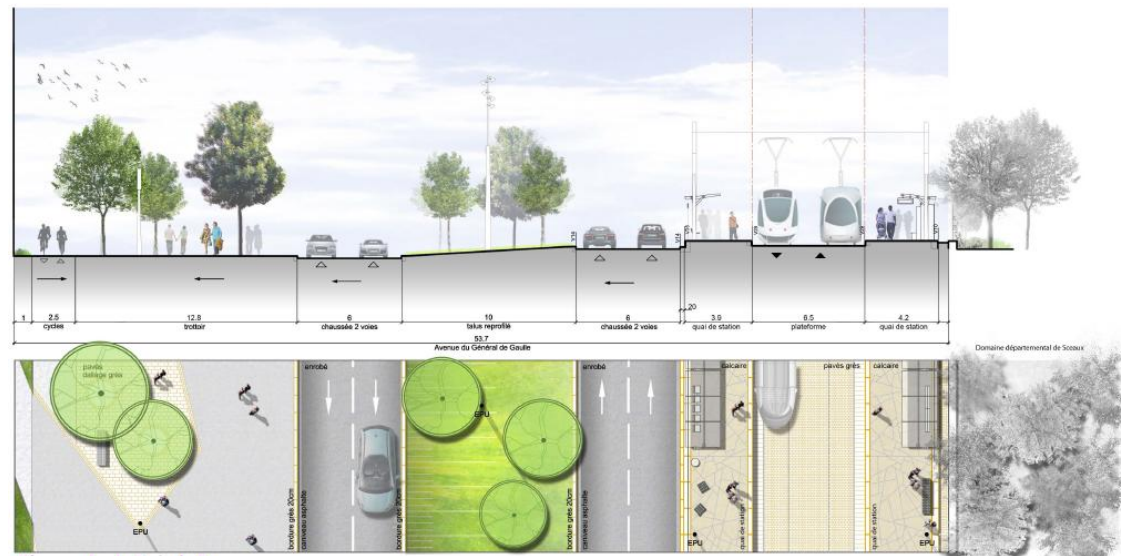
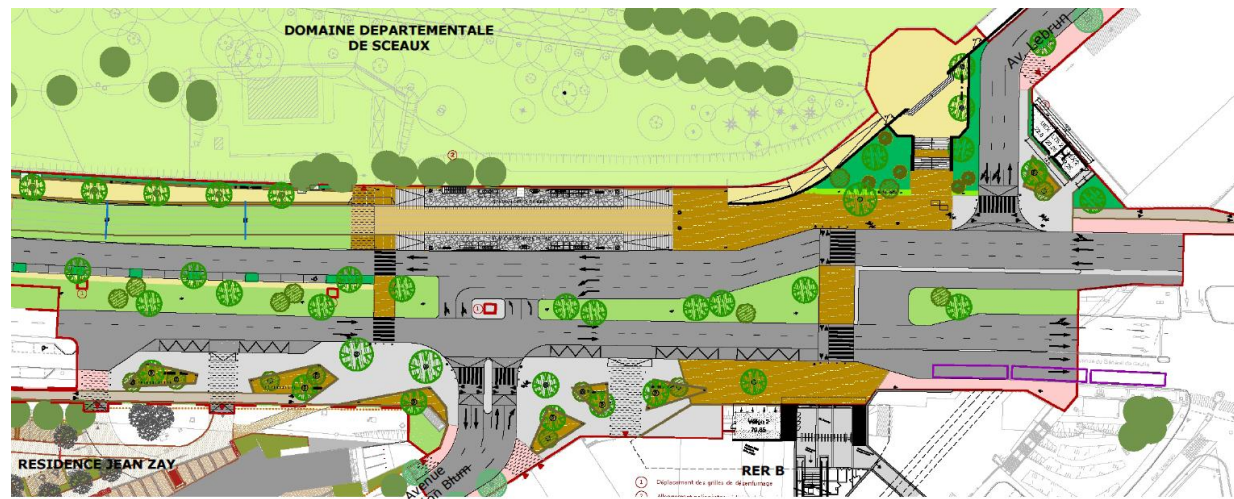


Illustration 92. Quais latéraux à Croix-de-Berny

- Intégration au projet d'une traversée piétonne supplémentaire face à l'entrée principale du Parc de Sceaux côté Antony, en lien avec l'amélioration de l'intermodalité et de l'accès principal au parc. Afin de clarifier et de sécuriser l'aire d'attente du passage piéton face à la gare RER, celui-ci est décalé vers l'est de 5 m.



Illustration 93. Principe d'accès au parc et itinéraires piétons - concept

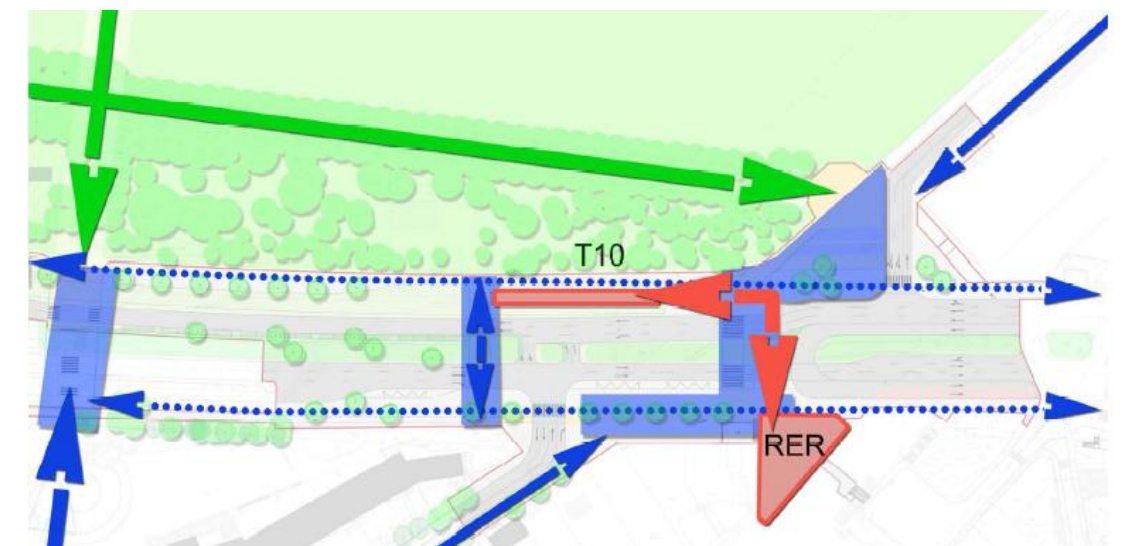


Illustration 94. Parcours d'intermodalité à la Croix de Berny

- Les études d'avant-projet ont également été l'occasion de préciser les besoins en termes de bâtiments en ligne et de réfléchir à leur intégration architecturale.

## V-5. DISPOSITIONS TECHNIQUES RETENUES

### V.5.1 Systèmes de transport

#### V.5.1.1 TRACE DE VOIE

##### V.5.1.1.A Tracé en plan - gabarits

Le matériel roulant n'ayant été connu qu'après finalisation des études d'AVP, le tracé de voie est élaboré sur la base d'un matériel possédant les caractéristiques suivantes :

- Longueur hors tout : 45m
- Largeur hors tout : 2,65 m
- Hauteur maximale : 3,55 m avec capotage
- Hauteur de captage : comprise entre 3,80 et 6,50 mètres

La vitesse est un paramètre essentiel dans les calculs d'implantation des voies. La vitesse varie en fonction :

- des performances du matériel roulant
- de la longueur des inters stations
- du profil en long de la ligne
- des temps de stationnement
- du confort des voyageurs (par exemple : limitation de l'accélération transversale en courbe)

Critère	Valeur
Accélération transversale maximale	1 m/s <sup>2</sup>
Accélération verticale maximale	0,2 m/s <sup>2</sup>
Jerk <sup>3</sup> maximal	0,4 m/s <sup>3</sup>

- des conditions d'insertion du tramway dans l'environnement urbain (par exemple : rue piétonnière, visibilité réduite du conducteur, proximité de carrefour)
- de la limitation des efforts transversaux sur la voie
- de la limitation des nuisances sur l'environnement (bruits, vibrations)

<sup>3</sup> Ce terme, qui signifie « secousse », est la dérivée du vecteur accélération par rapport au temps. Le Jerk permet de qualifier le confort d'accélération et de décélération du tramway

Le tracé est constitué d'alignements droits et de courbes. Les raccordements en plan entre alignements droits et courbes circulaires sont réalisés par des clothoïdes qui permettent une variation linéaire de la courbure.

Les courbes circulaires sont définies par leurs rayons en mètres. Pour améliorer le confort des passagers et réduire les coûts d'entretien on utilisera autant que possible de grands rayons. Il est conseillé de ne pas descendre sous la valeur de 50m en ligne ; cependant, aux points contraints, le rayon minimal en tracé en plan est de 25m.

Le Gabarit Statique (GS) est défini par le matériel à l'arrêt. En fonction du rayon de courbure rencontré, le GS évolue. Le Gabarit Dynamique (GD) est défini par le matériel en mouvement. En fonction de la vitesse du Matériel Roulant et des courbes, le GD évolue. A partir de ce GD, le GLO (Gabarit Limite d'Obstacle) se construit en ajoutant 150 mm en largeur (sauf pour les parties sous caisse). Ces 150 mm incluent la lame d'air, et une marge de sécurité.

COUPE TYPE VOIE UNIQUE

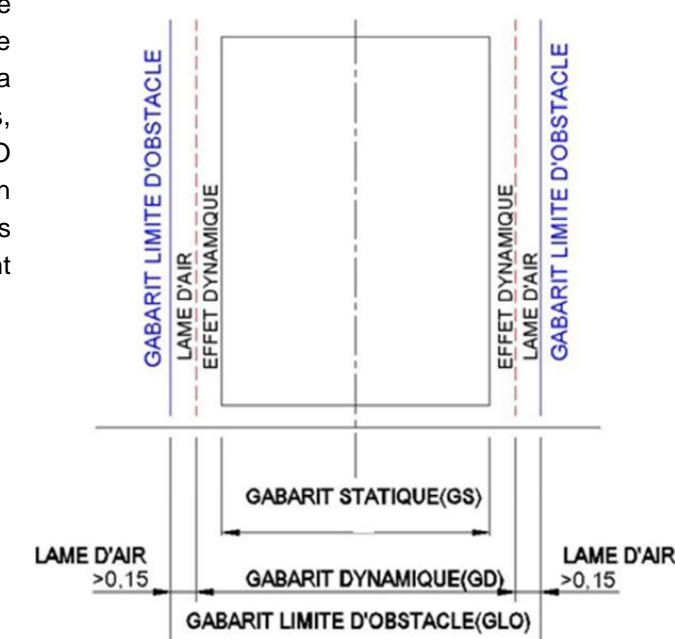


Illustration 95. Coupe type illustrant les gabarits en voie unique

Les largeurs de GLO en alignement droit sont de :

- 6,50m avec poteaux latéraux
- 7,00m avec poteaux centraux

Le tracé du T10 (hors accès SMR) présente un linéaire de 8 209 m. Il s'inscrit en ligne droite sur la RD2 puis sur la RD986. Ainsi, les seules courbes de rayon inférieures à 50m sont les suivantes :

- La sortie du terminus Place du Garde pour s'insérer en latéral est sur la RD2 : R= 25m
- Au sud du franchissement du carrefour du 11 Novembre : R=50m
- A l'ouest du carrefour avec la rue Nicolas Appert : R=45 m

## V.5.1.1.B Profil en long - dévers

Le profil en long est constitué d'un enchaînement de pentes reliées entre elles par des courbes paraboliques.

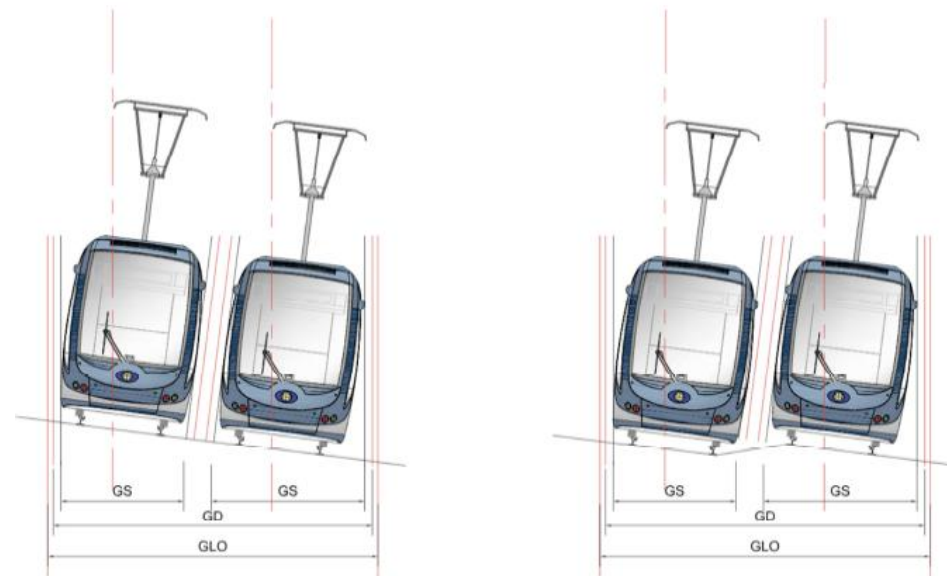
La pente équivalente maximale admise pour des tramways à roulement fer est limitée généralement à 7%, avec des valeurs exceptionnelles admises de 8% sur une centaine de mètres après étude spécifique du matériel roulant. Les courbes paraboliques sont limitées à 350 m pour des rayons en creux, et 700 m pour des rayons en bosse.

Le tracé du T10 comporte des zones de forte déclivité, aux points particuliers suivants :

- Rue de Meudon à Clamart ;
- Le long de la RD2 en traversée de forêt à Clamart ;
- Avenue de la division Leclerc (RD986) à Châtenay-Malabry.

Le travail d'insertion a consisté à optimiser l'implantation des stations pour « gommer » ces déclivités. Néanmoins, deux stations présentent des pentes longitudinales supérieures à 4%.

Le dévers de la voie correspond à la surélévation d'un rail par rapport à un autre. Il permet de compenser l'accélération transversale subie par le tramway. Les contraintes d'insertion en milieu urbain et de confort des passagers (arrêt ou ralentissement en pleine courbe) conduisent à limiter le dévers appliqué (appelé aussi dévers pratique). Le dévers pratique maximum applicable est  $\max d = 120\text{mm}$ .



**Dévers coplanaire** : dans ce cas, les 4 rails sont dans le même plan

**Dévers voie par voie** : dans ce cas, les axes des 2 voies sont à la même altimétrie

**Illustration 96. Schéma illustrant le dévers en courbe**

## V.5.1.1.C En station

Pour minimiser les lacunes entre la rame et le quai :

- les stations sont situées en alignement droit (le cas échéant le rayon devra être supérieur ou égal à 2000m)
- Pour permettre le bon alignement du tramway par rapport au quai, une longueur d'alignement de 12m est recommandée (minimum absolu : 6m) entre la courbe et le nez de quai de la station
- La hauteur des quais est constante ( $H = 290\text{ mm}$ )
- Aucun devers n'est admis en station.

## V.5.1.2 PLATEFORME ET VOIE FERREE

### V.5.1.2.A Rôle de la plateforme

Du point de vue fonctionnel, la plateforme et la voie ferrée assurent, en interface avec le matériel roulant, les deux fonctions principales de roulement et de guidage, qui contribuent le plus directement à la fonction transport du tramway.

La plateforme et la voie ferrée contribuent à la réalisation des objectifs principaux du système de transport :

- le respect du schéma général d'exploitation de la ligne (vitesse commerciale, fréquence d'exploitation)
- la sécurité des personnes et des biens (stabilité du roulement / guidage, prévention et limitation des conséquences de déraillements, adhérence, lisibilité de l'infrastructure)
- le confort des voyageurs du tramway et des usagers de l'espace public (souplesse du roulement, fluidité du guidage, qualité des revêtements)
- la limitation des nuisances sur l'environnement (bruits, vibrations, courants vagabonds).

### V.5.1.2.B Contraintes de conception

La conception de la plateforme et de la voie ferrée doit prendre en compte de nombreuses contraintes :

- Les exigences imposées par le matériel roulant et le tracé, et en conséquence les contraintes mécaniques imposées à la voie (charge par essieu, vitesse maximale, caractéristiques des bogies, des essieux et des roues...)
- Les contraintes liées à l'énergie (bon isolement des rails par rapport à leur environnement afin de limiter la propagation des courants vagabonds)

- Les contraintes liées à l'insertion et à l'environnement (revêtement de voie adapté au type de trafic routier sur les sections banalisées, aucun aiguillage d'appareil de voie au droit et à proximité des passages piétons et des traversées des pistes cyclables, ni dans les carrefours, projets connexes, ouvrages spécifiques...)
- Les contraintes climatiques (chaleur, pluviométrie)
- Les exigences de confort des passagers, des usagers de l'espace public et des riverains (variation linéaire de l'accélération transversale, bruits aériens et solidiens)
- Les contraintes liées aux réseaux existants et les adaptations du système de transport permettant de les maintenir en place
- Les exigences liées à la maintenance (entretien des voies, des appareils de voie...)
- Contraintes liées à la géophysique des sols et note géotechnique
- Les exigences liées au déroulement des travaux.

### V.5.1.2.C Limitation du bruit

Le passage d'une rame de tramway est générateur de bruits de 2 types différents : bruits aériens (contraintes acoustiques) et solidiens (contraintes vibratoires).

Le **bruit aérien** émis par le passage d'une rame est la somme de bruits de différentes origines (bruit de roulement émis au contact rail-roue, bruit des auxiliaires (compresseur, ventilation, etc.), bruit d'exploitation (klaxon)...). Parmi les bruits émis par le contact rail-roue, les crissements sont les plus difficiles à maîtriser. Le bruit de crissement imputable au couple rail-roue apparaît en courbe de faible rayon, configuration peu fréquente sur le T10.

Le **bruit solidien**, dû aux vibrations, résulte de l'excitation dynamique de la roue sur le rail. La transmission des sollicitations se propage dans le sol, aux ouvrages de génie civil jusqu'aux fondations des immeubles et peut provoquer des nuisances aux riverains.

Dans les zones présentant des enjeux particuliers, des dispositifs spécifiques seront donc mis en place pour le tramway T10 :

- Pour minimiser les nuisances sonores produites au contact rail-roue, un dispositif de lubrification en ligne pour les courbes inférieures à 100 m sera mis en place (dispositif à confirmer avec les études du matériel roulant) ;
- Pour limiter les bruits solidiens, les moyens envisagés concernent la protection contre les vibrations transmises aux structures voisines de la plateforme, en localisant les zones concernées et en ayant recours à une pose anti-vibratile -10dBv.

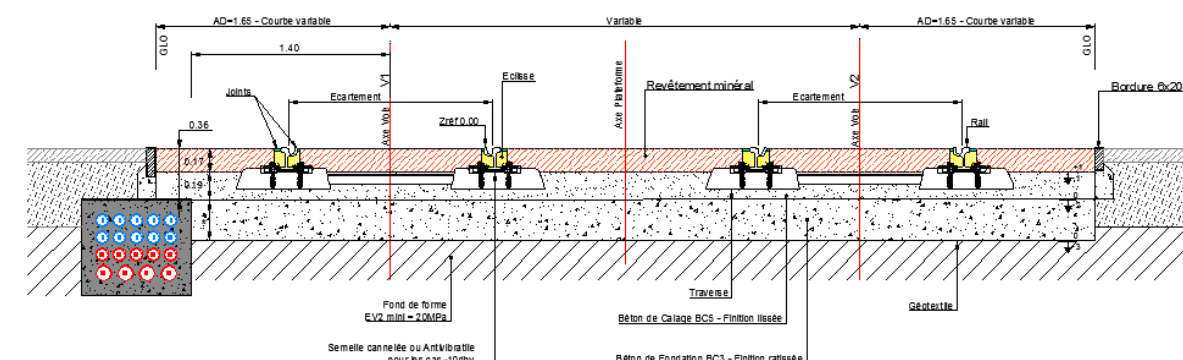
### V.5.1.2.D Type de pose de voie

Les types de pose de voie en ligne proposées sont les suivantes :

- pose de voie béton classique
- pose de voie béton anti-vibratile avec amortissement de 10 dBv
- pose de voie sur longrines
- pose encastrée sur l'ouvrage d'art au-dessus de la Ligne à Grande Vitesse.

#### Pose béton classique

La pose béton se compose de traverses bi-blocs entretoisées et de rails à gorge réglés sur un béton de forme de résistance nominale à la compression de 25 MPa, d'épaisseur variable suivant les modules du sol, puis noyée dans un béton non armé de résistance nominale à la compression de 35 MPa. Le revêtement de la plateforme peut être minéral ou végétal.



**Illustration 97. Pose béton classique**

#### Pose anti-vibratile -10dBv

Une pose anti-vibratile -10dBv est préconisée si la distance entre l'axe de voie et le nu des fondations des bâtiments les plus proches est comprise entre 7 et 12 mètres. Cela concerne moins de 10% du linéaire.

Parmi les différents systèmes capables d'amortir environ 10 dBv, la solution retenue est la pose sur traverses classiques avec semelle anti-vibratile. Cette pose dérive étroitement de la pose classique et peut également accueillir tout type de revêtement.



## Pose sur longrines

La pose sur longrines permet de limiter l'imperméabilisation des sols dans un souci environnemental : elle permet la réduction du coefficient de ruissellement et l'ouverture à un éventail plus large d'espèces végétales.

La pose sur longrines est constituée d'une traverse dont les blochets sont de dimensions réduites (longueur 40 cm / épaisseur 12 cm) par rapport à une traverse classique (longueur 62 cm / épaisseur 12 cm). Les traverses sont noyées dans deux longrines longitudinales (largeur 85 cm / hauteur 50 cm) en béton armé et entretoisées transversalement par des longrines béton préfabriquées (25 cm x 25 cm) positionnées tous les 3 mètres.

Ce type de pose de voie, compatible avec les revêtements perméables (platelage bois ou revêtement végétal) est à utiliser principalement en alignement droit et dans les courbes de rayon supérieur à 150m compte tenu des critères de stabilité de voie en courbe.

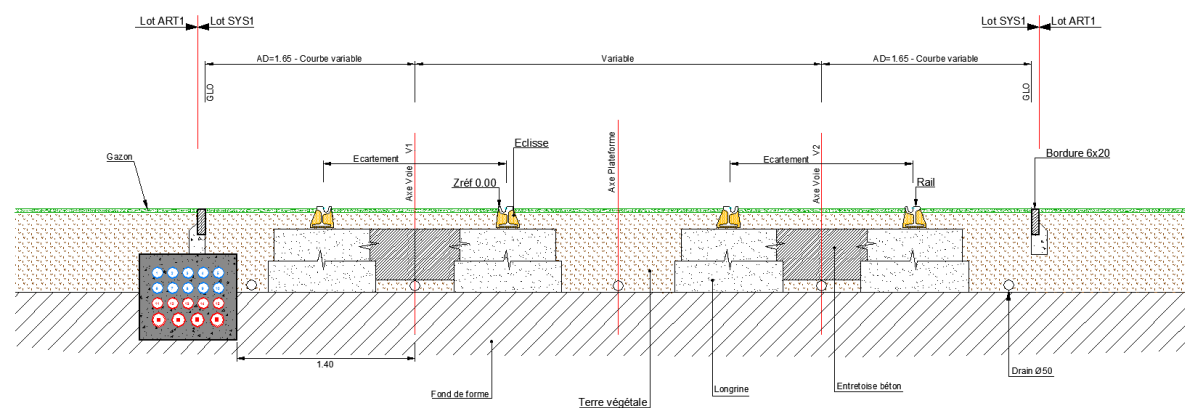


Illustration 98. Pose de voie sur longrines avec revêtement végétal

Le synoptique suivant indique les zones d'implantation des différents types de pose :

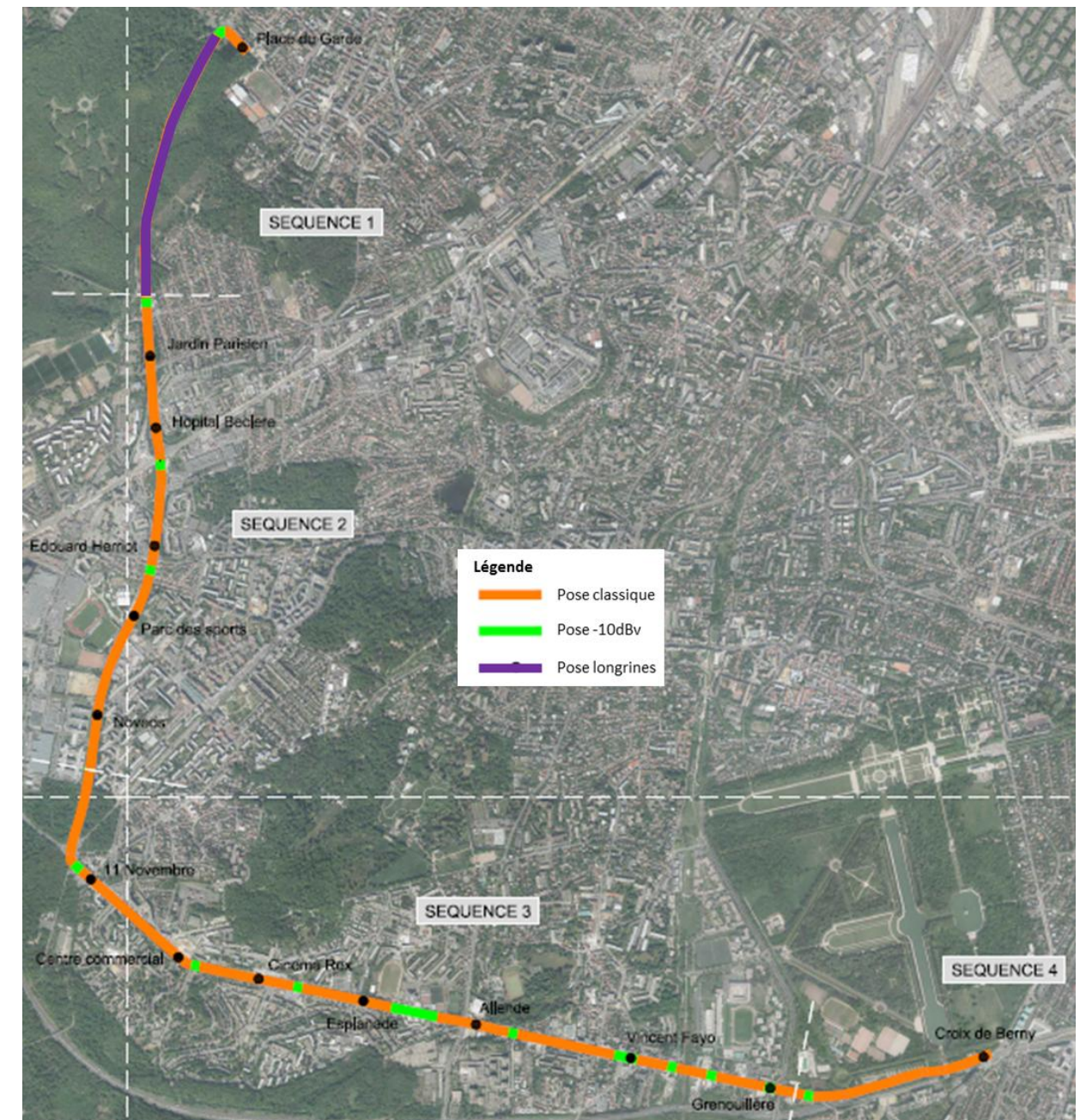


Illustration 99. Synoptique des différents types de pose

## V.5.1.2.E Arrosage de la plateforme

Il est proposé de mettre en œuvre un système innovant qui sera également installé sur le T3b et le T1 : la sub-irrigation (goutte-à-goutte enterré permettant une consommation réduite de 30% à 40% par rapport à une aspersion classique), dans l'objectif de réduire les consommations en eau potable ou non potable, afin de créer et entretenir des plateformes « tramway », dans une démarche environnementale durable.

## V.5.1.3 MULTITUBULAIRE

Les multitubulaires courantes regroupent les câbles qui cheminent entre les différents points du tracé et suivent la plateforme tramway. Chaque famille de câbles (basse tension, télécom, télétransmission, signalisation lumineuse tricolore, traction...) se voit affecter un chemin qui lui est strictement réservé. Les liaisons spécifiques relient les multitubulaires courantes aux différents locaux et équipements implantés à l'écart du tracé (sous-station de traction, local technique de signalisation...)

### V.5.1.3.A Multitubulaire longitudinale

L'ensemble de la ligne du tramway sera équipé d'une multitubulaire longitudinale dite "commune" qui recevra les câbles de distribution de la "Basse Tension", de la traction et courants faibles affectés aux installations sur l'ensemble du parcours.

La multitubulaire est composée de fourreaux PVC de diamètres 90mm et 110mm, en nombre variable selon les cas.

Une réserve de capacité de 30% est prévue, à la fois en nombre et en diamètre de fourreaux. Elle sera située sous surlargeur GLO, sous chaussée ou sous plateforme, à une altimétrie de 36cm sous le niveau de rail (génératrice supérieure) dans le cas général.

Le masque courant est représenté ci-après.

Pour le passage de points singuliers comme des ouvrages d'art, ou lorsque la charge disponible est faible pour faire cheminer les câbles, des caniveaux techniques pourront se substituer à la multitubulaire pour assurer les liaisons.

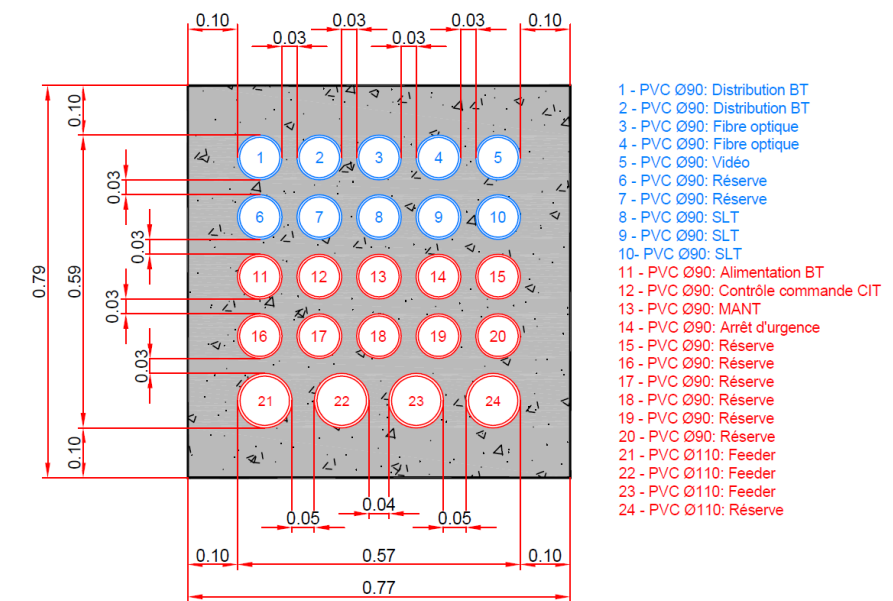


Illustration 100. Masque courant MTU-CFA-CFO-1

### V.5.1.3.B Multitubulaires transversales

Chaque point d'alimentation ou de distribution de l'énergie et des courants faibles fera l'objet d'une distribution des câbles par l'intermédiaire de multitubulaires transversales :

- Liaison entre la multitubulaire de ligne et la sous station de redressement
- Multitubulaire liaison inter-quais en stations voyageurs
- Multitubulaire liaison entre la plateforme et les locaux techniques de signalisation

### V.5.1.3.C Chambres de tirage

La fonction principale des chambres de tirage est de :

- Faciliter le déroulage des câbles sur la longueur de la multitubulaire
- Servir de liaison entre différents types de chemins de câbles
- Permettre un repérage aisé des câbles étiquetés
- Permettre l'implantation de boîtes de jonction des câbles
- Permettre la pose de crochets et/ou de caniveaux éventuels pour la protection et le rangement des câbles dans les chambres

Les chambres de tirage seront implantées à intervalle maximal de 150m en alignement droit. Cet intervalle sera réduit dans les courbes, avec des chambres en entrée/sortie de courbe, voire dans la courbe en fonction du rayon et de la longueur de la courbe.

Une chambre de tirage conséquente sera systématiquement implantée à l'intersection des deux multitubulaires mais également, si nécessaire, à proximité de croisements de chaussées afin de permettre le phasage des travaux.

Par ailleurs, des chambres de tirage seront dans de nombreux cas réalisées à la demande (liaisons aux sous-stations, aux locaux techniques ou d'exploitation, aux stations, aux sectionnements LAC, aux appareils de voie, aux points d'injection traction, etc.).

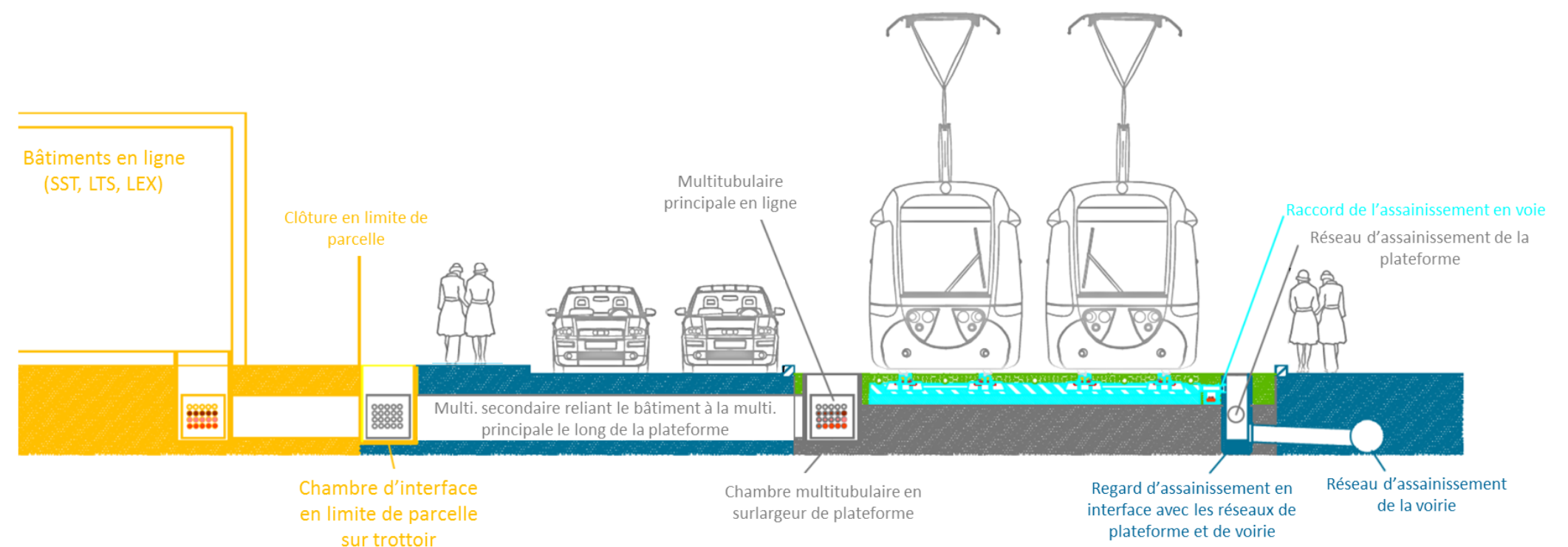


Illustration 101. Coupe type d'implantation de multitubulaire et chambres de tirage

### V.5.1.4 SIGNALISATION FERROVIAIRE

#### V.5.1.4.A Généralités

En voie courante et site urbain, un tramway circule à droite en voie double et en "conduite à vue" : la sécurité des circulations dépend de la vigilance des conducteurs de tramway et de l'application des consignes d'exploitation. Un conducteur de tramway doit adapter la vitesse de sa rame, compte tenu de la partie de voie libre en vue, de manière à pouvoir s'arrêter devant tout obstacle et maintenir, en toute circonstance, une distance minimale de sécurité avec le tramway qui le précède.

En revanche, dans certaines zones de manœuvre complexes comprenant un ou plusieurs appareils de voie, la conduite à vue se révèle insuffisante pour éviter tout accident, compte tenu des différents mouvements possibles. Une signalisation de type ferroviaire est alors mise en place pour gérer les circulations de tramways.

Au niveau des carrefours, afin d'éviter les conflits avec les véhicules routiers, une signalisation spécifique d'autorisation de traversée routière autorise ou interdit le franchissement de la voie routière correspondante par les tramways.

Le système de signalisation ferroviaire est interfacé avec plusieurs autres systèmes : l'infrastructure, la voie ferrée, les bâtiments, l'énergie, la GTC (Gestion Technique Centralisée), la SLT (Signalisation Lumineuse Tricolore), la LAC (Ligne Aérienne de Contact), le matériel roulant, le portail du SMR.

#### V.5.1.4.B Itinéraires

Un itinéraire est enclenché quand il est formé et que toutes les aiguilles de l'itinéraire sont commandées dans la bonne position. Un itinéraire à l'origine duquel se trouve un signal d'autorisation d'itinéraire peut être commandé de la manière suivante :

- par un automatisme,
- depuis le PCC,
- par télécommande depuis la cabine de conduite d'un tramway,
- en secours par commande manuelle depuis un boîtier implanté au pied du signal d'autorisation de l'itinéraire correspondant.

#### V.5.1.4.C Les signaux

##### Feux

Lorsque l'itinéraire est autorisé, c'est à dire que les aiguillages sont correctement positionnés et contrôlés en sécurité, et lorsqu'aucune présence de rame ne s'y oppose, le feu présente un aspect permissif. Les différents aspects possibles des feux de signalisation ferroviaire sont présentés ci-dessous :

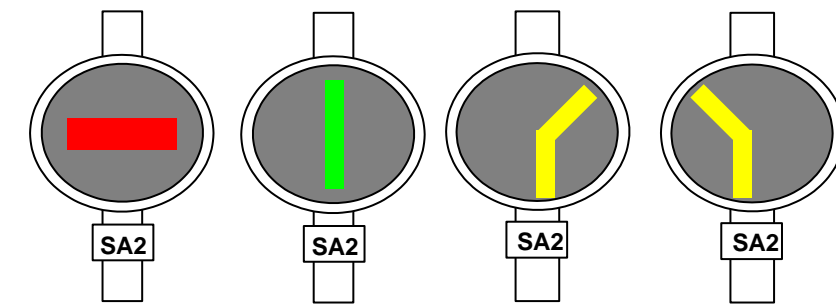


Illustration 102. Feux d'autorisations d'itinéraire

Les signaux sont de manière générale implantés à droite dans le sens de la marche du tramway. La visibilité de l'allumage des informations des signaux et des indicateurs est assurée à une distance d'au moins 100 m.

##### Signaux non lumineux

Généralement noirs sur fond blanc, il s'agit :

- Des indicateurs de vitesse limite,
- Des plaques de limite de manœuvre (matérialise le point d'arrêt d'un tramway effectuant une manœuvre),
- Des plaques d'arrêt obligatoire (matérialise un point à ne pas dépasser)...

##### Locaux techniques de signalisation

Des locaux techniques de signalisation (LTS), abritant les équipements servant à contrôler et commander les différents équipements implantés sur une zone de manœuvre (ZDM), sont situés :

- Au niveau de chaque terminus ;
- Au niveau du débranchement entre la ligne et le SMR ;
- Au niveau du SMR.

#### V.5.1.4.D Zones de manœuvres

Les zones de manœuvres se situent à chaque terminus (Place du Garde et Croix-de-Berny) et au droit de l'accès au SMR.

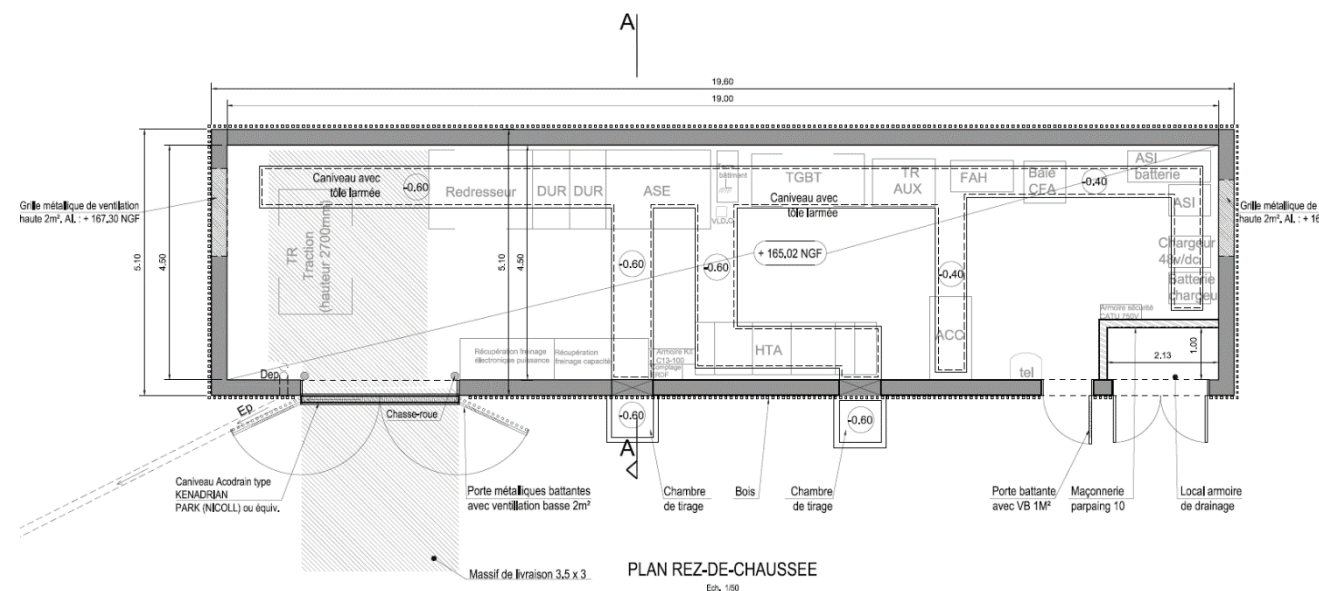
En outre, en ligne, certains aiguillages ne seront pas motorisés : il s'agit des communications dites de **Service Provisoire**, insérées en des points particuliers, afin de conserver une exploitation provisoire lorsqu'une partie de la ligne n'est pas utilisable (événement extérieur, panne d'alimentation en courant de traction, rame bloquée en panne). Deux communications de services provisoires sont prévues en ligne : au niveau de Jardin Parisien et de La Grenouillère.

### V.5.1.5 ENERGIE

#### V.5.1.5.A Alimentation

La ligne du T10 sera dotée d'un réseau d'alimentation électrique destiné à fournir aux matériels roulants une tension nominale de 750 Vdc (courant continu). Cette tension d'alimentation sera produite au moyen de sous-stations d'énergie traction (SST), permettant la transformation de la tension alternative ERDF (15kV ou 20 kV) en tension 'continu'. Six SST sont localisées en ligne et deux SST sont situées sur le site du SMR (2 groupes redresseurs distincts ou le groupe Ligne peut réalimenter le SMR en cas de défaillance).

Un exemple d'aménagement intérieur de sous-station est présenté ci-après :



**Illustration 103. Aménagement intérieur de la SST Edouard Herriot**

La distribution du courant se fait via la Ligne Aérienne de Contact (LAC), le retour de courant se faisant par les rails de roulement. Dans le Tramway, le courant circule entre le pantographe et les roues.

Les stations voyageurs seront alimentées en basse tension, depuis le réseau Basse Tension - 230/400 Vac - d'ErDF ou directement des SST avoisinantes.

Les équipements de Traction disposés en ligne, seront alimentés à partir des SST.

#### V.5.1.5.B Récupération d'énergie de freinage

Un système de récupération de l'énergie de freinage consiste à convertir en courant électrique, consommé en partie par le tramway lui-même, le reliquat pouvant être renvoyé sur la LAC afin d'être utilisé par d'autres rames ou être stocké via des super-capacités dans les sous-stations.

En l'état des technologies actuelles, il ne serait pas rentable que des sous-stations en soient équipées. Néanmoins, la surface de l'ensemble des sous-stations a été augmentée d'une dizaine de m<sup>2</sup>, afin de préserver la possibilité de généraliser sa mise en œuvre lorsque la technologie deviendra rentable.

#### V.5.1.5.C Coupures d'arrêt d'urgence :

Il est possible de disposer de 3 arrêts d'urgence localisés dans le PCC:

- 1 coup de poing d'arrêt 'SST',
- 1 coup de poing d'arrêt 'SMR',
- 1 coup de poing 'Arrêt Général Ligne'

Chaque sous-station est par ailleurs équipée de boutons d'arrêt d'urgence. Le SMR dispose quant à lui de plusieurs rupteurs d'alarme.

#### V.5.1.5.D Compatibilité électromagnétique

L'hôpital Bécclère ne présente, à ce jour, aucun appareil médical sensible aux perturbations électromagnétiques qui pourraient être engendrées par le système de traction du tramway.

### V.5.1.6 LIGNE AERIENNE DE CONTACT

La ligne aérienne de contact a pour fonction d'acheminer l'énergie de traction électrique produite par les sous-stations jusqu'aux rames de tramway.

Les lignes aériennes de contact sont du type «ligne de contact simple», c'est-à-dire qu'elles sont constituées uniquement par un fil de contact (en cuivre de section 150mm<sup>2</sup>), sans porteur ou feeder aérien. Des supports de types HE sans habillage spécifique sont retenus pour ce projet : la hauteur de ces poteaux varie de 8,5m à 10,5m en ligne, et jusqu'à 12,5m dans la zone du SMR.

Les poteaux supports peuvent être implantés de plusieurs façons en fonction de l'environnement du tracé : implantation bilatérale, unilatérale ou axiale. Il n'est pas envisagé d'ancrage en façade, hormis sur le SMR.

Le choix du type d'insertion est fait en fonction :

- du site considéré : ligne en extérieur, tunnels, dépôt, passage sous ouvrages,
- de la position de la plateforme par rapport à la voirie (site central, latéral),
- de la séparation ou non de la plateforme vis-à-vis des voies de circulation routière (distance de sécurité à respecter entre les poteaux et les voies de circulation routière),
- du tracé en plan des voies, des communications et des débranchements,

- de l'aspect architectural et de l'occupation de l'espace urbain désiré,
- de la réglementation,
- de la densité des réseaux enterrés,
- de l'utilisation éventuelle des poteaux de ligne aérienne pour fixer d'autres équipements

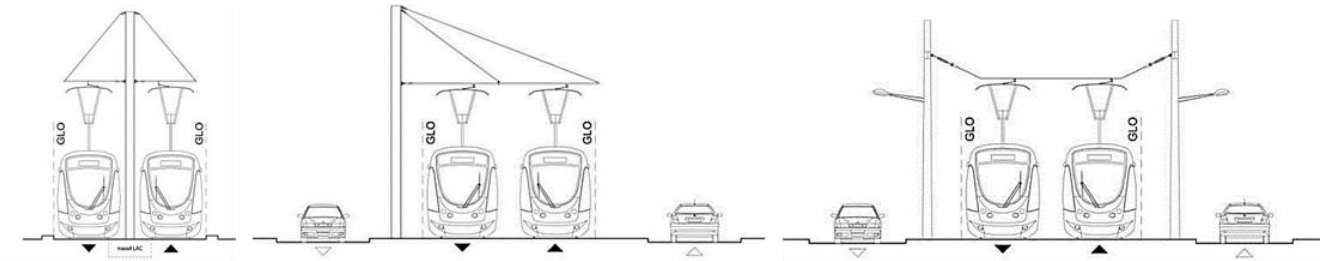
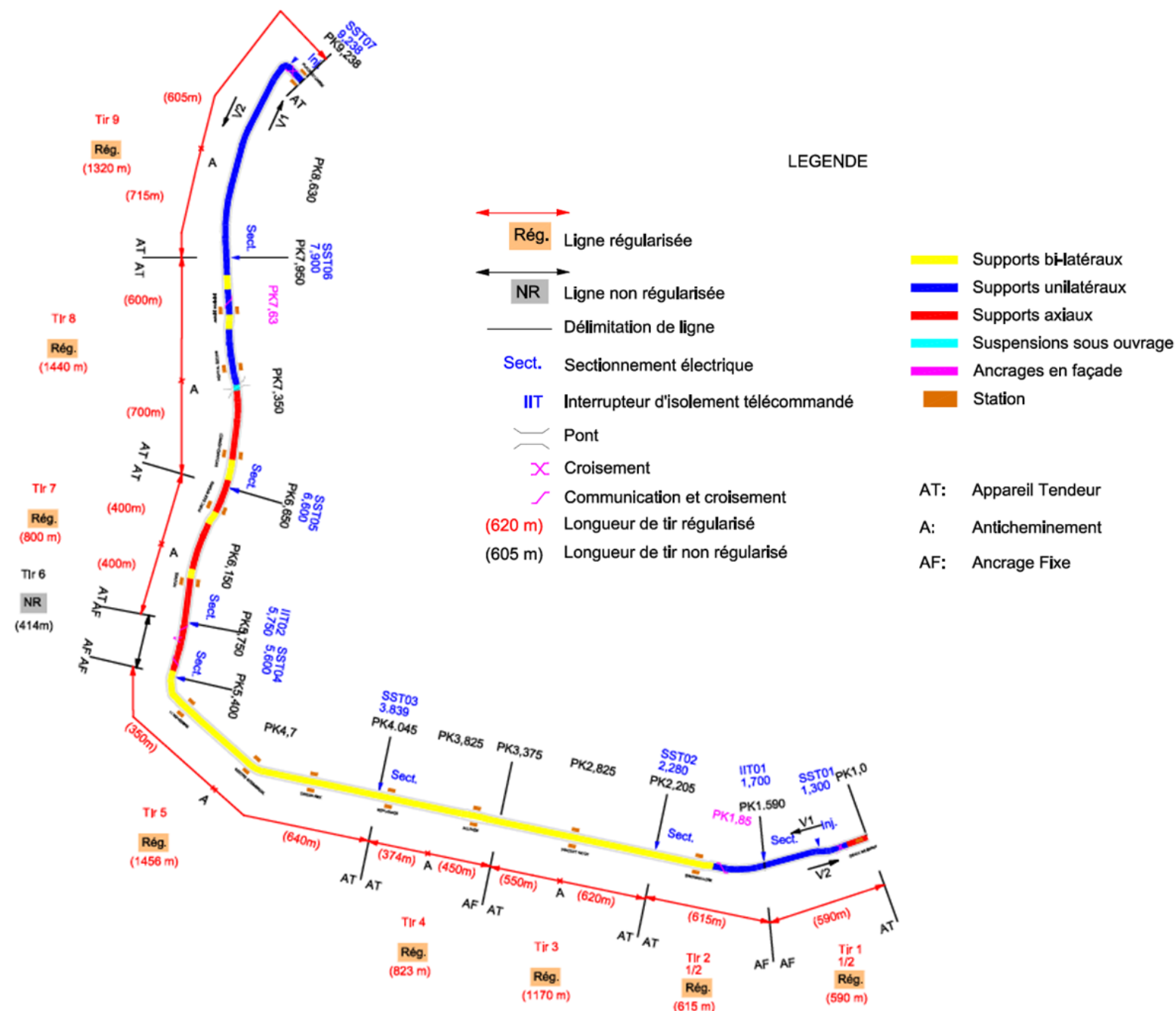


Illustration 104. Implantations respectivement axiale, unilatérale et bilatérale



L'ensemble de la ligne, en dehors du SMR, sera régularisée, c'est-à-dire que la tension mécanique de la LAC sera maintenue par des contre-poids

Pour les voies principales empruntant le domaine public, la hauteur du plan de contact est imposée par la réglementation. Elle est fixée à 6 m minimum au-dessus du sol. La flèche des fils de contact en milieu de portée étant limitée à 0,30 m, la hauteur du plan de contact au niveau des points de suspension est fixée à 6,30 m.

Les cassures de pentes doivent être limitées afin de perturber au minimum le profil en long de la LAC et ainsi éviter de générer des zones de limitation de vitesse. En phase avant-projet, une seule zone nécessitant un abaissement du plan de contact a été identifiée, à savoir le passage sous l'ouvrage du T6, dans lequel l'accroche se fait à la sous-face de l'ouvrage.

L'implantation de l'ensemble des tirs pour le tracé du T10 est définie sur le plan synoptique présenté ci-contre.

Illustration 105. Synoptique d'implantation de la LAC

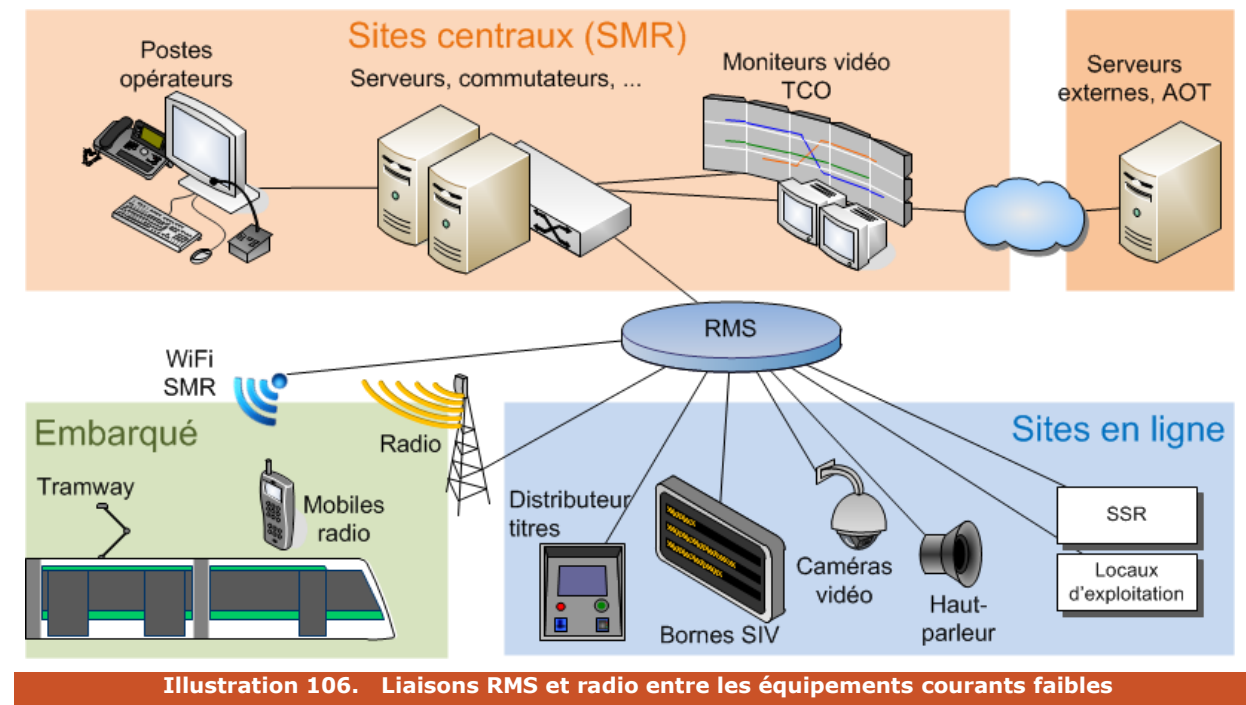
## V.5.1.7 COURANTS FAIBLES

Les aspects dits « courants faibles » couvrent les sous-systèmes suivants :

- le système d'aide à l'exploitation (SAE) ;
- le système d'information-voyageurs (SIV) (qui inclut la sonorisation) ;
- la billettique ;
- la vidéosurveillance ;
- la téléphonie/interphonie ;
- la gestion technique centralisée ;
- la gestion technique de l'énergie ;
- la gestion de la signalisation ferroviaire ;
- le système de gestion intégrée.

et également les sous-systèmes de communication qui assurent les transferts d'information et la communication vocale entre les équipements et personnes situés sur les sites centraux et en ligne :

- la radiocommunication ;
- le réseau informatique en ligne ou réseau multi-service (RMS) ;
- Pour assurer les fonctions courants faibles « utilisateur », tous ces sous-systèmes mettent en jeu des équipements installés aux postes de commande centralisée (PCC) et dans les autres bâtiments du site de maintenance et de remisage (SMR), des équipements en ligne (sur les stations voyageurs, les locaux d'exploitation, les sous-stations de redressement d'énergie de traction) ainsi que dans les tramways et les autres véhicules de maintenance.



### V.5.1.7.A Système d'aide à l'exploitation (SAE)

Le SAE correspond au système informatique et électronique implanté au PCC et à bord des rames, permettant le suivi en ligne des tramways en temps réel.

### V.5.1.7.B Système d'information voyageur (SIV)

Il permet à l'exploitant d'informer les voyageurs en station, dans les pôles d'échange ou à bord des rames. Le système qui sera mis en place respectera la Charte des supports et contenus de l'information voyageurs du STIF.

Plusieurs types d'information sont transmis :

- Des informations courantes ou conjoncturelles (pannes, accidents)
- Des informations relatives au T10 ou multimodales (heure, temps d'attente, direction...)

Ces informations sont transmises soit via des modules sonores (lors de situations perturbées), soit via des bornes d'affichage.

Les stations sont équipées d'une borne double-face sur chaque quai. Aux stations en correspondance (Place du Garde, Croix-de-Berny, 11 novembre et Hôpital Béclère), une borne d'intermodalité est prévue, indiquant les temps d'attentes et le degré de fluidité du (des) mode(s) de transport en correspondance.

La sonorisation des stations permet la diffusion de messages d'information exclusivement conjoncturelle : 1 amplificateur et 4 haut-parleurs par quai.

Une information PMR est prévue en diffusion sonore discrète, via la télécommande PMR individuelle des usagers.

L'information embarquée à bord du matériel roulant sera la suivante :

- Information courante relative au T10
- Information multimodale statique
- Information multimodale dynamique prévue

L'information statique en station est également présente pour l'information des voyageurs (cf. paragraphe V.2.2.5.B).

#### V.5.1.7.C Billettique

*Hypothèse : le « Programme de Modernisation Billettique » d'Ile-de-France est en cours de développement. La solution retenue est donc compatible avec Navigo dans son état actuel. Elle pourra évoluer sous réserve de la disponibilité des spécifications issues du PMB dans un délai compatible avec l'opération T10.*

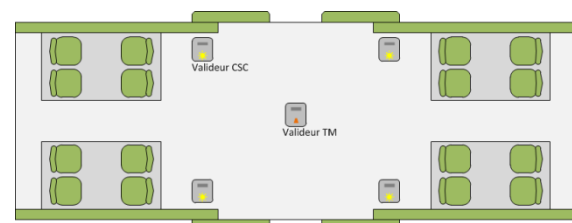
Les principes de fonctionnement retenus sont similaires à ceux des tramways existants :

- les supports de titres sont des cartes sans contact (CSC) compatibles Navigo et des tickets magnétiques ;
- il n'est pas prévu de vente à bord du tramway ;
- la validation est dite « simple » (titre valide ou pas) ;
- la gamme tarifaire est dite « standard » : titres de base et tarifs réduits/subventionnés, abonnements hebdomadaire, mensuel et annuel (en guichet).

Les deux quais des stations seront équipés d'un distributeur automatique de titres.

Equipements embarqués :

- 2 valideurs « cartes sans contact » (CSC) par double-porte ainsi que 1 valideur TM « ticket magnétique » (TM) entre 2 double-portes de côtés opposés. Ceci conduit à un total par rame de 32 valideurs CSC et 8 TM



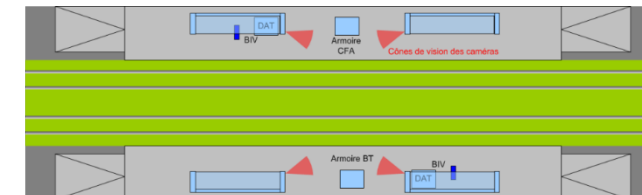
#### V.5.1.7.D Vidéosurveillance

Les objectifs de la vidéosurveillance sont :

- Le suivi du trafic des tramways en ligne
- La sécurité des personnes et des équipements
- Le support à l'information voyageur

La mise en place de caméras fixes ou mobiles en station et aux points singuliers (correspondances, carrefours complexes) est prévue :

- en station : 2 caméras fixes par quai, sur les abris



- aux points singuliers : une dizaine de caméras, autant que possible sur les poteaux LAC
- au SMR : une dizaine de caméras également

Les images sont enregistrées sur des disques durs au PCC (pendant un laps de temps déterminé) ou visualisables en temps réel à la demande des opérateurs PCC.

#### V.5.1.7.E Téléphonie / interphonie

Un système de téléphonie-interphonie devra assurer l'ensemble des communications phoniques suivantes :

- Les communications directes d'exploitation (entre PCC et locaux en ligne ...) ;
- Les communications téléphoniques administratives internes ;
- Les communications depuis le réseau du tramway vers les réseaux téléphoniques externes ;
- Les communications d'interphonie (entre opérateurs PCC et usagers) ; les interphones pourront être intégrés au distributeur de titres

Les communications d'exploitation et d'interphonie depuis et vers le PCC seront enregistrées durant une période de 7 jours glissants.



### V.5.1.7.F Gestion technique centralisée (GTC)

Elle regroupe l'ensemble des dispositifs d'acquisition et de traitement des informations d'état de fonctionnement et d'alarmes techniques des équipements fixes. Elle peut également permettre le traitement de certaines commandes de systèmes particuliers tels que l'éclairage en station, la commande d'ouverture de barrières, portes ou portail en ligne ou au dépôt, ...

### V.5.1.7.G Gestion technique de l'énergie (GTE)

Elle assure des fonctions de supervision et de commande (ex : télé-consignation) des équipements d'énergie. Cette gestion est purement logicielle : elle ne met pas en jeu d'équipement particulier et est hébergée par des serveurs du lot Courants faibles au PCC et pilotée depuis les postes opérateurs.

### V.5.1.7.H Gestion de la signalisation ferroviaire (GSF)

Elle permet la gestion des parcours depuis n'importe quel poste opérateur. Cette gestion est purement logicielle : elle ne met pas en jeu d'équipement particulier et est hébergée par des serveurs du lot Courants faibles au PCC et pilotée depuis les postes opérateurs.

### V.5.1.7.I Système de gestion intégré (SGI)

Il s'agit d'un progiciel permettant de construire et de consulter différents indicateurs statistiques sur la base des données fournies par les sous-systèmes (SAE, billettique, GTC et GTE) : fréquentation, ventes, productivité, ponctualité, contrôles et fraude, exploitation, consommation d'énergie, disponibilité des équipements...

### V.5.1.7.J Radiocommunication

Il y aura deux grands types de flux d'information entre le PCC, le matériel roulant et les mobiles radio portatifs :

- Les échanges de données numériques, indispensables aux besoins du SAE
- Les échanges de phonie, pour les communications parlées (délais d'établissement très courts et possibilité d'appels groupés)

A ce stade, il est fait l'hypothèse d'un déploiement de réseau radio dédié au T10, dont la technique sera définie dans les phases ultérieures.

### V.5.1.7.K Réseau multi-service

Il s'agit d'un réseau informatique sur lequel transitent toutes les informations entre les différents sites au sol (PCC, dépôt, stations, SST, pôles d'échange, locaux d'exploitation) : IV, vidéo, sonorisation, téléphonie/interphonie, billettique vers les stations, GTC, GTE, ...

### V.5.1.7.L Poste de commande centralisé (PCC)

Le PCC accueille les opérateurs d'exploitation du tramway :

- 2 opérateurs Trafic assurant la supervision et la gestion de la ligne
- 1 opérateur Sécurité et Information Voyageur

Les outils disponibles au PCC permettent de :

- piloter à distance les manœuvres d'itinéraires sur le dépôt, la configuration du réseau énergie, les équipements liés aux voyageurs (ascenseurs, Distributeurs automatiques de titres, etc.), les équipements d'information voyageur, les caméras mobiles de vidéosurveillance ;
- gérer le trafic en fonction d'un plan de production prédéterminé, les incidents d'exploitation, la distribution de l'énergie, les demandes d'intervention pour travaux / secours ;
- centraliser les relations les différents services de maintenance, les services de secours, les conducteurs et agents en ligne, les voyageurs pour lesquels le PCC a un rôle d'information permanente.

Il est proposé que l'exploitation soit répartie dans quatre ou cinq pièces distinctes au sein du SMR :

- une salle d'exploitation principale accueillant les opérateurs ;
- une pièce destinée à un superviseur ou chef d'équipe ;
- un local temps différé dans lequel un agent établira quotidiennement les tableaux de marche des tramways pour les jours à venir ;
- un local technique maintenu à température faible pour accueillir les serveurs informatiques.

Aménagement prévu à ce stade :

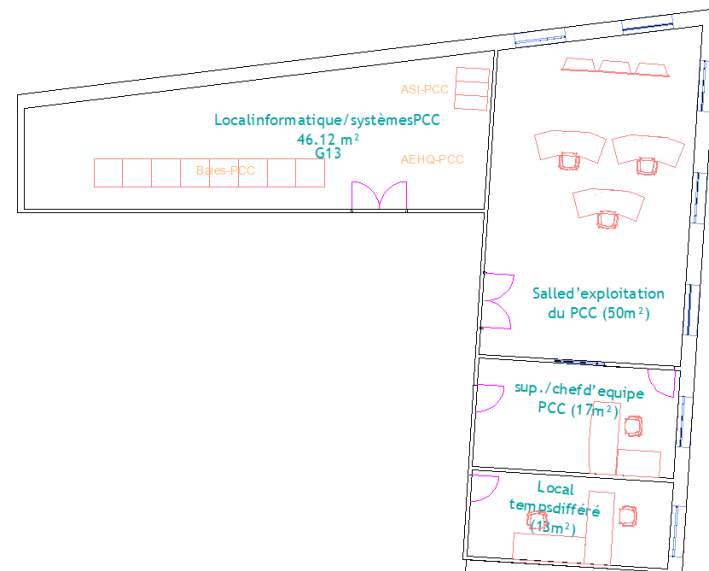
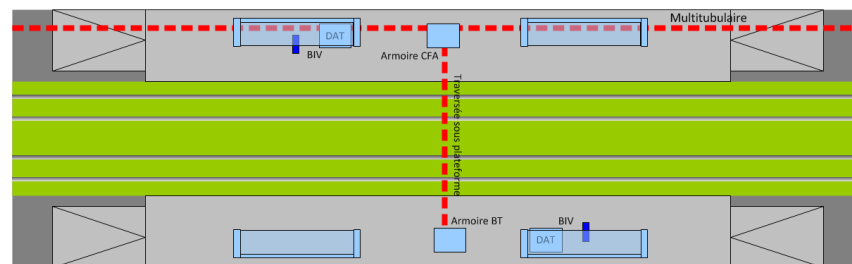


Illustration 107. Aménagement du PCC

#### V.5.1.7.M Basse tension et armoires en stations

Sur chaque quai de station sont prévues une armoire de courants faibles (CFA) et une armoire de basse tension (BT), ainsi que les équipements électriques de basse tension. Le raccordement entre les équipements d'armoire CFA ou BT et les terminaux se fait par des fourreaux dans le quai de station.



#### V.5.2 Voirie urbaine et réseaux divers

La réutilisation des chaussées existantes est très limitée pour les raisons suivantes :

- la future plateforme tramway s'insère au milieu ou d'un côté de la chaussée existante : il est donc nécessaire de redistribuer l'espace public pour maintenir, voire compléter les fonctionnalités existantes ;
- les travaux liés aux déviations des réseaux concessionnaires auront un impact fort sur les aménagements en place.

A ceci s'ajoutent les différences liées au nivellement du projet qui est guidé par les contraintes géométriques de la voie ferrée.

Ces raisons amènent à reprendre le nivellement existant sur toute la largeur des emprises (de façade à façade lorsque le gabarit de la rue le permet) et à devoir réaliser une structure neuve sur l'ensemble du projet. L'optimisation des terrassements et des structures de voirie reste toutefois à approfondir.

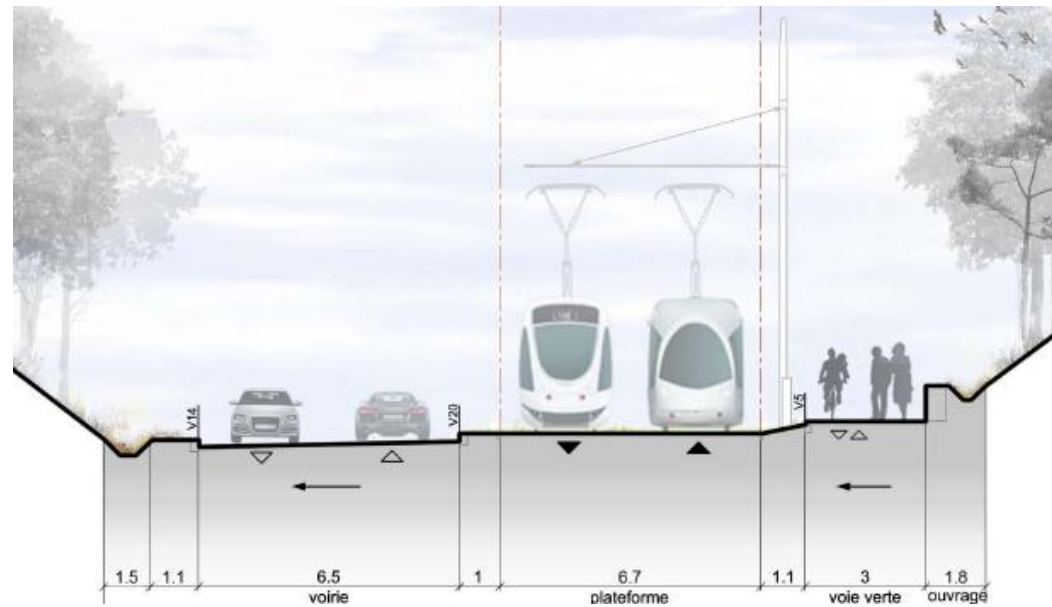
#### V.5.2.1 GABARITS ET HYPOTHESES DE CONCEPTION

##### V.5.2.1.A Voirie

Les gabarits de voie sont définis en fonction :

- Du volume et du type de trafic attendu à la période la plus dimensionnante ;
- De la vitesse maximale autorisée sur l'axe ;
- Des itinéraires spécifiques nécessitant des géométries de voies particulières : circuits de collectes des ordures ménagères, itinéraires de convois exceptionnels ;
- Des fonctionnalités attribuées à la voie (permettre une voie échelle, un dépassement de véhicule en panne...).

Dans le cas d'une **insertion de la plateforme en latéral**, la chaussée est bidirectionnelle, de 6,50m, et compatible avec une vitesse de 50 km/h.



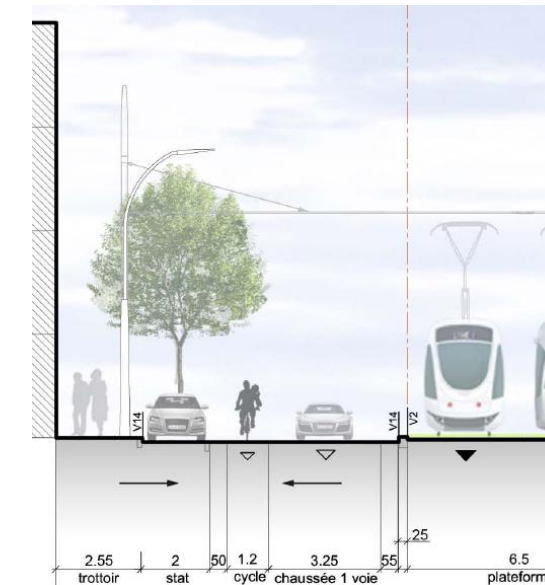
**Illustration 108. Exemple d'insertion latérale de la plateforme**

Dans le cas d'une **insertion de la plateforme en axial**, le principe d'aménagement consiste à réaliser une voie de 3,25m bordée d'une bande cyclable de 1,50 m et d'une zone de surlageur circulaire de 0,75m.



**Illustration 109. Exemple d'insertion axiale de la plateforme**

Dans le cas d'une implantation de la bande cyclable en rive de stationnement (côté trottoir), la largeur de la bande est réduite à 1,20m, avec une sur-largeur de 0,50m entre le stationnement et les cycles. A cette largeur s'ajoute une surlargeur circulaire de 0,55m entre la chaussée et le GLO.



**Illustration 110. Implantation d'une bande cyclable en rive de stationnement**

Cette disposition permet le dépassement d'un véhicule en panne à vitesse réduite et permet également de disposer à minima de 4 m de largeur utile pour les pompiers lorsqu'une voie à échelle est nécessaire.

*Les aménagements du T10 respectent les grands principes formulés par la brigade de sapeurs-pompiers de Paris (BSPP). Ainsi, la réalisation du tramway T10 et les aménagements associés ne diminuent pas le niveau de sécurité existant avant son arrivée et la réalisation du projet respecte le Guide d'accessibilité des secours sur les sites de tramways du STRMTG.*

## V.5.2.1.B Modes doux

Les normes pour les itinéraires cyclables et piétons sont prises en compte :

- Largeur de cheminement recherchée à 2,50m (1,40m minimum hors de toute émergence) ;
- En cas d'insertion de bandes cyclables, la largeur par sens est de 1,50 m, et passe à 1,70 m si la bande longe du stationnement (soit 1,20 m + 0,5 m de zone d'évitement en limite de stationnement) ;
- Pente en long maximale de 4% ;
- Dévers 1,5% privilégié, maximal de 2% ;
- Ressaut inférieur ou égal à 2 cm.

La réglementation impose que les trottoirs présentent une largeur de 1,40 m minimum hors de toute émergence ; dans la pratique, les trottoirs doivent donc mesurer au moins 2 m de largeur.

La largeur moyenne des trottoirs sur l'ensemble du tracé est de 2,50 m environ. Néanmoins, certaines zones présentant une configuration contrainte, les trottoirs doivent être ponctuellement réduits. Une largeur de 2,30 m minimum a été recherchée pour maintenir les candélabres en place, le long du fil d'eau. Cette largeur minimale n'a pu être atteinte ponctuellement à certains endroits à Châtenay-Malabry :

- Dans le secteur Appert Justice, avec un rétrécissement à 2,15 m
- Au droit de la rue Renoir : rétrécissement à 2 m
- Dans le secteur Esplanade / Théâtre de la Piscine, afin de maintenir le stationnement, une estacade est aménagée en contre-haut des terrains de sport. La largeur du trottoir est de 1,5 m
- Aux abords du restaurant près de la rue des Vallées se trouve un pincement à 2 m
- Dans le secteur Vincent Fayo / Léon Martine, côté est, la présence de marches sur le trottoir entraîne un scindement de ce trottoir en deux (1,40 m / 1,75 m)
- Dans le secteur de la ZAE Europe, afin de maintenir le stationnement, la largeur du trottoir oscille entre 2 m et 2,30 m

Sur les sections où la largeur de trottoir est faible, l'implantation du mobilier (potelets, éclairage...) est optimisée pour maximiser l'espace disponible.

Le « Guide d'aménagement de voirie pour les transports collectifs » du CEREMA demande que les refuges soient parfaitement dimensionnés et aménagés, pour assurer le confort et la sécurité des piétons, des poussettes et éventuellement des cycles. Une largeur au moins égale à 2 m en tout point doit être recherchée. Cette largeur ne devra en aucun cas être inférieure à 1,50 m.

Du fait des contraintes d'insertion en certains points du tracé, la valeur de 2m n'est pas atteinte partout ; dans ces cas, l'aménagement retenu est celui qui offre la meilleure sécurité globale au niveau du carrefour, en offrant une répartition équilibrée entre largeur des refuges et des cheminements piétons. En fonction de ces arbitrages, les configurations suivantes sont retenues :

- Séquence 2 (Jardin Parisien – 11 novembre) : 2 traversées de part et d'autre de la bande pavillonnaire Herriot 2 x 2 refuges : 1,80m
- Séquence 3 (11 novembre – Grenouillère) :
  - traversée face au théâtre de la Piscine : 2 refuges 1,50m
  - traversée carrefour Allende : 1 refuge 1,50m
  - traversée en aval de l'OA LGV côté accès riverain : 1 refuge 1,55m
  - traversée piétonne Europe, refuge SE : 1 refuge variable 1,80m à 1,90m

Afin d'éviter de stocker des piétons sur ces refuges à l'approche d'un tramway, il est proposé de neutraliser temporairement le bouton d'appel piéton gérant la traversée de la voirie en cas d'approche du tramway.

### V.5.2.2 CIRCULATION ROUTIERE ET CARREFOURS

#### V.5.2.2.A Schéma de circulation

Le synoptique suivant présente le nombre de voies par sens de circulation en section courante dans le cadre du projet de tramway T10 et à titre indicatif, une représentation relative du trafic constaté en 2013 sur l'ensemble de ces voiries à l'heure de pointe du matin.



Illustration 111. Synoptique du nombre de voies de circulation

### V.5.2.2.B Gestion des carrefours

#### Priorité au carrefour

Les carrefours qui supportent des conflits véhicules / tramway / piétons sont tous gérés par feux. Le tramway bénéficiera d'un niveau de priorité maximum dans le franchissement des carrefours à feux. Le principe de la priorité consistera à :

- détecter le tramway par le biais de capteurs,
- gérer son approche,
- assurer une phase propre au tramway,
- assurer que le « vert » lui soit offert au moment de son arrivée à la ligne d'effet des feux,
- revenir au plus vite à un fonctionnement nominal pour limiter le temps perdu par les autres usagers.

La détection des circulations tramway se basera sur des boucles magnétiques à détection sélective.

Le fonctionnement en phase mixte tramway + circulation générale n'est pas autorisé pour des raisons de sécurité puisqu'il y a un risque de conflit des mouvements tournants avec le tramway. Aucun carrefour ne déroge à cette règle.

#### Cycles de feux

Les durées de cycle privilégiées seront courtes pour favoriser les traversées piétonnes et pour limiter la formation de remontée de file de véhicules en amont. La plate-forme tramway, lorsqu'elle est implantée en position axiale, pourra ponctuellement recevoir les véhicules en mouvements de tourne-à-gauche en attente de créneaux pour traverser de la principale vers les transversales. Certaines stations sont proches des carrefours et il ne faudra pas bloquer la circulation générale pendant l'attente en station afin de ne pas pénaliser les usagers de la route.

Toutes les traversées piétonnes sont sécurisées par feux. Les traversées protégées isolées pourront être données sur appel afin de ne pas pénaliser le trafic général. Les feux seront équipés de boutons d'appel piétons avec retour d'appel lumineux.

Les carrefours seront équipés de capteurs routiers permettant d'effectuer une programmation dynamique des temps de feux (micro-régulation). Les technologies employées seront identiques à celles déployées sur le Réseau Départemental SITER (capteurs vidéo ou magnétométriques sans fil).

Le passage du Tramway aux carrefours est géré uniquement par une signalisation lumineuse de trafic dédiée à ce mode de transport. Le signal utilisé sera le signal lumineux R17 utilisé généralement pour les transports en communs en site propre et les tramways. Un signal d'aide à la conduite (SAC) permettant d'avertir le conducteur de la prise en compte de la demande de priorité par le carrefour et de l'imminence d'un changement d'état du feu sera associé au feu principal R17. Les signaux routiers employés sur les carrefours à feux sont les feux tricolores R11v et les signaux piétons R12 et R25. Des feux de barrage R24 doublés pourront être utilisés dans les carrefours dont la géométrie est distendue, et qui nécessitent de ce fait des dispositifs pour sécuriser la plate-forme tramway.

Dans la majorité des cas, il n'est pas prévu de signalisation spécifique pour les cycles, ceux-ci étant pris en compte dans le fonctionnement général du carrefour. Dans ce cas de figure, les cycles respectent les feux réglant la traversée des piétons conformément au code de la route.

En cas de panne ou de défaillance de la signalisation lumineuse tricolore (SLT), le fonctionnement se fait alors en mode dégradé. Le passage des usagers est soumis au régime de la priorité à droite, complété le cas échéant par la priorité à laisser aux tramways. Les conducteurs de ces derniers doivent toutefois, au titre de l'obligation générale de prudence applicable à tout usager de la route, franchir les intersections à vitesse réduite.

### V.5.2.2.C Etudes de carrefours

Les études de fonctionnement et de dimensionnement des carrefours sont réalisées sur la base des trafics modélisés à l'horizon de mise en service du tramway.

La modélisation de trafic étudie la demande de trafic projeté à l'horizon de mise en service en heure de pointe du matin et en heure de pointe du soir en prenant en compte :

- la base de trafic de la DRIEA,
- les évolutions de population, d'emplois et d'équipements générant du trafic sur le secteur,
- les reports de trafic d'une voie à l'autre pour éviter les saturations,
- les nouvelles capacités de voie relatives aux nouveaux aménagements.

Un dossier spécifique a été réalisé pour chaque carrefour à feux.

Des simulations dynamiques sont réalisées sur 6 secteurs complexes ou à enjeux du tracé (Trivaux, Herriot, 11 Novembre, Allende, Europe, Croix de Berny,) afin de :

- vérifier le fonctionnement et les phasages des carrefours pour qu'il y ait cohérence entre les carrefours d'un même secteur et que les remontées de files soient contrôlées,
- s'assurer du bon enchaînement des flux sur la section en ajustant les temps de vert,
- éviter les autoblocages en cœur de carrefour relatifs à l'écoulement des mouvements de tourne-à-gauche en ajustant les temps d'interphase.

On observe qu'il y a un fonctionnement général satisfaisant des carrefours aux heures de pointe. Cinq carrefours rencontrent cependant des difficultés, sans que ces difficultés soient nécessairement imputables à l'arrivée du tramway :

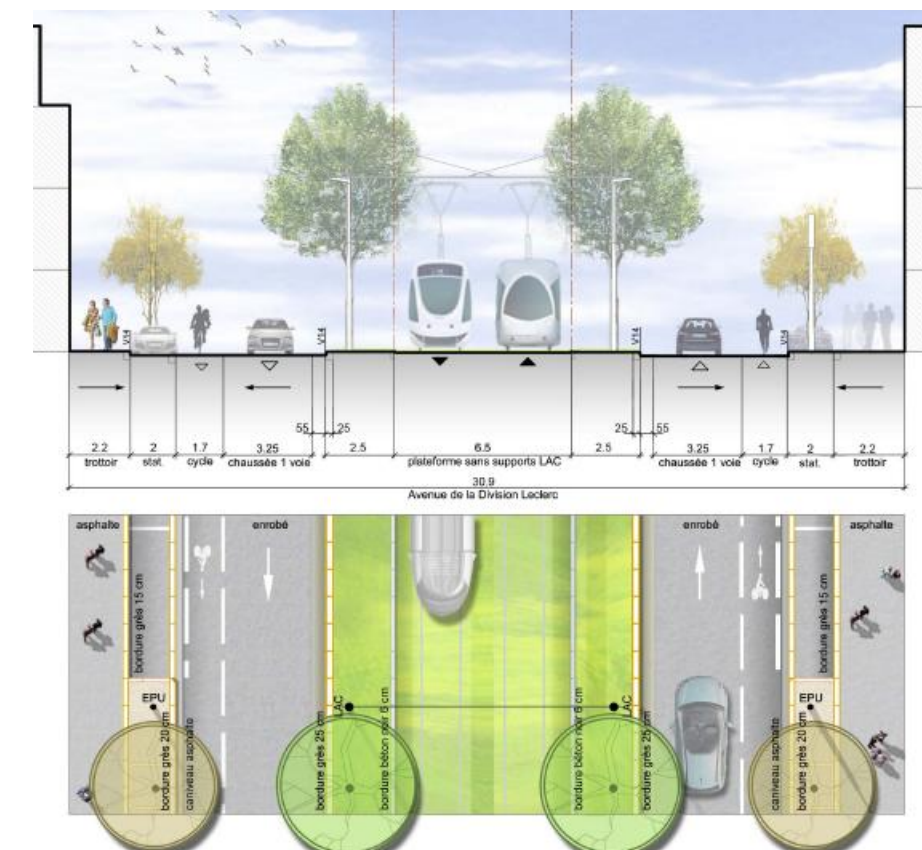
- av. Claude Trebignaud x rue de la Porte de Trivaux
- carrefour du 11 Novembre
- carrefour du 8 Mai 1945 : avenue de la Division Leclerc x avenue Henri de Latouche x chemin du loup pendu x avenue des frères Montgolfier

- carrefour Salvador Allende
- Carrefour Croix de Berny

### V.5.2.2.D Stationnement

Une analyse de l'offre et de la demande en stationnement de la situation actuelle a été réalisée sur la base d'une enquête de stationnement réalisée par CPEV en décembre 2013.

Compte-tenu du réaménagement complet de l'espace public prévu dans le cadre du projet, le nombre de places de stationnement est amené à évoluer. L'offre en stationnement projeté est proposée principalement sous forme de stationnement longitudinal entre les arbres en alignement. Des contraintes d'espace disponible limitent cependant l'offre proposée, qui est donc rationalisée et positionnée au plus près des activités et des commerces.



**Illustration 112. Exemple de redistribution de l'espace public sur Châtenay-Malabry**

Sur les 820 places existantes, 480 places de stationnement sont restituées dans le cadre du projet. Cette évolution est indispensable afin d'insérer la plateforme du tramway et l'ensemble des fonctions du domaine public pour tous les modes. Toutefois, par rapport au Schéma de Principe, une centaine de places de stationnement a été ajoutée pour limiter l'impact du projet dans ce domaine. A ce jour, le projet prévoit la restitution d'une quinzaine de places de stationnement PMR le long du tracé, majoritairement en séquence 3).

### V.5.2.3 ELEMENTS TECHNIQUES

#### V.5.2.3.A Structure de voirie

En section courante, et en fonction des classes de trafic principales identifiées, la chaussée sera composée d'une structure en grave bitume de de classe 3 (GB3) recouverte d'une couche de BBL (Béton Bitumineux de Liaison) et une couche de Béton Bitumineux Très Mince (BBTM) qui permet de limiter les émissions sonores liées au contact pneu-chaussée.

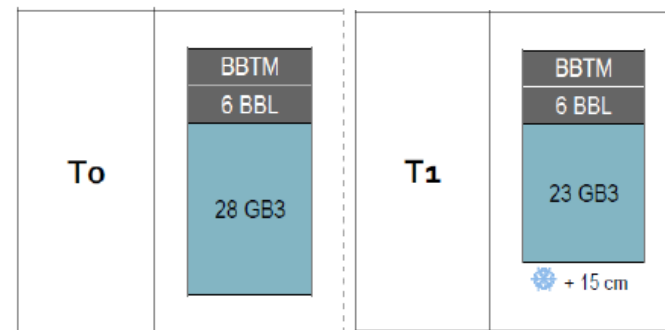


Illustration 113. Structure de chaussée en ligne

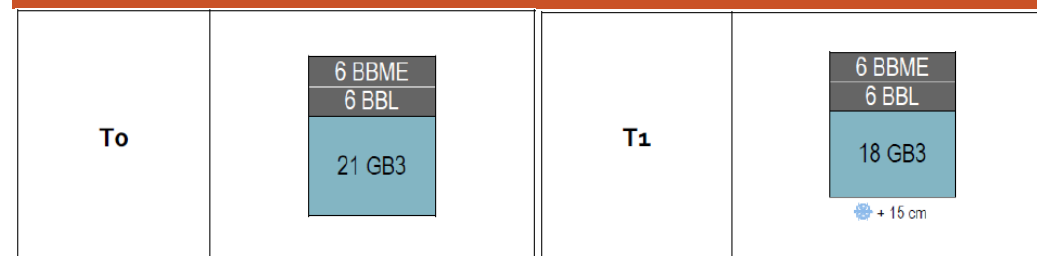


Illustration 114. Structure de chaussée aux carrefours

Ces structures concernent l'ensemble des chaussées de la RD2 et de la RD986 en section courante.

Dans les zones de freinage, le BBTM est à éviter car il devient vite glissant : en carrefour, la couche de BBTM sera donc remplacée par du BBME (Béton Bitumineux à Module Elevé).

La structure de la bande cyclable sera identique à celle de la chaussée générale contigüe puisque cette bande peut être circulée VL/PL et être utilisée également en phase chantier avant la mise en œuvre des revêtements définitifs.

#### V.5.2.3.B Terrassement et gestion des terres polluées

En fonction du type d'occupation des parcelles qui accueilleront la future voirie, des travaux de démolition puis de terrassement seront nécessaires en vue de la réalisation de la couche de forme puis de la chaussée. Les études géotechniques en cours et qui se poursuivront en phase PRO devraient permettre de préciser les besoins de terrassement et les volumes de remblai nécessaires au projet.

Les études environnementales ont mis en évidence la présence de polluants (pollution majoritairement d'origine naturelle) dans certaines zones à terrasser. A ce stade des études, il n'est aujourd'hui pas possible de conclure sur les possibilités de réemploi en remblai de ces différents matériaux.

#### V.5.2.3.C Dispositif d'assainissement

Le réseau d'assainissement actuel est globalement un réseau séparatif sur l'ensemble du périmètre du T10, en dehors de certaines sections à Clamart où le réseau unitaire est maintenu. Il s'agit principalement du réseau départemental, exploité par la SEVESC. Ces réseaux d'assainissement se trouvent impactés par l'insertion de la plateforme et/ou par l'aménagement de la voirie future.

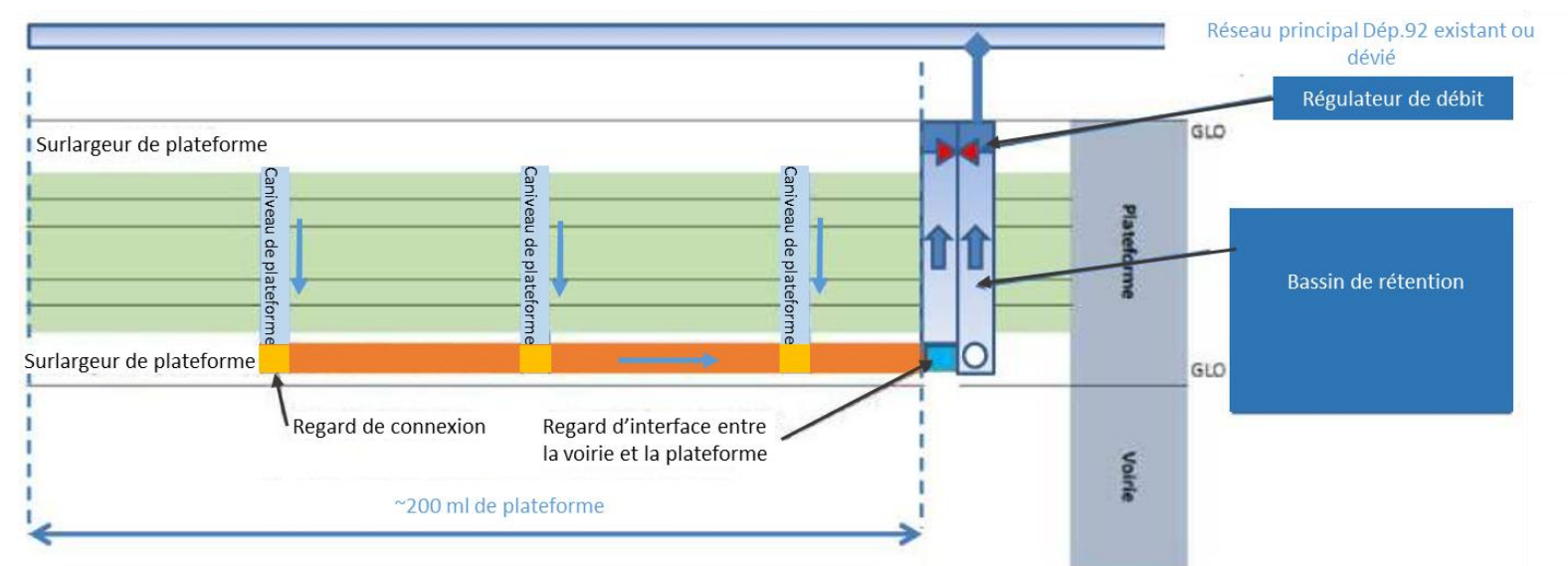
#### Assainissement de plateforme

L'évacuation des eaux de plateforme se fait à trois niveaux :

- **dans la gorge du rail**, au moyen de « lumières » (ouvertures) réalisées dans le fond de la gorge du rail. Ces eaux se déversent par cette ouverture dans les caniveaux ou les boîtes de drainage.
- **en surface de la plateforme** (sauf pour la pose sur longrines) à l'aide de dispositifs de drainage. La solution classique consiste à disposer des caniveaux transversaux sur toute la largeur de la plateforme ou des boîtes de drainage régulièrement réparties (tous les 40-45m environ en section courante pour les pentes inférieures à 3% et tous les 25m environ au-delà
- **au niveau du corps de revêtement** sur lesquels se raccordent les drains longitudinaux afin de collecter les eaux d'infiltration pour les revêtements de type végétal (pose sur longrines).

Les eaux collectées au niveau de la plateforme sont déversées dans un réseau d'assainissement d'eau pluviale cheminant le long de la plateforme. Les équipements de la voie ferrée tels que les appareils de voie sont aussi équipés d'un dispositif d'assainissement spécifique.

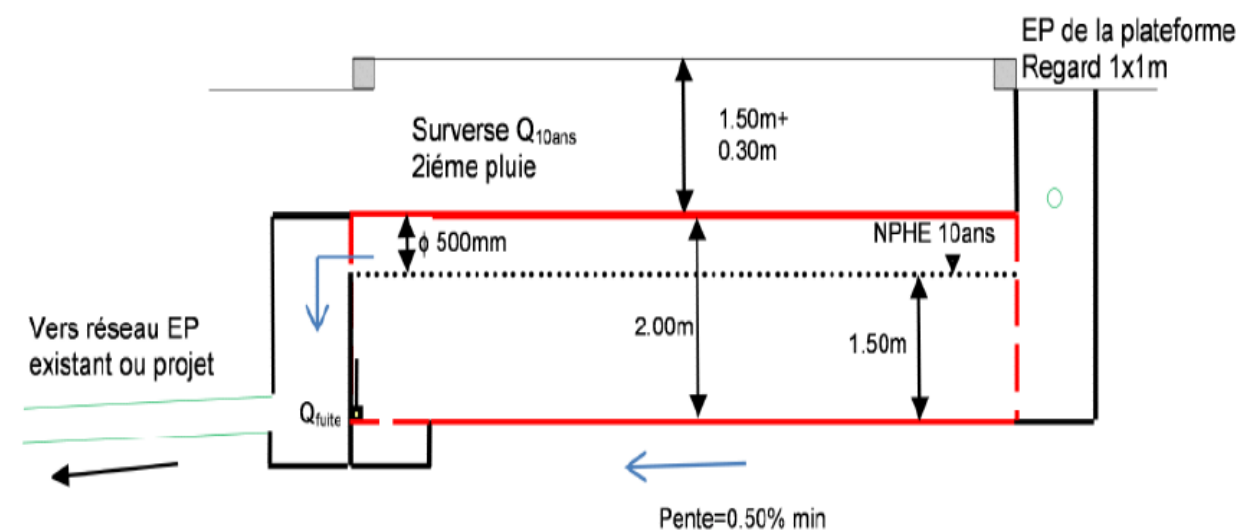
Illustration 115. Schéma de principe d'un bassin de rétention



Ce réseau d'assainissement se rejette, en ligne, soit directement dans une antenne connectée au réseau d'eau pluviale du Département des Hauts-de-Seine, soit transite, de manière préférentielle, par des bassins de rétention qui permettent de temporiser les rejets. Ces bassins permettent en outre de pallier à l'imperméabilisation supplémentaire induite par le projet du tramway (espaces verts transformés en espaces minéraux, acquisition de parcelles imperméabilisées) : au total, 3,3ha, soit un volume à compenser estimé à 1097 m<sup>3</sup> (période de retour 10 ans).

Les bassins sont enterrés à plus de 1,50m de profondeur, palliant ainsi la contrainte d'emprise au sol. Implantés tous les 200m, ils intercepteront et stockeront les eaux pluviales de la plateforme avant rejet vers le réseau principal du Département des Hauts-de-Seine. Ils seront implantés :

- en transversal, sous la plateforme, sur les Séquences 2 et 3,
- sous la voie verte sur la Séquence 1,
- sous le trottoir sur la Séquence 4.



**Illustration 116. Coupe de principe d'un bassin tampon sous plateforme, source : groupement SARA**

Seize bassins sont prévus le long de la ligne :

- Un bassin sur chacune des séquences 1 et 4
- Sept bassins sur chacune des séquences 2 et 3

## Assainissement de la voirie

De manière générale, le fonctionnement de l'assainissement de surface reste identique :

- Les trottoirs sont pentés vers la voirie ;
- De part et d'autre de la plateforme, chaque voirie est monopentée vers un caniveau permettant d'accompagner les eaux de ruissellement jusqu'à la bouche d'égout la plus proche.

Cela étant, aucune canalisation ne peut demeurer enterrée sous le système transport du T10 (la plateforme et ses surlargeurs). Compte-tenu des caractéristiques du projet T10 (insertion de la plateforme principalement en axial) et des aménagements futurs, la création d'un double réseau non-visitable de part et d'autre de la plateforme est nécessaire (1 destiné à l'eau usée + 1 destiné à l'eau pluviale ou unitaire).

### V.5.2.3.D Autres réseaux

Les autres réseaux sont traités dans le paragraphe VI-3 « Principaux impacts sur les réseaux concessionnaires ».



### V.5.3 Ouvrages d'art

Le tramway T10 s'insère sur ou à proximité immédiate de trois ouvrages majeurs : l'ouvrage de la RD906 à Clamart sur lequel s'insère le T6, l'ouvrage sur la LGV Atlantique à Châtenay-Malabry et le tube de l'A86 à Antony. Par ailleurs, plusieurs murs de soutènement seront réalisés ou repris afin de gérer les variations importantes de dénivelés le long de la ligne.

#### V.5.3.1 OUVRAGE DU T6

Le passage sous l'ouvrage de la RD06 qui supporte le T6 sera reconfiguré afin de permettre la continuité des différents modes. Une reprise du mur perré Ouest est prévu afin de permettre la continuité cycles et l'implantation d'une bande de sécurité. Le cheminement des piétons, en revanche, s'effectue en dehors de l'ouvrage, au-dessus de celui-ci (traversée à niveau de la RD906).

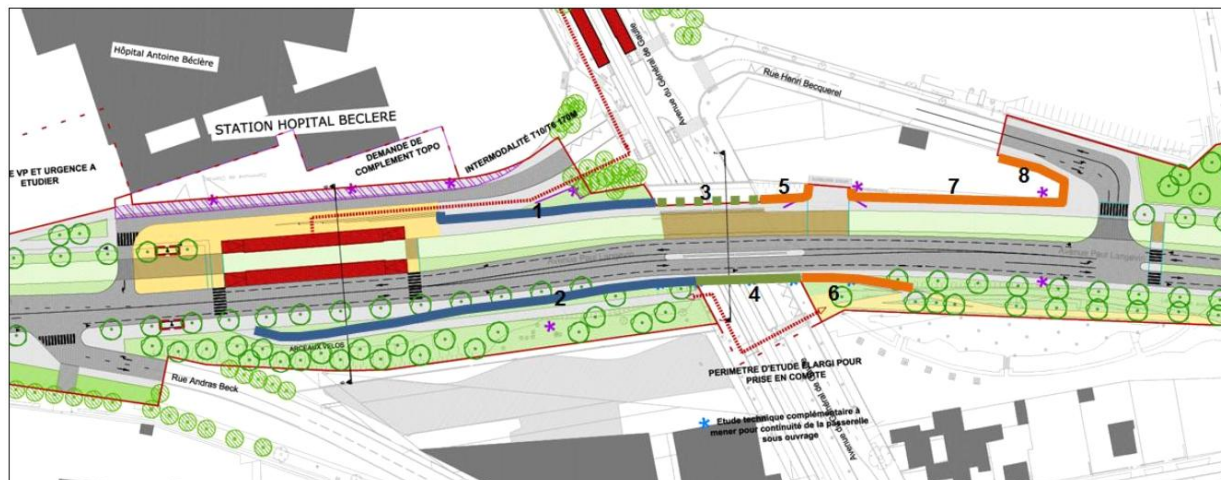


Illustration 117. Zone de soutènement autour de l'OA du T6

- **Soutènement n°1** : Le mur de soutènement existant est conservé.
- **Soutènement n°2** : l'élargissement de l'assiette « RD2+plateforme+station » impacte le talus existant côté ouest et nécessite la création d'un ouvrage de soutènement en amont de l'OA T6 en venant de Clamart
- **Soutènement n°3** : le mur perré côté est sous l'OA T6 n'est pas impacté par le projet
- **Soutènement n°4** : une reprise du mur perré ouest sous l'OA T6 est rendue nécessaire pour pouvoir insérer une continuité voirie/cycles. Le cheminement piéton sera de fait reporté sur le chemin montant vers la RD906 et traversant la RD906 pour redescendre de l'autre côté vers le carrefour avec la rue Becquerel
- **Soutènement n°5** : ce mur en gabion sera conservé
- **Soutènement n°6** : l'élargissement de l'emprise nécessite également la création d'un muret de soutènement côté ouest au droit du talus existant

- **Soutènement n°7** : pas de modification
- **Soutènement n°8** : remodelage du talus

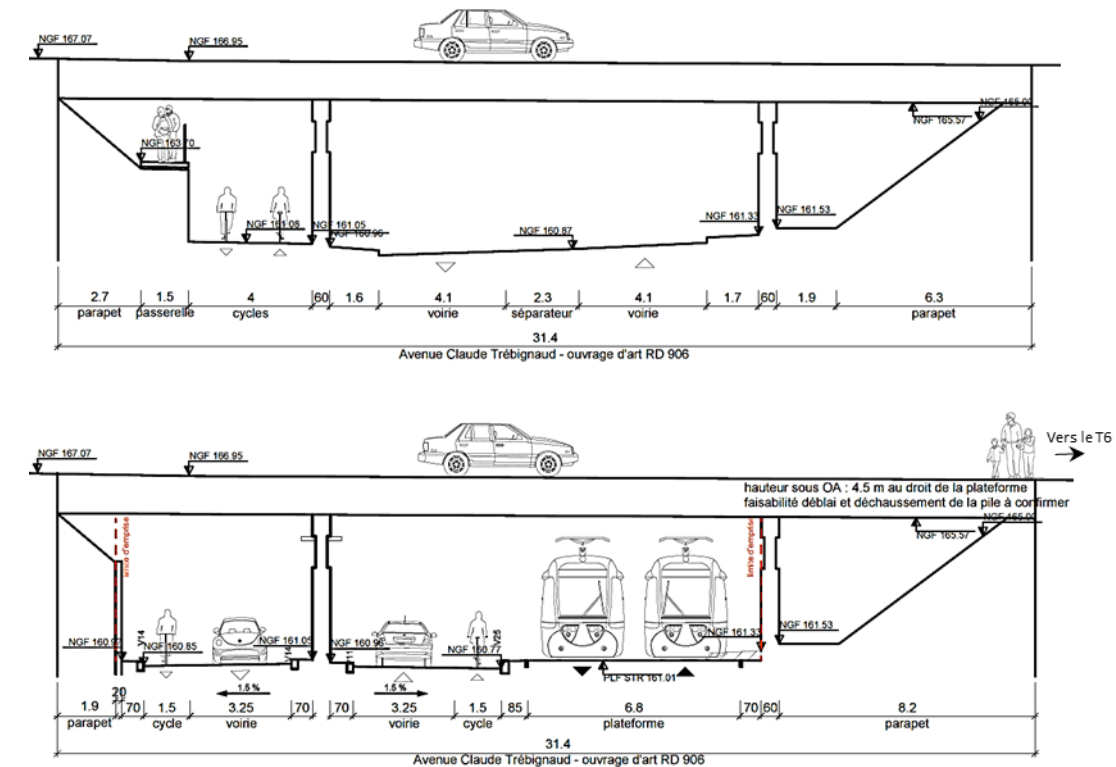


Illustration 118. Coupe de l'OA du T6 : situations actuelle et future

### V.5.3.2 OUVRAGE LGV

L'ouvrage actuel est composé de trois ouvrages :

- Un ouvrage supportant la piste cyclable au nord
- Un ouvrage principal supportant la chaussée au centre
- Un ouvrage poutre supportant le dispositif de retenue et l'écran de protection

L'ouvrage existant n'est pas suffisamment dimensionné pour répondre aux normes actuelles dans le cadre d'un projet de tramway : sa conservation aurait nécessité un renforcement lourd. Il a donc été choisi de démolir et de reconstruire un ouvrage neuf en lieu et place de l'ancien pont au-dessus de la LGV (ouvrage principal construit en 1930). Seul l'ouvrage supportant actuellement la piste cyclable (ouvrage construit en 1987) est conservé.

La démolition-reconstruction de l'ouvrage permet également de garantir la continuité des fonctionnalités et de reprendre alignement des façades, ce qui n'était pas le cas avec un renforcement de l'ouvrage actuel.

L'étude de cette reconstruction fait l'objet d'un marché de maîtrise d'œuvre spécifique (confié à SCE-AEI).

Ce nouvel ouvrage plus large que l'ouvrage actuel pourra supporter le tramway, les deux voiries et la bande cyclable ainsi que le trottoir côté Sud. Il prévoit également un caisson métallique pour les réseaux des concessionnaires.

La bande cyclable et le trottoir Nord sont intégrés à l'ouvrage « piste cyclable » conservé.

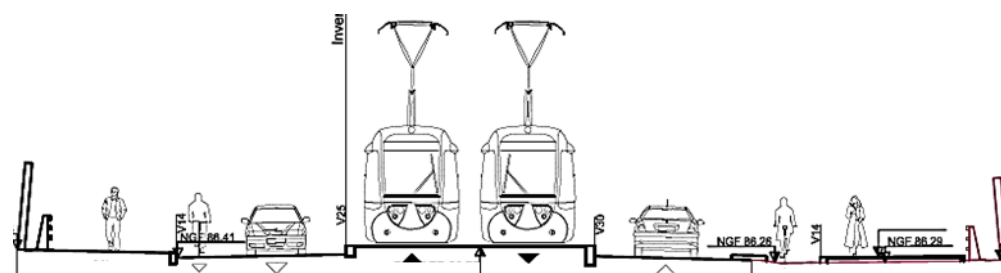


Illustration 119. Fonctionnalités permises par le nouvel ouvrage sur la LGV

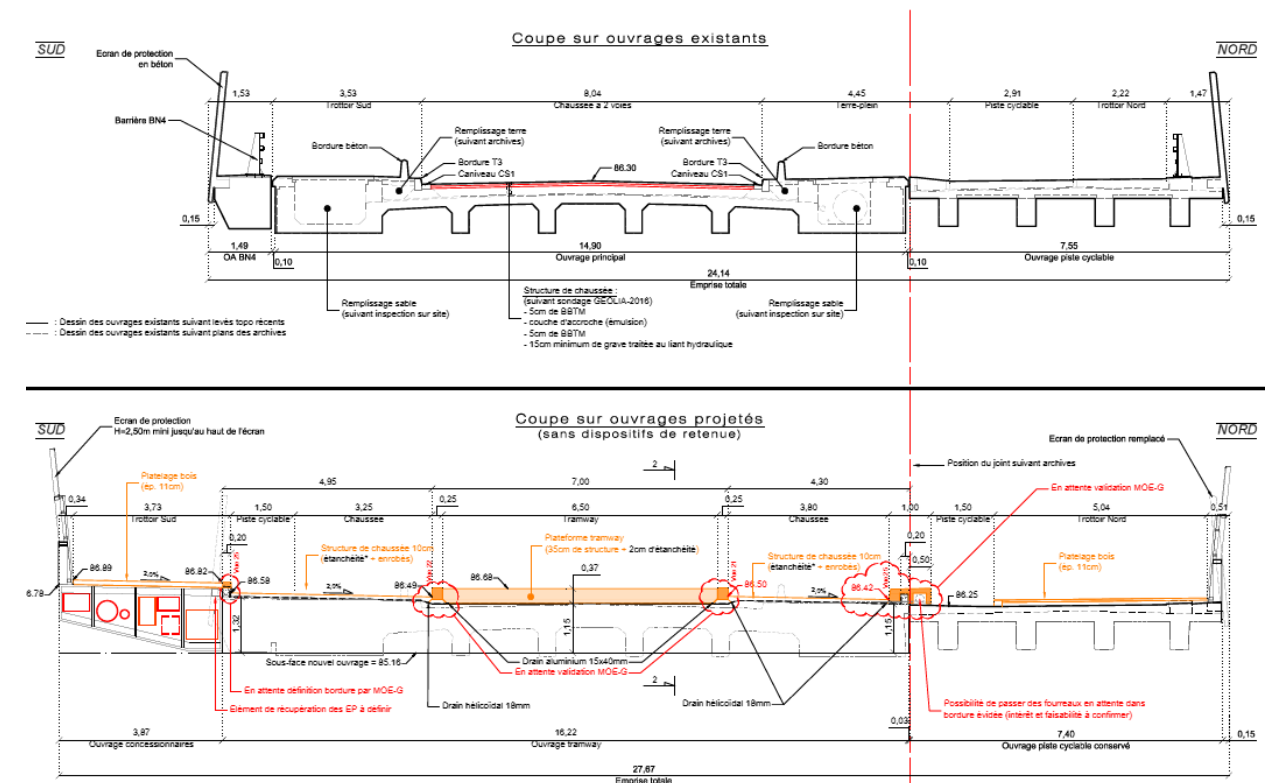


Illustration 120. Ouvrage LGV - coupes de l'existant (en haut) et du projet (en bas),  
source : AVP SCE-AEI

### V.5.3.3 OPERATIONS INDUITES SUR LES OUVRAGES DE L'A86

#### V.5.3.3.A Déplacement d'émergences

Le passage du tramway sur le tube nord de l'A86 nécessite le déplacement ou le réaménagement de certaines émergences afférentes à celui-ci :

- L'issue de secours du tube nord de l'A86 sera légèrement réaménagée car elle est impactée par l'implantation de la station Croix de Berny. Cette issue de secours est située sur le plot 9 du tube Nord de l'A86.
- Les grilles de désenfumage des usines d'extraction 1 à 4 devront être déplacées de quelques mètres afin de les relocaliser sous l'espace vert. En effet, l'intégration de la plate-forme tramway et le maintien des fonctionnalités existantes (voirie et stationnement) induit un décalage de l'implantation du stationnement et donc de l'espace vert de quelques mètres. La grille de l'usine N°4 sera elle repoussée sur l'îlot central du carrefour.
- La cheminée des usines de désenfumage 5 et 6, impactée par les aménagements liés au terminus de la Croix-de-Berny, sera relocalisée le long du mur à l'angle de l'avenue Lebrun.

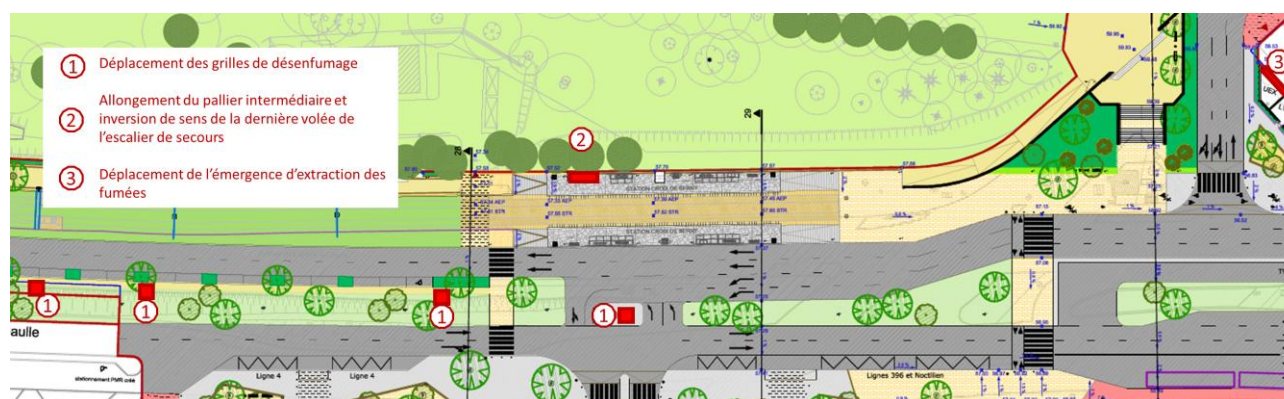


Illustration 121. Déplacement et modification des émergences de l'A86

#### V.5.3.3.B Vérification de la circulabilité

Par ailleurs, la mise en place du tramway sur les ouvrages du tube de Nord de l'A86 (notamment sur les gaines des usines d'extraction) a nécessité des vérifications sur la capacité du tube à supporter ces nouvelles charges d'exploitation. Ces calculs démontrent que la plupart des ouvrages du tube Nord de l'A86 peut supporter les charges du tramway sans nécessité de dalle de répartition ou de report de charge spécifique.

### V.5.4 Accessibilité

L'arrêté du 15 janvier 2007 relatif à l'accessibilité de la voirie et des espaces publics définit les caractéristiques techniques que doivent respecter les aménagements afin d'en faciliter l'accès aux personnes handicapées ou à mobilité réduite.

Dans la mesure du possible, l'ensemble des systèmes et des infrastructures est traité de manière à être compatible avec la réglementation en termes d'accessibilité et de sécurité pour les personnes à mobilité réduites, à différents niveaux :

- en station et pour accéder aux quais,
- à bord du matériel roulant,
- à l'interface quai de station / matériel roulant,
- en section courante,
- au niveau des intersections de la plateforme et les voies routières.

#### V.5.4.1 QUAIS DE STATIONS

La hauteur des quais est adaptée au matériel roulant afin de permettre un accès de plain-pied. Les quais sont en alignement droit afin de limiter au maximum la lacune entre le nez de quai et le seuil de porte tramway. Des dalles podotactiles sont prévues tout le long des quais et des annonces sonores sont disponibles sur demande (grâce à la télécommande dont sont équipées les personnes en situation de handicap). Les distributeurs de titres de transport en station sont positionnés à des hauteurs accessibles aux voyageurs en fauteuil.

#### Accès aux quais depuis la voirie

L'accessibilité aux quais a été recherchée, en tenant compte dans la conception des rampes les articles de l'arrêté du 15 janvier 2007 à savoir :

- Une pente en long de 5% maximum sur 10m
- Un dévers de 2% maximum

Seules 2 rampes ne répondent pas aux critères d'accessibilité :

- Station cinéma REX, accès côté Antony : pente à 6,5% sur 15 m,
- Station cinéma Esplanade, accès côté Antony : pente à 7% sur 11 m.

Ces rampes ne sont donc pas accessibles aux personnes handicapées selon l'arrêté du 15 janvier 2007, mais les quais ayant été conçus avec une rampe à chaque extrémité, les stations REX et Esplanade restent accessibles aux personnes handicapées depuis la voirie, par les rampes côté Clamart.

### Accessibilité des quais de station

L'accessibilité des quais a été recherchée, en tenant compte dans la conception des quais, de l'arrêté du 15 janvier 2007.

L'article 1 de l'arrêté du 15 janvier 2007 présente la limite acceptable de pente longitudinale, fixée à 5% : cette condition est respectée sur l'ensemble des stations du tramway T10.

Cet article précise que si la pente longitudinale dépasse 4 %, un palier de repos doit être aménagé en haut et en bas de chaque plan incliné. Sur l'ensemble de la ligne de tramway, deux stations présentent des pentes longitudinales dépassant 4 % : Cinéma REX (4,7%) et Esplanade (4,67%). L'aménagement de paliers de repos étant impossible sur un quai de tramway (du fait de l'alignement parfait nécessaire entre le quai et la rame), une demande de dérogation sera à réaliser pour ces deux stations.

Néanmoins, afin de faciliter l'accessibilité, les portes du tramway seront prévues immédiatement derrière la cabine de conduite, c'est-à-dire en extrémité de quais lorsque le tramway est en station. La distance exacte à parcourir entre le haut du plan incliné et la porte accessible, donc la distance totale à parcourir sans palier, sera précisée dans le cadre des études de définition du matériel roulant.

Par ailleurs, l'article 3 de l'arrêté traite du devers acceptable en cheminement courant, limité à 2%. Ce devers maximal de 2% est respecté en cheminement courant (cheminement courant considéré dans le sens de la longueur du quai (profil en long dans le tableau), puisque la pente dans la largeur du quai est bien inférieure à 2% pour toutes les stations (cf. colonne « devers de quai » dans le tableau). Cependant, un devers supérieur à 2% sera ressenti par les personnes en fauteuil lorsque celles-ci se placent perpendiculairement à la rame de tramway pour y entrer.

La pente de devers correspond alors à la pente longitudinale du quai. L'accès à la rame n'étant pas considéré comme une situation de « cheminement courant », aucune demande de dérogation n'est à prévoir à ce titre.

Conformément à l'arrêté du 15 janvier 2007 relatif à l'accessibilité de la voirie aux personnes handicapées (décret n° 2006-1658 du 21 décembre 2006), une demande de dérogation sera sollicitée auprès de la Commission Consultative Départementale de Sécurité et d'Accessibilité (CCDSA) pour les deux stations « Esplanade » et « Cinéma REX ».

### Cheminement sur le quai

La largeur des quais de 3.90 m minimum environ permet de garantir le bon cheminement des personnes en situation de handicap dont les personnes en fauteuil roulant, même en cas d'affluence. Sur le quai, la largeur de cheminement ne sera jamais inférieure à 1.40 m conformément à la réglementation : en effet, l'implantation des différents équipements a été concentrée sur l'arrière du quai pour ménager une cote de libre passage de 1,5m.

### V.5.4.2 MATERIEL ROULANT

L'accès aux véhicules par les personnes en situation de handicap sera facilité par :

- une lacune horizontale et verticale inférieure à 2cm, donc franchissable par une roue de fauteuil roulant, une poussette, etc.
- des rames équipées uniquement de portes doubles, y compris au niveau du nez de la rame
- des rames comportant 4 places permettant l'ancrage d'un fauteuil roulant, positionnées régulièrement dans la rame
- des barres de préhension à bord des véhicules
- une lumière renforcée, avec un éclairage plafonnier général, des éclairages au-dessus et au-dessous des sièges, et un faisceau lumineux à l'ouverture des portes
- des annonces sonores et visuelles seront prévues systématiquement aux arrivées en stations
- les valideurs à bord positionnés à des hauteurs accessibles aux voyageurs en fauteuil.

### V.5.4.3 ESPACES PUBLICS / TROTTOIRS

La largeur minimale réglementaire de cheminement sur les trottoirs sera respectée, ainsi que les règles sur les pentes et les dévers, les largeurs de places de stationnement, etc., sauf impossibilité technique avérée.

### V.5.4.4 TRAVERSEES PIETONNES

Les traversées piétonnes sont matérialisées par :

- un abaissé du trottoir de manière à les rendre praticables par les fauteuils roulants
- une bande podotactile afin qu'elles soient perçues par les déficients visuels
- un marquage sur la chaussée
- un îlot-refuge en fonction de la largeur à traverser ou du mode de fonctionnement du carrefour

Les feux piétons seront équipés d'un signal sonore (activable par télécommande) donnant l'indication de l'état du feu aux personnes malvoyantes.

### V-6. EXPLOITATION

#### V.6.1 Trafic prévisionnel

A l'horizon de la mise en service, les prévisions indiquent que la charge dimensionnante à l'heure de pointe du matin est de **1 400 passagers** par heure et par direction (données : STIF). Elle se situe sur l'interstation –Noveos et Parc des Sports. Dans le projet de prolongement et à l'horizon 2030, le modèle montre que la charge dimensionnante varie sensiblement selon la variante de tracé considérée. Le maximum attendu est de **4 400 passagers** par heure et par direction.

#### V.6.2 Intervalles d'exploitation

Les intervalles d'exploitation ciblés sont les suivants :

- En semaine :
  - en heure de pointe ([7h-9h30] et [17h-19h30]) : 6 min (3 min30 en cas de prolongement)
  - en heure creuse ([5h30-7h], [9h30-17h] et [19h30-21h]) : 8 min (idem en cas de prolongement)
  - service de nuit ([21h-00h30]): 15 min (idem en cas de prolongement)
- Le week-end :
  - le matin ([5h30-12h]) : 12 min (idem en cas de prolongement)
  - l'après-midi ([12h-21h]) : 10 min (idem en cas de prolongement)
  - service de nuit ([21h-00h30]): 15 min (idem en cas de prolongement)

#### V.6.3 Hypothèses

- Les vitesses en courbe considérées s'étendent de 15 km/h (R=25m) à 45 km/h (R>250m)
- Vitesses de circulation prises en compte :
  - sites protégés : 50 km/h (y compris, à titre conservatoire sur la RD2, où la consigne d'exploitation pourra être de 70 km/h)
  - passage d'un carrefour ou d'un passage piéton : 30 km/h
  - entrée de station : 30 km/h
  - passage sous l'ouvrage du T6 (abaissement de la LAC) : 30 km/h
- Les temps d'arrêt estimés en station s'étendent de 20s à 30s
- Temps perdu aux feux en cas de refus de priorité au tramway estimé à environ 20s en moyenne

#### V.6.4 Temps de parcours et vitesse commerciale

Les résultats globaux par sens incluant les temps d'arrêts aux stations (y compris terminus), les pertes moyennes aux feux et la marge de détente (10%) sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Sens	Temps de parcours total terminus à terminus	Vitesse commerciale	
Sens 1 Croix de Berny → Place du Garde	25min 10s	19,6 km/h	<b>19,7 km/h</b>
Sens 2 Place du Garde → Croix de Berny	24min 40s	19,9 km/h	

**Tableau 2. Temps de parcours global estimé par sens dans le scénario de base (horizon 2030)**

#### V.6.5 Matériel roulant

Bien qu'il existe de nombreux modèles de tramway, les dimensions les plus fréquemment rencontrées sont :

- Largeurs : 2.40 m et 2.65 m
- Longueurs : 32 m et 45 m

Les capacités théoriques de ces matériels varient entre 200 et 300 personnes embarquées. Pour autant, un système de transport n'est jamais dimensionné par rapport à la capacité théorique absolue de son matériel roulant. En effet, le système doit être en mesure de pouvoir absorber l'hyper-pointe (période d'environ 15 minutes durant laquelle la demande est la plus forte) et les inévitables incidents d'exploitation (prise de retard, etc.). Il est d'usage d'utiliser la valeur de 80% de la capacité théorique du matériel roulant pour dimensionner le système.

Par ailleurs, les retours d'expériences franciliens montrent qu'il est difficile, du point de vue de l'exploitation, de porter la fréquence d'une ligne de tramway à moins de 3 minutes 30 secondes (soit 17 passages de tram par heure).

Combiné à la capacité des véhicules, cela donne les capacités suivantes (en voyageurs, arrondi à la centaine supérieure) :

Nombre maximal de voyageurs transportés sur la ligne par heure et par sens (80% à 4 p/m <sup>2</sup> – fréquence de 3'30")		Largeurs	
		2,4m	2,65m
Longueurs	32 mètres	2 700	3 000
	45 mètres	3 800	4 100

**Tableau 3. Nombre maximal de voyageurs transportés sur la ligne**

Ces éléments analyses ont permis aux maîtres d'ouvrages de constater que seul un matériel roulant de dimension 45m par 2,65m était en mesure d'absorber les flux attendus en cas de prolongement (pour mémoire une charge dimensionnante comprise entre 3 000 et 4 500 voyageurs), qui conduiraient à atteindre la capacité maximale du système.

La consultation pour l'achat du matériel roulant a été lancée avec les caractéristiques suivantes :

- Longueur enveloppe entre 40 et 45m
- largeur du gabarit statique : 2,65m
- double-vantaux à chaque extrémité de rame, derrière la cabine de conduite
- capacité de transport minimale de **300 personnes** par rame.
- Hauteur maximale : 3,55 m avec capotage
- Hauteur de captage : comprise entre 3.80 et 6.50 mètres
- Hauteur du plancher bas intégral : 30 cm sur toute la longueur de la rame
- Bidirectionnalité : oui
- Captation de l'énergie électrique : 750V par pantographe
- Vitesse maximale : 70 km/h

Le parc nécessaire à l'exploitation de la ligne est de **13 rames** pour le projet Antony-Clamart, et **27 rames** pour le projet de prolongement.

Le marché du matériel roulant des tramways T9 et T10 a été attribué à ALSTOM par le conseil d'administration du STIF le 6 décembre 2016.

Le matériel roulant retenu est le Citadis type XO5 de 44 mètres de longueur et 2,65 mètres de largeur. Il offre une capacité de 300 places environ (dont 70 places assises).

### V.6.6 Temps de correspondances aux pôles de correspondances majeurs

#### V.6.6.1 CROIX DE BERNY

A cette station, les correspondances de la station de tramway avec le TVM et le RER B nécessitent de traverser le carrefour. La configuration en avant-gare permet le positionnement de la station à proximité immédiate du carrefour à traverser, ce qui optimise le temps de correspondance. Une pénalité de 25 secondes est néanmoins ajoutée aux temps de déplacements pour prendre en compte l'attente au feu rouge piétons.

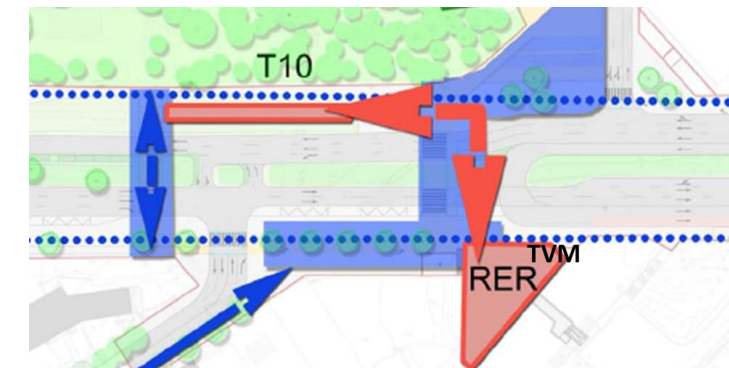


Illustration 122. Schéma de correspondance T10-RER B-TVM

Les temps de correspondances ont été estimés sur la base d'une vitesse de déplacement de 1m/sec sur le plat et de 0,5m/sec dans les escaliers et escalators et prennent en compte le projet de réaménagement de la gare RER.



Illustration 123. Projet de réaménagement de la gare RER

Les temps de correspondance estimés sont les suivants :

- A la Croix-de-Berny (TVM et RER B) :
  - T10 –RER B quai nord : environ 3 min 30s
  - T10 –RER B quai sud : environ 4 min 10 s
  - T10 – TVM : environ 2 min 45 s

## V.6.6.2 HOPITAL BECLERE

La correspondance T6/T10 s'effectue à la station Hôpital Béclère en créant un cheminement piéton de plain-pied de 170 m sans avoir recours à un ascenseur ou escalator. Elle peut aussi se faire par un chemin plus court, 140 m, avec quelques marches d'escalier.

Le temps de correspondance estimé entre le T10 – T6 est de 3 min 20 s environ.

## V.6.7 Organisation de l'exploitation

### V.6.7.1 FONCTIONNEMENT DES TERMINUS

Pour des raisons d'insertion (positionnement des quais), il a été retenu que les 2 terminus seraient configurés en avant-gare (la manœuvre s'effectue avant l'arrivée à quai).

Ainsi, dans cette configuration, les rames occupent pendant 1 min les communications situées en avant-gare en arrivant ou en repartant et restent 2min30 à quai (temps d'échanges passagers et de changement de cabine confondus dans le battement).

Le schéma ci-après présente une configuration d'exploitation du terminus en avant-gare. Afin d'améliorer la robustesse de l'exploitation, la possibilité d'ajouter une 3<sup>e</sup> voie (tel que représenté en pointillés) a été prise comme mesure conservatoire en vue d'un éventuel prolongement (associé à une réduction d'intervalle à 3 min30).



Illustration 124. Configuration en avant-gare avec ou sans 3<sup>e</sup>me voie tiroir parallèle

### V.6.7.2 SERVICES PROVISOIRES

Les communications dites de **Service Provisoire** sont insérées en des points particuliers, afin de conserver une exploitation provisoire lorsqu'une partie de la ligne n'est pas utilisable (événement extérieur, panne d'alimentation en courant de traction, rame bloquée en panne). Des communications pour services provisoires sont prévues à la station Grenouillère et à la station Jardin Parisien. La zone d'injection/retrait des rames au niveau du SMR peut également être utilisée pour mettre en place des services provisoires.

Lorsqu'un service provisoire est instauré, la manœuvre des aiguillages est effectuée à pied d'œuvre à l'aide d'un sabre amovible dont chaque cabine de conduite est pourvue.

### V.6.7.3 KILOMETRAGE ANNUEL DE LA FLOTTE

Le kilométrage annuel de la flotte est évalué à environ 706 000 tram.km par an.

## V.6.8 Restructuration du réseau de transport

La mise en service du tramway T10 engendrera de nouveaux besoins de déplacements pour les voyageurs, entraînant ainsi une restructuration du réseau bus en rabattement vers le tramway. Certaines lignes de bus seront alors modifiées par leur itinéraire et/ou par leur offre, les correspondances devront être assurées entre les lignes de bus et le tramway par une reconfiguration des points d'arrêts et des terminus. Une ligne Noctilien pourrait également permettre une desserte de nuit sur l'ensemble du tracé du tramway, impliquant alors l'aménagement d'un point d'arrêt à chaque station.

La Direction de l'exploitation du STIF poursuit le travail de restructuration du réseau bus sur la base des hypothèses prises lors du schéma de principe. A ce stade, la restructuration envisagée est présentée au paragraphe VI.4.1.

## V-7. SITE DE MAINTENANCE ET DE REMISAGE (SMR)

Le site de maintenance et de remisage (SMR) accueille les infrastructures et équipements nécessaires aux fonctions :

- d'exploitation, de remisage et de maintenance des rames,
- de maintenance des installations fixes de la ligne (voie ferrée, LAC, signalisation, etc.),
- de régulation du réseau tramway.

Le SMR est indispensable au fonctionnement de la ligne de tramway et doit répondre à un certain nombre de caractéristiques en termes de surface, de proximité de la ligne et de configuration pour permettre l'optimisation des fonctions. La ligne doit de plus, disposer d'installations permettant un fonctionnement autonome puisque cette ligne n'est pas raccordée au réseau de tramway existant.

Deux maîtrises d'œuvres seront impliquées dans le périmètre du SMR :

- Le maître d'œuvre général (MOEg - SARA) en charge des équipements ferroviaires, des équipements et matériels d'exploitation et de maintenance installés sur le centre de maintenance, des systèmes d'exploitation, de la vidéosurveillance des voies d'exploitation, de la gestion technique centralisée des équipements techniques, de l'aménagement du PCC, de la sous-station (SSR) et du local technique de signalisation
- Le maître d'œuvre SMR (MOE SMR - groupement AIA) en charge des aménagements paysagers et extérieurs du SMR et des bâtiments d'exploitation et techniques du SMR.

### V.7.1 Programme

Un programme a été bâti au cours des études préliminaires, précisant les fonctionnalités attendues du SMR et les éléments dont il doit impérativement disposer.

#### V.7.1.1 FONCTIONNALITES

Le SMR est dimensionné en tenant compte d'une réserve de capacité en vue d'un prolongement ultérieur de la ligne vers le nord et d'une évolution de la fréquence à 3min30s.

Maintenance du matériel roulant :

Seront assurées sur le site :

- la maintenance préventive : maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien,
- la maintenance corrective : maintenance exécutée après détection d'une panne, et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

Les opérations de maintenance lourde (révisions à mi-vie) ne seront pas assurées sur le site.

Ainsi, il sera effectué dans le SMR majoritairement la maintenance de niveaux 1 (intervention sur l'équipement ou système) et 2 (échange d'un organe). Les opérations de niveau 3 (intervention sur l'organe déposé) seront sous-traitées hors SMR.

Maintenance des installations fixes :

- Préparation et stockage des pièces de maintenance pour les activités caténaire et énergie,
- Maintenance et tests des appareillages de signalisation et télécommunication,
- Maintenance courante du matériel de la voie.

Exploitation de la ligne

Le SMR accueille :

- Le personnel d'exploitation, comprenant l'ensemble du personnel de conduite des tramways et ses coordinateurs.
- Le poste de commande centralisé (PCC), dont la fonction est la gestion de l'exploitation du réseau de transport : supervision du trafic et de la sécurité, gestion de l'énergie, information voyageur, etc.

#### V.7.1.2 ELEMENTS CLES DE LA CONCEPTION

Les éléments permettant d'assurer les fonctionnalités attendues et qui dimensionnent le programme sont :

- Les ateliers de maintenance des tramways
- La base maintenance des infrastructures de la ligne
- Le bâtiment administratif et le PCC
- une machine à laver
- une station-service
- 26 positions de remisage
- 1 voie de grand nettoyage (2 emplacements)
- 6 voies de maintenance
- Le stationnement VL du personnel
- Les accès SMR via/vers les deux sens de la ligne



L'ordonnancement général du site est contraint par les équipements à y implanter mais surtout par la conception de son plan de voie (soumis aux limites techniques des éléments le composant) et par les différents mouvements de rames nécessaires au cours de la journée.

Les grandes fonctions sont structurantes dans la conception des aménagements et sont synthétisées sur le schéma ci-dessous.

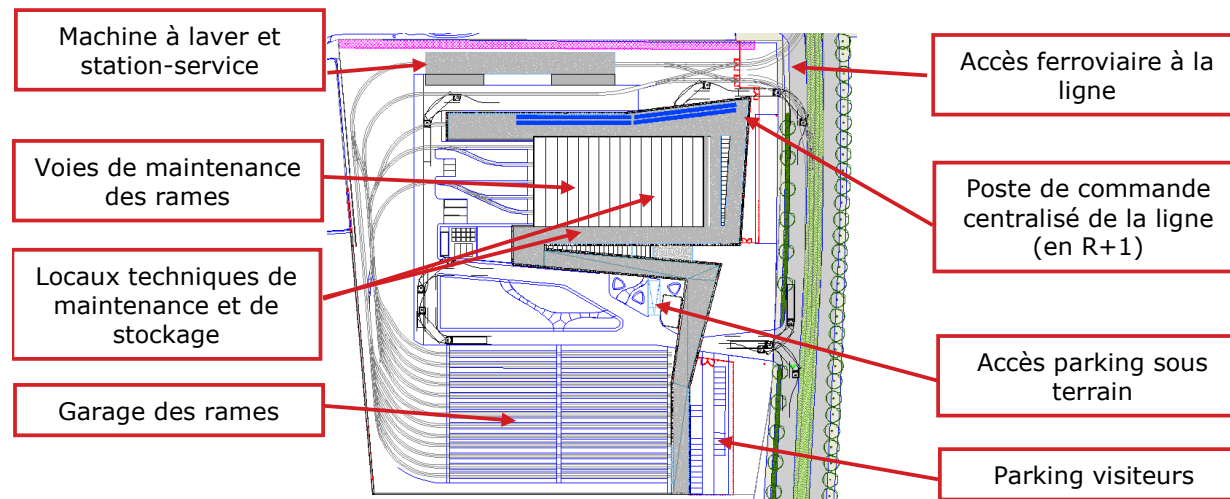


Illustration 125. Synthèse des grandes fonctionnalités que doit assurer le SMR

Le site retenu à l'issue des études préliminaires est situé sur une parcelle située en forêt de Verrières, sur la commune de Châtenay-Malabry, à proximité du carrefour du 11 novembre 1918. Après analyse comparative avec d'autres sites, cette parcelle est en effet apparue comme la seule présentant une capacité suffisante pour accueillir l'ensemble des fonctionnalités du SMR, permettant un nombre de voies de maintenance et de remisage suffisant, et une exploitation robuste et fiable.

Dans le cadre de cet aménagement, des impacts faune-flore et boisement sont à compenser (cf. partie VI.2.3).

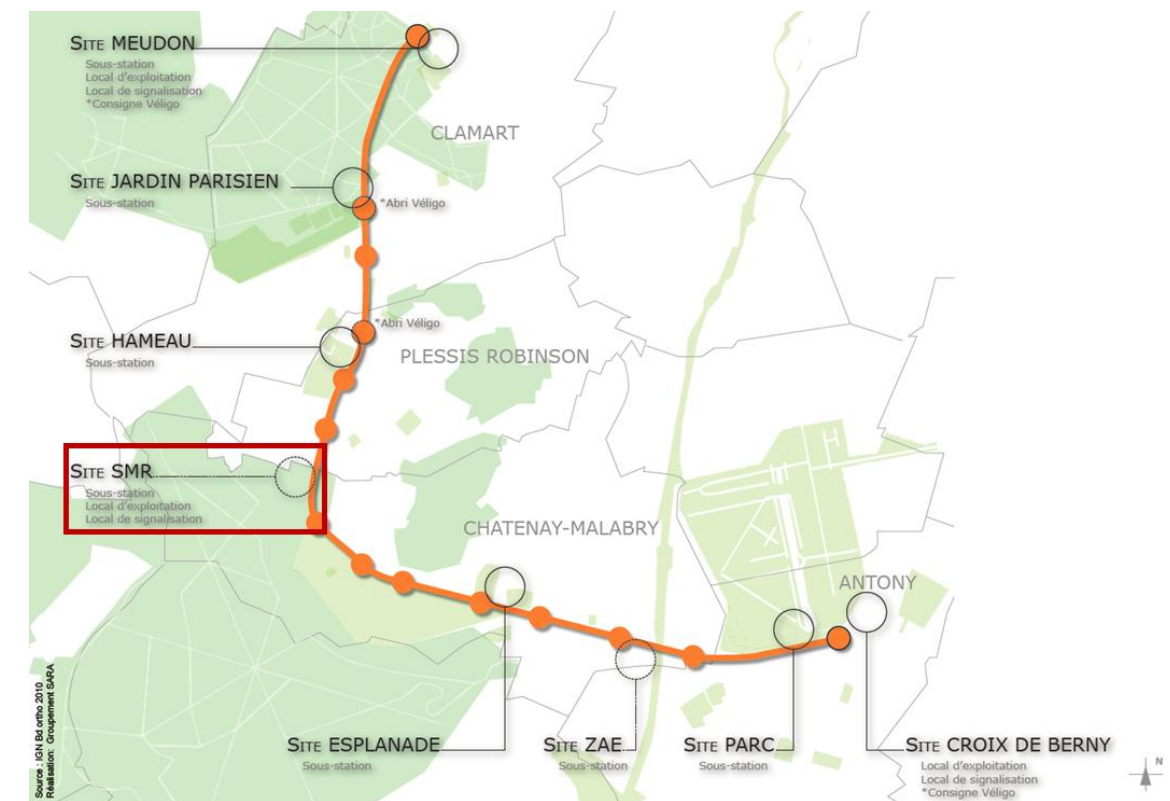


Illustration 126. Localisation du SMR

### V.7.1.3 PLAN DE VOIE ET ACCES

A ce stade des études le plan de voie retenu est le suivant :

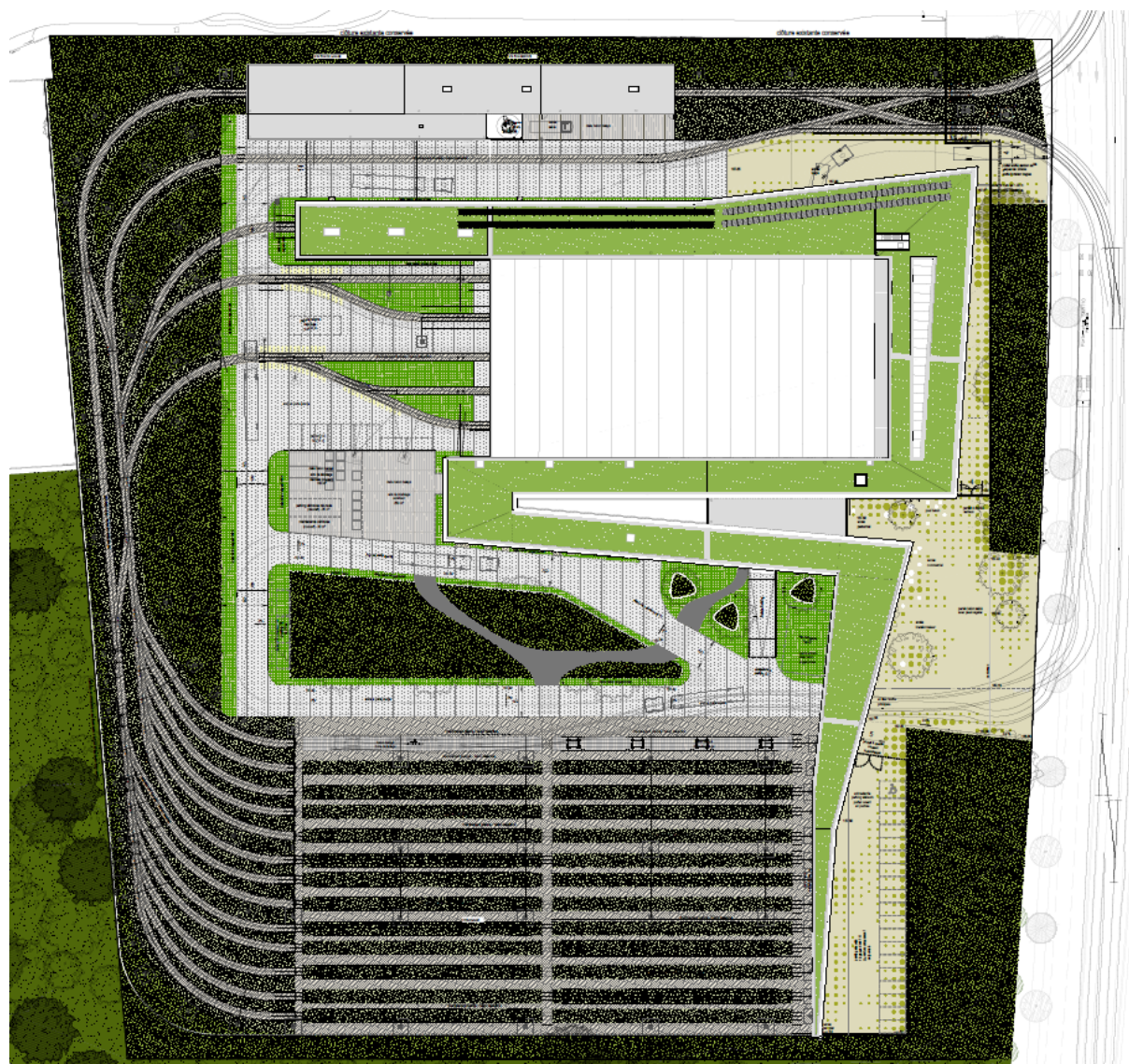


Illustration 127. Plan de voie du SMR, groupement AIA

Les accès des tramways au site se font grâce à un double débranchement qui permet d'injecter en ligne des rames allant indifféremment vers le nord ou le sud, et idem pour les retraits des rames.

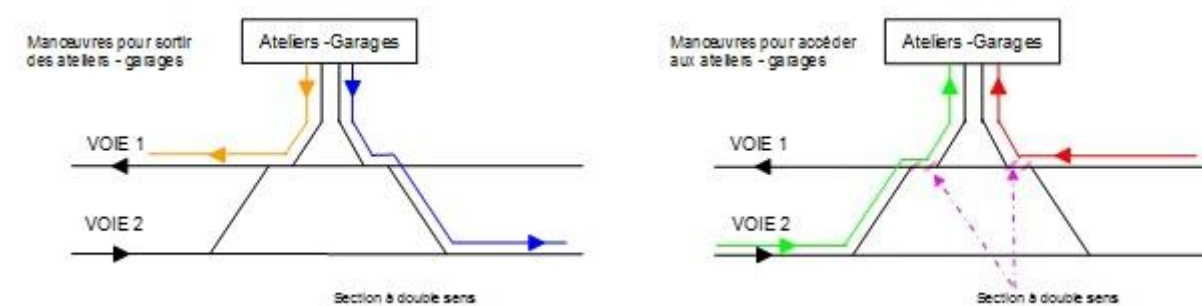


Illustration 128. Injection / retrait des rames depuis/vers le SMR

Le croisement routier avec les voies d'accès tramway au SMR est aménagé en carrefour à feu. L'accès routier au site, pour les véhicules particuliers et les poids lourds, est dissocié de l'accès tramway. Un accès est également prévu pour les convois exceptionnels de livraison des rames.

### V.7.2 Notice architecturale

Le parti-pris architectural est d'apporter une réponse ambitieuse et raisonnée à la **double question du paysage** (inscrire au mieux le projet dans le contexte très particulier de son site) **et de l'usage** (offrir aux futurs utilisateurs des conditions de travail et de vie optimales) par la mise en place d'un dispositif architectural unitaire.

En réponse à la **question du paysage**, la MOE SMR propose de retenir le concept de « la ligne verte » : au départ une simple ligne, comme un ruban, qui soustrait aux regards le remisage des tramways, puis qui se déploie et serpente entre les arbres pour s'épaissir peu à peu en accueillant les surfaces du programme. Couvert d'une toiture végétale ce ruban acquiert à l'entrée du site l'identité d'un vrai bâtiment.



Le choix de l'implantation du bâtiment dans son site, décalée au maximum à l'ouest, permet d'élargir la lisière arborée le long de l'avenue Paul Langevin et de conserver un maximum d'arbres existants qui sont choisis et mis en valeur. La biodiversité en est favorisée sur le site. Les revêtements de sol extérieurs sont adaptés aux usages et dès que l'usage le permet, ils introduisent le végétal (en bande ou en perforation).

En réponse à la **question de l'usage**, et ce afin d'offrir aux usagers les meilleures conditions de travail grâce à une lumière naturelle zénithale contrôlée, la halle de maintenance sera couverte d'une membrane légère composée de coussins d'ETFE.

La suite des études intègre une dalle au-dessus des voies de remisage destinée à recevoir un équipement sportif réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la ville de Châtenay-Malabry.

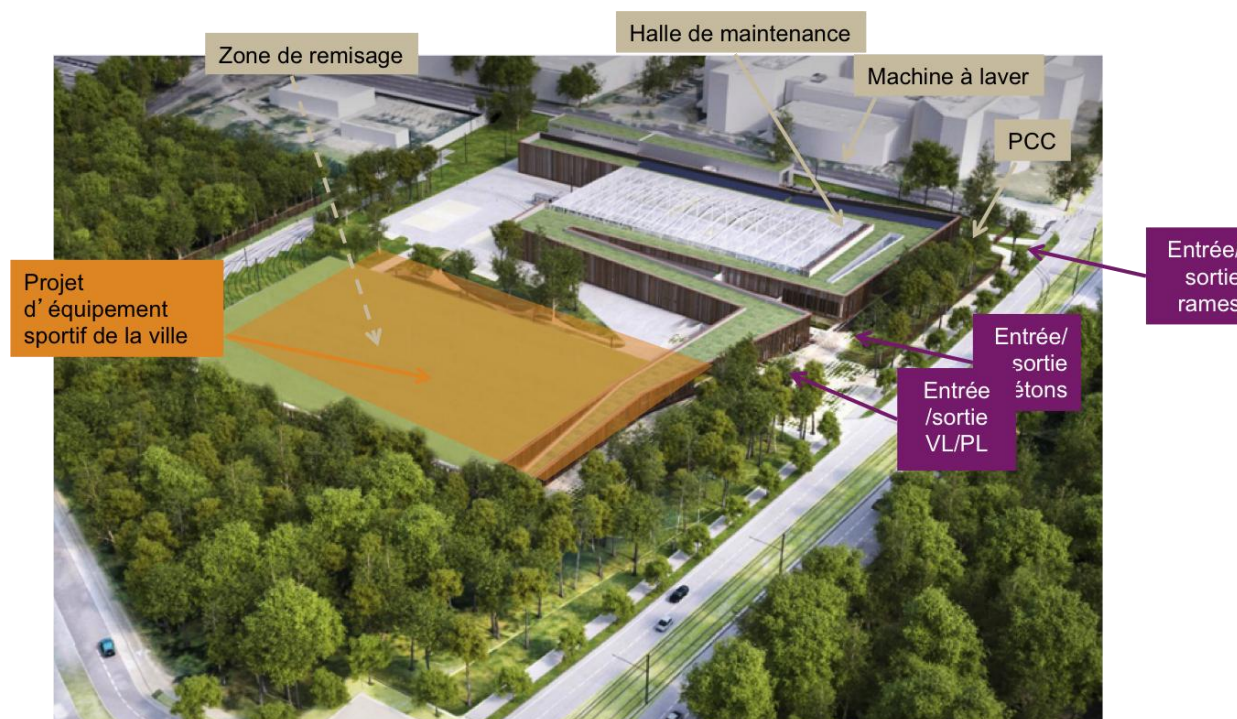
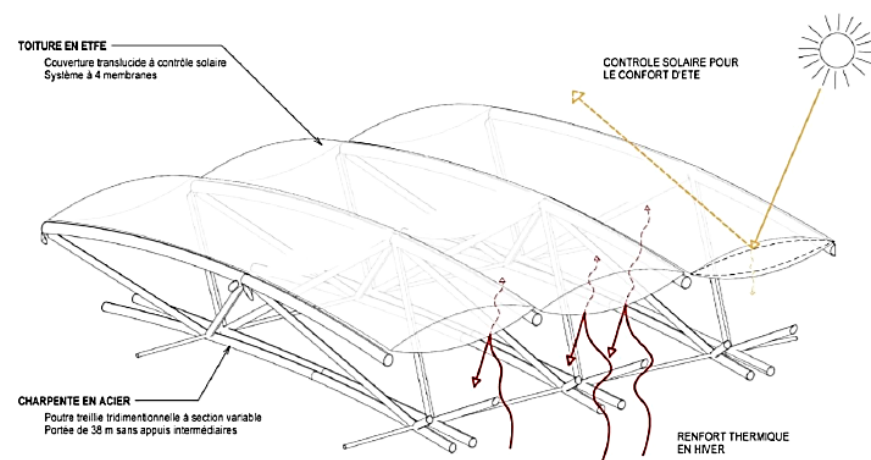


Illustration 129. Vues aériennes -intentions d'aménagement, source : APD, groupement AIA



**Illustration 130. Performances de la toiture ETFE**  
source : APD, groupement AIA

En outre, la légèreté obtenue permet de franchir 38 m et de libérer la halle en ne comportant que 5 poteaux intérieurs, offrant ainsi une grande souplesse dans l'évolution de l'usage de la halle. Dans des dimensions moins importantes, un éclairage zénithal des ateliers magasins au sud ainsi que de la circulation sur deux niveaux de la zone tertiaire à l'est est également prévu.

La grande halle bénéficiera en outre d'une chaleur douce et diffuse grâce à des tubes radiants et d'une maîtrise des nuisances sonores. Des parcours simplifiés et raccourcis sont envisagés pour la circulation des usagers. La relation intérieur / extérieur est privilégiée, grâce à la couverture ETFE notamment, mais aussi de larges baies vitrées.

Afin d'améliorer encore l'insertion paysagère du SMR, chacune des limites du site est adaptée au regard de son orientation et de son environnement.

Le Site de Maintenance et de Remisage visera l'exemplarité en termes environnementaux et énergétiques. En effet, le projet fera l'objet d'une labélisation Bâtiment à Energie Positive « BEPOS-Effinergie » grâce à ses performances en matière d'économie d'énergie et de production locale d'énergie renouvelable par panneaux solaires et géothermie. De plus, le SMR sera certifié BREEAM. Cette certification reconnue mondialement couvre l'ensemble des aspects du développement durable tels que la Santé et le bien-être, la pollution générée par le projet, les matériaux de construction (caractéristiques et origines), le transport, l'eau, les déchets, la biodiversité ou l'énergie. Ces labélisations et certifications font l'objet d'un suivi en phase Conception ainsi que d'un audit de vérification une fois le bâtiment achevé et sont accordées par des organismes indépendants : le BRE pour le BREEAM et Effinergie pour le BEPOS.

### V.7.3 Mesures conservatoires

Le Site de Maintenance et de Remisage du T10 est conçu pour permettre de pouvoir accueillir ultérieurement les fonctions de remisage, de maintenance et d'exploitation d'une ligne qui aurait été prolongée. Cela se traduit par la réalisation d'études permettant de s'assurer que les aménagements et bâtiments construits dans le cadre du tramway T10 Antony-Clamart, conçus pour 13 rames, permettront d'assurer la maintenance et le remisage de 14 rames supplémentaires. Les études d'Avant-Projet Détaillé du SMR permettent aujourd'hui de confirmer la possibilité à terme de réaliser un prolongement.

Dans le cadre de cet AVP, les équipements du SMR suivants seront réalisés :

- Les ateliers de maintenance des tramways
- La base maintenance des infrastructures de la ligne
- Le bâtiment administratif et le PCC
- une machine à laver
- une station-service
- 13 positions de remisage, en 7 voies
- 1 emplacement de grand nettoyage
- 6 voies de maintenance : 2 voies plates, 3 voies sur fosses (dont 2 avec passerelles) et 1 Tour en Fosse
- Le stationnement VL du personnel

Les équipements complémentaires seront réalisés en cas de prolongement.

### V-8. ORGANISATION DES TRAVAUX

#### V.8.1 Projet d'allotissement

Le pilotage de l'opération est assuré par une co-maîtrise d'ouvrage dans le cadre d'une convention, adoptée en Conseil du STIF et en Assemblée départementale. Les deux maîtres d'ouvrage du projet se sont réparti le périmètre d'intervention de la façon suivante :

- Le Département des Hauts-de-Seine, via sa Direction des Mobilités (DM), est en charge des aménagements urbains ;
- Le STIF est en charge du périmètre du système de transport, du site de maintenance et de la sécurité. Le STIF a missionné la société TRANSAMO dans le cadre d'un marché de mandat de maîtrise d'ouvrage. Le STIF acquiert également le matériel roulant.

Dans le cadre de la construction du tramway T10 et des aménagements urbains associés, la proposition d'allotissement du Maître d'Œuvre SARA (groupement Systra – Artélia – Richez – Attica) est la suivante :

##### Sous maîtrise d'ouvrage du Département des Hauts-de-Seine:

- 1 marché de travaux préparatoires d'espaces verts accompagnant les travaux des déviements de réseaux concessionnaires et se poursuivant pour le projet T10 ; pour l'éclairage public et la SLT provisoires, ainsi que pour les travaux d'accompagnement de voirie, le Département utilisera ses propres marchés transversaux.
- 3 marchés d'infrastructures urbaines par zone géographique (y compris installation de chantier) :
  - 1 marché d'infrastructures urbaines concernant le secteur entre la Croix de Berny et le Pk 2500 environ (à l'ouest du carrefour Salengro-Clément) (linéaire approximatif 2500ml)
  - 1 marché d'infrastructures urbaines concernant le secteur entre l'ouest du carrefour Salengro-Clément et les environs du Pk 5400, à l'est du carrefour avec l'avenue de la Libération. (linéaire approximatif : 2900ml)
  - 1 marché d'infrastructures urbaines concernant le secteur entre l'est du carrefour avec l'avenue de la Libération jusqu'au terminus Place de Garde (linéaire approximatif : 2850ml)
- 4 marchés propres aux aménagements urbains associés :
  - Signalisation lumineuse du trafic
  - Eclairage public
  - Espaces verts par lots géographiques : ESV1 sur Clamart et jusqu'au 11 novembre, ESV2 sur le reste de la ligne
- 1 marché pour les travaux de démolition-reconstruction de l'OA LGV (sous MOE spécifique : SCE-AEI).

La maîtrise d'ouvrage des travaux sur les ouvrages de l'autoroute A86 sera déléguée à la DIRIF.

##### Sous maîtrise d'ouvrage du STIF:

- 7 marchés propres à l'infrastructure du tramway, intervenant en ligne et au site de maintenance et de remisage le cas échéant :
  - Infrastructure et voie ferrée
  - Ligne aérienne de contact et énergie
  - Signalisation ferroviaire et détection des tramways
  - Courants faibles
  - Billettique
  - Petits Bâtiments (SST, LEX, LTS et espaces sécurisés Véligo) (Gros œuvre ; second œuvre ; VRD des parcelles)
  - Mobilier de station
- 6 marchés propres au Site de Maintenance et de Remisage :
  - Machine à laver
  - Tour en fosse
  - Ponts roulants
  - Système de levage par vérins et table à bogie
  - Système de distribution de sable
  - Véhicule rail route

Pour la construction du bâtiment du SMR, il a été fait le choix d'une réalisation en Corps d'Etats Séparés afin de garantir un meilleur contrôle des coûts et de la qualité du projet. Le MOE du SMR (groupement AIA) propose les 14 lots suivants :

- Terrassement et VRD
- Espaces verts
- Gros Œuvre
- Charpente métallique - Métallerie
- Couverture en membrane monocouche (ETFE)
- Etanchéité
- Bardage

- Menuiserie aluminium - vitrerie - fermetures extérieures
- Chauffage - Ventilation - Désenfumage - Plomberie
- Electricité - Courants forts - Courants faibles - GTB
- Menuiserie bois
- Cloisons sèches - plafonds suspendus
- Finitions
- Appareils élévateurs

Les Dossiers d'Exploitation Sous Chantier (DESC) seront établis par chacun des titulaires de marchés pour exécuter les travaux de son chantier dans le cadre de ses études d'exécution, sur la base des principes de phasage définis par le MOE et annexés au marché travaux du titulaire.

Sur l'axe des travaux, l'organisation des chantiers devra tenir compte à tout moment, quels que soient les travaux en cours, des dispositions suivantes :

- maintien des circulations routières
- maintien des circulations piétonnes
- maintien des accès aux commerces, y compris livraisons
- maintien des conditions satisfaisantes d'intervention des secours
- maintien des circulations des transports collectifs
- maintien des conditions satisfaisantes de ramassage des ordures ménagères
- maintien des dispositions relatives au transport de fonds

## V.8.2 Ordonnement des travaux

L'**ordonnement général des travaux** et les principales phases de chantier dépendent de l'insertion du tramway selon les séquences.

Néanmoins, ont globalement été envisagés pour l'organisation des travaux les enchainements suivants :

- Les travaux d'assainissement et les travaux de dévoiements concessionnaires sont réalisés au préalable de l'engagement des travaux d'infrastructures du tramway T10 et des aménagements urbains associés, moyennant un léger chevauchement entre l'engagement des travaux T10 et la finition des travaux d'assainissement et des travaux concessionnaires tel que défini au planning général de l'opération ;

- L'exécution des travaux préparatoires libère les emprises et met en provisoire les équipements et signalisations nécessaires au maintien des fonctionnalités urbaines, y compris de circulation ;
- Le gros œuvre des aménagements urbains est réalisé, y compris travaux provisoires pour l'organisation des circulations dès que nécessaire ;
- puis vient la réalisation des travaux du Système de Transport, plateforme, voie, station, ...
- enfin interviennent les finitions des aménagements urbains, en particulier des revêtements définitifs et des signalisations associées ;

L'état initial et l'insertion du tramway ont un impact sur l'organisation précise des travaux, ci-dessus présentée de manière globale.

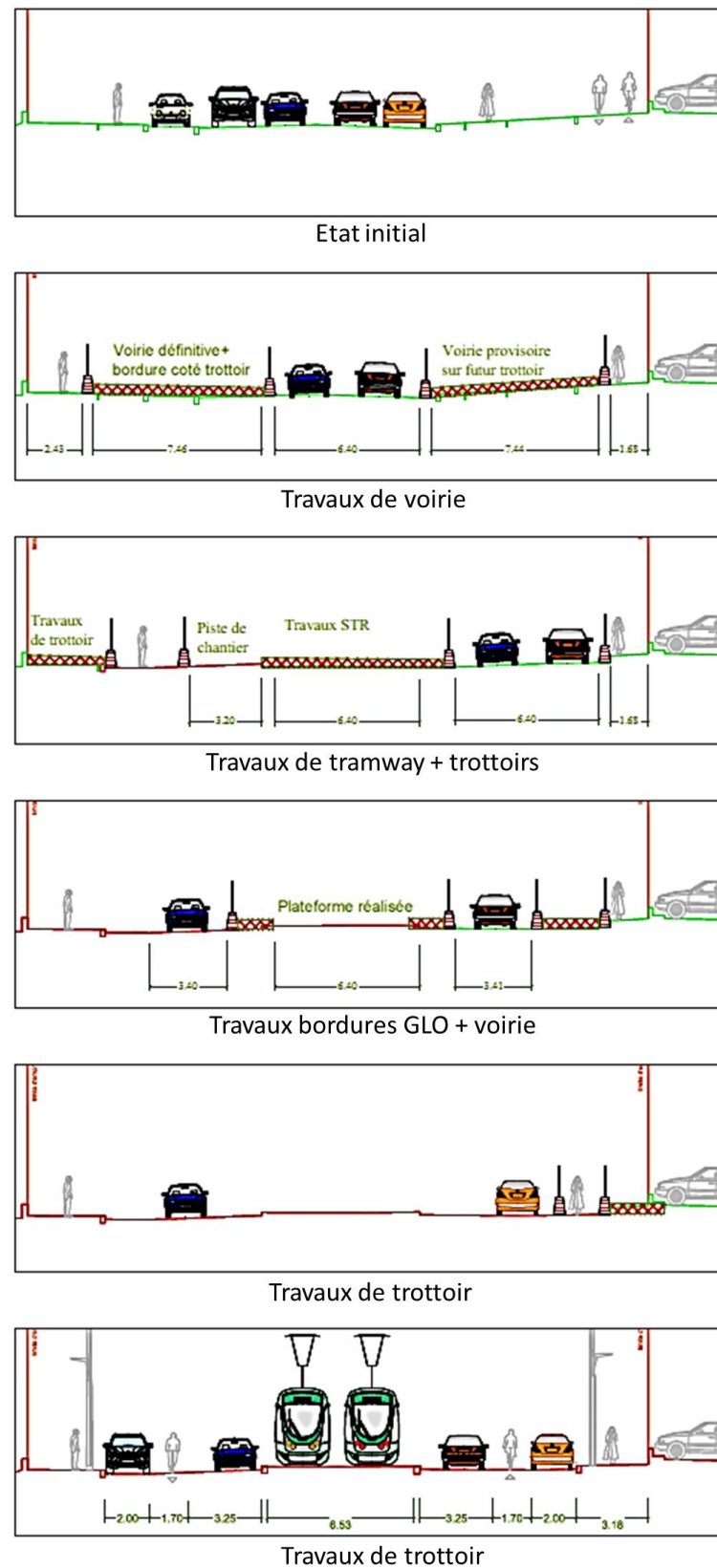
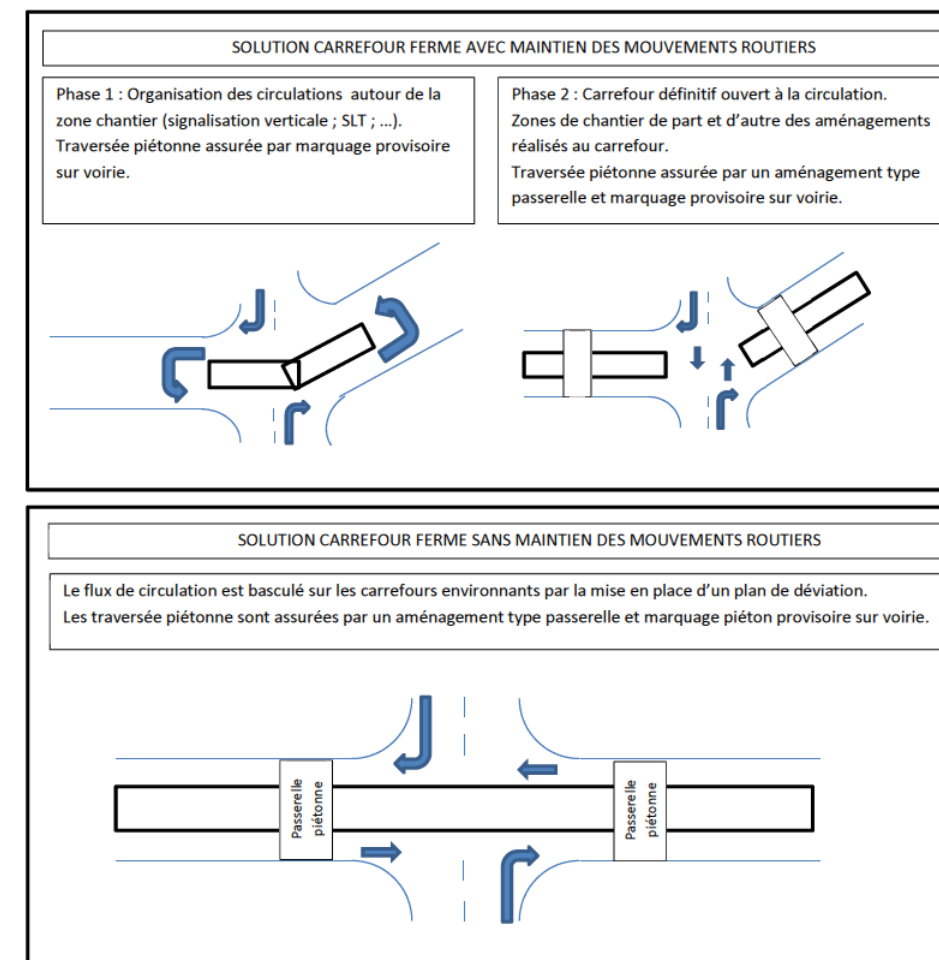
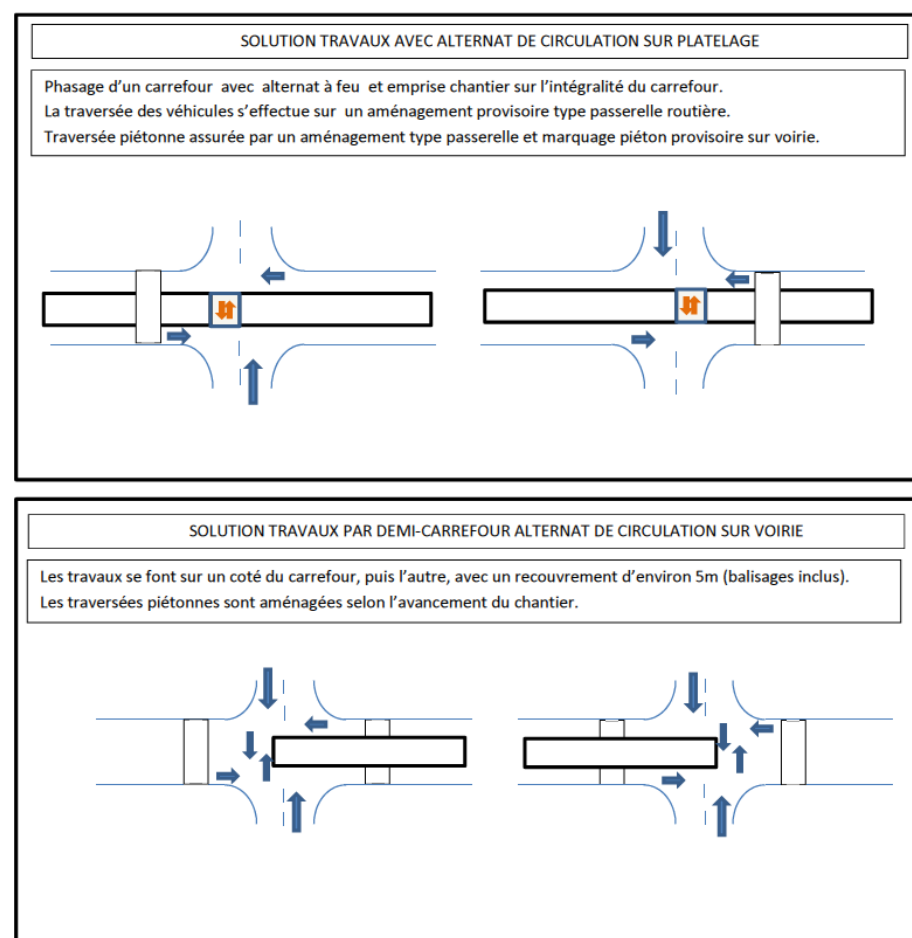


Illustration 131. Exemple de phasage sur la RD986 à Châtenay-Malabry, source : groupement SARA

L'organisation des travaux **en carrefour** est toujours une contrainte spécifique dans le cadre d'un projet urbain, car il faut réaliser l'infrastructure tramway tout en assurant les besoins de circulation, routière et piétonne. Globalement, les principes suivants sont considérés :

- Tous les carrefours urbains actuels qui seront fermés au terme des travaux du tramway sont considérés fermés dès le début des travaux de l'infrastructure tramway ;
- Dans les carrefours dont les mouvements routiers peuvent être reportés sans contrainte majeure pour les usagers, les travaux seront réalisés en privilégiant les reports de trafic permettant d'assurer la meilleure cadence de réalisation des travaux ;
- Dans les carrefours dont les flux routiers sont particulièrement importants ou présentent des fortes contraintes de reports sur des carrefours proches, les travaux seront réalisés soit avec des voiries provisoires (impacts coûts), soit en demi-carrefour (impacts délais).





**Illustration 132. Principes de phasage des travaux en carrefour,**  
source : groupement SARA

### V.8.3 Horaires des travaux

Les horaires de travail sont imposés par la législation en vigueur concernant le travail et les nuisances possibles pour les riverains.

Les restrictions de circulation sont soumises à arrêtés de circulation pris par les maires s'agissant de routes en agglomération et par la Préfecture des Hauts-de-Seine pour la section classée Route à Grande Circulation (RGC) de la RD986 à Antony.

Toute activité nocturne de nature à troubler le sommeil des riverains est interdite sur le chantier entre 21h et 7h du matin, sauf cas exceptionnels autorisés par les maîtres d'ouvrage, le maître d'œuvre, l'inspection du travail, le CSPS et le Conseil Départemental, les communes concernées, et la Préfecture le cas échéant.

Le planning des travaux est présenté au paragraphe VII.2.3.3.

### V-9. ENGAGEMENTS DES MAITRES D'OUVRAGE SUITE A L'ENQUETE PUBLIQUE

Afin de répondre aux recommandations de la commission d'enquête sur le projet de T10 entre Antony et Clamart, le CD92 et le STIF ont pris plusieurs engagements dans leurs déclarations de projet respectives du 14 mars 2016 (Commission Permanente du Département) et du 17 février 2016 (délibération n°2016/029), présentés au chapitre II.5.6.

Les études d'avant-projet ont permis d'approfondir les études techniques d'insertion, sur la base de nombreux échanges avec les partenaires et les collectivités locales, afin de répondre au mieux aux engagements pris. En particulier :

- au droit de **l'hôpital Béclère**, le projet a été optimisé et la réorganisation des rives de la bretelle de liaison de la RD906 vers la RD2, avec maintien de la circulation routière, a permis de ne plus empiéter sur le domaine à l'intérieur de la clôture de l'AP-HP, tout en maintenant la qualité de la correspondance entre les tramways T10 et T6 ;
- les échanges avec RTE ont été poursuivis concernant le **projet d'enfouissement des lignes à très haute tension** ;
- la constitution du dossier de Dérogation au titre de la réglementation sur les espèces protégées a permis de **préciser les mesures de compensation** sur lesquelles les MOA s'engagent. La recherche de foncier disponible a été concentrée au sein et en bordure des forêts domaniales de Meudon et Verrières ;
- **devant l'hôtel Le Chateaubriand**, l'insertion du tramway a été travaillée afin de préserver les fonctionnalités utiles à l'activité de l'hôtel ;
- à **Châtenay-Malabry**, la voirie a été réduite à une voie par sens entre la rue Nicolas Appert et la rue des Frères Montgolfier et des places de stationnement ont été restituées.

Afin de lever les réserves exprimées par la commission d'enquête :

- les études d'AVP ont permis d'affiner le profil de l'insertion sur la RD 2, en traversée de forêt de Meudon. Un nouveau profil optimisé permettant **l'insertion d'une voie verte** en partie Est et le maintien des crêtes de talus actuelles est ainsi proposé en remplacement de l'itinéraire proposé par le Vieux Cimetière.
- Les maîtres d'ouvrage ont mis en œuvre les moyens nécessaires pour **acquérir la totalité de la parcelle F34 à Antony**, dans le respect des règles d'investissement public.



## **VI. IMPACTS DU PROJET**

L'ensemble des mesures présentées ci-après tiennent compte des avis émis par les services instructeurs consultés sur le projet et notamment l'Autorité Environnementale et la Commission d'Enquête.

## VI-1. SYNTHÈSE DES IMPACTS ET MESURES EN PHASE TRAVAUX

L'ensemble des impacts et mesures décrits ci-après reprend les enjeux identifiés et les réponses apportées aux différentes étapes administratives et techniques qui ont jalonné le projet (études préliminaires, Avis de l'autorité environnementale, Avis de la commission d'enquête publique, dossier de demande de dérogation au titre des espèces protégées -CNPN, études d'avant-projet).

Les tableaux présentés ci-après synthétisent les principaux impacts négatifs du projet en phase travaux et les mesures mises en œuvre.

Dans les prochaines phases du projet, ces problématiques de prise en compte et de réduction des impacts continueront d'être intégrées.

Ainsi, les dossiers de consultations des entreprises comporteront un Cahier des Contraintes Environnementales de Chantier (CCEC), pour chaque zone de travaux. Il présentera le contexte et les enjeux environnementaux et précisera les actions en faveur de l'environnement à mettre en œuvre au droit de chaque zone d'intervention.

Par ailleurs, les entreprises devront mettre en place un Plan d'Amélioration de la Qualité et de Développement Durable (PAQ-DD) visant la préservation de l'environnement et respectant scrupuleusement les engagements pris par le maître d'ouvrage sur les mesures d'évitements, réduction et compensation.

Lors de la phase chantier, la vérification des mesures adoptées par les différentes entreprises afin de limiter les incidences sur l'environnement sera effectuée.

Un suivi spécifique de ces dispositions devra être mis en place aux abords du Parc de Sceaux, en traversée de la forêt de Meudon et en forêt de Verrières au niveau du carrefour du 11 novembre.

## VI.1.1 Milieu physique

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Contexte climatique</b>	Emissions de gaz à effet de serre par l'utilisation des engins de chantier : très négligeables à l'échelle mondiale	Mesures spécifiques à l'organisation du chantier : limitation des consommations énergétiques en organisant notamment les circuits d'approvisionnement du chantier en matériaux (terrassements et autres)
<b>Ressource en eau : eaux superficielles, eaux pluviales et assainissement</b>	Risque d'assèchement et disparition d'habitats humides (noue au sud de la parcelle du SMR).	Mesures de réduction : - Aucune circulation ni aucun stockage localisé sur les zones humides identifiées - Balisage de la noue et information du personnel chantier - Préservation quantitative et qualitative de l'alimentation en eau de la noue (cf. milieu naturel pour mesures relatives à la faune et la flore)
	Modification quantitative et qualitative des eaux rejetées dans le réseau : augmentation des particules fines dans le réseau, déversement accidentel d'hydrocarbures, augmentation des débits et volumes d'eau rejetée	Mesures de réduction : - Responsabilisation des employés des entreprises travaux - Préconisation générales préliminaires avant la mise en œuvre des travaux - Matériaux utilisés respectant les objectifs du SDAGE en matière de réduction des micropolluants - Les rejets seront conventionnés avec le concessionnaire du réseau - Mise en place d'un dispositif d'assainissement en phase travaux : collecte des eaux de lavage et de ruissellement vers un bassin de rétention au point bas à l'aide de fossés périphériques, séparateur à hydrocarbure - Un fossé provisoire de stockage/décantation par phase de terrassement est envisagé sur la séquence 1 - Analyse et surveillance des eaux rejetées durant les travaux - Les produits potentiellement polluants (substances utilisées et déchets) seront spécifiquement pris en charge et stockés sur des aires prévues à cet effet - Procédure d'alerte en cas de pollution
	Perturbation quantitative et qualitative des eaux souterraines : pompage en fond de fouilles, mise en contact des eaux souterraines avec la surface lors des terrassements, déversement accidentel d'hydrocarbures, etc.	Mesures de réduction : - Dispositions prises pour limiter au maximum dans le temps des pompages - Limitation du débit de pompage à 100 m <sup>3</sup> /h - Les mesures relatives à la protection des eaux superficielles permettront de préserver la qualité des eaux souterraines - Les boues de forages utilisées lors des travaux de fondation seront récupérées et recyclées

## VI.1.2 Risques naturels

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Risque inondation</b>	Zones de remontées de nappe d'eaux souterraines et risque de débordement des réseaux d'assainissement lors d'épisodes pluvieux importants.	<p>Mesures de réduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aires de stockage (produits polluants et sols pollués) et installations provisoires en dehors des zones inondables</li> <li>- Contrôle quotidien des conditions météorologiques</li> <li>- En cas d'inondation : établissement préalable d'un plan de secours et d'urgence et évacuation de tout équipement technique et produits potentiellement polluants</li> </ul>
<b>Risques liés aux mouvements de terrain</b>	Risque de retrait et gonflement des argiles et risque d'effondrement induit par la présence des carrières à Clamart et Antony	<p>Mesures d'évitement:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionnement des ouvrages pour résister aux phénomènes naturels de pression</li> <li>- Sécurisation des zones à risques d'effondrement, mais l'Inspection Générale des Carrières a confirmé que les ouvrages du tramway ne sont pas concernés par les zones de carrières.</li> </ul>

VI.1.3 Milieu naturel : Zone humide, Habitat, Flore, Faune

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
Espaces d'inventaires	Destruction d'habitats et d'espèces, perturbation/dérangement sur les ZNIEFF traversées par le projet	(cf. mesures relatives à la faune et la flore)
SRCE	Risque d'augmenter l'effet de coupure de la RD2 dans la forêt de Meudon Perturbation du réservoir de biodiversité de la forêt de Meudon	(cf. mesures relatives à la faune et la flore)
Zone humide	Altération (par surfréquentation, pollution aquatique accidentelle) Réduction apport en eau Destruction directe de zone humide de faible valeur écologique (= 0,075 ha)	Mesures de réduction : - Aucune circulation ni aucun stockage localisé sur les zones humides identifiées - Balisage de la noue et information du personnel chantier - Préservation quantitative et qualitative de l'alimentation en eau de la noue
Habitat	Destruction d'habitats boisés Développement d'espèces végétales invasives dans les habitats boisés et les habitats ouverts Perturbation en phase chantier	Mesures préventives et curatives pour éviter la propagation des espèces floristiques envahissantes Des mesures de réduction et de protection seront mises en place avant le début des travaux dont le balisage des zones sensibles. Un linéaire de bâche sera posé au sud de la Parcelle 172 pour empêcher la pénétration des emprises par les amphibiens Organisation spécifiques des travaux et gestion des aires de chantier (rebouchage des trous,...) Un écologue vérifiera le bon état du dispositif qui sera maintenu pendant toute la période de travaux  Le détail des mesures en lien avec les habitats et les espèces figure ci-après.
Flore	Destruction d'espèces remarquables Perturbation en phase chantier Destruction d'habitats Développement d'espèces végétales invasives	
Faune	Destruction de sites de reproduction pour l'avifaune, les chiroptères, l'entomofaune Destruction d'individus pour l'avifaune, les amphibiens, les chiroptères Dérangement/perturbation en phase chantier pour l'ensemble de la faune Destruction d'habitats (zone d'hivernage) pour les amphibiens Diminution de l'espace vital pour l'avifaune Barrières aux déplacements locaux des amphibiens Fragmentation des habitats pour les amphibiens Destruction de sites d'alimentation pour l'entomofaune Dégradation, réduction de biocorridor Pollution lumineuse	

10 mesures de réduction sont proposées en phase travaux concernant la protection des espèces. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Type de mesure	Objectif recherché	Moyens mis en œuvre	Espèces cibles
MR1 : Adaptation du calendrier des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces	Eviter la destruction d'individu	Période de coupe, abattage et défrichage clairement définie dans le cahier des charges des entreprises travaux	Avifaune et chiroptères (cortège des milieux boisés)
MR2 : Mise en défens des milieux naturels sensibles	Réduire l'impact sur la destruction d'habitat boisé	MR2a : Limiter au strict nécessaire les emprises pour la réalisation des travaux (balisage et contrôle par un écologue) Aucune piste de chantier ne sera aménagée en forêt de Meudon en dehors des emprises nécessaires au projet MR2 b : Protéger et baliser le site de reproduction des amphibiens (balisage et contrôle par un écologue)	Avifaune et chiroptères (cortège des milieux boisés)
MR3 : Phasage travaux de défrichage sur le site du SMR	Eviter la destruction d'individu	Adaptation du phasage des travaux d'abattage des arbres pour permettre aux mammifères et amphibiens de se réfugier dans les zones non impactées par le projet	Mammifères et Amphibiens
MR4 : Réaménagement écologique du SMR	Réduire l'impact du projet sur les habitats boisés Améliorer l'état de conservation des populations de Triton sur le site SMR	MR4a : Aménagement de gîte d'hivernage artificiel pour les Tritons MR4b : restauration de la noue MR4c : plantation de haies et lisières avec le SMR	Triton palmé et ponctué et autres espèces (plantation de haies)
MR5 : Aménagement de gîte de substitution pour le hérisson	Réduire l'impact sur la destruction d'habitat boisé	Entreprise spécialisée en écologie ou entreprise paysagère avec supervision de l'écologue en charge du suivi du chantier	Hérisson d'Europe
MR6 : mesure de lutte contre les nuisances de chantier	Eviter la pollution des sols et habitats alentours	Mise en place d'assainissement provisoire / Kit anti-pollution Contrôle du respect des normes nuisances sonores et pollutions de l'air Aire étanche pour matières dangereuse et/ou polluante Installation des zones de stockage, centrales béton, hors zones sensibles	Ensemble des espèces
MR7 : Eviter la création de zones pièges	Eviter la destruction d'individu	Sensibilisation des entreprises travaux et phasage des travaux	mammifères (hérisson) amphibiens
MR8 : Eviter les travaux nocturnes	Limiter la perturbation d'individu	Limiter autant que possible les travaux nocturnes en forêt de Meudon et sur la parcelle du SMR, et en cas de nécessité adapter les dispositifs	Avifaune et chiroptères
MR9 : Réalisation d'aménagements paysagers à vocation écologique	Réduire l'impact sur la destruction d'habitat boisé et améliorer les corridors boisés le long du projet	Une liste d'espèces locales sera imposée aux entreprises en charge de la réalisation des aménagements paysagers	Ensemble des espèces
MR10 : Suivi du chantier par un écologue	Eviter la destruction d'individu	Suivi de la mise en œuvre des mesures écologiques pendant le chantier de la phase préparatoire à la fin du chantier	Ensemble des espèces

## VI.1.4 Milieu humain

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Organisation des travaux et contexte socio-démographique</b>	Gênes aux riverains, aux usagers de l'espace public et aux activités urbaines. Implantation de zones de stockage diverses ainsi que de bases vies.	Les Dossiers d'Exploitation Sous Chantier (DESC) seront établis par chacun des titulaires de marchés pour exécuter les travaux de son chantier dans le cadre de ses études d'exécution. La limitation des impacts sera assurée par la réduction des emprises des travaux autant que possible, la préservation de l'accessibilité aux logements, emplois, commerces et équipements, un ordonnancement optimisé des travaux, une communication et une information adaptées des riverains. Une Commission d'Indemnisation Amiable sera mise en place.
<b>Emplois et activités économiques</b>	Difficultés de circulation, de stationnement et d'accessibilité perturbant l'accès aux activités et aux commerces riverains aux emprises de chantier.	Afin de limiter les impacts et désagréments des travaux sur les fonctionnalités urbaines, des clauses précises intégrant les orientations des principes d'exploitation sous chantier seront incluses aux différents marchés travaux, en complément du planning des travaux et des principes de phasage.
<b>Principaux équipements publics</b>	Jardins et zones de loisirs sensibles aux envols de poussière. Difficultés d'accès aux équipements publics et aux établissements sensibles.	
<b>Projets urbains</b>	Interférence avec de multiples projets pouvant engendrer des difficultés d'approvisionnement aux chantiers ainsi que des nuisances cumulés pour les riverains, notamment sur la circulation.	En réponse à la recommandation n°2 de la commission d'enquête, les maîtres d'ouvrage du tramway assureront la coordination des chantiers concomitants, avec l'appui du maître d'oeuvre général. Ils s'emploieront à poursuivre, pendant toute la durée du projet, la démarche de concertation avec les maîtres d'ouvrage des projets connexes et l'ensemble des acteurs locaux, dont les élus.

## VI.1.5 Risques industriels et technologiques

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Sites et sols pollués</b>	Extraction potentielle de matériaux pollués devant suivre un parcours différent de celui des matériaux inertes. Risque de dispersion de fibres d'amiante lors des travaux sur chaussée amiantée	Travaux réalisés conformément à la méthodologie en application de la circulaire du 08 février 2007 relative aux sites et sols pollués Les travaux de désamiantage de la chaussée ont été réalisés en 2015 et 2016 Les études environnementales ont mis en évidence la présence potentielle de fluorure, antimoine, sulfates, voir des traces d'hydrocarbures sur certains secteurs. De nouvelles mesures sont prévues en phase PRO et une organisation spécifique sera mise en oeuvre en phase travaux pour prendre en charge les sols pollués extraits.

## VI.1.6 Paysage et patrimoine

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Patrimoine paysager</b>	Dégradation de l'ambiance générale des espaces traversés, notamment par l'impact visuel sur le paysage naturel et urbain.	Certains travaux du tramway se dérouleront à proximité d'espaces remarquables : des procédures seront engagées afin d'obtenir les autorisations nécessaires. Des mesures seront mises en place permettant de limiter l'impact visuel des installations de chantier (installations de palissades pour masquer le chantier...) et les interventions seront soignées à la fin des travaux.
<b>Biens matériels</b>	Risque de détérioration du mobilier urbain par l'utilisation d'engins de chantier.	Mise en place de mesures de protection du mobilier urbain. Le mobilier urbain sera renouvelé le long du tracé dans le cadre du projet T10.
<b>Patrimoine historique</b>	Aucun impact direct sur les monuments historiques et les sites inscrits. Impact sur le périmètre du site classé du Domaine départemental de Sceaux en dehors de ses limites physiques. Interception de plusieurs périmètres de protection de monuments historiques, mais faibles covisibilités entre les monuments et la zone de travaux. Traversée de la ZPPAUP de la ville de Clamart. Modification du paysage localement, en raison de l'implantation des installations de chantier, des réaménagements provisoires de voiries et d'espaces publics et de la suppression de végétation ponctuellement.	Certains travaux du tramway se dérouleront à proximité d'espaces protégés (monuments historiques, sites classés et inscrits) : des procédures seront engagées afin d'obtenir les autorisations nécessaires. Une rencontre préalable avec l'Architecte des Bâtiments de France déterminera si des mesures d'intégration particulières, notamment pour les travaux temporaires, sont nécessaires. A minima : éloignement des installations de chantiers et positionnement en dehors des perspectives visuelles des monuments protégés. Maintien des accès ou mise en place d'itinéraires alternatifs.
<b>Sites archéologiques</b>	Mise à jour éventuelle de vestiges archéologiques lors des opérations de terrassement. Fort impact sur le déroulement du chantier : interruption, fouilles de sauvetage, fouilles conservatoires, voire modification du projet.	Les services de la DRAC n'ont pas préconisé de mesures spécifiques relatives à l'enjeu archéologique dans le cadre des travaux du T10.



## VI.1.7 Organisation des déplacements et infrastructures

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Analyse des déplacements</b>	Difficultés de déplacement au vu des modifications de voirie et des restructurations des transports en commun.	
<b>Organisation et fréquentation des transports urbains</b>	Dégradation de la circulation des lignes de bus pendant les travaux. Modification des itinéraires et arrêts de certaines lignes de bus. Suppression temporaire de certains parcours de bus	Sur l'axe des travaux, l'organisation des chantiers devra tenir compte à tout moment du chantier, quels que soient les travaux en cours, des dispositions suivantes : - Maintien des circulations routières - Maintien des circulations piétonnes - Maintien des accès aux commerces, y compris livraisons et des accès riverains - Maintien des conditions satisfaisantes d'intervention des secours - Maintien des circulations des transports collectifs selon le plan de transport actuel ou adapté pour les travaux.
<b>Transport et approvisionnement des matériaux et évacuation des déblais</b>	Acheminement des matériaux effectué par mode routier. Perturbation du trafic routier du fait de la circulation des camions d'approvisionnement des bases travaux.	- Maintien des conditions satisfaisantes de ramassage des ordures ménagères - Maintien des dispositions relatives au transport de fonds
<b>Réseau viaire</b>	Perturbation des circulations sur les voiries d'implantation du projet ainsi que sur les voies adjacentes du fait du report local. Cumul des gênes occasionnées entre le projet du tramway T10 et d'autres projets alentours	Le maintien de ces fonctionnalités sera défini selon les conditions précisées dans les Dossiers d'Exploitation Sous Chantier (DESC). L'A86 devra être maintenue en fonctionnement pendant les travaux. Seules des interruptions ponctuelles pourront être envisagées, sous forme de fermetures de nuit programmées avec la DIRIF pour les interventions sur les émergences du tube nord au droit du Parc de Sceaux.
<b>Stationnement</b>	Suppression de places de stationnement.	
<b>Modes actifs</b>	Modification des conditions de cheminements des piétons le long des routes adjacentes, pour les traversées de voiries, pour les accès aux gares, etc.	

VI.1.8 Santé publique

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Environnement sonore et vibratoire</b>	Nuisances sonores et vibratoires dues à l'utilisation d'engins de chantier, aux opérations d'extraction et de terrassement et à l'utilisation de matériels de chantier bruyant.	Mesures visant le respect du cadre de vie des riverains durant la phase travaux (dossier bruit de chantier notamment), en lien avec le guide du Département des Hauts-de-Seine bruyant.
<b>Qualité de l'air</b>	Emission de poussières par temps sec.	Mesures visant à éviter les émissions de poussières : arrosage et/ou aspiration
<b>Qualité de l'eau</b>	Risque de pollution de l'eau.	Dispositif de lavage des roues en sortie de chantier. Mesures de prévention des risques de pollutions accidentelles
<b>Emissions lumineuses</b>	Dispositifs lumineux pouvant être gênant vis-à-vis des riverains, en particulier en période hivernale.	Dispositifs lumineux de moindre impact sur le milieu environnant
<b>Sécurité publique</b>	Risque liés aux travaux : la circulation des engins, chute, éboulement, etc.	Mise en sécurité du chantier, balisage, accès interdit au public

## VI-2. ANALYSE DES EFFETS EN PHASE EXPLOITATION

Les tableaux ci-dessous synthétisent les principaux impacts négatifs du projet en phase d'exploitation de la ligne, après la mise en service, et les mesures mises en œuvre.

### VI.2.1 Milieu physique

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Relief, sol et sous-sol</b>	Modification de la topographie de manière très localisée (remblais et déblais). L'impact restera négligeable.	Afin de minimiser l'impact sur la topographie de la forêt de Meudon le long de la RD2, la plateforme a été réhaussée afin de maintenir les crêtes de talus telles qu'à l'existant .
<b>Ressource en eau</b>	Imperméabilisation d'espaces nécessaires au projet et augmentation du niveau d'imperméabilisation de certaines parcelles acquises pour le projet.	Le dimensionnement du système d'assainissement du projet permettra de prendre en charge efficacement l'ensemble des eaux de ruissellement dues aux surfaces artificialisées créées par le projet Mise en œuvre : - de zones de plateforme sur longrines (1200 mètres) en traversée de forêt de Meudon permettant la réduction du coefficient de ruissellement - réalisation de 16 bassins tampons sous plateforme pour pallier à l'imperméabilisation supplémentaire induite par le projet du tramway (espaces verts transformés en espaces minéraux, acquisition de parcelles imperméabilisées) : au total, 3,3ha, soit un volume à compenser estimé à 1097 m3 (période de retour 10 ans). Une convention sera établie avec le gestionnaire de l'assainissement autorisant le rejet des eaux pluviales dans le réseau et respect des limitations de débit de rejet.
	Modification des conditions d'écoulement des eaux de ruissellement due à l'imperméabilisation et compactage des sols.	
	Utilisation de produits phytosanitaires, hydrocarbures, sels de déverglaçage, produits de lavage sur la voirie, la plateforme tramway et le SMR pouvant impacter la qualité de l'eau par rejet direct d'eaux de ruissellement polluées	Des solutions de substitution aux produits polluants seront recherchées par les services de maintenance de la voirie et les services de maintenance de la ligne de tramway. Entretien des espaces verts limitant l'usage des pesticides et respectant les objectifs de réduction du SDAGE. Les eaux de ruissellement seront collectées et traitées. L'eau de lavage des rames sera recyclée à un taux minimum de 70%. Les eaux résiduelles du lavage récupérées et traitées.

## VI.2.2 Risques naturels

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Risque inondation</b>	Augmentation de l'imperméabilisation.	Les emprises du projet sont limitées au maximum. - Des bassins tampons sont prévus pour compenser les surfaces imperméabilisées sous plateforme. - Les zones de plateforme sur longrines en traversée de forêt de Meudon permettent la réduction du coefficient de ruissellement
<b>Risque lié aux mouvements de terrain</b>	Plusieurs zones concernées par des aléas de retrait et gonflement d'argiles identifiés comme forts, notamment à Antony. Secteurs d'Antony et de Clamart concernés par des plans de prévention du risque carrière.	La structure de plateforme et les fondations des petits bâtiments prennent en compte la présence d'argile (couche de fondation dimensionnée en conséquence). L'Inspection Générale des Carrières a confirmé que les ouvrages du tramway ne sont pas concernés par les zones de carrières.

## VI.2.3 Milieu naturel : Zone humide, Habitat, Flore, Faune

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>SRCE</b>	Projet inséré sur une voirie existante : impact faible sur les réservoirs de biodiversité et les éléments fragmentant	Cf. partie habitat/faune/flore
<b>Zones humides</b>	Risque de pollution aquatique de la noue située à proximité du SMR	Mesures d'évitement : Adaptation du projet pour positionner le SMR le plus au nord de la parcelle afin de préserver la noue, zone humide présentant le plus grand intérêt dans l'aire d'étude Le système d'assainissement mis en place dans le cadre du projet sur le SMR permettra de collecter l'ensemble des eaux de ruissellement sur sa surface imperméabilisée, qui seront rejetées dans le réseau public existant ou déviées dans le cadre du projet après régulation via le bassin de rétention enterré mis en place dans l'enceinte du SMR. Cette gestion permettra d'éviter toute pollution de la noue en phase d'exploitation et préservera aussi la population d'amphibien qu'elle héberge Mesures de compensation : En compatibilité avec le SDAGE : la destruction de 69 m <sup>2</sup> de zone humide nécessite en compensation la création de 103,5 m <sup>2</sup> de zone humide (compensation à hauteur de 150% de la surface impactée : surface équivalente à l'impact majorée de 50% comme mesure d'accompagnement) dans le même bassin versant et ayant une fonctionnalité hydrologique. Cette compensation est intégrée à la compensation générale des impacts du projet vis-à-vis des espèces protégées telle que définie au dossier de Dérogation au titre de la réglementation sur les espèces protégées
<b>Habitats</b>	Développement d'espèces végétales invasives	Le détail des mesures en lien avec les habitats et les espèces figure ci-après.
<b>Flore</b>	Diminution de surface	
<b>Faune</b>	Diminution de l'espace vital	

6 mesures de réduction sont proposées en phase exploitation concernant la protection des espèces. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Type de mesure	Objectif recherché	Moyens mis en œuvre	Espèces cibles
MR 11 : Clôture petite faune sur le site du SMR	Limiter la mortalité des tritons en phase exploitation	Remplacer les bâches par un grillage spécifique petite faune en incluant la zone de délaissé au sud-est du SMR	Amphibien
MR 12 : Préservation de la noue	Préserver le site de reproduction des Tritons palmés et ponctués sur le site du SMR	Etude de l'alimentation en eau de la noue avant, pendant et après les travaux Eviter toute pollution	Amphibien
MR13 : Impulser un mode de gestion différenciée ligne et SMR	Réduire le dérangement de la faune lié à l'entretien de la végétation	Gestion des aménagements en cohérence avec la préservation d'habitat favorable à la faune Les futurs exploitants seront sensibilisés à la mise en œuvre d'une gestion écologique concernant l'entretien des aménagements paysagers	Ensemble des espèces
MR14 : Optimisation de l'éclairage	Réduire les perturbations liées à la pollution lumineuse pour les chiroptères et l'avifaune	Intégration de prescriptions précises dans le choix des luminaires dans les DCE des entreprises Limitation de leur nombre Adaptation de la luminosité en fonction des milieux traversés et des besoins en termes de sécurité publique	Avifaune et chiroptères (cortège des milieux boisés)
MR15 : Implantation de gîtes à chiroptères sur le bâtiment du SMR	Réduire l'impact de destruction des arbres à cavité	Implantation de nichoirs sur le bâtiment du SMR	Chiroptères
MR 16 : Mesures de lutte contre les espèces invasives	Eviter la dégradation des habitats par la prolifération d'espèce invasive	Intervention avec prescription spécifique dans les zones de présence des espèces invasives	Ensemble des espèces

Les mesures de réduction présentées ci-avant contribuent à la réduction des effets négatifs du projet sur certaines composantes de la faune protégée rencontrées localement. Cependant, ces mesures ne parviennent pas à supprimer toutes les incidences mises en évidence. Certains impacts ne peuvent être en effet totalement supprimés. Les impacts qui demeurent après mise en œuvre des mesures de réduction sont les impacts résiduels du projet. Ceux-ci sont définis et analysés pour chaque espèce. En fonction du niveau d'impact résultant, des mesures de compensation sont envisagées, présentées ci-après.

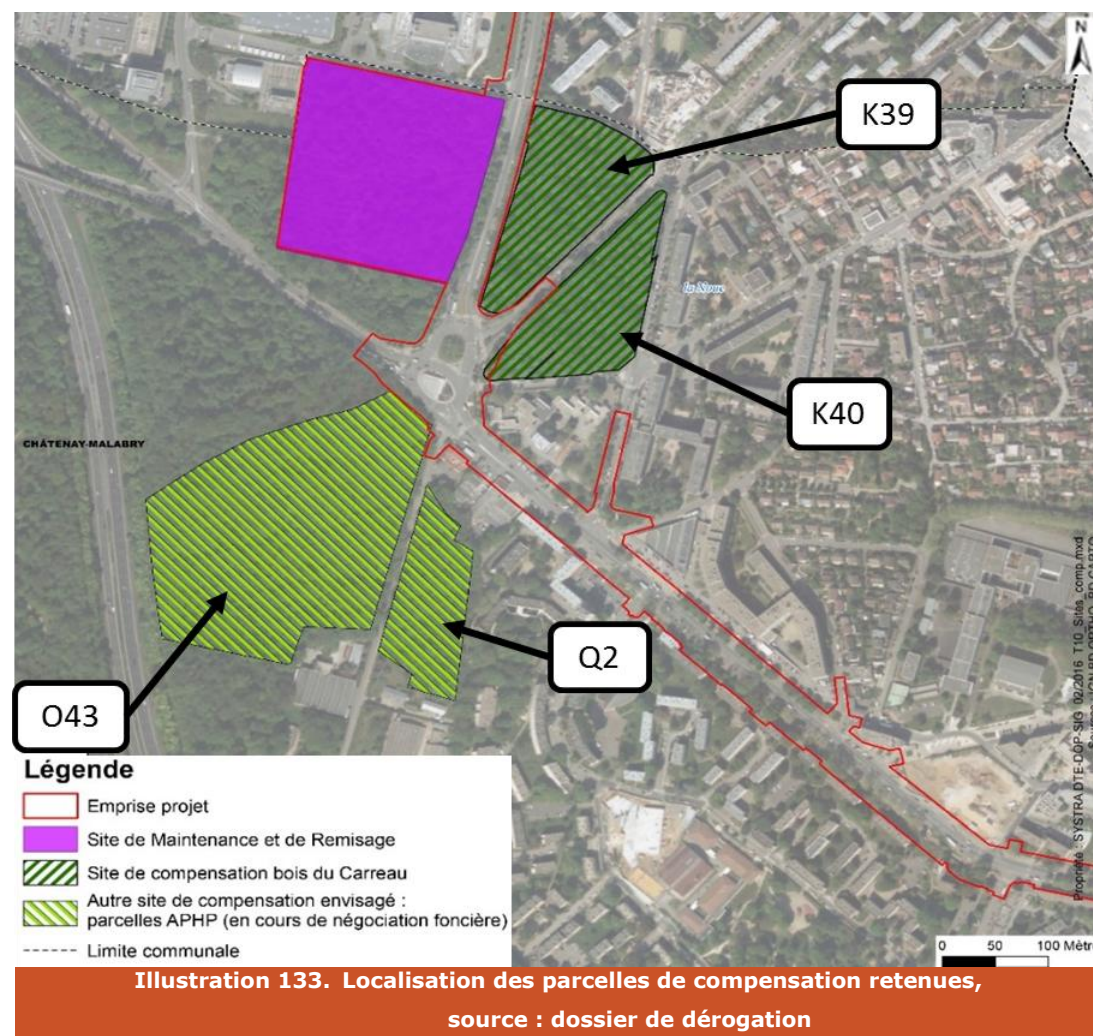
De plus, pour s'assurer de l'efficacité des mesures de compensation réalisées, des mesures de suivi sont mises en œuvre. Elles permettront le cas échéant de remédier à d'éventuels dysfonctionnements dans la mise en œuvre des mesures compensatoires.

Les maîtres d'ouvrages du tramway T10 proposent de mener des actions compensatoires sur une surface totale de 9,4 ha.

En compatibilité avec le SDAGE : la destruction de 69 m<sup>2</sup> de zone humide nécessite en compensation la création de 103,5 m<sup>2</sup> de zone humide (compensation à hauteur de 150% de la surface impactée : surface équivalente à l'impact majorée de 50% comme mesure d'accompagnement) dans le même bassin versant et ayant une fonctionnalité hydrologique. Cette compensation est intégrée à la compensation générale des impacts du projet vis-à-vis des espèces protégées telle que définie au dossier de Dérogation au titre de la réglementation sur les espèces protégées.

Dénomination de la mesure	Objectif recherché	Moyens mis en œuvre	Surface traitée	Espèces concernées
Mesures de Compensation :  Réaménagement des parcelles K39 et K40 du Bois du Carreau	Recréer un habitat favorable à la nidification des espèces d'oiseaux forestières telles que le Pouillot fitis, Bouvreuil pivoine et le Pic épeichette et un territoire de chasse avec potentialité de gîte pour les chiroptères	Eclaircir les boisements pour diversifier les strates, les classes d'âge, les essences et accroître la biodiversité  Créer des milieux humides favorables à la reproduction des amphibiens  Aménager des îlots de régénération  Favoriser des îlots de sénescences  Améliorer les transitions paysagères et environnementales en recréant des lisières  Redéfinition des circulations piétonnes et des emplacements de clairières  Création de niches écologiques à l'intérieur de lieux clôturés	3,2 ha	Avifaune forestière  Chiroptères  Tritons
Gestion des parcelles APHP O43 et Q2		Favoriser des îlots de sénescences  Favoriser la diversité des strates, des classes d'âge, des essences forestières  Création de mares favorables aux amphibiens ( <i>sous réserve de faisabilité</i> )	6,2 ha (5.03 ha +1.07 ha)	
MS 1 : Suivi espèces protégées pendant les travaux	Evaluer les dérangements liés aux travaux  S'assurer du maintien des populations de tritons	Suivi période de reproduction pour l'avifaune  Suivi chiroptère entre mai et septembre  Recensement des individus chaque année en période de reproduction	-	Tout groupe
MS 2 : Suivi espèces protégées après travaux	Suivre l'évolution des populations d'espèces impactées afin de mesurer l'efficacité des mesures	Suivi pendant 30 ans après travaux	-	Tout groupe

Les quatre parcelles de compensation envisagées figurent sur l'illustration ci-après : les parcelles O43 et Q2 du Bois de la Begunière et les parcelles K39 et K40 du Bois du Carreau.



## VI.2.4 Milieu humain

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
Foncier	Elargissement des emprises et acquisition des parcelles privées	<p>Les emprises du projet sont limitées au maximum.</p> <p>En réponse à la recommandation n°1 de la commission d'enquête, la bretelle de liaison de la RD906 vers la RD2 a été modifiée afin d'éviter un impact foncier sur le domaine de l'AP-HP.</p> <p>En réponse à la recommandation n°4, le projet a été adapté devant l'hôtel Le Chateaubriand, afin d'éviter l'impact foncier sur la terrasse et l'auvent de l'hôtel.</p> <p>En réponse à la réserve n°2 de la commission d'enquête, la parcelle F34 à usage d'habitation à Antony sera acquise en totalité en cohérence avec la demande du propriétaire.</p>

## VI.2.5 Paysage et patrimoine

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
Patrimoine paysager	Impact négatif lié à l'abattage d'arbres actuels mais compensé par de nouvelles plantations, prenant en compte les enjeux paysagers du tracé.	Environ un millier d'arbres coupés et replantés, une centaine d'arbres conservés. L'impact négatif lié à l'abattage d'arbres existants est en partie compensé par de nouvelles plantations, prenant en compte les enjeux paysagers du tracé.
	Aménagement qualitatif de façade à façade contribuant à réduire le caractère routier du paysage urbain.	L'aménagement qualitatif proposé de façade à façade contribue à réduire le caractère routier du paysage urbain. L'identité de l'avenue de la Division Leclerc ("l'axe royal"), portée par le double alignement de platanes, est conservée grâce à des plantations de part et d'autre de la plateforme. En réponse à la recommandation n°5 de la commission d'enquête et ce afin de pacifier la circulation sur Châtenay-Malabry et atténuer la coupure urbaine créée par la RD986, la section à 2 fois 1 voie a été prolongée depuis la rue Nicolas Appert jusqu'à la rue des Frères Montgolfier.
	Mise en connexion des secteurs boisés le long du tracé par les aménagements paysagers.	Le projet permet la mise en connexion des secteurs boisés le long du tracé grâce à des aménagements paysagers.

## VI.2.6 Organisation des déplacements et infrastructures

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
Stationnement	Stationnement projeté sous forme de stationnement longitudinal entre les arbres en alignement. Des contraintes d'espace disponible limitent l'offre proposée.	En réponse à la recommandation n°5 de la commission d'enquête, la RD986 à Châtenay-Malabry a été réduite à une voie par sens de la rue Nicolas Appert à la rue des Frères Montgolfier, ce qui a permis de restituer des places de stationnement sur les espaces libérés par la voirie. La création d'estacades de part et d'autre du Théâtre de la Piscine à Châtenay-Malabry permet la restitution de places de stationnement.
	Le projet T10 a un impact foncier sur le parking de la Grenouillère et sur ses accès	Les accès seront rétablis dans le cadre du projet T10. Le parking sera reconfiguré dans le cadre du projet de réaménagement de la piscine de la Grenouillère. Au global, l'impact du projet T10 sur le stationnement est de 338 places supprimées.
Modes actifs	Consolidation et pérennisation des itinéraires des modes actifs et particulièrement les itinéraires cyclables, à l'échelle intercommunale.	Les continuités cyclables sont maintenues à travers: <ul style="list-style-type: none"> <li>- la création d'une voie verte le long de la plateforme du tramway sur le RD2</li> <li>- la création d'une piste cyclable côté sud de l'A86</li> <li>- la création d'une bande cyclable sur la majorité du tracé</li> </ul>



VI.2.7 Santé publique

Thématique environnementale	Impact sur l'environnement (recensement)	Mesures mises en œuvre
<b>Environnement sonore et vibratoire</b>	Dépassement des seuils réglementaires en certains points à Châtenay-Malabry du fait du rapprochement de la voirie des façades.	Un enrobé acoustique est mis en œuvre sur voirie dans les zones identifiées comme sensibles, notamment à Châtenay-Malabry. Dans les zones d'impacts résiduels, remplacement des ouvrants suivant la date de construction (i.e. avant la date de l'arrêté de classement acoustique de la RD 986 et de la RD2) et l'utilisation des bâtiments.
	Pas d'impact vibratoire significatif.	La réalisation d'une plate-forme tramway antivibratile -10dBv est prévue sur une douzaine de tronçons réduits du parcours
<b>Emissions lumineuses</b>	Impact positif sur la population humaine, un éclairage adapté aux usages contribuant à garantir des conditions de sécurité.	Afin de concilier les usages et de minimiser les impacts sur la végétation et l'écosystème lié aux espaces paysagers traversés, le projet lumière propose un dispositif de tonalité variable, grâce aux associations de Leds blanches froides et de Leds couleur ambre, afin de minimiser l'impact sur l'environnement.
	Mais impact négatif sur la faune nocturne.	Il est proposé que la voirie ne soit pas éclairée sur la traversée de la forêt de Meudon
<b>Courants vagabonds</b>	Courants faibles, non dangereux pour l'homme.	Un bon isolement des rails par rapport à leur environnement est prévu afin de limiter la propagation des courants vagabonds selon les règles de l'art. Les dispositions techniques principales prises sont :
	Génération de perturbations de certains équipements électroniques. Risque de dégradation de certaines canalisations enterrées.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution de la résistance électrique du circuit de retour de courant de traction par la mise en parallèle des rails</li> <li>- Isolation du rail par la mise en place de semelles isolantes et de joint d'étanchéité</li> <li>- Raccordement des rails à des armoires de drainage avec des plages de raccordement à disposition des concessionnaires concernés</li> </ul>

## VI-3. PRINCIPAUX IMPACTS SUR LES RESEAUX CONCESSIONNAIRES

### VI.3.1 Principes de dévoiement

Les impacts du projet sur les réseaux sont identifiés selon les configurations suivantes :

- Si le réseau est situé en longitudinal dans l'emprise définie par le GLO élargi de 1,35 m de part et d'autre. Cette largeur définit la zone d'impacts potentiels plateforme/réseaux, qui couvre le cas d'un impact au droit de la plateforme proprement dite mais également un impact au droit des sur-largeurs liés au positionnement de la multitubulaire, de l'assainissement longitudinal de la plateforme et de l'arrosage automatique de la plateforme),
- Si le réseau se situe en traversée de plateforme tramway avec une charge inférieure à 1,50 m, un approfondissement est à envisager
- Si le réseau qui se situe actuellement sous trottoir ou accotement, se retrouve sous chaussée et nécessite un dévoiement (en cas de conflit avec les plantations d'arbres par exemple).

Une analyse au cas par cas a été menée avec les concessionnaires pour les réseaux structurants dont la charge est inférieure ou égale à 1,50 m, afin d'évaluer les possibilités techniques de maintien en place des réseaux le cas échéant.

### VI.3.2 Principaux impacts réseaux

Le tableau ci-dessous reprend la liste des conflits réseau/projet identifiés au stade AVP.

Concessionnaire	Type de réseau	Linéaire concerné
ERDF	Electricité (distribution)	8,57 km
Bouygues Télécom	Télécom	1,64 km
GRDF	Gaz (distribution)	4,69 km
GRTgaz	Gaz (transport)	0,05 km
Numéricable	Télécom	1,22 km
Orange	Télécom	4,81 km
Parc de Sceaux	Eclairage public, assainissement EP et EU, électricité	0,05 km
RTE	Electricité (transport)	1,64 km
RUBIS	Télécom	2,22 km
SFR IRISE	Télécom	0,13 km
SIRIUS	Exploitation routière	0,56 km
Véolia	Eau	10,31 km

Les principaux impacts sur les réseaux les plus importants sont les suivants :

- Le dévoiement de RTE le long de la RD2, en particulier au niveau du carrefour du 11 Novembre et au niveau du terminus Place du Garde ;
- La multitubulaire transport Orange, qui risque également d'être impactée ponctuellement selon les résultats d'investigations complémentaires ;
- Le feeder EP au droit de la station Grenouillère qui est impacté ;
- Deux traversées de réseau GRTgaz sont impactées par le projet de tramway T10 (traversée de l'av. Paul Langevin au niveau de l'av. Edouard Herriot et traversée de l'av. Paul Langevin au niveau de la rue Amédée Usseglio). Pour ces deux traversées, le principe d'approfondissement de la conduite « en lieu et place » sous fourreau béton a été retenu, avec une génératrice supérieure à 2 m de profondeur ;
- Le réseau d'assainissement départemental fait l'objet d'une étude spécifique de réhabilitation, en lien avec l'arrivée du T10 ;
- Un grand nombre de concessionnaires est concerné par le nouvel ouvrage d'art sur la LGV.

### VI.3.3 Ordonnancement et emprise des travaux

Afin de réaliser l'opération dans de bonnes conditions, il est prévu de réaliser la majorité des travaux concessionnaires préalablement au démarrage des travaux du tramway sur la section considérée. L'ordonnancement des travaux dépend de l'avancement des études de chaque concessionnaire.

L'objectif est de pouvoir réaliser des travaux des deux côtés (Nord et Sud ou Est et Ouest) en simultané afin de tenir le planning concessionnaires. Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Maintien d'une voie de circulation dans chaque sens minimum, avec balisage lourd de part et d'autre
- Largeur minimale de circulation piétonne de 2 m,
- Emprises travaux permettant d'avoir une voie de chantier à côté de la tranchée pendant les travaux concessionnaires.

### VI-4. PRINCIPAUX IMPACTS SUR LES TRANSPORTS ET DEPLACEMENTS

#### VI.4.1 Impacts sur le réseau de bus

La mise en service du tramway entraîne systématiquement l'évolution du réseau de bus du secteur concerné. Une étude de restructuration des lignes de bus est donc menée de sorte à favoriser les échanges entre les différents modes, l'objectif étant d'augmenter l'efficacité globale du système de transports collectifs. Cette étude sera compatible, dans le secteur en question, avec les autres opérations de transports en commun inscrites au contrat de plan Etat-Région, comme le prolongement de la ligne 4 du métro, avec le projet de métro du Grand Paris Express et l'arrivée de la ligne 15 entre Pont de Sèvres et Noisy Champs ainsi que les restructurations du réseau bus plus locales et ponctuelles sur le secteur.

Les grands principes de restructuration seront les suivants :

- améliorer la desserte globale du secteur, en structurant mieux le réseau bus en rabattement autour du tramway et en maillant le territoire ;
- créer ou renforcer des services en correspondance, afin d'élargir la zone d'influence du tramway en assurant des rabattements efficaces et rapides par les lignes de bus ;
- supprimer les lignes en superposition avec le nouveau mode de transport et éviter les doublons, par principe d'efficacité et de lisibilité ;
- conserver la structure des lignes pour ne pas trop perturber les habitudes de transport, en fonction des trajets et des flux observés ;
- atteindre un équilibre entre contraintes techniques et financières, et amélioration du réseau.

En juin 2014, le STIF a proposé aux collectivités et partenaires locaux un premier schéma de restructuration du réseau de bus sur le secteur d'étude, en lien avec les exploitants RATP et Transdev. A ce jour, et dans l'attente de l'aboutissement de cette démarche, les hypothèses de travail retenues concernant la restructuration des lignes de bus sont les suivantes:

- **ligne 179 (situation projetée : Robinson RER – Pont de Sèvres)** : l'itinéraire de cette ligne ne serait pas modifié. Selon les estimations de trafic, son service serait renforcé aux heures de pointe du matin et du soir, afin d'assurer le rabattement voyageurs entre le T10 et la zone d'emplois. Des services partiels pourraient être mis en place entre le carrefour du 11 novembre 1918 et Pont de Sèvres pour garantir une fréquence adaptée. Un terminus de ces courses partielles serait aménagé au droit du carrefour du 11 novembre 1918.
- **ligne 194 (situation projetée : Porte d'Orléans – Châtenay-Malabry Sophie Barat)** : cette ligne fonctionne actuellement avec des courses longues de Porte d'Orléans à Châtenay-Malabry Lycée Polyvalent et des courses partielles le matin et le soir entre Porte d'Orléans et le groupe scolaire Sophie Barat. L'itinéraire de cette ligne jusqu'à Lycée Polyvalent serait repris par le tramway sur l'av. de la Division Leclerc, entre le carrefour Allende et Châtenay-

Malabry lycée polyvalent. Son itinéraire partiel entre Porte d'Orléans et le groupe scolaire Sophie Barat serait repris en courses longues sur l'ensemble de la journée.

- **ligne 195 (situation projetée : Châtillon-Montrouge – Châtenay-Malabry lycée polyvalent)** : cette ligne serait limitée à Châtenay-Malabry – Lycée Polyvalent et reprendrait le terminus de la ligne 194. Son tracé situé sur l'avenue de la Division Leclerc entre le carrefour du 11 novembre 1918 et la rue V. Fayo serait repris par le tramway.
- **ligne 290 (situation projetée : Issy Val-de-Seine – Le Plessis-Robinson la Boursidière)** : à partir de la zone d'activités de Noveos, la ligne emprunterait l'av. Galilée pour effectuer la correspondance avec T6 à la station 'Mail de la Plaine'. Elle poursuivrait ensuite son itinéraire rue de Champagne, rue de Picardie et rue de la Porte de Trivaux pour rejoindre son tracé sur la RD2. La partie comprise entre Noveos et Jardin Parisien serait reprise par T10.
- **ligne 294 (situation projetée : Châtillon-Montrouge – Igny RER)** : depuis Robinson RER, la ligne 294 reprendrait l'itinéraire de la ligne 195 jusqu'à l'av. de la Division Leclerc. Elle reprendrait ensuite l'itinéraire de la ligne Paladin 12 par la rue de Saclay et poursuivrait sur l'av. d'Estienne d'Orves pour rejoindre son itinéraire actuel jusqu'à la gare d'Igny RER.
- **ligne 379 (situation projetée : ligne supprimée)** : l'itinéraire de la ligne entre Antony Croix de Berny et le carrefour du 11 novembre serait intégralement repris par le tramway. Le renfort de la ligne 179 entre le carrefour du 11 novembre et Vélizy 2 pallierait la suppression du reste de la ligne.
- **ligne 395 (situation projetée : Le Plessis-Robinson Pavé Blanc – Antony RER)** : à partir de la zone d'activités Noveos, son itinéraire emprunterait l'av. Galilée puis l'av. Edouard Herriot pour rejoindre son tracé actuel. Son itinéraire actuel situé sur la RD2 serait repris par le tramway.
- **Ligne 595 (situation projetée : Le Plessis-Robinson la Boursidière – Robinson RER)** : à partir de la zone d'activités Noveos, son itinéraire emprunterait l'av. Galilée puis l'av. Edouard Herriot pour rejoindre son tracé actuel. Son itinéraire actuel situé sur la RD2 serait repris par le tramway.
- **Ligne 12 du réseau Paladin (Croix-de-Berny RER – Châtenay Malabry C. de Bergerac)** : cette ligne serait supprimée, une grande partie de son itinéraire étant en doublon avec l'itinéraire du tramway.
- **Ligne 15 du réseau Paladin (Robinson RER – Groupe scolaire Sophie Barat)** : l'opportunité de maintenir cette liaison reste à étudier.
- **Ligne noctilien** : une desserte nocturne serait mise en place le long du tracé du tramway avec un arrêt à chaque station

A noter que ces hypothèses ne valent que dans le cadre de la modélisation de trafic et ne présagent pas de l'état final de la restructuration du réseau de bus.

Les arrêts de bus actuels pourront être légèrement déplacés ou nouvellement aménagés pour optimiser les correspondances avec les stations de tramway et garantir un rabattement efficace. Les points d'arrêts doivent être positionnés au plus près des stations T10 et les retournements des bus facilités pour garantir une bonne exploitation des lignes de bus.

Les solutions apportées nécessiteront d'être étudiées finement, en lien avec les études d'adaptation du réseau de bus du programme d'offre. Ce travail demande une connaissance fine des flux de voyageurs actuels et de leur évolution, impactés notamment par l'arrivée du T6 dont la partie souterraine vient juste d'être mise en service. Il se poursuivra en lien avec les exploitants et en concertation avec les collectivités et les partenaires locaux concernés.

Enfin, des réflexions sont actuellement en cours concernant l'offre du TVM. La ligne pourrait bénéficier à terme de matériels plus capacitaires de type autobus bi-articulés 24m, ainsi que d'un poste à quai supplémentaire à son terminus à La Croix de Berny. Les aménagements prévus dans le cadre du projet de tramway au droit de La Croix de Berny tiennent compte de ces évolutions possibles, en termes de giration notamment.

#### VI.4.2 Impact sur la circulation routière

Les études de trafic ont modélisé la situation sans le projet de tramway T10 à l'horizon de mise en service et en 2030 (appelées scénarios de référence), puis ces mêmes situations avec projet T10, afin de déterminer les effets uniquement dus au projet. Les scénarios de référence prennent notamment en compte les aménagements et projets d'infrastructures suivants : échangeur de la Boursidière sur l'A86, échangeur entre l'A86 et la RD 63 à Châtenay-Malabry, tramway T6, tunnel Sud de l'A86 à Antony (en 2030 uniquement) ainsi que les projets urbains connus.

Par rapport à la situation actuelle, la situation de référence à l'horizon de la mise en service (sans projet) connaît une hausse de trafic sur l'ensemble du secteur d'étude qui s'explique par les nombreux projets urbains de l'aire d'étude et par les évolutions naturelles de la population et des emplois dans le périmètre d'étude.

**A l'horizon de la mise en service**, par rapport à la situation de référence (sans projet), le tramway T10 va permettre un report modal de la voiture vers le tramway évalué à 330 voyageurs à l'heure de pointe du matin. Le projet de tramway participe à une réduction modérée de la part de la voiture dans les déplacements, mais s'inscrit dans un réseau de transports en commun qui dans son ensemble offre une alternative attractive à la voiture. Le projet génère les principaux effets suivants aux heures de pointe :

- une baisse de trafic sur la RD2 dans les deux sens de circulation liée au caractère plus urbain, apaisé, et moins routier de cet axe. Ce changement de fonctionnalité de la RD2 a pour conséquence de réinterroger les trajets routiers parcourus sur l'axe. La succession de carrefours à feux induit une augmentation des temps de parcours ; de ce fait, d'autres

itinéraires deviennent plus intéressants. induisant une baisse locale du trafic sur l'axe et un report de trafic diffus. Les trajets réalisés sur la RD2 seront plus courts,

- une légère baisse de trafic sur la RD986 à l'heure de pointe du matin, liée à la mise en œuvre de la priorité tramway réduisant le temps dédié aux voitures. Les véhicules se reportent en partie sur l'A86 et se diffusent sur d'autres voies parallèles,
- un trafic quasi identique sur la RD986 à l'heure de pointe du soir.

Globalement, le projet engendre une baisse de trafic sur la RD 2 et la RD 986 par rapport à la situation de référence (sans projet à l'horizon de la mise en service), ramenant les niveaux de trafic sur ces axes à un niveau proche de la situation actuelle.

Les reports de trafic sont assez diffus : en effet, on constate qu'aucun axe ne reprend plus de 130 UVP sur les 400 UVP se reportant au global. Cependant on note que les axes suivants connaissent une augmentation de trafic à l'heure de pointe du matin : av. Jean Baptiste Clément et rue de Bièvres à Clamart, rue du Carreau au Plessis Robinson. A l'heure de pointe du soir, seules l'av. Jean Baptiste Clément et la rue de la Cavée à Clamart sont concernées par cette augmentation due au report de trafic.

La RD986 connaît également des baisses de trafic (matin et soir) mais cependant dans une moindre mesure : les véhicules se reportent sur l'A86, la rue Jaurès et le chemin de la Justice à Châtenay-Malabry, ou se diffusent sur d'autres voies parallèles.

**A l'horizon 2030**, par rapport à la situation de référence (sans projet, à l'horizon 2030), les effets prévisionnels du projet T10 sont les mêmes qu'à l'horizon de la mise en service aux heures de pointe.

Comme à l'horizon de mise en service, les reports de trafic liés au changement de fonctionnalité de l'axe RD2 sont assez diffus, les axes connaissant une augmentation de trafic sont identiques.

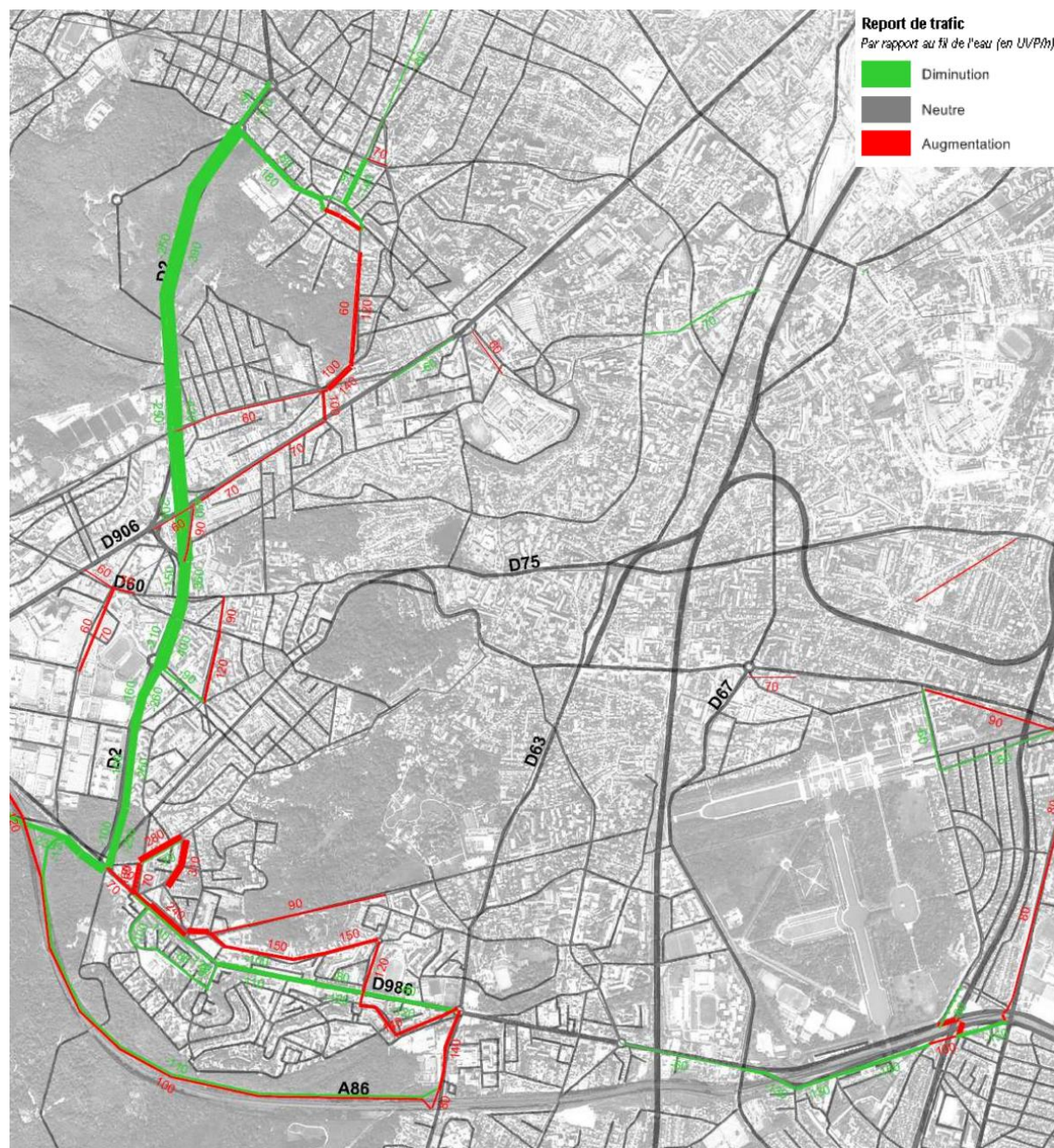


Illustration 134. Reports des trafics routiers dus au projet T10 à horizon de mise en service – HPM

L'impact sur les carrefours est présenté au paragraphe V.5.2.2.C.

### VI.4.3 Impact sur les cheminements piétons et les liaisons cyclables

L'un des objectifs du projet est la transformation et la **réappropriation de l'espace public par les piétons**. La place accordée à la voiture est réduite au profit de l'implantation du tramway et de trottoirs élargis et plantés.

Les traversées piétonnes sont des points d'interfaces entre modes qu'il convient de soigner en termes d'aménagement. En particulier les accès riverains font l'objet d'un travail fin pour adapter le nivellement du projet en fonction de ces contraintes et reconstituer l'ensemble des accès piétons riverains.

**L'impact du projet sur les itinéraires cyclables sera positif.** En effet, l'aménagement du tramway est l'occasion de consolider les itinéraires des modes doux et particulièrement les itinéraires cyclables. Au-delà d'un itinéraire de loisirs dont pourrait profiter les cyclistes, le tramway doit permettre la pérennisation des cheminements doux à l'échelle intercommunale. En effet, aujourd'hui les itinéraires cyclables ne sont présents que de manière partielle et discontinue sur l'ensemble du tracé.

Les aménagements proposés pour les cycles sont présentés au paragraphe V.2.2.7.

### VI.4.4 Impact sur le stationnement

Compte-tenu du réaménagement complet de l'espace public prévu dans le cadre du projet, le nombre de places de stationnement est amené à évoluer. L'offre en stationnement projeté est proposée principalement sous forme de stationnement longitudinal entre les arbres en alignement. Des contraintes d'espace disponible limitent cependant l'offre proposée.

Sur les 800 places de stationnement présentes initialement le long du tracé, environ 460 pourront être restituées avec l'arrivée du tramway. Un travail important d'optimisation de l'insertion a été mené sur l'avenue de la Division Leclerc à Châtenay-Malabry pour limiter l'impact sur le stationnement.

Cette évolution résulte d'une volonté de rééquilibrer et d'apaiser l'espace public dans des emprises limitées. Elle est indispensable afin d'insérer la plateforme du tramway et l'ensemble des fonctions du domaine public pour tous les modes. Les étapes d'études ultérieures viseront à positionner au mieux les emplacements de stationnement (dont places PMR et places livraisons) par rapport aux zones d'activités le long de l'axe. A ce jour, le projet prévoit la restitution d'une quinzaine de places de stationnement PMR le long du tracé (majoritairement en séquence 3).

### VI-5. PRINCIPAUX IMPACTS SUR LES ESPACES VERTS

#### VI.5.1 Les impacts en ligne

Le projet d'aménagement est traduit à travers une stratégie végétale, qui découle de choix concernant les hauteurs et formes des arbres, les qualités de feuillage, les choix d'essences, les structures (alignement, bosquet...), l'espacement des plantations (régulier, aléatoire...), choix réputés appropriés à la séquence traversée.

La stratégie végétale se décline selon des séquences urbaines homogènes afin de s'associer aux choix d'aménagement urbain.

La figure arborée du T10 structure, complète et renouvelle les figures préexistantes dans de multiples situations : alignements, mails, sujets isolés, bosquets, lisières.

Le bilan global des arbres d'alignement est équilibré avec :

- **le renouvellement d'environ 1000 arbres,**
- **le maintien d'une centaine d'arbres.**

Le projet «végétal» du tramway s'inscrit tout d'abord dans un paysage qui préexiste à travers un patrimoine végétal, marqueur de toutes les évolutions urbaines des communes traversées par l'infrastructure de transport. Les lieux jardins puisent ainsi leurs sources et inspiration dans les grandes figures du paysages issues de l'art des jardins tel que le parc de Sceaux mais aussi dans les entités «naturelles» préservées et gérées par l'homme tel que la Forêt Domaniale de Meudon ou encore la forêt de Verrières.

A l'échelle du lieu, le projet végétal prévoit :

- **une centaine de cépées ornementales**
- **25 000 m<sup>2</sup> de mélange d'herbacées**
- **20 000 m<sup>2</sup> d'arbustes vivaces et couvre-sol**

#### VI.5.2 Le défrichement

Le projet de Tramway T10 entraîne le défrichement de 4,2 ha environ de boisement de type Chênaie-Charmaie dans les forêts domaniales de Meudon et de Verrières, détaillés ci-après :

Boisement	Commune	Superficie défrichée	Destination des terrains après défrichement
Forêt domaniale de Verrières	Châtenay-Malabry	35000 m <sup>2</sup>	Site de maintenance et de remisage
		200 m <sup>2</sup>	Réaménagement du carrefour du 11 novembre
Forêt domaniale de Meudon	Clamart	3050 m <sup>2</sup>	Plateforme du tramway et voie verte pour les modes doux
		500 m <sup>2</sup>	Plateforme du tramway
		485 m <sup>2</sup>	Sous-station
		3200 m <sup>2</sup>	Plateforme du tramway et voie verte pour les modes doux

Ces boisements présentent un intérêt écologique puisqu'ils constituent des zones d'habitats ou de chasse pour des espèces protégées telles que les oiseaux des milieux forestiers, les chiroptères et les amphibiens présents dans la noue au sud de la parcelle 172 en forêt de Verrières. Des zones humides ont également été identifiées au sein de ces boisements.

Ces boisements présentent également un intérêt sylvicole pour l'Office National des Forêts qui est en charge de leur gestion.

Afin de répondre aux conditions nécessaires pour l'obtention de l'autorisation de défrichement, la maîtrise d'ouvrage a recherché des boisements compensateurs présentant des types de boisement et des caractéristiques proches des surfaces défrichées.

## VI-6. PRINCIPAUX IMPACTS FONCIERS ET BATI

### VI.6.1 Les acquisitions nécessaires aux aménagements du tramway T10

Les impacts fonciers du projet de tramway T10 ont été étudiés au cours des études préliminaires, et ont donné lieu à l'établissement d'un dossier d'enquête parcellaire soumis à l'enquête conjointe, détaillant les impacts fonciers, parcelle par parcelle, pour l'ensemble des communes traversées.

Par ailleurs, l'implantation d'infrastructures, équipements ou bâtiments du projet T10 engendre la nécessité de modifier la destination de certaines parcelles et ainsi la modification des documents d'urbanisme des communes traversées. C'est l'objet des dossiers MECDU (mise en compatibilité des documents d'urbanisme), associés à l'enquête publique préalable à la DUP.

40 164 m<sup>2</sup> d'acquisitions foncières (y compris pour le SMR) étaient prévus au dossier d'enquête parcellaire. Les évolutions par rapport à ce dossier concernent :

- L'optimisation de l'emprise du projet au droit de l'hôpital Béclère qui permet d'éviter d'empiéter sur le domaine de l'AP-HP au-delà de la clôture, conformément à la recommandation de la commission d'enquête ;
- L'acquisition de l'ensemble du bien à usage d'habitation sise au 174 avenue du Général de Gaulle à Antony par la maîtrise d'ouvrage, conformément à la réserve n°2 de la commission d'enquête ;
- L'optimisation de l'emprise au droit de l'hôtel Le Chateaubriand à Châtenay-Malabry ;
- L'élargissement de l'emprise du projet au droit du Théâtre de la Piscine à Châtenay-Malabry afin de reconstituer les fonctionnalités de l'espace public.

A noter qu'un seul bâtiment sera démoli : la maison située sur la parcelle à Antony, objet de la réserve n°2 de la commission d'enquête.

### VI.6.2 Les acquisitions au titre des mesures de compensation

Les maîtres d'ouvrages du tramway T10 proposent de mener des actions compensatoires sur une surface totale de 9,4 ha au titre de la réglementation sur les espèces protégées. Le détail des parcelles concernées figure au paragraphe VI.2.3.

## **VII. MANAGEMENT ET CALENDRIER DU PROJET**



## VII-1. ORGANISATION

### VII.1.1 Identification des différentes parties en phase Conception - Réalisation

#### VII.1.1.1 LES FINANCEURS DU PROJET

Suite à l'approbation du **nouveau Contrat de Plan Etat-Région 2015-2020**, par délibération du Conseil Régional en date du 18 juin 2015, les financeurs de la phase de réalisation du projet seront **l'Etat, la Région et le Département des Hauts-de-Seine. Le STIF financera intégralement le matériel roulant et les coûts d'exploitation de la ligne de tramway T10.**

#### VII.1.1.2 LA CO-MAITRISE D'OUVRAGE

Le pilotage de l'opération est assuré par une co-maîtrise d'ouvrage dans le cadre d'une convention, adoptée en Conseil du STIF et en Assemblée départementale.

Le projet de tramway est ainsi porté par deux maîtres d'ouvrage :

- **Le Département des Hauts-de-Seine,**

via sa Direction des Mobilités (DM), pour le périmètre des aménagements urbains ;

**Le Département des Hauts-de-Seine – DM est le coordonnateur des maîtres d'ouvrage.**

- **Le STIF**

Sur l'opération T10, le STIF est **maître d'ouvrage pour le périmètre du système de transport et du site de maintenance et remisage**. Il pilote également certaines procédures notamment celle relative à la sécurité des transports guidés. Il s'appuie sur une maîtrise d'ouvrage déléguée à la société TRANSAMO dans le cadre d'un mandat de maîtrise d'ouvrage.

#### VII.1.1.3 LES COLLECTIVITES CONCERNEES PAR LE PROJET

Les quatre communes au sein desquelles s'inscrit le tracé du tramway sont également partenaires de l'opération : Antony, Châtenay-Malabry, Le Plessis-Robinson, et Clamart.

Ces quatre communes appartiennent depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016 à la Métropole du Grand Paris et à l'établissement public territorial Vallée Sud – Grand Paris.

Ces collectivités locales sont associées au déroulement des études et sont également des interlocuteurs majeurs en tant que gestionnaires de certaines voiries, de certains équipements, et en tant que maîtres d'ouvrages d'opérations en interface directe avec le projet T10.

#### VII.1.1.4 LA MAITRISE D'ŒUVRE

Un marché de maîtrise d'œuvre générale de l'opération (MOEg) a été attribué en groupement de commande au groupement SARA.

Le Groupement SARA est constitué de deux sociétés d'ingénierie et deux agences d'architecture, d'urbanisme et de paysage, à savoir les sociétés : **SYSTRA (mandataire), ARTELIA, RICHEZ ASSOCIES et ATTICA**. L'équipe de maîtrise d'œuvre fonctionne de façon totalement intégrée.

La mission du MOEg porte sur :

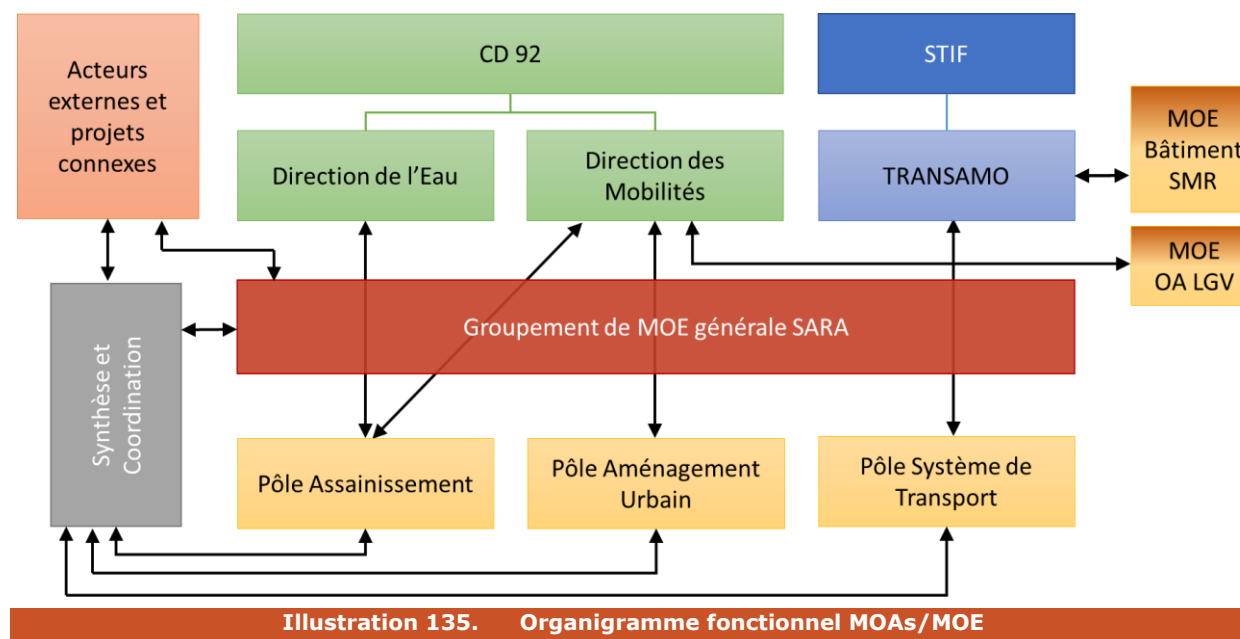
- les aménagements de façade à façade sur le tracé et ceux des raccordements aux rues adjacentes et des places traversées,
- le système de transport,
- les équipements du site de maintenance et de remisage à l'exclusion des bâtiments,
- les locaux techniques d'exploitation,
- les zones de correspondances et de stationnement.

L'organigramme fonctionnel mis en place pour mener à bien l'opération est décrit ci-dessous :

- une instance de direction de projet constituée pour le pilotage général de l'opération qui intègre les responsables des pôles de production, les responsables des cellules OPC et synthèse et l'architecte.
- trois pôles de production pour répondre à chacun des 3 périmètres de maîtrise d'ouvrage ;
- des cellules d'appui (juridique, risques, GED, coûts et marché, etc.) et de pilotage (synthèses, OPC, réseaux).

Deux autres MOE interviennent spécifiquement sur les sujets suivants :

- le groupement AIA, pour le bâtiment du site de maintenance et de remisage,
- Le groupement SCE – AEI pour la démolition-reconstruction de l'ouvrage franchissant la LGV.



## VII.1.1.5 LES ENTREPRISES DE TRAVAUX

Ce sont les entreprises de travaux publics et bâtiments au sens large, qui réaliseront les travaux du projet, y compris les travaux préparatoires.

## VII.1.1.6 LES CONCESSIONNAIRES

Les concessionnaires assurent la maîtrise d'ouvrage et le financement des travaux de déviation ou d'adaptation de leurs réseaux situés en occupation du domaine public et qui entrent en conflit avec le tracé du tramway.

Dans certains cas, les concessionnaires profitent de ces interventions rendues nécessaires par le projet de tramway pour réaliser des opérations d'entretien ou de rénovation de leurs réseaux ; on citera notamment dans ce cas le département des Hauts-de-Seine qui a engagé des travaux majeurs sur son réseau d'assainissement.

Enfin, des projets connexes réalisés par les concessionnaires peuvent interférer avec le projet T10 ; c'est le cas du projet d'enfouissement des lignes à haute tension de RTE sur les communes de Clamart et du Plessis-Robinson.

La coordination entre ces travaux, en termes de calendrier, d'occupation des emprises, et d'interfaces techniques est un enjeu majeur pour la bonne marche du projet, bien qu'ils ne relèvent pas de la maîtrise d'ouvrage du T10.

## VII.1.1.7 LES SERVICES DE L'ÉTAT

Les services de l'Etat interviennent dans l'opération soit en tant que maître d'ouvrage d'un projet connexe ou attenant (DIRIF notamment), soit en tant que propriétaire et/ou gestionnaire du domaine public impacté (DRIAAF), soit en tant que services instructeurs au titre des diverses réglementations (DRIEE – Police de l'Eau, DRIEE – Police de la Nature, DRIAAF, Architecte des Bâtiments de France et l'inspecteur des sites...).

Ils sont notamment concernés par :

- les ouvrages étudiés et réalisés dans le périmètre de leurs compétences
- la compatibilité de l'opération avec leurs projets du point de vue technique, procédures, et calendrier de réalisation

## VII.1.1.8 LES RIVERAINS

Les riverains de l'opération peuvent être concernés à un ou plusieurs titres par le projet :

- en tant que propriétaires : l'insertion du tramway implique l'acquisition d'un certain nombre d'emprises bordant le tracé, appartenant à des propriétaires publics et privés (156 parcelles concernées, dont 15 appartenant à des particuliers) ;
- en tant qu'exploitant d'un commerce ou d'une activité, dont les modes habituels de fonctionnement (accès, livraisons, stationnement...) vont être modifiés pendant les travaux et/ou de manière permanente par le nouvel aménagement. Dans certains cas, des occupations de domaine public ne seront plus possibles avec le tramway ;
- en tant qu'habitant ou usager des lieux riverains du tracé.

Dans le cadre de la conception du projet, puis de la réalisation des travaux, une attention toute particulière est portée au maintien des fonctionnalités et à la limitation des perturbations.

## VII.1.1.9 LE FUTUR EXPLOITANT

L'exploitation de la ligne de tramway T10 sera confiée à un délégataire, à l'issue d'une consultation pour une Délégation de service public spécifique ; il est prévu que l'exploitant soit désigné environ 2 ans avant la mise en service.

Pour la conception du projet, le STIF a confié une mission d'AMO Exploitabilité à la société KCP, pour suivre les études et porter le point de vue du futur exploitant.

### VII.1.2 Principes de répartition ultérieure des missions entre gestionnaires – Phase Exploitation

Le futur exploitant du tramway sera en charge de l'exploitation de la ligne et de l'entretien du système de transport (y compris le centre de maintenance) et du matériel roulant.

Les collectivités locales (Département des Hauts-de-Seine et communes traversées) prendront en charge l'entretien des aménagements urbains.

Le tableau ci-contre présente les principes de gestion actuellement en discussion :

N°		Responsable renouvellement et investissements lourds	Responsable maintenance, consommations et nettoyage
<b>1</b>	<b>Voirie et trottoirs</b>		
1.1	Chaussées y compris îlots centraux, séparateurs, refuges, zones de stationnement et bandes cyclables	Département	Département
1.2	Trottoirs y compris pistes cyclables sur trottoir le cas échéant	Département	Commune
1.3	Assainissement (hors assainissement de trottoir)	Département	Département
1.4	Assainissement de trottoir le cas échéant	Commune	Commune
1.5	Bordures séparatrices extérieures de plate-forme tramway	Département	Département
<b>2</b>	<b>Espace public</b>		
2.1	Places et espaces majeurs	Département	Commune
2.2	Mobilier urbain	Commune	Commune
2.3	Eclairage public : candélabres, crosses sur poteau LAC, spots, câbles, armoires, transformateurs, ...	Département	Commune
<b>3</b>	<b>Plantations et espaces verts sur espaces publics de voirie</b>		
3.1	Arbres d'alignement	Département	Département
3.2	Autres arbres, plantations basses et espaces verts y compris réseau d'arrosage (hors surlargeurs de plateforme tramway si non accessibles par trottoir)	Commune	Commune
3.3	Espaces verts en surlargeur de plate-forme tramway (de même nature que plate-forme tramway) y compris réseau d'arrosage, si non accessibles par trottoir	STIF	STIF
<b>4</b>	<b>Signalisation routière</b>		
4.1	Signalisation de police horizontale (marquage hors plateforme) et verticale (panneau, poteau et massif) sur voirie principale	Département	Département
4.2	Signalisation de police horizontale (marquage hors plateforme) et verticale (panneau, poteau et massif) sur contre-allée et espaces majeurs	Commune	Commune
4.3	Signalisation directionnelle (panneau, poteau et massif) hors signalisation communale	Département	Département
4.4	Signalisation directionnelle communale (panneau, poteau et massif)	Commune	Commune
<b>5</b>	<b>Signalisation lumineuse tricolore</b>		
5.1	Feux de signalisation routière (y compris équipements)	Département	Département
5.2	Boucles et capteurs de détection tramway et câblage jusqu'au bornier / contrôleur	STIF	STIF
<b>6</b>	<b>Equipements du tramway (plate-forme, stations, LAC, poteaux LAC, bâtiments techniques)</b>	STIF	STIF

Tableau 4. Grands principes de répartition entre gestionnaires

### VII-2. PLANIFICATION

#### VII.2.1 Déclaration d'Utilité Publique

L'arrêté de Déclaration d'Utilité Publique a été pris par le Préfet le 11 octobre 2016 ; elle emporte mise en compatibilité des documents d'urbanisme des quatre communes traversées par le projet. L'arrêté déclare également cessibles les parcelles nécessaires à la réalisation du projet ; il permettra les acquisitions foncières par expropriation en cas d'échec des négociations amiables.

A la suite de l'arrêté de DUP seront obtenus :

- la validation par les instances STIF et Département des Hauts-de-Seine du dossier d'AVP ;
- la notification du démarrage des études de niveau PRO ;
- l'arrêté de dérogation pour atteinte aux espèces protégées (CNP) ;
- l'arrêté d'autorisation de défrichement.

#### VII.2.2 Procédures administratives

Un certain nombre de dossiers liés à des procédures administratives ont été initiés au cours de la phase d'études AVP. Ces procédures sont nombreuses, les enjeux sont donc importants en termes de planning et de management des procédures : responsabilité, enjeux d'ordonnancement...

##### VII.2.2.1 PROCEDURES LIEES AUX CARACTERISTIQUES DU PROJET

###### VII.2.2.1.A Dossier Loi sur l'Eau (DLE)

Le dossier loi sur l'eau est relatif aux impacts du projet sur la ressource en eau. Il présente :

- L'état initial et la définition des enjeux
- Les incidences sur la ressource en eau et les mesures mises en œuvre :
- L'évaluation des incidences sur les zones Natura 2000,
- La compatibilité avec les documents réglementaires
- Les moyens de surveillance, d'entretien et d'intervention

Le projet est soumis à une déclaration au titre de la Loi sur l'Eau. La durée d'instruction de la déclaration est de 2 mois auxquels on ajoute un délai de 2 mois de complétude. Le dépôt auprès de la DRIEE du dossier réalisé sur la base de l'AVP Ligne et de l'APD du SMR est envisagé au 1<sup>er</sup> semestre 2017.

###### VII.2.2.1.B ICPE (Installation classée pour la Protection de l'Environnement)

Cette procédure est planifiée selon les modalités de la procédure de déclaration (soit 4 mois, incluant élaboration du dossier ICPE et instruction).

Le dépôt de la demande est envisagé au 1<sup>er</sup> semestre 2017 sur la base des études d'APD du SMR.

###### VII.2.2.1.C Permis de construire / démolir

Cette procédure est engagée sur la base des études d'APD et d'AVP (SMR et ligne), afin que les observations éventuellement formulées dans le cadre de l'instruction soient intégrées en phase PRO.

La constitution du dossier de PC/PD est prévue pendant 4 mois et son instruction pendant 6 mois.

###### VII.2.2.1.D Archéologie

En l'absence de réponse de la DRAC à la saisine du Département des Hauts-de-Seine en tant que coordonnateur des maîtres d'ouvrage, dans le cadre de l'article R 523-14 du code du patrimoine, il n'y a pas lieu de prévoir de diagnostic archéologique.

###### VII.2.2.1.E Procédure d'échange foncier

Cette modalité particulière d'acquisition des parcelles propriété de l'Etat et classées en forêt domaniale implique la conduite d'une procédure dite d'échange foncier, qui se substitue à l'acquisition amiable classique.

Le principe de l'échange foncier consiste à ce que les maîtres d'ouvrage du T10 se rendent propriétaires de terrains boisés, d'une qualité reconnue par la DRIAAF, puis qu'ils cèdent ces terrains à l'Etat en échange des emprises nécessaires au projet ; une soule venant rééquilibrer au besoin le bilan financier de l'opération. Un facteur de « compensation foncière » est appliqué par la DRIAAF pour établir la surface de terrains qui doit être échangée ; la principale difficulté consiste à trouver en Ile de France des terrains de surface et de qualité suffisante pour être recevables par l'Etat dans le cadre d'un échange.

Les MOAs ont engagé tous les moyens pour se rendre propriétaires des terrains nécessaires à l'échange foncier ; si un accord sur cet échange ne pouvait être trouvé avec la DRIAAF, les terrains objet de la déclaration d'utilité publique et de l'arrêté de cessibilité pourraient être acquis selon ces modalités « DUP ».

### VII.2.2.2 PROCEDURES LIEES A L'ENVIRONNEMENT DU PROJET

#### VII.2.2.2.A Dossier de demande de dérogation pour atteinte aux espèces protégées

Le dossier de Dérogation au titre de la réglementation sur les espèces protégées, dit « CNPN » est relatif aux impacts du projet sur la faune et la flore. Différents inventaires ont été réalisés lors des phases précédentes du projet (notamment dans le cadre de l'étude d'impact), et des compléments ciblés sur les espèces protégées ont été réalisés pour le dossier CNPN. Les enjeux sont concentrés au niveau de :

- la forêt de Meudon : avifaune et chiroptères,
- en forêt de Verrières : avifaune (l'espèce la plus patrimoniale est le pouillot fitis), chiroptères (recensement d'arbres à cavité) et amphibiens (présence d'une noue au sud de la parcelle SMR accueillant des tritons palmés et de tritons ponctués).

Le dossier « CNPN » présente ces impacts ainsi que les mesures d'évitement, de protection et le cas échéant de compensation mises en œuvre dans le cadre du projet.

**Le dossier de demande de dérogation pour atteinte aux espèces protégées a été transmis à la DRIEE mi-juillet 2016 ; l'avis favorable du CNPN a été reçu le 6 septembre 2016 assorti de deux réserves qui seront prises en compte (allongement de la durée des mesures de compensation de 20 à 30 ans, et réalisation effective des mesures décrites au dossier).**

**L'arrêté préfectoral est en cours de rédaction.**

#### VII.2.2.2.B Demande d'autorisation de défrichement

Le défrichement consiste à mettre fin à la destination forestière d'un terrain, en détruisant son état boisé. Toute opération de défrichement est soumise à une autorisation par les services compétents (DRIAFA). Le dossier défrichement est donc relatif aux impacts du projet sur les milieux agricoles et forestiers.

Sur le projet T10, il s'agit principalement de la forêt de Meudon (traversée sur la RD2 et terminus Place du Garde) et de la forêt de Verrières (implantation du SMR).

Le début de l'instruction du dossier est prévu au 1<sup>er</sup> semestre 2017.

#### VII.2.2.2.C Monuments historiques

Les travaux susceptibles de modifier l'aspect extérieur d'un immeuble, bâti ou non bâti, protégé au titre des abords sont soumis à une autorisation préalable. Une rencontre préalable avec l'Architecte des Bâtiments de France déterminera si des mesures d'intégration particulières, notamment pour les travaux temporaires, sont nécessaires.

Une demande d'autorisation préalable au titre des monuments historiques sera effectuée auprès du préfet.

Un dossier sera initié au démarrage des études PRO.

#### VII.2.2.2.D Dossier de protection des sites

Plusieurs sites inscrits et classés se trouvent dans l'aire d'étude (site classé du Parc de Sceaux, site inscrit du cimetière de Clamart...). Certains travaux du tramway se dérouleront dans ces espaces protégés, des procédures seront engagées afin d'obtenir les autorisations nécessaires.

##### Procédures aux titres des sites inscrits

Cette procédure sera initiée au démarrage des études PRO. La constitution du dossier est prévue pendant 4 mois. L'inscription entraîne l'obligation de ne pas procéder à des travaux sans avoir avisé, quatre mois à l'avance, l'administration de leur intention. Ce délai de 4 mois est pris en compte dans le planning des opérations.

##### Procédures aux titres des sites classés

Cette procédure sera initiée au démarrage des études PRO. La constitution du dossier est prévue pendant 4 mois et son instruction, afin d'obtenir une autorisation du Ministre, pendant 6 mois.

#### VII.2.2.2.E ZPPAUP/ AVAP/ SPR (Sites Patrimoniaux Remarquables)

Les ZPPAUP et AVAP créés avant le 8 juillet 2016 (date de publication de la loi relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine) deviennent de plein droit des sites patrimoniaux remarquables. Les règlements de ces zones continuent de produire leurs effets de droit dans le SPR jusqu'à ce que s'y substitue un plan de sauvegarde et de mise en valeur ou un plan de valorisation de l'architecture et du patrimoine. Plusieurs SPR (Sites Patrimoniaux Remarquables) sont présents à Clamart. Tous travaux susceptibles de modifier l'état des parties extérieures des immeubles sont soumis à une autorisation préalable. Cette procédure sera initiée au démarrage des études PRO.

### VII.2.2.3 DOSSIER DE SECURITE

#### VII.2.2.3.A Dossier de définition de sécurité (DDS)

Ce document constitue le premier document réglementaire dans la démarche d'application du décret relatif à la sécurité des Transports Publics Guidés. Le DDS a été élaboré et transmis pour avis aux services de l'état en parallèle de la réalisation du schéma de principe. L'avis positif de la Préfecture sur le DDS a été reçu le 22 octobre 2015.

#### VII.2.2.3.B Dossier préliminaire de sécurité (DPS)

Le DPS a pour objet d'évaluer le niveau de sécurité en phase de conception et de présenter les premiers éléments apportés par l'analyse des risques. Sur la base de ces éléments et du DDS, le dossier doit démontrer que l'ensemble des risques identifiés est couvert par des dispositifs techniques et opérationnels. L'instruction du dossier est prévue sur 5 mois ; le dépôt du dossier pour instruction est envisagé après validation de l'AVP, à l'été 2017.

#### VII.2.2.3.C Dossier Jalons de Sécurité (DJS)

Les DJS ne procèdent pas d'une obligation réglementaire ; ils sont recommandés lorsque c'est nécessaire pour faciliter l'instruction du Dossier de Sécurité final.

Autant que de besoin, des DJS seront produits selon la structure du Dossier de Sécurité, sur le périmètre des sous-systèmes à traiter. Ils présenteront les principales évolutions liées à la sécurité par rapport au DPS, en vue de l'élaboration du DS final.

#### VII.2.2.3.D Dossier d'autorisation des tests et essais (DAE)

Le DAE présente les conditions d'essais (objet, nature, lieu, période de réalisation), les risques associés à la réalisation de ces essais (pour les tiers, riverains et utilisateurs du système), et les mesures de précaution qui seront prises pour prévenir ces risques.

Le DAE est soumis deux mois avant le début des essais au Préfet, qui délivre l'autorisation de réaliser les tests ou essais sur site.

#### VII.2.2.3.E Dossier de sécurité (DS)

Le DS doit apporter la démonstration que la preuve de la sécurité du système a été faite par une approche systématique et documentée, basée sur des preuves qualitatives (assurance qualité ou assurance sécurité), des preuves techniques, ou des preuves de contrôle par un regard extérieur.

La constitution du dossier se réalise en parallèle à la phase travaux et son instruction est de 6 mois.

### VII.2.3 Suite des études

Suite à l'approbation de l'avant-projet dans les assemblées délibérantes (prévue en mars 2017), les études pourront être poursuivies pour entamer les études détaillées et la phase de réalisation du projet, en ligne et sur le SMR.

Les premières acquisitions foncières à l'amiable ont eu lieu en 2016. Suite à l'obtention de l'arrêté de DUP et de cessibilité le 11 octobre 2016, les maîtres d'ouvrage ont sollicité l'ordonnance d'expropriation le 20 décembre 2016. Les dernières acquisitions sont prévues en 2019.

#### VII.2.3.1 PRO

Le démarrage des études PRO est prévu pour avril 2017, pour une validation 1<sup>er</sup> trimestre 2018.

#### VII.2.3.2 PHASE ACT

La durée de la phase ACT est prévue de mi 2018 à mi 2019 dont 3 mois de réalisation des DCE.

#### VII.2.3.3 PHASE TRAVAUX ET RECEPTION

Les travaux de la ligne sont réalisés en 37 mois à compter de la notification du démarrage des travaux et à la fin des travaux préparatoires.

Une période de travaux préparatoires commence 2 mois avant le démarrage des travaux du tramway. Ces travaux anticipés consistent à réaliser les bases travaux et à assurer les démolitions, à commencer à déposer l'éclairage public, la signalisation routière et le mobilier urbain, et à installer ces équipements en provisoire.

Afin de permettre les travaux de dévoiement des concessionnaires, certains travaux préparatoires devront être anticipés. La durée des travaux de dévoiement des réseaux concessionnaires est estimée aujourd'hui à 33 mois hors finitions évaluées à 6 mois.

A la fin de la période de travaux préparatoires, les travaux d'aménagement urbain (AMU) et les travaux systèmes de transport (ST) débiteront en parallèle selon les modalités de phasage travaux établis durant les études.

Les travaux AMU sont réalisés tout au long des travaux du ST en parallèle et au-delà jusqu'à la fin des essais ligne.

Les travaux sur le SMR sont planifiés sur 28 mois avec :

- Une période de travaux préparatoires de 2 mois, actuellement planifié à l'été 2019.
- 28 mois de travaux SMR nécessaires à l'accueil de la 1<sup>ère</sup> rame.
- Un travail de définition de l'organisation des travaux SMR devra être mené au plus tard lors du PRO SARA / PRO SMR afin d'assurer la mise à disposition des travaux nécessaires à l'accueil de la 1<sup>ère</sup> rame.
- 5 mois pour la levée des réserves.

D'autre part, les travaux sur les Ouvrages d'Art de la LGV sont soumis à une réservation très anticipée des plages de consignation pour les travaux, qui ont donc été programmés de mars 2018 à octobre 2019. Les travaux liés à l'A86 sont en cours de planification avec la DIRIF.

Le retro-planning à 18 mois de la mise en service est le suivant :

- La fin des principaux travaux est prévue en octobre 2022, permettant l'engagement des essais.
- L'ensemble des essais (essais d'intégration, essais d'ensemble, etc..) sont prévus pour une durée de 6 mois. Certains travaux de finition pourront se dérouler, sous conditions strictes vis-à-vis de la sécurité, durant ces périodes d'essais.
- La marche à blanc est prévue pendant 2 mois, précédée d'une période d'un mois de formation des conducteurs à la ligne.

Sur la base des délais et de l'ordonnancement général appliqués au projet, la mise en service du T10 est prévue au 1<sup>er</sup> semestre 2023. Le décalage de la mise en service du tramway (initialement prévu au 2<sup>nd</sup> semestre 2021) est expliqué au paragraphe suivant.

Le planning directeur est présenté ci-après.



Tramway T10 - Calendrier directeur  
(Phase AVP)



### Procédures transverses

- Déclaration d'utilité publique et cessibilité
- Conventions de financement
- Dossiers de sécurité
- Espèces protégées
- Défrichement
- Loi sur l'eau (déclaration)
- Sites classés
- Sites inscrits, monuments historiques, AVAP

### Acquisitions foncières

- Ligne, bâtiments techniques et compensation

### Réseaux concessionnaires

- Dévoiements des réseaux

### Site de Maintenance et de remisage

- Etudes
- ICPE (déclaration)
- Permis de construire
- Travaux préparatoires
- Travaux du SMR

### Etudes et travaux ligne

- Etudes
- Travaux
- Essais, marche à blanc, mise en service

### Travaux de l'ouvrage d'art .GV Atlantique

- Etudes
- Travaux

### Travaux sur équipements A86

- Etudes
- Travaux

### Matériel roulant

- Délégation de service public

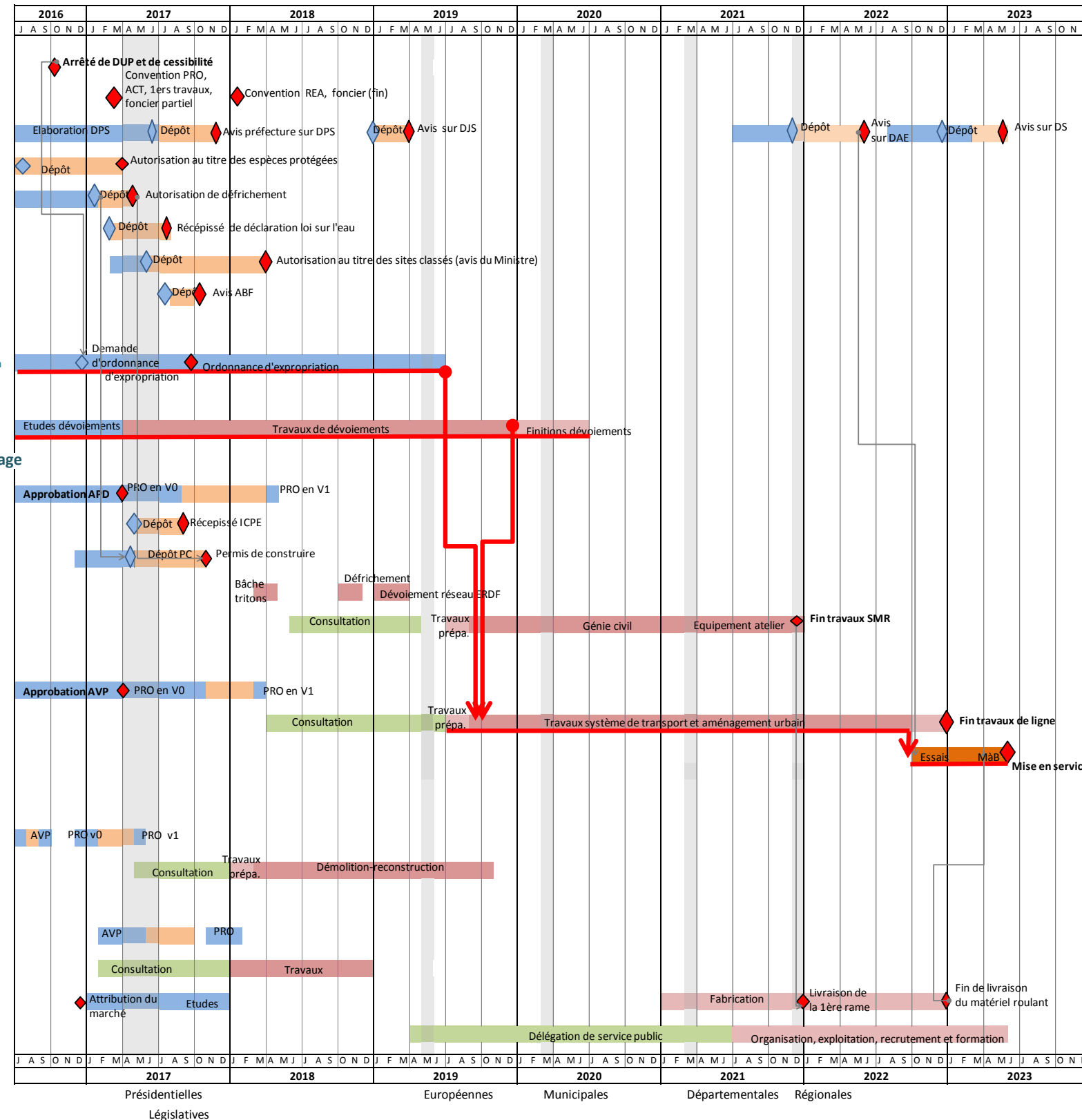


Illustration 136. Planning directeur du projet (issu des études AVP)



## VII.2.4 Justification du décalage de la mise en service

La mise en service du tramway prévue au 2<sup>nd</sup> semestre 2021 lors du schéma de principe est décalée au 1<sup>er</sup> semestre 2023 dans le cadre de l'AVP. Ceci s'explique principalement par l'allongement de la phase de libération des emprises (acquisitions foncières et dévoiements des réseaux concessionnaires) préalable aux travaux du tramway.

L'approfondissement des études a mis en évidence l'ampleur des dévoiements de réseaux à réaliser par les concessionnaires. En effet, un linéaire important de réseaux est à dévoyer (environ 17,5 km de réseaux d'assainissement, 10 km de réseau d'eau potable, 8,5 km de réseau de distribution d'électricité, 4,5 km de réseau de distribution de gaz, 1,5 km de réseau de transport d'électricité, 10,5 km de réseau de télécommunication, 2 traversées de canalisations transport de gaz). Ces dévoiements sont sous maîtrise d'ouvrage et financement des concessionnaires. L'organisation de ces dévoiements doit tenir compte de nombreuses contraintes (spécifiques aux concessionnaires, mais également liées à la coordination des dévoiements entre eux, à la libération des emprises pour la pose de nouveaux réseaux, à la nécessité de maintenir l'ensemble des fonctionnalités sur les voies concernées). C'est pourquoi, la durée des travaux de dévoiement, estimée à 18 mois au stade schéma de principe a été réévaluée à 33 mois (hors finitions).

De plus, le travail d'optimisation du projet de tramway en phase AVP (aménagement, coût,...) a nécessité une mise au point plus longue qu'envisagé au stade Schéma de Principe et a entraîné un décalage de 5 mois dans la finalisation de la synthèse réseaux et l'approbation de l'AVP.

Concernant les acquisitions foncières, 156 parcelles appartenant à 60 propriétaires distincts sont concernées. Les négociations amiables ont pu être initiées dès début 2016. Toutefois des expropriations seront nécessaires. Pour cela, il est convenu :

- d'obtenir une ordonnance d'expropriation. Le délai d'obtention est de 9 à 12 mois après saisine, à réaliser dans les 6 mois à compter de l'arrêt de cessibilité.
- d'obtenir un jugement du juge de l'expropriation sur le montant des indemnités à verser.

Ainsi, les dernières acquisitions par voie d'expropriation interviendront en 2019.

Le début des travaux de ligne du tramway est ainsi reporté à fin 2019, soit une mise en service au premier semestre 2023.

## **VIII. ECONOMIE DU PROJET**

### VIII-1. COÛTS DE REALISATION

#### VIII.1.1 Hypothèses

Sauf mention contraire, les coûts sont exprimés hors taxes, aux conditions économiques de décembre 2011 ; ils sont ainsi directement comparables aux coûts estimés dans le Schéma de Principe.

L'estimation reprend l'ensemble des postes des deux périmètres Aménagements urbains et Système de transport (y compris SMR), et n'intègre pas les coûts liés au matériel roulant.

#### VIII.1.2 Présentation synthétique des coûts

Les investissements pour le projet de tramway T10 Antony-Clamart s'élèvent à 386 M € HT aux conditions économiques de décembre 2011 :

- 351 M€ HT pour les infrastructures,
- 35 M€ HT pour le matériel roulant.

Le coût des infrastructures se répartit entre les maîtres d'ouvrage de la façon suivante :

- 178 M€ HT pour le STIF,
- 173 M€ HT pour le Département.

Ce coût inclut également les mesures conservatoires permettant un éventuel prolongement du T10, qui ne pouvaient être réalisées de manière différée par rapport à l'investissement initial.

La décomposition par nature d'investissement et par maître d'ouvrage est présentée dans le tableau ci-après :

en M€ HT – valeur déc. 2011	Périmètre AMU (Département)	Périmètre ST (STIF)	Total tous périmètres
Acquisitions foncières	24,8	5,1	29,9
Travaux	112,9	134,2	247,1
Etudes / MOE / MOA	23,8	25,4	49,2
Provision pour aléas (PAI)	11,3	13,4	24,7
<b>TOTAL</b>	<b>172,8</b>	<b>178,1</b>	<b>350,9</b>

Tableau 5. Estimation des coûts du T10 niveau AVP

#### VIII.1.3 Présentation détaillée des coûts

Le tableau présente la décomposition des coûts d'investissement, sur les deux périmètres, selon la décomposition par poste CERTU.

N° poste CERTU	Intitulé poste CERTU	Estimation AVP en M€ HT (val. déc 2011)		
N° poste CERTU	Intitulé poste CERTU	AVP Périmètre Dép.	AVP Périmètre STIF	Total
1	Etudes d'avant-projet / projet	5,8	5,5	11,3
2	Frais de maîtrise d'ouvrage*	12,8	13,8	26,6
3	Frais de maîtrise d'œuvre travaux	5,2	6,1	11,3
4	Acquisitions foncières et libération d'emprises	24,8	5,1	29,9
5	Déviations de réseaux	0,8	1	1,8
6	Travaux préparatoires	20,6	13,9	34,5
7	Ouvrages d'art	10,5	0	10,5
8	Plate-forme tramway	10,1	7,1	17,2
9	Voie ferrée	0	22,6	22,6
10	Revêtement de la plate-forme tramway	0	12,8	12,8
11	Voirie (hors site propre) et espaces publics	54,6	0	54,6
12	Equipements, mobiliers urbains, espaces verts	7,6	0,5	8,1
13	Signalisation routière	4,1	0	4,1
14	Stations	0	9,5	9,5
15	Alimentation en énergie de traction	0	14	14
16	Courants faibles et Poste de commandes centralisé (PCC)	0	14,8	14,8
17	Dépôt	0	38	38
18	Matériel roulant	0	34,9	34,9
19	Opérations induites	4,6	0	4,6
	Provision pour aléas et incertitude (PAI)	11,3	13,4	24,7
	<b>Investissement total</b>	<b>173</b>	<b>213</b>	<b>386</b>
	<b>Budget hors MR</b>	<b>173</b>	<b>178</b>	<b>351</b>

\*Y compris 5,9 M€ d'études préliminaires (frais de MOA et de MOE)

Tableau 6. Estimation des coûts du T10 niveau AVP-détail

### VIII.1.4 Description des postes d'investissement

Pour mémoire, le contenu des rubriques du CERTU est rappelé ci-après :

N°	Rubrique	Contenu de la rubrique
1	Etudes d'avant-projet/projet	<b>Ne concerne</b> que les études au stade de l'avant-projet et du projet. <b>Ne concerne pas</b> les études antérieures, de type études préalables, études d'insertion, schémas directeurs, etc.
2	Maîtrise d'ouvrage	<b>Concerne</b> tous les frais, et toutes les études, engagés au titre de la maîtrise d'ouvrage, tels que : assistance technique, architecturale, paysagère, juridique, ..., assurances, communication, concertation, enquêtes publiques, fouilles archéologiques, études topographiques, de bruit, de sol, indemnités de gêne pendant les travaux ou de préjudice commercial. L'assistance architecturale visée ici concerne les concours d'architecture, et les autres études confiées à des architectes avant les travaux.
3	Maîtrise d'œuvre de travaux	<b>Concerne</b> des missions d'ingénierie normalisées pour la conduite des travaux, ainsi que l'assistance architecturale pendant les travaux.
4	Acquisitions foncières et libération des emprises	<b>Comprend</b> les acquisitions foncières proprement dites, les démolitions, les modifications et reconstructions d'immeubles, les clôtures, les relogements, les indemnités d'éviction, et autres. <b>Ne comprend pas</b> les indemnités des riverains dues à la gêne pendant les travaux (rubrique n° 2 : maîtrise d'ouvrage)
5	Déviations de réseaux	<b>Concerne</b> les coûts de déviations de réseaux de concessionnaires imputables à l'opération, qu'ils soient financés par l'autorité organisatrice ou d'une autre façon
6	Travaux préparatoires	<b>Comprend</b> tous les travaux préparatoires à la réalisation du chantier sur le domaine public, tels que : ouvrages provisoires, déviations de voirie, installations de chantier, etc. <b>Ne comprend pas</b> les réaménagements de voirie définitifs, compris dans la rubrique n°11 : voirie et espaces publics
7	Ouvrages d'art	<b>Concerne</b> les ouvrages, en ligne, de génie civil et de gros œuvre, comme les ponts, les tunnels, les murs de soutènement, les confortements ou modifications d'ouvrages d'art existants <b>Ne comprend pas</b> le génie civil des stations aériennes ou souterraines qui sont comptabilisées dans la rubrique n° 14-1 : infrastructure des stations.
8	Plate-forme	<b>Concerne</b> les travaux de l'assise du site propre limités à la largeur de l'emprise réservée, c'est à dire les travaux nécessaires à la réalisation des terrassements, de la couche de forme, de la couche de base pour un site propre de surface, et de la couche de soubassement pour un tronçon en ouvrage - servant d'assise à la voie ferrée (tramway ou métro) ou à la couche de roulement (mode routier) - ainsi que du drainage et de la multibulbulaire. <b>Ne concerne pas</b> la voie proprement dite, le revêtement et les couches de roulement qui font partie des rubriques n°9 : voie spécifique des systèmes ferrés et guidés, et n° 10 : revêtement du site propre
9	Voie spécifique des systèmes ferrés et guidés	<b>Concerne</b> la pose et de la fourniture de la voie spécifiquement adaptée aux modes ferrés ou du système de guidage pour les modes routiers. C'est à dire : traverses, rails, systèmes d'attaches, de liaisons, et antibruit, ou ensemble du système de guidage sur voirie. <b>Ne concerne pas</b> le remplissage éventuel entre les rails, et le revêtement, font partie de la rubrique n° 10 : revêtement du site propre.
10	Revêtement du site propre	Pour les tramways et métros, il s'agit éventuellement du remplissage entre les rails, du revêtement superficiel, et des séparateurs ou bordures

11	Voirie (hors site propre) et espaces publics	Il s'agit du gros - œuvre nécessaire à la reconstitution de l'espace public conformément à sa destination, entre le site propre (y compris les stations et leurs accès) et les façades des rues empruntées par le TCSP (hors équipements de superstructure) : terrassements, chaussées, trottoirs, revêtements	
12	Équipements urbains	<b>Comprend</b> l'ensemble des équipements de superstructure, implantés le long de la ligne : mobilier urbain, plantations, éclairage, garde-corps, <b>Ne comprend pas</b> les équipements propres au mode de transport collectif, aux stations, et à la signalisation qui sont inclus dans les rubriques n° : 14, 15, 16 et 17.	
13	Signalisation	<b>Comprend</b> les signalisations horizontales, verticales, de jalonnement, et tricolores pour la circulation routière, y compris le matériel de régulation des feux. <b>Ne comprend pas</b> le système de priorité aux feux d'un tramway ou d'un mode guidé, et sa signalisation de type ferroviaire, qui sont à inscrire dans la rubrique n° 16 : courants faibles et PCC.	
14	Stations	infrastructures des stations, dont équipements destinés aux vélos	Génie civil, gros œuvre et second œuvre des stations, y compris pour les stations au sol des tramways et des modes routiers (quais et soubassements) et celles liées au transport fluvial (aménagement de quais maritimes...).
		équipement des stations, dont équipements destinés aux vélos	<b>Comprend</b> les coûts liés au mobilier des stations, abris, bancs, barrières, éclairage, panneaux d'information fixes, équipements destinés au stationnement des vélos, ainsi que les escalators, ascenseurs, ventilation, équipements de sécurité et de secours, dans les stations aériennes ou enterrées, et des essais correspondants, <b>Ne comprend pas</b> les installations et mobiliers nécessaires aux systèmes de SAE, SAI, courants faibles, exploitation, distribution et oblitération des titres de transport, ... figurés dans la rubrique n° 16 : courants faibles et PCC.
15	Alimentation en énergie de traction	<b>Comprend</b> l'ensemble des installations nécessaires à la distribution de l'énergie aux véhicules à traction électrique : sous-stations (y compris le local et sauf intégration au dépôt), fourniture et pose du réseau de distribution, de la ligne aérienne, système de contrôle... <b>Ne comprend pas</b> le PCC figuré dans la rubrique n°16 : courants faibles et PCC.	
16	Courants faibles et PCC	<b>Concerne</b> l'ensemble des systèmes de contrôle et d'exploitation de la ligne de TCSP : automatismes, SAE, SAI, distribution et oblitération des titres de transport, signalisation et commandes spécifiques (style ferroviaire), poste de commande centralisé correspondant, hors bâtiment si intégré au dépôt, ..., et des essais correspondants.	
17	Dépôt	Compte tenu de la diversité des situations rencontrées, il est retenu de regrouper dans cette rubrique l'ensemble des coûts liés à la réalisation du dépôt et des infrastructures et équipements nécessaires à ses accès. Ainsi, tous les coûts des postes mentionnés ci-dessus, liés à la partie de la ligne hors exploitation voyageur, sont à prendre en considération dans ce cadre.	
18	Matériel roulant	Outre les véhicules eux-mêmes, ce poste comprend les frais d'essais et de mise en service du matériel, ainsi que la formation des personnels.	
19	Opérations induites dont pôle d'échanges, dont parc relais, dont aménagements destinés aux circulations des	Ces opérations constituent des actions d'accompagnement. Non nécessaires au fonctionnement du TCSP proprement dit, non imputables à une démarche qualité globale le long de la ligne, elles répondent par contre aux logiques suivantes : <b>1 - Opérations de voirie et de stationnement</b> Restitution de certaines fonctions et de certains usages qui dépassent le cadre du simple réaménagement de voirie de façade à façade (voie nouvelle ou réaménagement de voie pour la circulation des voitures en dehors des emprises des voies empruntées par le site propre, parc de stationnement souterrain, parcs relais, bandes ou pistes cyclables, etc.),	

vélos : bande ou piste cyclable, dont parking vélos.	<p><u>2 - Opérations architecturales et urbaines</u>                  Traitement architectural ou urbain d'un lieu présentant des caractéristiques particulières (place, quai, monument, espace vert, traversée d'un quartier ANRU...),</p> <p><u>3 - Opérations de transport collectif</u>                  Opérations d'interconnexion de lignes de transports collectifs ou favorisant l'intermodalité transports collectifs/modes doux (création ou modification de gares, pôles d'échange, parc vélos gardiennés...).</p> <p>Une description assez précise de chaque opération est nécessaire pour éclairer la décomposition par poste, mais seul le coût total de chaque type d'opération (hors coûts imputables aux autres rubriques) est significatif comme indicateur des coûts d'investissements. Enfin, les coûts à renseigner ici ne sont pas les coûts financés par l'autorité organisatrice, mais bien les coûts réels des projets des différents maîtres d'ouvrage.</p>
--	--

**Tableau 7. Détail du contenu des postes du CERTU**

NB : Les études d'exécution sont comptées dans le poste 6 « travaux préparatoires » pour le périmètre du Département et dans chacun des postes travaux pour le périmètre du STIF.

### VIII.1.5 Comparaison avec les estimations du Schéma de principe

#### VIII.1.5.1 ESTIMATION DU SCHEMA DE PRINCIPE

N° poste CERTU	Intitulé poste CERTU			
N° poste CERTU	Intitulé poste CERTU	SDP Périmètre Dép.	SDP Périmètre STIF	Total SDP
1	Etudes d'avant-projet / projet	4,3	6,1	10,4
2	Frais de maîtrise d'ouvrage*	9,1	16,3	25,4
3	Frais de maîtrise d'œuvre travaux	4,3	7,9	12,2
4	Acquisitions foncières et libération d'emprises	14,3	4	18,3
5	Déviations de réseaux	0	1,9	1,9
6	Travaux préparatoires	23,4	7,5	30,9
7	Ouvrages d'art	12,4	0	12,4
8	Plate-forme tramway	8,5	5,4	13,9
9	Voie ferrée	0	22,2	22,2
10	Revêtement de la plate-forme tramway	1,3	9,2	10,5
11	Voirie (hors site propre) et espaces publics	52,3	0	52,3
12	Equipements, mobiliers urbains, espaces verts	11,8	0	11,8
13	Signalisation routière	6,4	0	6,4
14	Stations	0	9,5	9,5
15	Alimentation en énergie de traction	0	13,2	13,2
16	Courants faibles et Poste de commandes centralisé (PCC)	0	13,5	13,5
17	Dépôt	0	51,6	51,6
18	Matériel roulant	0	42	42
19	Opérations induites	3,7	0,2	3,9
	Provision pour aléas et incertitude (PAI)	14,3	16,1	30,4
	<b>Investissement total</b>	<b>166</b>	<b>227</b>	<b>393</b>
	<b>Budget hors MR</b>	<b>166</b>	<b>185</b>	<b>351</b>
	<i>*Y compris 5,9 M€ d'études préliminaires (frais de MOA et de MOE)</i>			

**Tableau 8. Estimation des coûts du T10 niveau SDP**

### VIII.1.5.2 PRESENTATION DES EVOLUTIONS DE COUTS

Le coût du projet estimé en phase AVP est stable par rapport au Schéma de Principe et s'établit à 351 M€ HT (valeur décembre 2011). Toutefois, on constate des évolutions par périmètre :

- + 4,2 % pour le périmètre du Département,
- -3,8 % pour le périmètre du STIF.

	Périmètre Dép.	Périmètre STIF	Total (M€ HT – valeur décembre 2011)
Schéma de Principe	166	185	351
AVP	173	178	351
Evolution (%)	4,2 %	-3,8 %	0,0 %

**Tableau 9. Evolution des coûts du projet**

Cette répartition tient compte du transfert de périmètres de certains travaux du périmètre du Département au périmètre STIF pour des questions d'organisation de chantier et d'entretien ultérieur.

Il s'agit :

- des massifs des poteaux LAC situés à l'intérieur du GLO (évalués à 0,6 M€ HT),
  - bordures GLO faisant offices de chasse-roue (évalués à 0,3 M€ HT),
  - des espaces sécurisés pour les vélos (évalués à 0,1 M€ HT),
  - des frais d'installation et de gestion afférents (évalués à 0,1 M€ HT),
- soit un total de 1,1 M€ HT.

Cette évolution de la répartition des périmètres fait l'objet d'un avenant à la convention d'organisation de la maîtrise d'ouvrage soumis à la validation du STIF et du Département parallèlement à l'approbation de l'AVP.

### Périmètre du Département :

N° poste CERTU	Intitulé poste CERTU	SDP Périmètre Dép.	AVP Périmètre Dép.
1	Etudes d'avant-projet / projet	4,3	5,8
2	Frais de maîtrise d'ouvrage*	9,1	12,8
3	Frais de maîtrise d'œuvre travaux	4,3	5,2
4	Acquisitions foncières et libération d'emprises	14,3	24,8
5	Déviations de réseaux	0	0,8
6	Travaux préparatoires	23,4	20,6
7	Ouvrages d'art	12,4	10,5
8	Plate-forme tramway	8,5	10,1
9	Voie ferrée	0	0
10	Revêtement de la plate-forme tramway	1,3	0
11	Voirie (hors site propre) et espaces publics	52,3	54,6
12	Equipements, mobiliers urbains, espaces verts	11,8	7,6
13	Signalisation routière	6,4	4,1
14	Stations	0	0
15	Alimentation en énergie de traction	0	0
16	Courants faibles et Poste de commandes centralisé (PCC)	0	0
17	Dépôt	0	0
18	Matériel roulant	0	0
19	Opérations induites	3,7	4,6
	Provision pour aléas et incertitude (PAI)	14,3	11,3
	<b>Investissement total</b>	<b>166</b>	<b>173</b>
	<b>Budget hors MR</b>	<b>166</b>	<b>173</b>

**Tableau 10. Evolution des coûts du projet – périmètre Département**

Les principales augmentations entre le schéma de principe et l'AVP concernent :

- les frais d'études et de maîtrise d'ouvrage liés à une augmentation des coûts d'objectif des travaux dont dépend la rémunération du maître d'œuvre, à des études complémentaires, à une dilatation du planning, et à une réévaluation des investigations complémentaires sur les réseaux existants.
- les acquisitions foncières liées à l'acquisition de parcelles pour la compensation écologique, l'acquisition de la totalité de la parcelle F 34 (y compris bâti) suite à réserve de la commission d'enquête, l'évolution des estimations des services des Domaines,
- les terrassements de la plate-forme tramway (poste 8) et de la voirie et espaces publics (poste 11) du fait de la pollution des sols.

Les principales baisses entre le schéma de principe et l'AVP concernent :

- les ouvrages d'art : de nouveaux ouvrages ont été ajoutés en phase AVP (estacades pour cheminement piéton à Châtenay-Malabry, escalier face à l'entrée principale du parc de Sceaux, muret en pied de talus en forêt de Meudon) mais d'autres murs de soutènement ont pu être évités ou réduits en jouant sur les nivellements, soit au global une diminution du poste. La démolition-reconstruction de l'ouvrage d'art au-dessus de la LGV avait été provisionnée au stade Schéma de Principe.
- Le revêtement de plate-forme tramway : le montant prévu au Schéma de principe correspondait aux bordures GLO qui sont fléchées vers le périmètre du STIF au stade AVP,
- Les équipements, mobiliers urbains, espaces verts, signalisation routière grâce à une optimisation des quantités et des prix unitaires.

**Périmètre du STIF :**

N° poste CERTU	Intitulé poste CERTU	SDP Périmètre STIF	AVP Périmètre STIF
1	Etudes d'avant-projet / projet	6,1	5,5
2	Frais de maîtrise d'ouvrage*	16,3	13,8
3	Frais de maîtrise d'œuvre travaux	7,9	6,1
4	Acquisitions foncières et libération d'emprises	4	5,1
5	Déviations de réseaux	1,9	1
6	Travaux préparatoires	7,5	13,9
7	Ouvrages d'art	0	0
8	Plate-forme tramway	5,4	7,1
9	Voie ferrée	22,2	22,6
10	Revêtement de la plate-forme tramway	9,2	12,8
11	Voirie (hors site propre) et espaces publics	0	0
12	Equipements, mobiliers urbains, espaces verts	0	0,5
13	Signalisation routière	0	0
14	Stations	9,5	9,5
15	Alimentation en énergie de traction	13,2	14
16	Courants faibles et Poste de commandes centralisé (PCC)	13,5	14,8
17	Dépôt	51,6	38
18	Matériel roulant	42	34,9
19	Opérations induites	0,2	0
	Provision pour aléas et incertitude (PAI)	16,1	13,4
	<b>Investissement total</b>	<b>227</b>	<b>213</b>
	<b>Budget hors MR</b>	<b>185</b>	<b>178</b>

**Tableau 11. Evolution des coûts du projet – périmètre STIF**

Les principales augmentations entre le schéma de principe et l'AVP concernent :

- Les acquisitions foncières liées à la prise en compte dans ce poste des mesures de compensation,
- Les travaux préparatoires suite à un retour d'expérience sur des opérations similaires
- Le revêtement de plate-forme, suite à l'intégration dans ce poste de prestations inscrites dans le périmètre AMU au schéma de principe.

Les principales baisses entre le schéma de principe et l'AVP concernent :

- les frais d'études liés au résultat de la consultation pour le maître d'œuvre du bâtiment SMR,
- les coûts liés au dépôt suite à l'avancement des études,
- le matériel roulant suite au résultat de la consultation.

## VIII-2. GESTION DES RISQUES

Risques	Conséquences	Mesures préventives
Difficulté d'obtention des autorisations nécessaires au projet (déclaration au titre de la loi sur l'eau, arrêté d'autorisation de dérogation au titre des espèces protégées, autorisation de défrichement, autorisation au titre des sites classés, permis de construire...)	Retard ou non obtention d'une autorisation administrative. Obligation de reprendre le dossier et de relancer la procédure.	Rencontres des services instructeurs lors de la constitution des dossiers pour mieux appréhender leurs attentes.
Retard dans les dévoiements de réseaux préalables aux travaux du tramway	Modification du phasage des travaux. Retard, surcoût	Maître d'œuvre du projet de tramway en charge de la synthèse réseaux. Echanges réguliers avec les concessionnaires pour assurer la bonne coordination.
Difficulté à obtenir la maîtrise foncière des parcelles nécessaires au projet	Modification du phasage des travaux. Retard, surcoût	Enquête parcellaire réalisée en même temps que l'enquête préalable à la DUP. Acquisitions foncières réalisées à l'amiable autant que possible.
Difficultés à faire les travaux sur l'ouvrage d'art au-dessus de la Ligne à Grande Vitesse dans les plages travaux imposées par la SNCF	Retard des travaux de cet ouvrage. Risque de retard sur l'ensemble des travaux	Travail en liaison avec la SNCF dès les phases études préliminaires
Acceptabilité du projet par les riverains notamment au vu des impacts sur la circulation routière et le stationnement en phase travaux	Modification du phasage et/ou mesures d'accompagnement supplémentaires : retard, surcoût	Validation des principes d'exploitation avec les services gestionnaires de voirie avant le début des travaux. Mise en œuvre d'une communication adéquate (site internet, agent de proximité, lettres d'information...)
Demandes de modifications du projet par les différents acteurs en interface (communes, aménageurs,...)	Retard, surcoût	Echanges réguliers avec les différents partenaires. Les modifications de programme sont soumises à l'arbitrage des maîtres d'ouvrage et des financeurs.

## VIII-3. COUTS D'EXPLOITATION

L'étude d'exploitation du T10 estime à environ 706 000 le nombre de kilomètres annuels parcourus par l'ensemble de la flotte (13 rames).

Le coût d'exploitation est estimé à 9 € HT / tram.kilomètre.

Ce qui représente, annuellement un coût d'environ 6 354 000 € HT.



## **IX. FINANCEMENT**

### IX-1. PLAN DE FINANCEMENT GLOBAL ET ANNUALISE

#### IX.1.1 Les financeurs

Suite à l'approbation du **nouveau Contrat de Plan Etat-Région 2015-2020**, par délibération du Conseil Régional en date du 18 juin 2015, les financeurs de la phase de réalisation du projet seront **l'Etat, la Région et le Département des Hauts-de-Seine**.

- **L'Etat,**

Soucieux d'améliorer les déplacements quotidiens des Franciliens et de favoriser un aménagement durable du territoire, l'Etat participe financièrement au développement des transports collectifs.

- **La Région Ile de France**

La Région fait des transports une de ses priorités, au vu de l'enjeu qu'ils représentent en matière de dynamisme économique et de qualité de vie, notamment pour les déplacements de banlieue à banlieue. Afin d'accélérer le développement des transports au service des Franciliens, la Région a lancé dès juin 2009 un plan de mobilisation ambitieux pour réaliser les projets indispensables au développement de l'Ile de France, notamment le tramway T10 entre Antony et Clamart.

- **Le Département des Hauts de Seine**

Le Département des Hauts-de-Seine est le propriétaire et le gestionnaire des voiries sur lesquelles le futur tramway T10 sera implanté, sur la quasi-totalité de son tracé. Depuis de nombreuses années, le Département des Hauts de Seine mène une politique volontariste pour favoriser le développement des transports collectifs (tramways T6, T2...).

**Le STIF financera intégralement le matériel roulant et les coûts d'exploitation de la ligne de tramway T10.**

- **Le STIF**

Le STIF imagine, organise et finance les transports publics pour tous les Franciliens. Au cœur du réseau de transport d'Ile de France, le STIF fédère tous les acteurs (voyageurs, élus, constructeurs, transporteurs, gestionnaires d'infrastructure,...), investit, et innove pour améliorer le service rendu aux voyageurs. Il décide et pilote les projets de développement des réseaux et de modernisation de tous les transports, dont il confie l'exploitation à des transporteurs. Le STIF, composé de la région Ile de France, de la Ville de Paris et des sept autres départements franciliens, porte ainsi la vision de l'ensemble des transports d'Ile de France (train, RER, métro, tramway, TZen et bus).

#### IX.1.2 Le financement

**A l'heure actuelle, trois conventions d'un montant total de 18,9 M€ HT (€ valeur déc. 2011) ont d'ores-et-déjà été notifiées pour le financement des études dans le cadre du Contrat entre la Région Ile-de-France et le Département des Hauts-de-Seine. Elles ont permis de financer toutes les études jusqu'à l'avant-projet compris et un premier volet d'acquisitions foncières.**

**L'opération a été inscrite au Contrat de Plan Etat-Région (CPER) 2015-2020, dans le volet « Mobilité multimodale » pour un montant de 194 M €. La répartition entre financeurs est la suivante :**

La répartition entre financeurs est la suivante :

- Etat : 41 M€ (21 %)
- Région Ile de France : 95 M€ (49 %)
- Département des Hauts de Seine : 58 M€ (30 %)

Au vu des conventions de financement déjà engagées (1ères acquisitions foncières et financement des études AVP **notifiées le 5 juin 2015**), **le solde de l'opération restant à financer s'élève à 332,1 M€ HT (€ valeur déc. 2011).**

Ce coût intègre les mesures conservatoires non différables permettant d'envisager un prolongement ultérieur de la ligne vers une gare de la ligne 15 du métro du Grand Paris.

**Une première convention de financement d'un montant 27,45 M€ couvrant les phases PRO et ACT, la poursuite des acquisitions foncières, les travaux préparatoires et ceux relatifs à l'ouvrage d'art LGV, a été validée en Commission permanente de la Région Ile de France le 16 novembre 2016 et sera délibérée par les maîtres d'ouvrage en même temps que l'approbation de l'AVP.**

D'autres conventions de financement couvrant la phase réalisation du projet devront être approuvées au plus tard au début de l'année 2018 afin de permettre la poursuite de l'opération.

Le solde de financement devra être également complété sur le CPER suivant.

Les besoins en **matériel roulant**, estimés à 35 M€ HT, **et l'exploitation**, seront **financés à 100% par le STIF**.

### IX-2. POUR LES AMENAGEMENTS URBAINS SPECIFIQUES, MONTAGE FINANCIER PERMETTANT AU DEMANDEUR DE FINANCER SON QUOTA DE SURCOUT

Sans objet.

## **X. EVALUATION DE L'INTERET SOCIO-ECONOMIQUE**

### X-1. CADRAGE DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE ET SOCIALE DU PROJET

L'évaluation socio-économique d'un projet vise à mesurer son utilité pour la collectivité en comparant ses effets positifs attendus et ses coûts. L'évaluation socio-économique du projet T10 présentée ci-après a été établie selon la méthode en vigueur pour les projets de transport collectif franciliens.

L'évaluation socio-économique s'appuie sur une approche monétaire quantifiée fournissant des indicateurs chiffrés (trafic généré, coût d'investissement, coût d'exploitation, gains de temps, gain lié au report modal...), couplée à une évaluation qualitative des impacts sur l'environnement (développement urbain, attractivité pour les populations et les emplois, qualité de vie...).

Cette analyse permet de démontrer les nombreux avantages du projet pour la collectivité en :

- mesurant l'amélioration du système de déplacements
- vérifiant que le projet apporte la plus grande contribution au développement économique (aspect économique)
- estimant les gains pour l'environnement et pour l'évolution du cadre de vie (aspect social).

Pour être pertinente, l'évaluation économique et sociale doit comparer dans le temps une situation de référence et une situation avec projet :

- la situation de référence décrit le territoire à horizon de la mise en service du projet, et intègre donc les projets de transport inscrits au Plan de mobilisation pour les transports de la Région Ile-de-France
- la situation de projet correspond à la situation de référence, à laquelle est ajouté le projet T10.

L'évaluation socio-économique est basée sur la méthode dite de « l'analyse coûts-avantages ».

L'objectif de cette méthode est d'identifier, quantifier et monétariser les avantages que le projet va procurer à la collectivité sur une période de 30 ans, et de les comparer aux coûts engendrés par le projet sur la même période, en investissement et en fonctionnement.

Ainsi, un projet présente un intérêt économique et social si la somme actualisée des avantages sur la période d'étude est supérieure ou égale à la somme actualisée des coûts sur la même période. Les indicateurs sont le taux de rentabilité immédiate, le taux de rentabilité interne, et le bénéfice actualisé du projet.

Afin de quantifier les avantages procurés par le projet et d'établir le bilan socio-économique du projet, une étude de prévisions de trafic a été réalisée.

L'objectif de l'étude de trafic est d'apprécier l'opportunité du projet en matière de fréquentation de la ligne, en démontrant que le projet apporte une réponse à une demande de déplacements par la mise en service d'une nouvelle desserte. L'étude de trafic permet également de définir la consistance du projet et, notamment, la capacité de transport à offrir dont découle le dimensionnement du parc de matériel roulant et la fréquence de desserte.

Enfin, les prévisions de trafic sont utilisées pour quantifier certains des avantages générés par le projet dans le but d'effectuer l'évaluation économique et sociale du projet, comme évoqué précédemment.

La suite du document se compose d'un chapitre consacré à l'étude de prévision de trafic, puis d'un chapitre présentant le bilan socio-économique. Les hypothèses prises pour l'élaboration de ces deux études sont présentées au début de chacun de ces chapitres respectifs.

### X-2. TRAFIC PRÉVISIONNEL

#### X.2.1 Éléments de méthode

##### X.2.1.1 LE MODÈLE DE PRÉVISION UTILISÉ

Les prévisions de trafic du prolongement du tramway Antony Clamart (Tram 10) ont été réalisées par le STIF à l'aide du modèle ANTONIN 2 (Analyse des Transports et de l'Organisation des Nouvelles Infrastructures), basé sur les comportements de déplacements observés par l'Enquête Globale transports réalisée en 2001-2002 auprès de 10 500 ménages franciliens.

Le modèle ANTONIN 2 prend en compte l'ensemble des modes de déplacement (voiture en tant que conducteur ou passager, transports collectifs, marche et vélo). Il estime l'évolution des déplacements en fonction du développement urbain ainsi que les reports modaux associés à un changement dans l'offre de transport. La description du réseau de transports collectifs est particulièrement détaillée ce qui permet l'estimation du trafic suite à la mise en place d'une nouvelle offre de transports collectifs.

Pour les besoins de la présente étude, le modèle ANTONIN 2, établi sur l'ensemble de l'Ile-de-France, a été affiné sur l'aire d'étude élargie tant en ce qui concerne le réseau de transport que la description de l'urbanisation actuelle et future.

Afin de pouvoir évaluer, à l'horizon futur, l'impact des différents scénarios en termes de trafic, gains de temps et reports modaux, les prévisions de trafic sont réalisées sur un scénario de référence à l'horizon de la mise en service sans projet puis sur un scénario intégrant le projet Tram 10.

##### X.2.1.1 CONSISTANCE DU PROJET ÉVALUÉ

Le projet Tram 10 qui fait l'objet du présent dossier a pour terminus la Croix de Berny à Antony à l'est et la Place du Garde à Clamart à l'ouest. Il s'étend sur un linéaire de 8,2 km entre La Croix de Berny RER à Antony et la Place du Garde à Clamart et comprend 14 nouvelles stations. La fréquence aux heures de pointe sera de 6 minutes et le temps de parcours de 25 minutes sur l'ensemble du parcours.

Les études de trafic ont été réalisées à l'horizon de la mise en service, en 2023.

### X.2.1.2 HYPOTHESES DE CROISSANCE URBAINE

Les hypothèses de croissance urbaine sont basées sur les projections de l'IAU Ile-de-France à l'échelle communale sur l'ensemble de la région Ile-de-France, voire infra communale sur la zone dense. Les projections ont été actualisées sur l'aire d'étude élargie en 2011.

### X.2.1.3 HYPOTHESES DE DEVELOPPEMENT DE L'OFFRE DE TRANSPORTS EN COMMUN

A l'horizon 2020, le réseau de transports collectifs francilien est constitué des lignes actuelles ainsi que des projets inscrits au Plan de mobilisation pour les transports en Ile-de-France susceptibles d'être opérationnels. Dans le secteur concerné par le projet de tramway, est prise en compte, à l'horizon 2025, la ligne 15 du métro entre Pont de Sèvres et Noisy-Champs.

Par ailleurs, l'hypothèse de restructuration du réseau bus retenue pour la modélisation est la suivante :

- Ligne 379 : supprimée
- Ligne 195 : coupée à Châtenay-Malabry – Lycée Polyvalent

Cette hypothèse ne présage pas de l'état final de la restructuration du réseau de bus.

### X.2.2 Résultats

Les prévisions de trafic sont établies à l'horizon 2023 à l'heure de pointe du matin, période dimensionnante pour le projet. Le trafic annuel est obtenu par application de coefficients de passage de l'heure de pointe à la journée puis à l'année. Les coefficients suivants ont été utilisés :

- un coefficient de 7 pour le passage de la pointe à la journée, évalué sur la base des remontées des validations billettiques des lignes de bus 379 et 290 qui empruntent chacune une partie de l'itinéraire du Tram 10 ;
- un coefficient de 290 pour le passage du jour à l'année correspondant aux valeurs observées sur l'ensemble du réseau francilien à partir du nombre de validations effectuées avec des forfaits Navigo et Imagine'R à l'année.

A la mise en service du projet entre la Croix de Berny et la Place du Garde en **2023**, la fréquentation du tramway Tram 10 est estimée à **3 600 voyageurs** à l'heure de pointe du matin. La charge dimensionnante de la ligne est atteinte à l'arrivée à la station Parc des sports et s'établit à **1 400 voyageurs**.

Le matériel envisagé pour l'exploitation de la ligne présente une capacité de transport minimale de 300 personnes par rame, ce qui porte la capacité horaire du Tram 10 à 3 000 voyageurs par heure et par sens. De ce fait, le taux de charge maximum serait de l'ordre de 50%.

La figure suivante présente la fréquentation à l'échelle de la ligne. Les seuils retenus pour la définition des classes de charge correspondent respectivement à des taux de charge de 20%, 40%, et 60%, calculés sur la base de la capacité d'emport à l'heure de pointe (3 000 voyageurs).

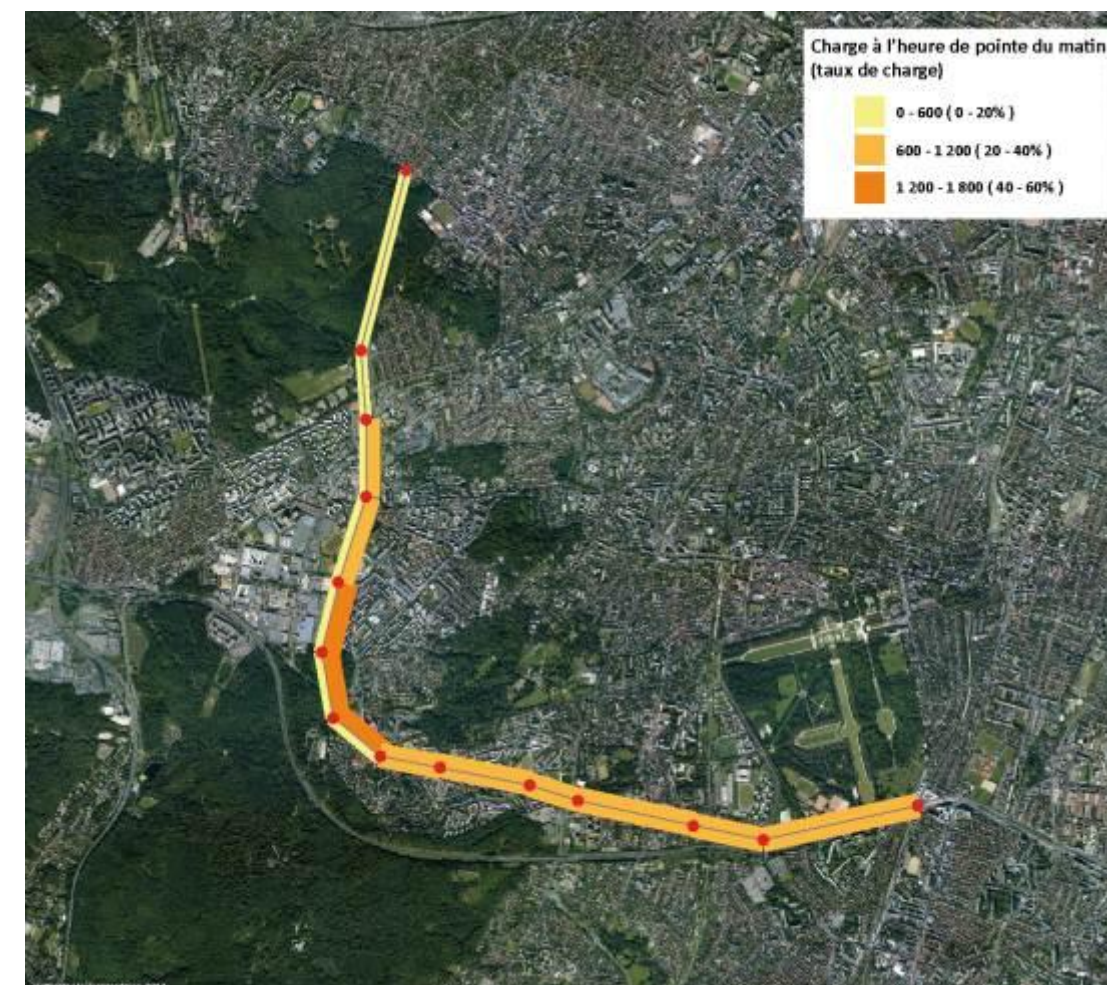


Illustration 137. Serpent de charge à l'heure de pointe du matin - Horizon 2023

	HORIZON 2020
Charge dimensionnante	1 400
Fréquentation à l'heure de pointe du matin	3 600
Fréquentation en jour ouvrable	25 200
Fréquentation annuelle	7,3 millions

Tableau 12. Principaux indicateurs de trafic à l'horizon 2023

### X-3. EVALUATION DE L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE

#### X.3.1 Principes de calcul

L'évaluation socio-économique d'un projet vise à mesurer son utilité pour la collectivité en comparant ses effets attendus et ses coûts. Les évaluations socio-économiques du Tram 10 et de son prolongement au nord présentées ci-après ont été établies selon la méthode en vigueur pour les projets de transports collectifs franciliens.

Le bilan socio-économique du projet tient compte :

- de l'ensemble des coûts d'investissement imputables au projet ;
- de la différence de coûts d'exploitation en relation avec la mise en service du Tram 10;
- des gains de temps pour les usagers des transports collectifs ;
- des gains de temps liés à l'amélioration des conditions de circulation pour les usagers restant sur la voirie ;
- des économies de dépenses publiques en relation avec la réduction du nombre de places de stationnement automobile, l'entretien de la voirie et la police de la circulation ;
- de la diminution des effets externes négatifs en relation avec le report de la voiture vers les transports collectifs : diminution de l'insécurité routière, du bruit, de la pollution et des émissions de gaz à effet de serre.

Le calcul du bilan socio-économique du Tram 10 est effectué :

- aux conditions économiques de 2012
- en tenant compte d'un début des travaux en 2017 et d'une mise en service en 2023 (première année pleine d'exploitation en 2023)
- sur une période de 30 ans à compter de la première année pleine d'exploitation.

Le bilan est présenté pour le projet Tram 10 mis en service entre la Croix de Berny à Antony et la Place du Garde à Clamart.

Il est établi sur la base des valeurs conventionnelles suivantes aux conditions économiques de 2012 :

	Valeurs conventionnelles en 2012, aux conditions économiques de 2012	Evolution au-delà de 2012 (en monnaie constante pour les valeurs monétaires)
<b>Valeur du temps</b>	18,9 € / heure	+ 1,5 % par an
<b>Coût d'utilisation de la voiture particulière</b>	0,31 € par véhicule kilomètre	Pas d'évolution
<b>Taux d'occupation de la voiture particulière</b>	1,29 personnes par voiture	Pas d'évolution
<b>Amortissement du coût de création d'une place de stationnement et frais d'exploitation</b>	3 739 € / an à Paris 1 956 € / an en petite couronne 479 € / an en grande couronne	Pas d'évolution
<b>Décongestion de la voirie</b>	1 véhicule kilomètre supprimé procure un gain de 0.125 heure aux autres véhicules	Pas d'évolution
<b>Diminution des effets externes environnementaux négatifs liés à la circulation automobile</b>	Bruit : 0,037 € par véhicule kilomètre économisé Pollution : 0,029 € par véhicule kilomètre économisé Effet de serre : 0,011 € par véhicule kilomètre économisé	+2% par an +2% par an +2% par an
<b>Sécurité routière</b>	0,010 € par véhicule kilomètre économisé	+1% par an
<b>Entretien et police de la voirie</b>	0,025 € par véhicule kilomètre économisé	Pas d'évolution

**Tableau 13. Valeurs conventionnelles des paramètres utilisés pour l'évaluation socio-économique**

Par ailleurs, le trafic évolue par convention de 1% par an au-delà de 2023, ce qui est cohérent sur la période 2020-2030 avec les projections de population et d'emplois à ces deux horizons.

#### X.3.2 Eléments de l'évaluation socio-économique

Le bilan est établi sur la base des prévisions de trafic du Tram 10 par rapport à la situation de référence sans projet. Les éléments de coûts et de gains détaillés ci-après sont présentés arrondis au million d'euros près pour faciliter la lecture.

##### X.3.2.1 COÛTS D'INVESTISSEMENT

Les coûts d'investissement imputables au projet de tramway Tram10 entre la Croix de Berny et la Place du Garde comprennent les coûts d'infrastructure et d'achat du matériel roulant. Les investissements s'élèvent à 386 M€. Ce montant recouvre :

- Les coûts liés aux infrastructures : 351 M€
- Les coûts liés au matériel roulant : 34,9 M€

Par ailleurs, la restructuration du réseau de bus permet d'économiser l'achat d'un bus standard tous les ans en moyenne, soit 276 k€ par an.

### X.3.2.2 EVOLUTION DES COÛTS D'EXPLOITATION

La différence de coûts d'exploitation par rapport à la situation de référence intègre les coûts d'exploitation supplémentaires liés à la mise en service du Tram 10 ainsi que les coûts économisés grâce à la réorganisation de l'offre bus sur le secteur.

L'exploitation du prolongement du Tram 10 représente 706 000 tramways x km à l'année. La restructuration de bus (i.e. la suppression de la ligne 379 et le report du terminus de la ligne 195) induit une économie d'environ 844 900 bus x km annuels.

La différence de coûts d'exploitation qui en résulte s'élève à 2,1 M€ par an.

Poste	Montant annuel en M€2012
Coût d'exploitation du Tram 10	+6,3
Economies d'exploitation du réseau de bus	-4,2
<b>Total</b>	<b>+2,1</b>

Tableau 14. Détail des coûts d'exploitation en millions d'euros 2012 année 2023

### X.3.2.3 GAINS DE TEMPS

Les gains de temps sont calculés par modélisation pour les usagers qui utilisent déjà les transports collectifs en situation de référence. Par convention :

- les temps de parcours sont calculés en pondérant par 2 les temps d'attente et de correspondance ressentis de manière plus pénible par les voyageurs que les temps passés dans les véhicules qui ne sont pas pondérés
- le gain de temps unitaire des nouveaux usagers des transports collectifs équivaut à la moitié du gain de temps des anciens usagers des transports collectifs.

A la mise en service du Tram 10 entre La Croix de Berny et la Place du Garde, le gain de temps moyen par usager est estimé à environ 2 minutes. Cette valeur recouvre d'une part des gains de temps liés à l'utilisation du projet et d'autre part les correspondances nouvellement créées par la restructuration des bus du secteur.

A l'horizon de mise en service du projet, la fréquentation annuelle attendue sur le Tram 10 s'élève à 7,30 millions de voyageurs. Parmi ces voyageurs, 6,27 millions sont des anciens utilisateurs des transports en commun et bénéficient donc d'un gain de temps de parcours d'environ 2 minutes. Le million d'utilisateurs induits ou reportés de la voiture particulière bénéficient d'un gain de temps de parcours de 1 minute.

Lors de la première année pleine d'exploitation en 2023, le gain de temps monétarisé annuel s'élève à **5,5 M€** (en euros 2012).

### X.3.2.4 GAINS LIÉS AU REPORT MODAL

La part des usagers du Tram 10 qui utilisent la voiture particulière en l'absence du projet est estimée par modélisation à 9% du trafic de la ligne de tramway. Le parcours moyen en voiture de ces usagers en situation de référence est de 8,5 km et le nombre de véhicules x kilomètres économisés est estimé à 4,4 millions pour l'année de mise en service.

Le report modal depuis la voiture particulière vers les transports collectifs lié au projet conduit à plusieurs types de gains :

- En premier lieu, les automobilistes qui choisissent d'utiliser les transports collectifs bénéficieront d'une économie dans leurs dépenses de transport : en effet, ces anciens automobilistes paieront uniquement un titre de transport pour utiliser le tramway, et n'auront plus de dépenses de carburant, frais d'entretien, de stationnement etc.
- Par ailleurs, les utilisateurs de la voiture particulière qui continueront à utiliser la voirie bénéficieront de gains de temps liés à la mise en service du tramway : la réduction du trafic automobile engendrée par le report modal permettra de réduire la congestion de la voirie.
- La diminution du trafic routier engendrée par le report modal permet également de réduire les coûts d'exploitation de la voirie (entretien, renouvellement, police de la circulation, etc.). Le report modal entraîne aussi une diminution du besoin en places de stationnement, ce qui permet de réaliser des économies de coût de construction de ces places.
- Enfin, le report modal induit une réduction des nuisances générées par la circulation automobile (pollution, bruit, émission de gaz à effet de serre) et contribue ainsi à la préservation de l'environnement. De même, en contribuant à réduire le trafic routier, le projet permet de réduire les risques d'accidents de la route et améliore ainsi la sécurité. Ces gains environnementaux et sociaux apportés par le projet ont eux-aussi été valorisés.

Au total, les gains liés au report modal depuis la voiture particulière vers les transports collectifs sont valorisés à hauteur de **8,9 millions d'euros** pour la première année d'exploitation.

### X.3.3 Bilan socio-économique

Pour le projet de tramway Tram 10 entre la Croix de Berny et la Place du Garde, le **taux de rentabilité immédiate s'élève à 2,3%** et le **taux de rentabilité interne à 2%**. Le **bilan socio-économique actualisé s'élève à -326 M€**. Ce taux faible s'explique en partie par l'anticipation des investissements nécessaires au prolongement au nord dont la réalisation, et donc les bénéfices pour la collectivité, sont reportés à un horizon ultérieur. Il peut néanmoins être relativisé au regard des gains non monétarisables et donc non comptabilisés dans le calcul socio-économique, notamment :

- La requalification urbaine tout le long de son tracé ;
- L'ajout d'une offre de service de transport plus capacitaire et plus fiable ;
- La résorption de coupures urbaines ;
- La desserte des équipements.

## **XI. GLOSSAIRE ET ACRONYMES**



### XI-1. GLOSSAIRE

**Ambiance sonore modérée** : Zone est dite d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant, avant la construction de la voie nouvelle, à 2 mètres en avant des façades des bâtiments est tel que LAeq (6h-22h) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A).

**Amortissement vibratoire** : équipement du rail visant à atténuer les vibrations dues à la circulation du tramway et ressenties par son environnement proche.

**Avifaune** : Une avifaune est un groupe composé d'oiseaux, de la même espèce ou d'espèces diverses, qui partagent le même écosystème. L'avifaune permet donc de désigner une population d'oiseaux à un endroit spécifique.

**Bassins tampons** : ces bassins collectant les eaux entrées en contact avec le système de transport sont conçus pour pouvoir réguler le débit, la charge et le pH avant le rejet dans le milieu naturel.

**Chiroptère** : L'ordre des chiroptères regroupe des mammifères volants, communément appelés chauves-souris.

**Circulation de transit** : désigne les circulations (routières principalement) dont l'origine et la destination se trouvent en dehors de l'aire d'étude.

**Conditions économiques de 2011** : le chiffrage du coût du projet a été effectué dans les conditions économiques, c'est-à-dire en se basant sur le coût des matériaux et de main d'œuvre de l'année mentionnée.

**Courants vagabonds** : courant électrique de faible valeur qui circule de façon non maîtrisée dans les milieux et matériaux conducteurs (terre, tuyaux en métal, acier du béton armé des bâtiments, etc.) autres que les installations prévues à cet effet (fil, câble, etc.).

**Décibel, noté dB** : Unité relative de l'intensité acoustique. Pour prendre en compte la sensibilité de l'oreille humaine par rapport aux fréquences, on utilise le décibel pondéré A, dB(A).

**DOCP** : Le Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales (DOCP) est le support du STIF pour la présentation de ses projets au stade des études préalables. Son approbation par le Conseil du STIF marque le début de la concertation préalable avec les élus et la population.

**Enjeux** : Ils correspondent aux valeurs qui sont reconnues à l'environnement sur la base de critères tels que la rareté (espèces animales ou végétales rares, habitats remarquables...), l'intérêt esthétique (paysage) ou patrimonial (archéologie, monuments historiques), etc. Ils sont indépendants de la nature du projet.

**Entomofaune** : L'entomofaune est la partie de la faune constituée par les insectes qui comprend les aptérygotes, qui se caractérisent par l'absence d'ailes, et les ptérygotes, insectes ailés.

**Fréquence** : La fréquence d'un phénomène est le nombre de cycles qui se produisent durant une seconde. L'unité de la fréquence est l'Hertz (Hz). Le courant alternatif transporté par les réseaux très haute tension, haute tension et domestique, mais aussi le courant alimentant la traction électrique des

trains, tramways et métro ont une fréquence de 50 Hz. Cela signifie que les électrons qui créent le courant changent de direction 100 fois par seconde

**Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)** : Il s'agit d'installations ou d'usines susceptibles de générer des risques ou des dangers. Elles sont soumises à une législation et une réglementation particulières, relatives à ce que l'on appelle "les installations classées pour la protection de l'environnement". Localement ce sont les services de l'inspection des installations classées au sein des DREAL (hors élevages) ou des directions départementales de protection des populations des préfectures (élevages) qui font appliquer, sous l'autorité du préfet de département, les mesures de cette police administrative.

**Impact direct** : Un impact direct est un impact directement attribuable au projet (travaux ou exploitation) et aux aménagements projetés sur une des composantes de l'environnement.

**Impact indirect** : Un impact indirect résulte d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct. Ils peuvent concerner des territoires plus ou moins éloignés du projet et apparaître dans un délai plus ou moins long.

**Impact induit** : Un impact induit n'est pas lié directement au projet. C'est la conséquence d'autres aménagements et/ou de modifications induits par le projet (développement économique suite au projet d'infrastructure par exemple).

**Impact négatif** : Un impact négatif est lié à la dégradation d'un élément de l'environnement. Les impacts négatifs doivent faire l'objet de mesures correctives.

**Impact permanent** : Un impact permanent est un impact durable, survenant en phase travaux ou en phase exploitation qui perdure après la mise en service.

**Impact positif** : Un impact positif est lié à l'amélioration d'un élément de l'environnement. Au premier abord, l'impact positif du projet est son objectif intrinsèque. Toutefois, le projet peut engendrer d'autres impacts positifs sur des thématiques différentes. L'impact positif n'engendre pas de définition de mesures correctives.

**Impact résiduel** : Un impact résiduel est un impact subsistant après l'application des mesures correctives mises en place.

**Impact temporaire** : Un impact temporaire peut être transitoire, momentané ou épisodique. Il peut intervenir en phase travaux (les bases travaux, pistes de chantier par exemple) mais également en phase d'exploitation. Ces impacts s'atténuent progressivement dans le temps jusqu'à disparaître.

**Imperméabilisation des sols** : L'imperméabilisation des sols par les constructions et la voirie entraîne de nombreuses perturbations du cycle de l'eau : augmentation du ruissellement, et donc du risque d'inondation et de la vitesse de montée en charge des cours d'eau, réduction du réapprovisionnement de la nappe phréatique, concentration dans les cours d'eau des polluants urbains charriés par les eaux de ruissellement. La réduction des conséquences de l'imperméabilisation du sol peut être permise par des équipements permettant la récupération des eaux pluviales, pour favoriser leur infiltration, leur évaporation, ou pour organiser leur stockage ou un écoulement progressif.

**Intermodalité** : l'utilisation de plusieurs modes de transport au cours d'un même déplacement. **Façade à façade** : Le projet de tramway sera l'occasion d'un réaménagement de l'espace public de façade à façade sur l'ensemble de son tracé, c'est-à-dire de l'espace public sur toute sa largeur (chaussée, trottoirs).

**La Ligne Aérienne de Contact (LAC)** : fil caténaire conducteur, placé dans l'axe de la voie, qui permet d'alimenter électriquement le tramway.

**Multitubulaire** : Ensemble de fourreaux longeant un côté de la plateforme sur toute la longueur de la ligne, permettant de faire cheminer les câbles électriques nécessaires au fonctionnement du tramway et des locaux techniques

**Mesure corrective** : Evitement, Réduction ou Compensation (ERC)

Une mesure corrective est liée à un impact négatif du projet sur l'environnement. La méthode utilisée est la méthode «ERC» qui se décompose comme suit :

- **Evitement** : l'évitement consiste à contourner la contrainte environnementale, en modifiant le tracé d'un projet par exemple. L'évitement consiste également à éviter des conséquences sur l'environnement, à ce titre les mesures de prévention sont considérées comme des mesures d'évitement ;
- **Réduction** : dans le cas où le projet ne peut contourner la contrainte environnementale, des mesures doivent être prises afin de réduire au maximum l'impact du projet sur l'environnement. La mise en place de mur anti-bruit pour réduire les nuisances acoustiques en est un exemple ;
- **Compensation** : la compensation fait suite à une destruction. Cette mesure doit être mise en œuvre dans les cas où l'ensemble des mesures d'évitement et de réduction ont été étudiées. Par exemple, l'acquisition de nouvelles parcelles forestières suite à un défrichement.

**Nappe sub-affleurante** : Une zone classée en nappe sub-affleurante correspond à un secteur dans lequel la nappe se situe en moyenne à un niveau proche de la surface du sol (inférieur à 3 mètres).

**Nivellement général de la France – Cote NGF** : Le nivellement général de la France (NGF) constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire français métropolitain, ainsi qu'en Corse, dont l'IGN a aujourd'hui la charge. Ce réseau est actuellement le réseau de nivellement officiel en France métropolitaine.

**Nœud modal ou pôle d'échanges** : une zone où convergent plusieurs modes de transport, comme un pôle de gare.

**Pantographe** : la ligne aérienne de contact (LAC) placée dans l'axe de la voie, permet à un appareil de prise de courant articulé, appelé « pantographe » placé sur la toiture du tramway, de capter l'énergie pour alimenter électriquement ce dernier.

**Part modale** : proportion du trafic national effectuée par un mode de transport donné.

**Report modal** : le transfert ou report modal désigne le fait, pour un ou une partie des voyageurs, de changer son mode de déplacement habituel pour un autre mode sur un trajet donné. En général, on parle de report modal de la voiture vers des modes alternatifs.

**Retrait-gonflement des argiles** : un matériau argileux voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau et ces modifications de consistance s'accompagnent de variations de volume. Lorsque le taux d'humidité augmente, ces argiles gonflent ; elles se rétractent lors des épisodes de sécheresse et de forte évaporation. Ces variations de volume des sols argileux, rarement uniformes, entraînent des mouvements différentiels des terrains d'assise des constructions, pouvant causer des désordres multiples sur les bâtiments situés à proximité.

**Schéma de principe** : Le schéma de principe définit le programme fonctionnel de l'opération avec ses variantes le cas échéant (tracé d'infrastructures notamment), qui précise les objectifs en matière de déplacement, les grandes lignes du projet et du service attendu, en estime le coût et en effectue une première évaluation économique, sociale et environnementale. A ce stade, les études techniques présentées dans le dossier de schéma de principe sont plus détaillées que celles figurant dans le DOCP. Le schéma de principe, auquel est adjointe une étude d'impact, constitue la base du dossier d'enquête publique. Après approbation par le Conseil du STIF, le schéma de principe permet au préfet concerné de qualifier le projet de « projet d'intérêt général », garantissant sa prise en compte dans les documents d'urbanisme.

**Sensibilité** : La sensibilité d'un élément de l'environnement exprime le risque de perte de tout ou partie de la valeur de son enjeu en raison de la réalisation du projet. Pour apprécier le niveau de sensibilité, on tient compte :

- de la valeur de ce que l'on risque de perdre, c'est-à-dire de l'enjeu ;
- de la probabilité que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet.

Ainsi, contrairement aux enjeux pour lesquels seule la valeur intrinsèque de l'élément est prise en compte, les sensibilités sont directement liées au projet.

**uvp/h** : Unités de véhicules particuliers par heure, où : 1 véhicule léger (VL) = 1 uvp ; 1 poids-lourd (PL) = 2 uvp ; 1 bus = 2 uvp ; 1 deux-roues motorisés = 0,3 uvp ; 1 vélo = 0,3 uvp.

**SEVESO (Directive)** : directive européenne pour identifier les établissements industriels à très haut risque

**Site de Maintenance et de Remisage (SMR)** : il s'agit d'un site accueillant les infrastructures nécessaires aux fonctions d'exploitation (poste de contrôle, bureaux, salles de réunion, locaux du personnel...), de remisage (stationnement des rames) et de maintenance ( hall de réparation et d'entretien, station-service et station de lavage) des tramways.

**Site propre** Un site propre est une emprise réservée à un mode de transport, qui permet de lui assurer, grâce à une séparation physique, une circulation indépendante de celle de tout autre mode, collectif ou individuel. On distingue le site propre intégral (métro) du site propre partiel (tramway et autobus), qui est

en majeure partie implanté hors des emprises de la chaussée, mais qui rencontre aux carrefours et intersections la voie publique ouverte aux autres modes de transport.

**Les zones de protection spéciale (ZPS) :** elles ont été créées en application de la directive européenne 79/409/CEE1 (plus connue sous le nom directive oiseaux) relative à la conservation des oiseaux sauvages.

**Une zone spéciale de conservation (ZSC) :** en droit de l'Union européenne, un site naturel ou semi-naturel désigné par les États membres, qui présente un fort intérêt pour le patrimoine naturel exceptionnel qu'il abrite. Sur de tels sites, les États membres doivent prendre les mesures qui leur paraissent appropriées (réglementaires, contractuelles, administratif, pédagogiques, etc.) pour conserver le patrimoine naturel du site en bon état.

**Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) :** Procédure d'aménagement du droit français de l'urbanisme, une zone d'aménagement concertée est un secteur au sein duquel une collectivité ou un établissement public décide de réaliser des aménagements et équipements de terrains en vue de la construction de logements, de commerces ou de pôles d'activité économique. Un des objectifs principaux est de faciliter la concertation entre les collectivités publiques et les promoteurs privés. C'est avant tout une procédure de production de terrains à bâtir, mais ceci n'exclut pas sa mise en œuvre dans le cadre du renouvellement urbain (requalification ou rénovation urbaine).

**Zone Natura 2000 :** Le réseau Natura 2000 est un ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats. En France, le réseau Natura 2000 comprend 1758 sites.

### XI-2. PRINCIPAUX ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ABF : Architecte des Bâtiments de France

Ae : Autorité environnementale

AEP : Alimentation en Eau Potable

AOT : Autorisation d'Occupation Temporaire / Autorité Organisatrice des Transports

APD : Avant-Projet Détaillé

APS : Avant-Projet Sommaire

AVAP : Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine

AVP : Avant-Projet

BHNS : Bus à Haut Niveau de Service

BTP : Bâtiment et Travaux Publics

CAHB : Communauté d'Agglomérations des Hauts-de-Bievre

CCAS : Communauté d'Agglomérations Sud-de-Seine

CCEC : Cahier des Contraintes Environnementales de Chantier

CCI : Chambre des Commerces et de l'Industrie

CE : Conditions Economiques

CD : Conseil Départemental

CIA : Commission d'Indemnisation Amiable

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

CPER : Contrat de Projets Etat – Région

CPRD : Contrat Particulier Région - Département

CREPS : Centre de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportives

CSPS : Coordonnateurs de la Sécurité et de la Protection de la Santé

dB : Décibel

DCE : Directive Cadre sur l'Eau / Dossier de Consultation aux Entreprises

DDRM : Dossier Départemental des Risques Majeurs

DICT : Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux

DLE : Dossier Loi sur l'Eau

DOCP : Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales

DRAC : Direction Régionale des Affaires Culturelles

DRIAAF : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt

DRIEA : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement

DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie

DUP : Déclaration d'Utilité Publique

EBC : Espace Boisé Classé

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EPP : Espace Paysager à Protéger

ERC : Evitement, Réduction ou Compensation

ERDF : Electricité Réseau Distribution France

GES : Gaz à Effet de Serre

GLO : Gabarit Limite d'Obstacle

GNT : Grave Non Traité

GR : Grande Randonnée

GRT : Gaz Réseau Transport

GTC : Gestion Technique Centralisée

ha : Hectare (unité de mesure de superficie)

HPM : Heure de Pointe du Matin

HPS : Heure de Pointe du Soir

HQE : Haute Qualité Environnementale

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IGN : Institut Géographique National

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

LAC : Ligne Aérienne de Contact

LAeq : Niveau de pression acoustique continue équivalent

LAURE : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie

LGV : Ligne à Grande Vitesse

LOTI : Loi d'Orientation sur les Transports Intérieurs

MECDU : Mise En Compatibilité des Documents d'Urbanisme

MEDDTL : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, du Transport et du Logement

MOA : Maîtrise d'Ouvrage

NF : Norme Française

NGF : Nivellement Général de la France

NO<sub>2</sub> : dioxyde d'azote

ONF : Office National des Forêts

OPC : Ordonnancement Pilotage Chantier

PADD : Plan d'Aménagement et de Développement Durable

PDIE : Plan de Déplacements Inter-entreprises

PDIPR : Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée

PDU : Plan de Déplacement Urbain

PDUIF : Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France

PEM : Pôle d'Echanges Multimodal

PLD : Plan Local de Déplacements

PLH : Plan Local de l'Habitat

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PMR : Personne à Mobilité Réduite

PPRI : Plan de Prévention des Risques Industriels

PPRN : Plan de Prévention des Risques Naturels

PPRT : Plan de Prévention des Risques Technologiques

PRQA : Plan Régional de la Qualité de l'Air

PSH : Personne en Situation de Handicap

RATP : Régie autonome des Transports Parisiens

RD : Route Départementale

RER : Réseau Express Régional

RFF : Réseau Ferré de France (devenu SNCF Réseau)

RTE : Réseau de Transport d'Electricité

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

SD : Schémas Directeurs

SDAGE : Schéma Direction d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SDAURIF : Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France

SDRIF : Schéma Directeur d'Ile-de-France

SHON : Surface Hors Œuvre Nette

SIAAP : Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne

SIC : Site d'Intérêt Communautaire

SLT : Signalisation Lumineuse Tricolore

SME : Système de Management Environnemental

SMR : Site de Maintenance et de remisage

SNCF : Société Nationale des Chemins de Fer

SP : Schéma de Principe

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

SRU : Solidarité et Renouvellement Urbains

SST : Sous-Station

STIF : Syndicat des Transports d'Ile-de-France

T10 : Tramway La-Croix-de-Berny (Antony) – Place du Garde (Clamart)

T6 : Tramway Châtillon-Montrouge (ligne 13) à Viroflay-Rive-Droite (Transilien Paris Saint-Lazare)

TC : Transport en Commun

TER : Train Express Régional

TGV : Train à Grande Vitesse

TMD : Transport de Matières Dangereuses

TN : Terrain Naturel

TRI : Taux de Rentabilité Interne

TVM : Trans Val-de-Marne

UVP/H : unités de véhicules particuliers par heure

VRD : Voirie et Réseau Divers

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZP : Zone de Protection

ZPPAUP : Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

## **XII. ANNEXES GRAPHIQUES**

## XII-1. PLANS D'AMENAGEMENTS URBAINS

---

MOA-AVP-AEP1-J01-TT000-GR02-001-D01-Carnet de plans

## XII-2. COUPES D'AMENAGEMENT

---

MOA-AVP-AEP1-J01-TT000-GR03-001-C02-Carnet de coupes



## **XIII. TABLE DES TABLEAUX ET DES ILLUSTRATIONS**

### XIII-1. TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Population des villes concernées par le projet, source : INSEE .....	29
Tableau 2.	Temps de parcours global estimé par sens dans le scénario de base (horizon 2030).... .....	109
Tableau 3.	Nombre maximal de voyageurs transportés sur la ligne .....	109
Tableau 4.	Grands principes de répartition entre gestionnaires.....	147
Tableau 5.	Estimation des coûts du T10 niveau AVP .....	155
Tableau 6.	Estimation des coûts du T10 niveau AVP-détail .....	155
Tableau 7.	Détail du contenu des postes du CERTU.....	157
Tableau 8.	Estimation des coûts du T10 niveau SDP .....	157
Tableau 9.	Evolution des coûts du projet .....	158
Tableau 10.	Evolution des coûts du projet – périmètre Département .....	158
Tableau 11.	Evolution des coûts du projet – périmètre STIF.....	159
Tableau 12.	Principaux indicateurs de trafic à l'horizon 2023 .....	165
Tableau 13.	Valeurs conventionnelles des paramètres utilisés pour l'évaluation socio-économique. .....	166
Tableau 14.	Détail des coûts d'exploitation en millions d'euros 2012 année 2023 .....	167

### XIII-2. TABLE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1.	Principales connexions du T10 au réseau de transport structurant, et projets urbains sur l'aire d'étude en 2016.....	8
Illustration 2.	Plan général de la ligne présenté à l'enquête unique .....	9
Illustration 3.	Quatre séquences d'aménagement .....	10
Illustration 4.	La forêt – insertion.....	10
Illustration 5.	La forêt - insertion au niveau du talus forestier – coupe d'ambiance.....	10
Illustration 6.	Le plateau parc actif – insertion.....	11
Illustration 7.	Le plateau parc actif - entrée sur le plateau - coupe d'ambiance .....	11
Illustration 8.	Le plateau parc actif – cœur du plateau - coupe d'ambiance .....	11

Illustration 9.	L'axe royal – insertion.....	12
Illustration 10.	Carrefour du 11 novembre 1918 .....	12
Illustration 11.	Axe royal - plantations en cœur de rue - coupes d'ambiance.....	12
Illustration 12.	Le parc historique - insertion .....	13
Illustration 13.	Le long du parking - coupe d'ambiance.....	13
Illustration 14.	Le long du parc - coupe et plan d'ambiance.....	13
Illustration 15.	Aménagement Croix-de-Berny.....	14
Illustration 16.	Principe d'accès au parc et itinéraires piétons – concept .....	14
Illustration 17.	Entrée secondaire du parc de Sceaux .....	14
Illustration 18.	Perspective-intention d'aménagement, source : APD, groupement AIA .....	15
Illustration 19.	Vues aériennes-intention sd'aménagement, source : APD, groupement AIA .....	15
Illustration 20.	Etude d'un mobilier de station T10 (esquisses) – Etude SARA .....	16
Illustration 21.	Extrait de la carte « L'extension du métro jusqu'à la rocade orbitale », SDRIF 1994.. .....	22
Illustration 22.	Tracé présenté en concertation et issu du DOCP, 2012.....	23
Illustration 23.	Périmètres administratifs .....	29
Illustration 24.	Extrait de la carte « Relier et Structurer », déclinaison de la carte de destination générale du SDRIF, présentant le projet T10 .....	30
Illustration 25.	Occupation du sol, source : Groupement SARA.....	31
Illustration 26.	Bâtis et activités, source : Groupement SARA.....	32
Illustration 27.	Densité de population à l'IRIS en 2010, et évolutions à l'horizon 2020 et 2030, sources : INSEE .....	33
Illustration 28.	Densité d'emplois en 2009 et évolutions à l'horizon 2020 et 2030, source : prévisions IAU .....	34
Illustration 29.	Equipements générateurs de déplacements au sein de l'aire d'étude, source : communes .....	35
Illustration 30.	Flux principaux entre l'aire d'étude et les départements de l'Ile-de-France (RGP 2010) .....	36
Illustration 31.	Flux domicile-travail internes à l'aire d'étude, source : INSEE 2010.....	37

Illustration 32. Localisation des projets urbains sur l'aire d'étude en 2016, source : Villes .....	38	Illustration 55. Coupe sous l'ouvrage du T6 / D906 .....	64
Illustration 33. Gares et stations du réseau structurant, source : RATP, réalisation SARA .....	39	Illustration 56. L'axe royal - insertion.....	65
Illustration 34. L'offre de bus sur l'aire d'étude, source RATP juillet 2015 .....	41	Illustration 57. Carrefour du 11 novembre 1918 .....	65
Illustration 35. Carte du réseau Paladin, source Transdev, septembre 2015.....	41	Illustration 58. L'axe royal - alternance des profils.....	66
Illustration 36. Projet de Restructuration de la Gare RER la Croix de Berny, vue en plan (Source : Schéma directeur du RER B) .....	43	Illustration 59. Axe royal - plantations en cœur de rue - coupes et plans d'ambiance .....	66
Illustration 37. Projet de Restructuration de la Gare RER la Croix de Berny, coupe (Source : Schéma directeur du RER B) .....	44	Illustration 60. Axe royal - plantations sur le trottoir - coupes et plans d'ambiance.....	67
Illustration 38. Réseau viaire dans l'aire d'étude, sources : BD carto, BD Ortho .....	46	Illustration 61. Le parc historique - insertion .....	67
Illustration 39. Charges de trafic actuelles à l'heure de pointe du matin, source : Département Hauts-de-Seine (données mars 2013) .....	47	Illustration 62. Le long du parking - coupe S4a et plan d'ambiance .....	67
Illustration 40. Charges de trafic actuelles à l'heure de pointe du matin, source : Département Hauts-de-Seine (données mars 2013) .....	47	Illustration 63. Le long du parc - coupe S4b et plan d'ambiance .....	68
Illustration 41. Projet de demi-diffuseur de La Boursidière, source : Enquête publique relative à l'aménagement du demi-diffuseur .....	48	Illustration 64. Le terminus Croix-de-Berny - coupe S4c et plan d'ambiance .....	68
Illustration 42. Localisation des stations Autolib' en juillet 2015 .....	49	Illustration 65. Aménagement Croix-de-Berny .....	69
Illustration 43. Liaisons douces existantes dans l'aire d'étude, source : Département Hauts-de- Seine .....	51	Illustration 66. Nivellement au droit de la station terminus Croix-de-Berny .....	69
Illustration 44. Plan général de la ligne présenté à l'enquête unique .....	59	Illustration 67. Principe d'accès au parc et itinéraires piétons - concept .....	69
Illustration 45. Quatre séquences d'aménagement .....	60	Illustration 68. Entrée secondaire du parc de Sceaux .....	69
Illustration 46. Dialogue avec le paysage et rapport aux lieux traversés.....	61	Illustration 69. Déclinaison des matériaux le long du tracé.....	70
Illustration 47. La forêt – insertion .....	61	Illustration 70. Exemples de béton galet et platelage bois.....	71
Illustration 48. Coupe C1 : station « Place du Garde ».....	62	Illustration 71. Inteface cycles-stationnement.....	71
Illustration 49. La place du Garde et le terminus rue de Meudon .....	62	Illustration 72. Typologie des traversées de voirie.....	72
Illustration 50. La forêt - insertion au niveau du talus forestier – coupe C1 et plan d'ambiance ....	62	Illustration 73. Echelle de hauteur des grandes émergences de la ligne .....	72
Illustration 51. Le plateau parc actif – insertion.....	63	Illustration 74. Localisation et topologie des stations.....	73
Illustration 52. Le plateau parc actif - entrée sur le plateau - coupe S2a et plan d'ambiance .....	63	Illustration 75. Etude d'un mobilier de station T10 (esquisses) – étude SARA .....	74
Illustration 53. Le plateau parc actif – cœur du plateau - coupe S2b et plan d'ambiance .....	64	Illustration 76. Matériaux des soutènements et ouvrages .....	75
Illustration 54. Hôpital Béclère et correspondance avec le T6.....	64	Illustration 77. Synoptique des trajets cycles .....	76
		Illustration 78. Localisation des bâtiments en ligne .....	76
		Illustration 79. Sous-stations - images de synthèse (orientations d'aménagement) .....	77
		Illustration 80. Niveaux lumineux projetés sur la ligne .....	78
		Illustration 81. Synoptique des plantations et des revêtements de plateforme .....	81

Illustration 82.	La forêt - insertion au niveau du talus forestier – coupe C1 et plan d'ambiance .....	82	Illustration 109.	Exemple d'insertion axiale de la plateforme.....	99
Illustration 83.	Ajout d'une voie entre Porte de Trivaux et Andreas Beck.....	82	Illustration 110.	Implantation d'une bande cyclable en rive de stationnement .....	99
Illustration 84.	Hôpital Béclère et correspondance avec le T6.....	82	Illustration 111.	Synoptique du nombre de voies de circulation.....	101
Illustration 85.	Elargissement de la promenade de l'hôpital Guiraud .....	83	Illustration 112.	Exemple de redistribution de l'espace public sur Châtenay-Malabry .....	102
Illustration 86.	Carrefour Herriot – principe d'insertion AVP .....	83	Illustration 113.	Structure de chaussée en ligne .....	103
Illustration 87.	Solution de base station Novéos .....	83	Illustration 114.	Structure de chaussée aux carrefours .....	103
Illustration 88.	Variante station Novéos .....	83	Illustration 115.	Schéma de principe d'un bassin de rétention .....	103
Illustration 89.	Localisation de la station Vincent Fayot .....	84	Illustration 116.	Coupe de principe d'un bassin tampon sous plateforme, source : groupement SARA .....	104
Illustration 90.	Réaménagement de la contre-allée du théâtre de la Piscine .....	84	Illustration 117.	Zone de soutènement autour de l'OA du T6 .....	105
Illustration 91.	Plateforme le long de l'A86.....	84	Illustration 118.	Coupe de l'OA du T6 : situations actuelle et future .....	105
Illustration 92.	Quais latéraux à Croix-de-Berny .....	85	Illustration 119.	Fonctionnalités permises par le nouvel ouvrage sur la LGV .....	106
Illustration 93.	Principe d'accès au parc et itinéraires piétons - concept.....	85	Illustration 120.	Ouvrage LGV - coupes de l'existant (en haut) et du projet (en bas), source : AVP SCE-AEI .....	106
Illustration 94.	Parcours d'intermodalité à la Croix de Berny .....	85	Illustration 121.	Déplacement et modification des émergences de l'A86 .....	107
Illustration 95.	Coupe type illustrant les gabarits en voie unique.....	86	Illustration 122.	Schéma de correspondance T10-RER B-TVM .....	110
Illustration 96.	Schéma illustrant le dévers en courbe .....	87	Illustration 123.	Projet de réaménagement de la gare RER .....	110
Illustration 97.	Pose béton classique .....	88	Illustration 124.	Configuration en avant-gare avec ou sans 3ème voie tiroir parallèle .....	111
Illustration 98.	Pose de voie sur longrines avec revêtement végétal.....	89	Illustration 125.	Synthèse des grandes fonctionnalités que doit assurer le SMR.....	113
Illustration 99.	Synoptique des différents types de pose .....	89	Illustration 126.	Localisation du SMR.....	113
Illustration 100.	Masque courant MTU-CFA-CFO-1.....	90	Illustration 127.	Plan de voie du SMR, groupement AIA.....	114
Illustration 101.	Coupe type d'implantation de multitubulaire et chambres de tirage .....	91	Illustration 128.	Injection / retrait des rames depuis/vers le SMR.....	114
Illustration 102.	Feux d'autorisations d'itinéraire.....	92	Illustration 129.	Vues aériennes -intentions d'aménagement, source : APD, groupement AIA ....	115
Illustration 103.	Aménagement intérieur de la SST Edouard Herriot.....	93	Illustration 130.	Performances de la toiture ETFE source : APD, groupement AIA.....	116
Illustration 104.	Implantations respectivement axiale, unilatérale et bilatérale .....	94	Illustration 131.	Exemple de phasage sur la RD986 à Châtenay-Malabry, source : groupement SARA .....	119
Illustration 105.	Synoptique d'implantation de la LAC.....	94	Illustration 132.	Principes de phasage des travaux en carrefour, source : groupement SARA.....	120
Illustration 106.	Liaisons RMS et radio entre les équipements courants faibles .....	95			
Illustration 107.	Aménagement du PCC.....	98			
Illustration 108.	Exemple d'insertion latérale de la plateforme .....	99			

Illustration 133. Localisation des parcelles de compensation retenues, source : dossier de dérogation .....	135
Illustration 134. Reports des trafics routiers dus au projet T10 à horizon de mise en service – HPM .....	141
Illustration 135. Organigramme fonctionnel MOAs/MOE .....	146
Illustration 136. Planning directeur du projet (issu des études AVP).....	152
Illustration 137. Serpent de charge à l'heure de pointe du matin - Horizon 2023.....	165