

➤ **Prolongement du T10 vers
une gare du Métro 15**
Clamart – Issy les Moulineaux

**Dossier d'Objectifs et de
Caractéristiques Principales**

Sommaire

Préambule	3		
1. Emergence du projet.....	4		
1.1 Contexte général	4		
1.2 Historique du projet	5		
1.3 Compatibilité du projet avec les politiques globales d’urbanisme et de transport.....	6		
2. Diagnostic du territoire : opportunités du projet	7		
2.1 Présentation du secteur d’étude	7		
2.2 Milieux physique, naturel et humain	8		
2.3 Urbanisation, démographie et activités	36		
2.4 Mobilité au sein du secteur d’étude	47		
2.5 Synthèse : enjeux, objectifs et contraintes.....	66		
3. Présentation des scénarios de projet	69		
3.1 Principes généraux	69		
3.2 Scénario 1 : En surface entre Jardin Parisien et Clamart - Gare	74		
3.3 Scénario 2 : En tunnel entre Jardin Parisien et Clamart - Gare	91		
3.4 Caractéristiques d’exploitation.....	104		
4. Coûts d’investissement et calendrier prévisionnel	106		
4.1 Estimation des coûts d’investissement	106		
4.2 Calendrier de l’opération	107		
5. Identification des impacts significatifs du projet	108		
5.1 Impacts sur l’environnement.....	108		
		5.2 Impacts sur le foncier et l’urbanisme	110
		5.3 Impacts sur les mobilités	112
		5.4 Compatibilité des documents d’urbanisme	115
		6. Evaluation de l’intérêt du projet	118
		6.1 Présentation du projet	118
		6.2 Hypothèses.....	118
		6.3 Prévisions de fréquentation	119
		7. Conclusion	125
		7.1 Comparaison des scénarios de projet.....	125
		7.2 Conclusions et perspectives.....	128
		8. Glossaire	129
		9. Liste des figures et des tableaux.....	130
		9.1 Liste des figures	130
		9.2 Liste des tableaux	133

Préambule

Île-de-France Mobilités

Le présent dossier, relatif à la réalisation du prolongement de la ligne de tramway T10 vers une gare de la ligne 15, a été réalisé par Île-de-France Mobilités, autorité organisatrice des mobilités en Île-de-France.

Actrice principale au sein du réseau, Île-de-France Mobilités imagine, organise et finance les transports publics pour tous les franciliens.

Elle décide et pilote les projets de développement et de modernisation de tous les transports, dont elle confie l'exploitation à des transporteurs. Le présent projet de TCSP fait partie des projets d'infrastructure de transport portés par Île-de-France Mobilités.

Qu'est-ce-que le DOCP ?

Le Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales (DOCP) est le document de référence d'Île-de-France Mobilités pour la présentation des projets d'infrastructure de transport au stade des études de faisabilité. Son objectif est de présenter l'ensemble des éléments permettant d'évaluer l'opportunité et la faisabilité du projet. Le DOCP présente les caractéristiques principales et les principaux impacts du projet.

Le DOCP constitue le dossier support de la concertation.

Sur la base du bilan de la concertation, des études techniques plus précises seront menées, puis soumises au public dans le cadre d'une enquête d'utilité publique.

Le présent document présente le diagnostic du territoire traversé, les grandes caractéristiques des deux scénarios de projet, les principes d'insertion proposés ainsi que les principaux bénéfices et impacts du projet.

Les partenaires du projet

Le présent dossier, relatif au Prolongement du T10, a été élaboré en partenariat avec les financeurs des études de DOCP et de la concertation préalable :

- L'Etat ;
- La Région Île-de-France (RIF) ;
- Le Département des Hauts-de-Seine.

Et les acteurs locaux :

- La commune de Clamart (92) ;
- La commune d'Issy-les-Moulineaux (92) ;
- L'Etablissement Public Territorial Vallée Sud Grand Paris (Métropole du Grand Paris) ;
- L'Etablissement Public Territorial Grand Paris Seine Ouest (Métropole du Grand Paris).

1. Emergence du projet

1.1 Contexte général

1.1.1 Contexte et objectifs du projet

Le projet consiste en un prolongement de la ligne de tramway T10 entre Antony et Clamart (en cours de travaux, mise en service prévue en 2023), jusqu'à la future ligne 15 du métro.

Ce projet de prolongement doit répondre à trois enjeux principaux :

- Compléter le maillage du réseau de transport structurant existant et projeté, notamment en assurant un rabattement efficace et attractif vers la future ligne 15 ;
- Mieux desservir et connecter des centralités urbaines denses en populations, emplois et équipements du sud des Hauts-de-Seine ;
- Accompagner le développement urbain du territoire.

Le territoire du projet est caractérisé par plusieurs contraintes marquées :

- Une forte déclivité (coteau d'Issy) entre la plaine de la Seine au nord et le plateau de Clamart au sud ;
- Un bâti dense et haut accompagné de voiries souvent étroites ;
- Des espaces naturels de haute qualité environnementale et paysagère.

1.1.2 Caractéristiques principales

Compte tenu des contraintes marquées du territoire (topographie, géotechnique, patrimoine, étroitesse des voiries), le projet de prolongement du T10 a été étudié selon deux scénarios contrastés afin de constituer un champ des possibles suffisamment large pour assurer la faisabilité d'une de ces solutions au moins :

- Une insertion du projet en **surface entre Jardin Parisien et Clamart - Gare**, présentant des itinéraires dissociés sur une partie du linéaire.

Le projet emprunterait les voiries suivantes : avenue Claude Trébignaud (RD2), rue de Meudon, avenue René Samuel, rue Pierre et Marie Curie et avenue Victor Hugo (sens vers Clamart - Gare uniquement), avenue Jean Jaurès et rue de Vanves (sens vers Jardin Parisien uniquement), boulevard des Frères Vigouroux.

- Une insertion en **tunnel entre Jardin Parisien et Clamart - Gare**. Les contraintes de topographie imposent un démarrage du projet au niveau de la station Jardin Parisien.

Ces scénarios sont présentés dans les chapitres suivants (chapitre 3. Présentation des scénarios de projet).

1.2 Historique du projet

1.2.1 Contexte général du secteur

Le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France (SDAURIF) de 1976 mentionne pour la première fois la volonté de créer une desserte structurante par le réseau de transports collectifs du sud-ouest de la petite couronne de l'agglomération parisienne.

En 1994, le projet de la « Croix-du-Sud » est inscrit au SDRIF et a pour vocation de créer une nouvelle offre de desserte attractive de banlieue à banlieue. Le projet comprend alors les 3 liaisons suivantes :

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

Des études conduites par Île-de-France Mobilités (IDFM) ont ensuite permis de mettre en évidence l'intérêt des différentes entités composant le projet Croix-du-Sud et d'en définir un phasage de réalisation.

Le tramway T6 constitue la première branche de cette Croix-du-Sud. Mis en service en 2014 (partie aérienne) et étendu en 2016 (partie souterraine), le tramway permet la liaison Châtillon-Montrouge – Vélizy – Viroflay.

Le tramway T10, en cours de réalisation, créera la seconde branche en reliant la Croix de Berny à Antony à la Place du Garde à Clamart. Les travaux, débutés fin 2017, devraient permettre une mise en service en 2023.

Le dernier tronçon, depuis le T10 en cours de réalisation jusqu'à la ligne 15 du métro, permettra de d'achever, sous une nouvelle forme, la Croix-du-Sud. C'est ce tronçon qui est présenté dans le cadre de ce DOCP.

1.2.2 Projet de prolongement vers la ligne 15 du métro

Les premières études d'une extension du T10 vers le nord sont réalisées en 2012 par le Conseil Départemental des Hauts-de-Seine. Ces études se concentrent sur une liaison en surface vers la gare d'Issy, et concluent que l'insertion du tramway impliquera nécessairement une mise en sens unique de la RD2 entre Clamart et Issy-les-Moulineaux, ce qui rend le projet difficilement acceptable.

En 2015, IDFM réalise des études exploratoires pour un prolongement vers une station de la ligne 15 du métro : Issy ou Clamart. En effet, le projet du Grand Paris Express ayant été défini depuis la première inscription au SDRIF, deux gares de la ligne 15 (ancienne ligne rouge) peuvent désormais être envisagées pour le terminus du tramway. Ces études exploratoires permettent d'aborder pour la première fois la question d'un prolongement souterrain qui pourrait débiter à la station Jardin Parisien. Ces études sont interrompues en raison d'une connaissance alors insuffisante du contexte géotechnique très spécifique du plateau de Clamart et du coteau d'Issy.

1.3 Compatibilité du projet avec les politiques globales d'urbanisme et de transport

1.3.1 Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF)



Figure 1 : Extrait de la représentation cartographique du SDRIF

Le Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF), approuvé par décret n° 2013-1241 du 27 décembre 2013, mentionne le projet de « Réalisation du tramway Antony-Clamart (TAC) puis prolongement à Issy ou Clamart » à horizon du plan de mobilisation. Ce projet s'inscrit dans le cadre de l'objectif « Relier : les outils pour améliorer les réseaux et leur accessibilité » et de sa déclinaison en programme des projets de transport.

Le SDRIF s'appuie notamment sur le Plan de mobilisation pour les transports en Île-de-France, un cadre de référence qui assure l'articulation entre planification et programmation. Approuvé par la Région et les Départements en 2009, il décline des projets permettant la modernisation du réseau de transport en Île-de-France ayant initialement vocation à être réalisés dans les 10 ans à venir, soit avant 2020.

Le point de départ du prolongement évoqué dans ces documents est la Place du Gard à Clamart, qui devait initialement être le terminus de la première phase du Tram 10. Le terminus du prolongement n'est pas défini dans ces documents : Issy et Clamart sont mentionnés. De même, la représentation spatiale du SDRIF figure une liaison s'arrêtant entre les stations de la ligne 15 du métro Issy et Clamart. En ce sens, les 2 possibilités de terminus ont été analysées dans le présent DOCP.

1.3.2 Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France (PDUIF)

Le Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France approuvé le 19 juin 2014 a été développé pour une vision à horizon 2020. Un nouveau plan est en cours de rédaction, par conséquent, les projections le plus avancées du PDUIF demeurent à horizon 2020.

Le Tram 10 phase 1 (« Tramway Antony-Clamart, TAC ») figure bien au plan, mais ce n'est pas le cas de son prolongement. En effet, le prolongement est envisagé à un horizon plus lointain, et par conséquent n'est pas inclus dans le plan.

2. Diagnostic du territoire : opportunités du projet

2.1 Présentation du secteur d'étude

Le secteur d'étude est divisé en 2 périmètres :

- Un périmètre rapproché, contenant les communes propices à l'implantation du projet et qui seront directement impactées par ce dernier :
 - Clamart ;
 - Issy-les-Moulineaux.
- Un périmètre élargi, composé de communes limitrophes au périmètre rapproché, où il n'est pas projeté d'implanter le projet mais qui pourront bénéficier de l'influence du projet en raison de leur proximité :
 - Châtillon ;
 - Fontenay-aux-Roses ;
 - Le Plessis-Robinson ;
 - Malakoff ;
 - Meudon ;
 - Vanves.

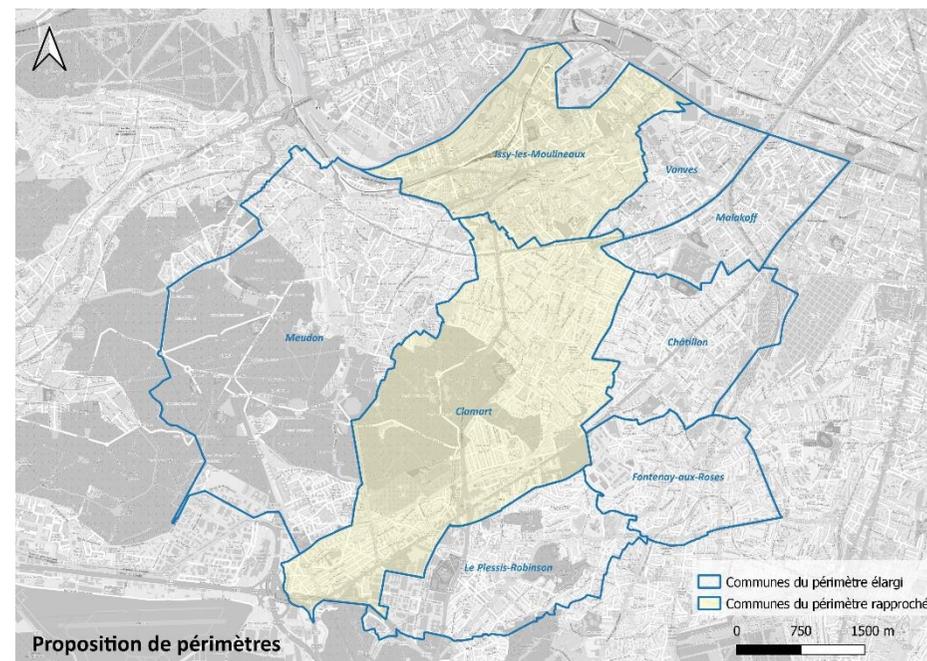


Figure 2 : Périmètres d'étude

L'ensemble de ces périmètres est situé au sein du département des Hauts-de-Seine, dans la Métropole du Grand Paris, à cheval sur deux Etablissements Publics Territoriaux (EPT) :

- Grand Paris Seine Ouest (GPSO) : Issy-les-Moulineaux, Meudon, Vanves ;
- Vallée Sud Grand Paris (VSGP) : Clamart, Châtillon, Fontenay-aux-Roses, Le Plessis-Robinson, Malakoff.

2.2 Milieux physique, naturel et humain

2.2.1 Milieu physique

2.2.1.1 Relief

Le secteur d'étude s'inscrit au sud d'une des boucles de la Seine, au sud de Paris. Cette situation se traduit par un relief peu prononcé aux abords de la vallée de la Seine.

Le relief du périmètre est assez contrasté : il est constitué d'un plateau, atteignant environ 200 m d'altitude, qui est assez dentelé, faisant ainsi apparaître des vallées d'importance, notamment à Meudon. Sur le reste du périmètre, la plaine alluviale de la Seine s'étend, à une altitude d'une trentaine de mètre environ. Ces deux sections sont séparées par une plaine urbanisée comprise entre 100 et 60 m d'altitude environ.

La pente est donc très raide entre chacune de ces trois composantes du relief.

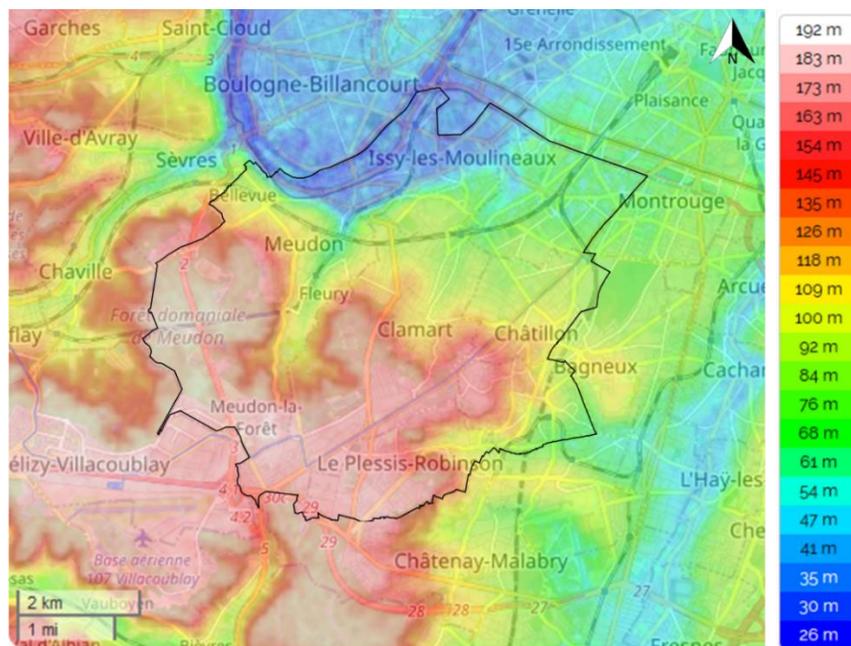


Figure 3 : Relief dans le secteur d'étude
(source : topographic-map.com)

Le relief est une contrainte importante pour l'installation d'un réseau de transport ferré, notamment lorsqu'il induit de fortes pentes. La prise en compte du dénivelé entre la plaine de la Seine et le plateau de Meudon est donc un enjeu important pour le projet de prolongement du tramway T10.

2.2.1.2 Milieu aquatique

Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de l'aire d'étude est très peu représenté : seule la Seine coule au nord du périmètre, au niveau d'Issy-les-Moulineaux et Meudon. Le reste du réseau est constitué de quelques plans d'eau au sein de la forêt de Meudon. L'ensemble des cours d'eau est situé à l'extérieur du périmètre d'étude ; ce dernier intercepte sur une partie le bassin versant de la Bièvre.

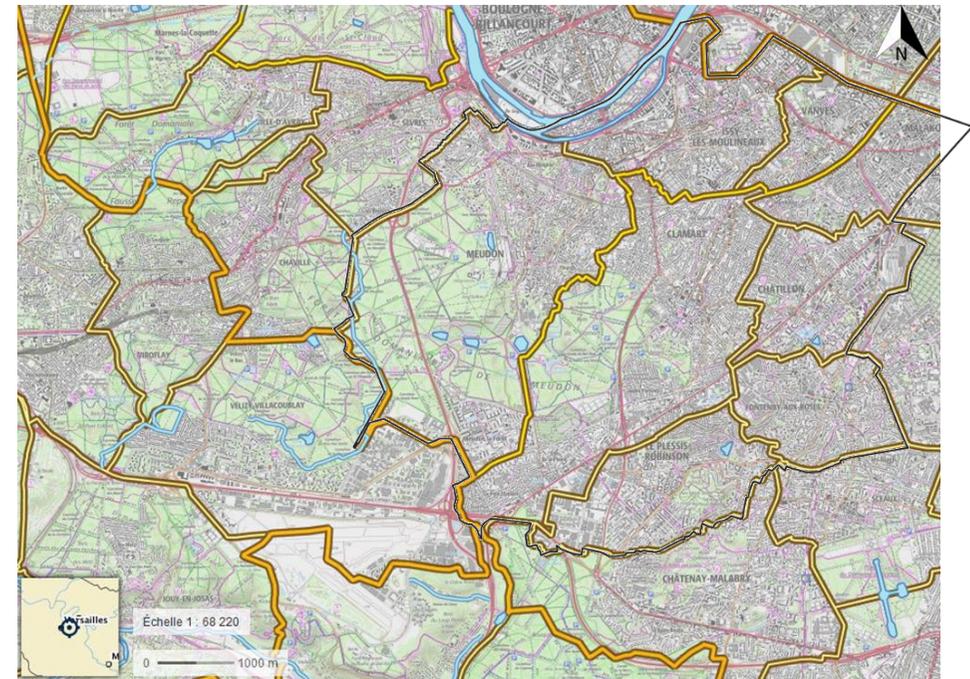


Figure 4 : Carte du réseau hydrographique
(source : Géoportail)

Une étude hydrogéologique réalisée par le BRGM pour le compte de la ville de Clamart révèle la présence d'un Paléo-ru. Ce dernier, alimenté par des sources situées dans le quartier de la Mairie (Vieux Clamart), suit globalement le tracé de l'avenue Victor Hugo. Aujourd'hui, ce Paléo-ru ne s'écoule plus en surface mais plus probablement dans le réseau de collecte des eaux pluviales ou de manière diffuse dans les formations superficielles.

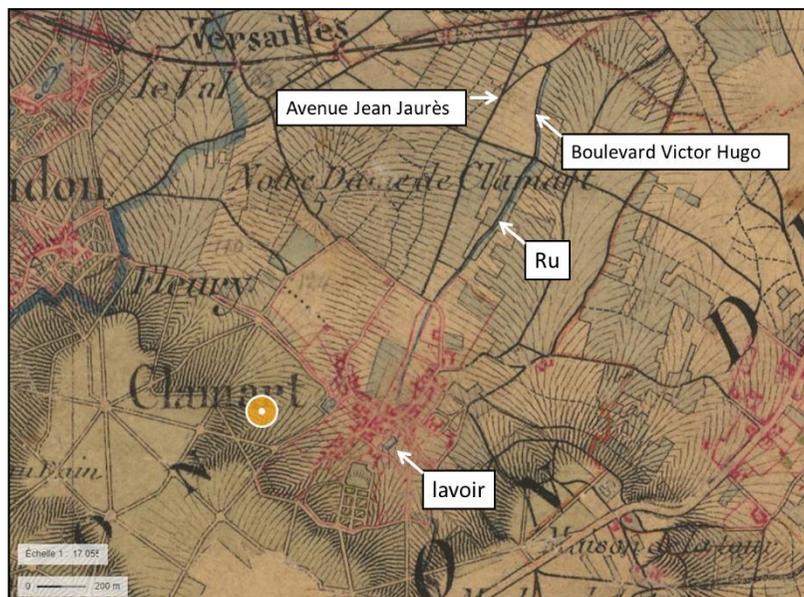


Figure 5 : Tracé du Paléo-ru de Clamart
(source : Carte d'Etat-Major, 1820-1866)

Les cours d'eau présents dans l'aire d'étude sont caractérisés par une forte anthropisation liée à l'urbanisation importante de la région parisienne.

Les documents cadres

Le SDAGE Seine-Normandie

Sources : *DRIEE Ile-de-France, Le SDAGE Seine-Normandie*

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) est un plan de gestion des eaux encadré par le droit communautaire inscrit dans la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

L'aire d'étude est concernée par le SDAGE Seine-Normandie (plus précisément Bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands).

Le Comité de bassin Seine-Normandie réuni le 5 novembre 2015 a adopté le SDAGE 2016-2021 et émis un avis favorable sur le programme de mesure. Il a été annulé le 19 décembre 2018 par le Tribunal administratif de Paris, pour vice de forme en raison de la double compétence du préfet en tant qu'autorité environnementale et autorité décisionnaire. Le nouveau SDAGE, prévu au cours du premier semestre 2022, s'appliquera à son adoption. Durant cette phase d'élaboration du nouveau document, l'ancien SDAGE 2010-2015 s'applique.

Le SDAGE constitue un outil d'aménagement du territoire qui vise à obtenir les conditions d'une meilleure économie de la ressource en eau et le respect des milieux aquatiques, tout en assurant un développement économique et humain et la recherche d'un développement durable. Les missions principales du SDAGE sont :

- Protéger la santé et l'environnement
- Améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques,
- Anticiper les situations de crise, inondations et sécheresse,
- Renforcer, développer et pérenniser les politiques de gestion locale,
- Favoriser un financement ambitieux et équilibré.

Le SDAGE 2021-2027, en attente d'arrêté du Préfet coordonnateur a été adopté par le Comité de bassin Seine-Normandie le 23 mars 2022, il propose les missions principales suivantes :

- Préserver l'environnement et sauvegarder la santé en améliorant la qualité de l'eau et des milieux aquatiques de la source à la mer ;

- Anticiper les situations de crise en relation avec le changement climatique pour une gestion quantitative équilibrée et économe des ressources en eau : inondations et sécheresses ;
- Renforcer, développer et pérenniser les politiques de gestion locale ;
- Favoriser un financement ambitieux et équilibré de la politique de l'eau ;
- Améliorer les connaissances spécifiques sur la qualité de l'eau, sur le fonctionnement des milieux aquatiques et sur l'impact du changement climatique pour orienter les prises de décisions.

Le SAGE de la Bièvre

Les communes de la zone d'étude concernées par le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) de la Bièvre sont : Le Plessis-Robinson, Fontenay-aux-Roses, ainsi qu'une partie de la commune de Châtillon. Si le cours d'eau n'est pas présent sur ces communes, elles sont concernées par les limites du bassin versant.

Les deux ambitions phares du SAGE de la Bièvre sont :

- La mise en valeur de l'amont (Bièvre « ouverte » de sa source à Antony) ;
- La réouverture sur certains tronçons de la Bièvre couverte, d'Antony à Paris.

Les cinq grands enjeux pour le SAGE définis à l'issue de l'état des lieux et sur lesquels s'appuie le PAGD sont les suivants :

- ENJEU 1 : Gouvernance, aménagement, sensibilisation, communication ;
- ENJEU 2 : La reconquête des milieux naturels ;
- ENJEU 3 : L'amélioration de la qualité de l'eau ;
- ENJEU 4 : La maîtrise des ruissellements urbains et la gestion des inondations ;
- ENJEU 5 : Patrimoine hydraulique.

Le SAGE de la Bièvre est entré en vigueur le 7 août 2017.

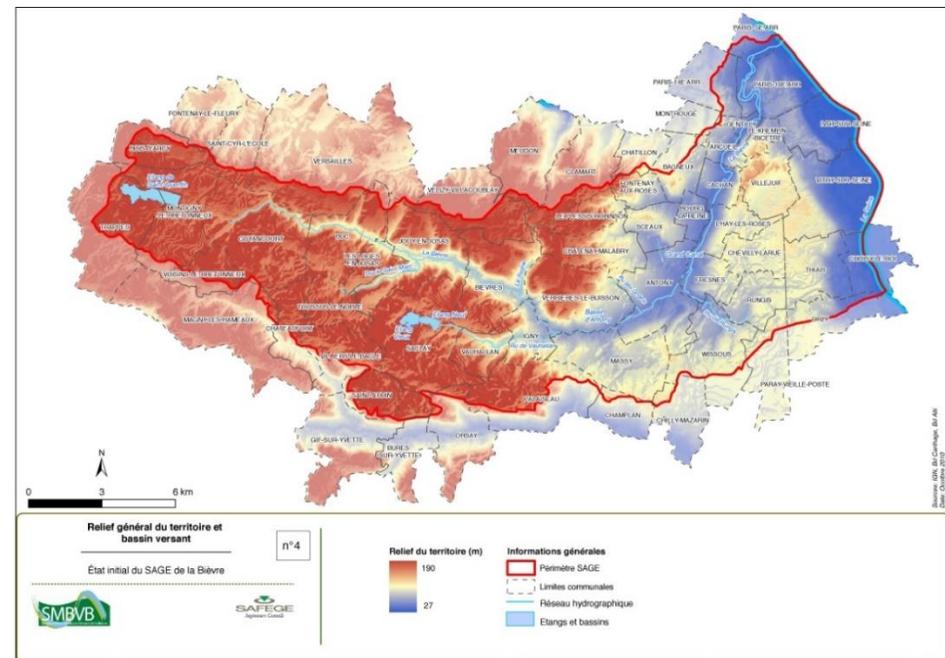


Figure 6 : Périmètre du SAGE de la Bièvre
(source : SAGE Bièvre)

Il existe également un « Contrat Bièvre – Eau, Climat et Trame Verte et Bleue (TVB) (2020-2024) », qui fait suite à deux contrats précédents. Il s'inscrit dans une démarche d'application du SAGE de la Bièvre, et il a pour objectifs :

- L'amélioration de la qualité de la Bièvre en vue de sa réouverture et de l'objectif de baignade en Seine pour les Jeux Olympiques de Paris de 2024 ;
- Réouverture et renaturation de la Bièvre et de ses affluents ;
- Maîtrise des ruissellements via une déconnexion et une gestion à la source des eaux pluviales ;
- Gestion globale et cohérente du bassin versant.

Eaux souterraines

Deux masses d'eau souterraines sont interceptées par l'aire d'étude et présentées ci-après.

La masse d'eau HG218 Albien néocomien captif

La masse d'eau HG 218 Albien-néocomien captif est une masse d'eau à dominante sédimentaire non alluviale, elle s'étend sur 22 départements et 5 régions, sa masse d'eau est essentiellement répartie entre les départements de l'Aisne, l'Eure, la Marne, l'Oise, la Seine-et-Marne et la Seine-Maritime.

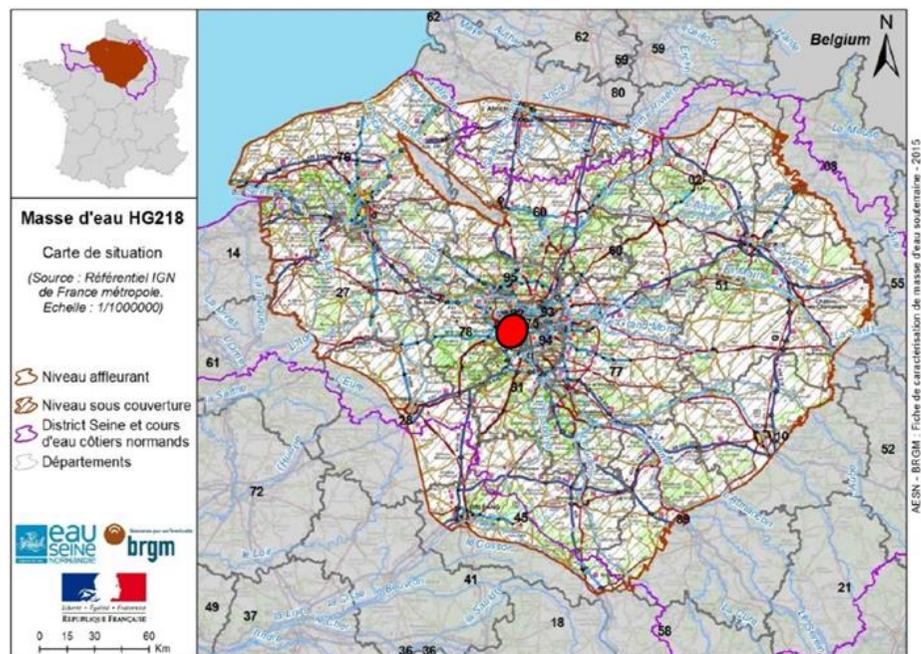


Figure 7 : Carte de situation de la masse d'eau souterraine (le disque rouge représente la localisation du projet) (source : IGN)

La masse d'eau est caractérisée par les deux principaux réservoirs du Crétacé inférieur formant un ensemble complexe d'aquifères multicouches répartis dans plusieurs niveaux sableux. La MESO HG218 est bien protégée des pollutions de surface et des contaminations bactériologiques et chimiques du fait de l'épaisseur des formations

sus-jacentes. Les nappes de l'Albien et du Néocomien peuvent toutefois être fragilisées par des forages mal réalisés ou mal entretenus.

Les prélèvements au sein de la masse d'eau restent corrects par rapport à sa recharge grâce à un encadrement des prélèvements. Cependant, des volumes importants sont prélevés pour les besoins d'alimentation en eau potable. Les études révèlent un état quantitatif de la masse d'eau bon, avec un niveau de confiance élevé.

Les analyses chimiques révèlent quelques dépassements des valeurs-seuils (définies d'après la DCE, annexe III circulaire DEVL1227826C). Toutefois l'état chimique de la masse d'eau est bon, avec un niveau de confiance élevé.

Les pollutions d'origine agricole ou industrielle ne sont pas significatives à l'échelle de la masse d'eau malgré l'occupation du sol à dominante agricole. La masse d'eau apparaît peu vulnérable tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif.

La masse d'eau HG102 Craie et tertiaire du Mantois à l'Hurepoix

La masse d'eau HG 102 Craie et tertiaire du Mantois à l'Hurepoix est une masse d'eau à dominante sédimentaire non alluviale, elle traverse 9 départements et 3 régions.

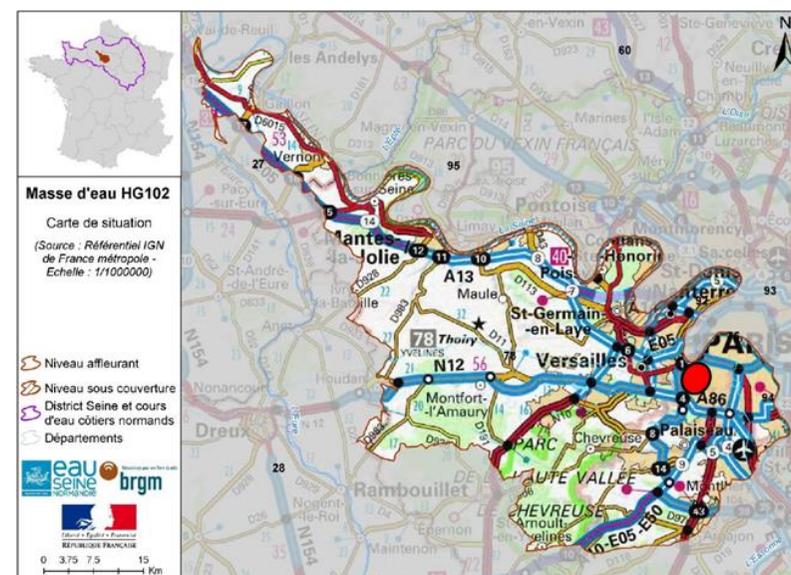


Figure 8 : Carte de situation de la masse d'eau souterraine (le disque rouge représente la localisation du projet) (source : IGN)

La masse d'eau HG102 est caractérisée par une succession de formations géologiques aquifères, séparées par des horizons plus ou moins imperméables verticalement et horizontalement. Les secteurs les plus vulnérables se situent en bordure de la masse d'eau, au niveau des vallées de la Seine, de la Rémarde, de l'Orge et des vallées de l'Yvette et de la Mauldre où les eaux souterraines sont plus proches de la surface. A l'inverse, la vulnérabilité est plus faible au niveau des zones de plateaux où l'épaisseur de la zone non saturée augmente.

Les prélèvements au sein de la masse d'eau souterraine sont très importants (AEP (Alimentation en Eau Potable) et industrie) du fait d'une forte densité de population. Cependant, la diminution des prélèvements depuis plusieurs années réduit l'impact des débits des cours d'eau. Les analyses révèlent un état quantitatif de la masse d'eau bon, avec niveau de confiance moyen.

Les analyses chimiques révèlent de nombreux dépassements des valeurs-seuils (définies d'après la DCE, annexe III circulaire DEVL1227826C) dont les principaux polluants suivants : ammonium, atrazine et atrazine déséthyl, fer, nitrates, pesticides. L'état chimique de la masse d'eau est médiocre, avec un niveau de confiance élevé.

L'occupation du sol au droit de la masse d'eau est à dominante agricole et urbaine, les principales sources de pollutions de la masse d'eau sont liées aux activités agricoles (nitrates, pesticides et azote) et aux activités industrielles (sites contaminés, stockage de déchets). Il en résulte une forte vulnérabilité de la masse d'eau d'un point de vue qualitatif, qui entraîne une série de mesures conformément aux orientations du SDAGE Seine-Normandie visant à réduire les pollutions (principalement liées à l'agriculture).

Aquifères

Source : Cahier B1 ANTEA

L'hydrogéologie du projet se caractérise par l'existence de quatre nappes aquifères distinctes, qui sont :

- Nappe des Alluvions Anciennes de la Seine,
- Nappe de l'Oligocène (Sables de Fontainebleau, Marnes à Huître et Calcaire de Brie),
- Nappe de l'Eocène moyen et inférieur (Marnes et Caillasses et Calcaire grossier),
- Nappe de la Craie.

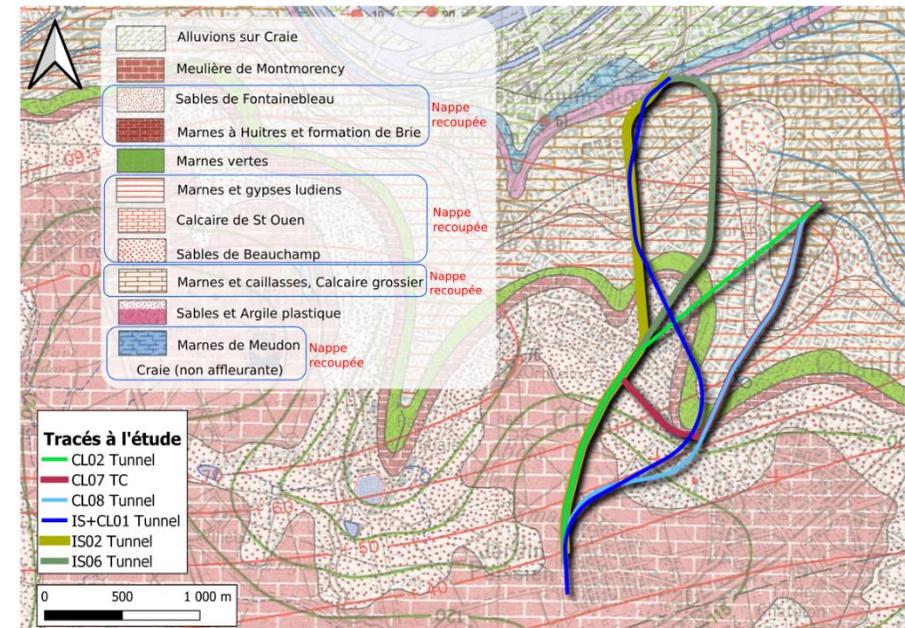


Figure 9 : Extrait de la carte hydrogéologique au 1/50 000e
(source : ANTEA - cahier B1)

Nappe des Alluvions Anciennes de la Seine

Il s'agit d'une nappe libre alluvionnaire de la Seine, l'écoulement se fait donc en direction de cette dernière. Un phénomène d'amortissement, lié à la présence d'un colmatage des berges, ralentit voire empêche possiblement les échanges directs.

Les Alluvions Anciennes ont une perméabilité élevée, de l'ordre de 10^{-5} m/s. En fonction de la lithologie des alluvions (sables, graviers ou argiles), les perméabilités attendues sont donc très variables.

Nappe de l'Oligocène

Il s'agit d'une nappe libre soutenue par des Argiles vertes formant un horizon peu épais mais très imperméable, entre ces argiles et les Sables de Fontainebleau sus-jacents se trouvent les Marnes à huîtres, constituées en partie de calcaires coquillers très perméables. Ce contraste de perméabilité important permet l'apparition de

sources au contact entre le Stampien moyen et le Stampien inférieur. L'écoulement se produirait en direction du Nord-Est.

Nappe de l'Eocène moyen et inférieur

La nappe l'Eocène moyen et inférieur est retenue par les niveaux d'Argile Plastique de l'Yprésien. Les niveaux piézométriques recensés sont à prendre avec précautions en raison de l'absence de points de mesures dans le secteur d'étude, toutefois ils confirment que la nappe n'est pas en charge dans le secteur.

Nappe de la Craie

Cette nappe circule essentiellement dans la partie supérieure de la Craie, qui constitue un aquifère à la fois de porosité et de fissures. Cette fissuration confère à la craie une perméabilité importante pouvant dépasser 5.10^{-3} m/s, particulièrement à l'approche de la Seine sous l'action des alluvions. De fait, des échanges ont lieu entre le fleuve et la craie au droit du lit mineur, là où le colmatage des berges rend les échanges latéraux beaucoup plus lents.

Captages d'eau potable

Source : ADES France

Aucune des communes de l'aire d'étude n'est concernée par la présence de captage d'alimentation d'eau potable.

Conclusion pour le milieu aquatique

Les eaux souterraines sont un enjeu fort pour le projet, notamment vis-à-vis des pollutions de la nappe et des besoins de rabattement de nappe. Les eaux superficielles, qui sont usuellement un enjeu important pour les projets d'infrastructures de transport (ruissèlements de surface, pollution), sont assez peu présentes sur le territoire

2.2.1.3 Risques naturels

Sources : Géorisques, DDRM des Hauts-de-Seine.

Aléa sismique

L'activité sismique d'un site caractérise le risque lié au séisme sur un secteur. Il est la conjonction d'un aléa sismique et d'une vulnérabilité des personnes, des biens et des activités sur ce site. La nature et la vulnérabilité des enjeux (économiques, patrimoniaux, sociaux...) sont primordiales pour l'évaluation du risque.

L'ensemble des communes de l'aire d'étude se situe en zone d'aléa sismique 1 (sur 5) : très faible.

Aléa radon

L'aléa radon est lié au risque de contamination par ce gaz radioactif, issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol. Ces éléments peuvent se déposer dans les voies respiratoires et provoquer ensuite des irradiations. La carte du potentiel radon a été établie par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) à partir des formations géologiques du sous-sol.

L'ensemble des communes de l'aire d'étude se situe en zone de potentiel radon de catégorie 1 (sur 3) – concentration faible.

Aléa mouvement de terrain et cavités souterraines

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Ils sont fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Par suite d'une évolution naturelle ou sous l'action des activités humaines, la stabilité initiale des sols ou des massifs géologiques peut être remise en cause et aboutir à des déformations, ruptures, dissolutions ou érosions. Ils se manifestent par :

- Des mouvements lents et continus : tassements, affaissements des sols, retrait-gonflement des argiles, glissements de terrain le long d'une pente ;
- Des mouvements rapides et discontinus : effondrements de cavités souterraines ou artificielles (carrières et ouvrages souterrains) ou provoqués par la dissolution du gypse, écroulements et chutes de blocs, coulées boueuses et torrentielles.

Une étude d'aléa a été menée et intégrée au DDRM du département des Hauts-de-Seine. Elle retrace le risque lié à l'instabilité du sol face aux glissements de terrains. Comme mentionné sur la carte, les éléments présents sont à titre d'informations et ne reflètent en rien la présence de quelconques servitudes ou règlements : ces éléments retranscrivent la fragilité du sol localement, et les enjeux liés aux risques naturels pour le projet.

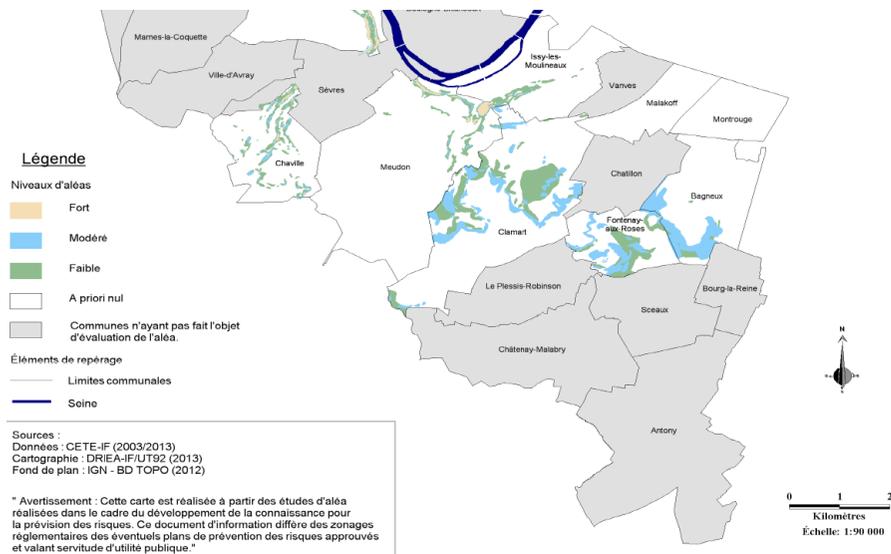


Figure 10 : Cartographie des zones soumises aux glissements de terrain liés à l'instabilité des pentes, issue du DDRM des Hauts-de-Seine (source : DRIEA/UTEA 92)

Des mouvements de terrains sont recensés sur le site de Géorisques pour les communes de Fontenay-aux-Roses et d'Issy-les-Moulineaux :

- Fontenay-aux-Roses : un effondrement de terrain en 1972 ;
- Issy-les-Moulineaux : un glissement de terrain a eu lieu en 1981, ainsi qu'un effondrement en 1961. Ce dernier (en limite de Clamart) a causé la mort d'une vingtaine de personne et engendré une trentaine de blessés. L'accident serait survenu à la suite de pluies importantes, et plus de 6 hectares de zones urbanisées ont été détruits.

Le DDRM recense également des fontis de carrières : à Clamart en mai 2010 (1,50 m de diamètre pour 5 m de profondeur), à Malakoff en septembre 2010 (3 m de diamètre), et à Fontenay-aux-Roses en juillet 2013 (plus d'un mètre de diamètre, sur 10 à 15 m de profondeur). Un fontis est un effondrement du sol depuis la surface, dû à la présence de cavités souterraines (d'origines naturelles ou humaines).

D'après les Dossiers Départementaux des Risques Majeurs (DDRM) des Hauts-de-Seine, **les communes de l'aire d'étude sont concernées par des risques naturels de mouvements de terrain, dus :**

- au phénomène de retrait-gonflement des argiles,
- à la présence de cavités souterraines (anciennes carrières).

Retrait gonflement des argiles

Sur la zone d'étude, l'aléa retrait et gonflement des argiles est présent sur l'ensemble des communes de l'aire d'étude. Bien que les degrés d'exposition des différentes communes varient, elles sont toutes concernées par l'aléa moyen et fort. Ceci est un risque pour les ouvrages en surface.

L'aléa est représenté sur la carte de synthèse des risques naturels.

Cavités souterraines

Pour les cavités souterraines, plusieurs communes sont concernées par la présence d'anciennes carrières en sous-sol. Seule la commune de Plessis-Robinson n'est pas concernée sur le périmètre d'étude. Une cavité souterraine désigne en général un « trou » dans le sol, d'origine naturelle ou occasionné par l'homme. La dégradation de ces cavités par affaissement ou effondrement subit peut mettre en danger les constructions et les habitants.

Les communes de l'aire d'étude sont réparties dans le bassin de risque appelé « Paris Sud » au sein du DDRM concernant le risque d'affaissement et d'effondrement lié aux anciennes carrières.

Les communes concernées sont soumises à un PPR approuvé en application de l'ex-article R. 111-3 du code de l'urbanisme pour le risque lié aux carrières souterraines. Sans qu'il soit édicté de réglementation spécifique pour les constructions nouvelles, il est recommandé aux communes concernées de retranscrire ces dispositions dans les documents d'urbanisme des communes. Il n'y a donc pas de document contrevenant à la réalisation d'une infrastructure de transport. Il est cependant recommandé d'éviter ces secteurs à risques, tant pour la protection des biens et des personnes que pour la bonne réalisation du projet, que ce soit pour une ligne en souterrain ou en surface.

Tableau 1 : Synthèse des PPR liés au risque d'effondrement de cavités souterraines

Commune	Risque(s) concerné(s) par un PPR	PPR approuvé le
Meudon	Application de l'ex-article R. 111-3 du code de l'urbanisme	25/11/1985
Issy-les-Moulineaux		07/08/1985
Clamart		07/08/1985
Vanves		07/08/1985
Malakoff		07/08/1985
Châtillon		27/01/1986
Fontenay-aux-Roses		07/08/1985

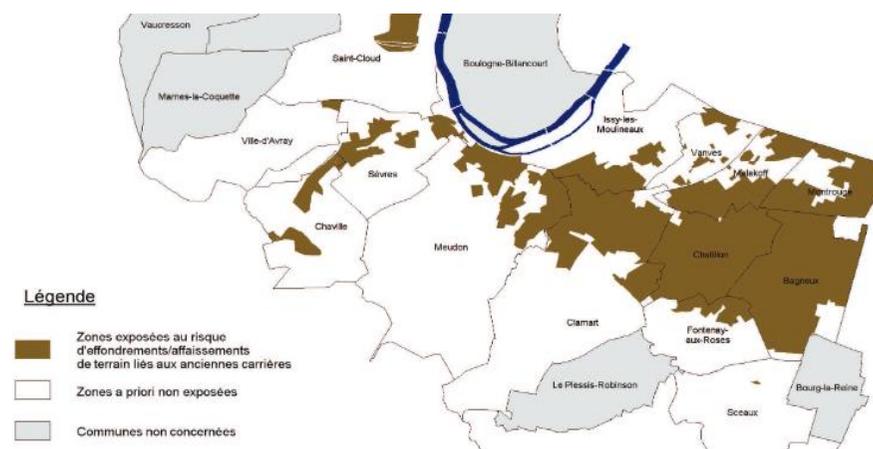


Figure 11 : Cartographie des zones soumises aux effondrements de terrain liés aux anciennes carrières, issue du DDRM des Hauts-de-Seine (source : DRIEA/UTEA 92)

Les carrières représentent un enjeu fort pour le prolongement du tramway T10, les cartes produites par l'Inspection Générale des Carrières (IGC) permettent de recenser un grand nombre d'exploitations, anciennes et non surveillées pour la plupart.

A l'est de Clamart des exploitations de **Sables à grès de Fontainebleau** sont présentes, aujourd'hui remblayées ces carrières nécessiteront tout de même d'importants remblais (leur profondeur varie entre 5 et 25 mètres). Les limites de ces carrières sont toutefois bien connues et l'incertitude sur leur extension est donc relativement faible.

Toujours à l'est de la commune on recense également la présence d'exploitations des **Masses et Marnes du gypse** (quartier des Galvents-Corby et à proximité du rond-point de la porte de Clamart). Ces anciennes carrières sont comblées mais montrent ponctuellement des signes d'affaissement.

Le nord de la commune est concerné par les anciennes exploitations du **calcaire grossier**. Les techniques d'exploitation de l'époque ne permettent pas de délimiter avec précision les carrières dont l'entrée a été condamnée.

La Craie a fait l'objet d'une exploitation intense, traduisant des profondeurs d'exploitation importantes. En raison d'une catastrophe ayant eu lieu en 1961, les exploitations de craie sont très suivies et sont donc délimitées avec précision.

Des argiles plastiques sont également exploitées sur le coteau d'Issy.

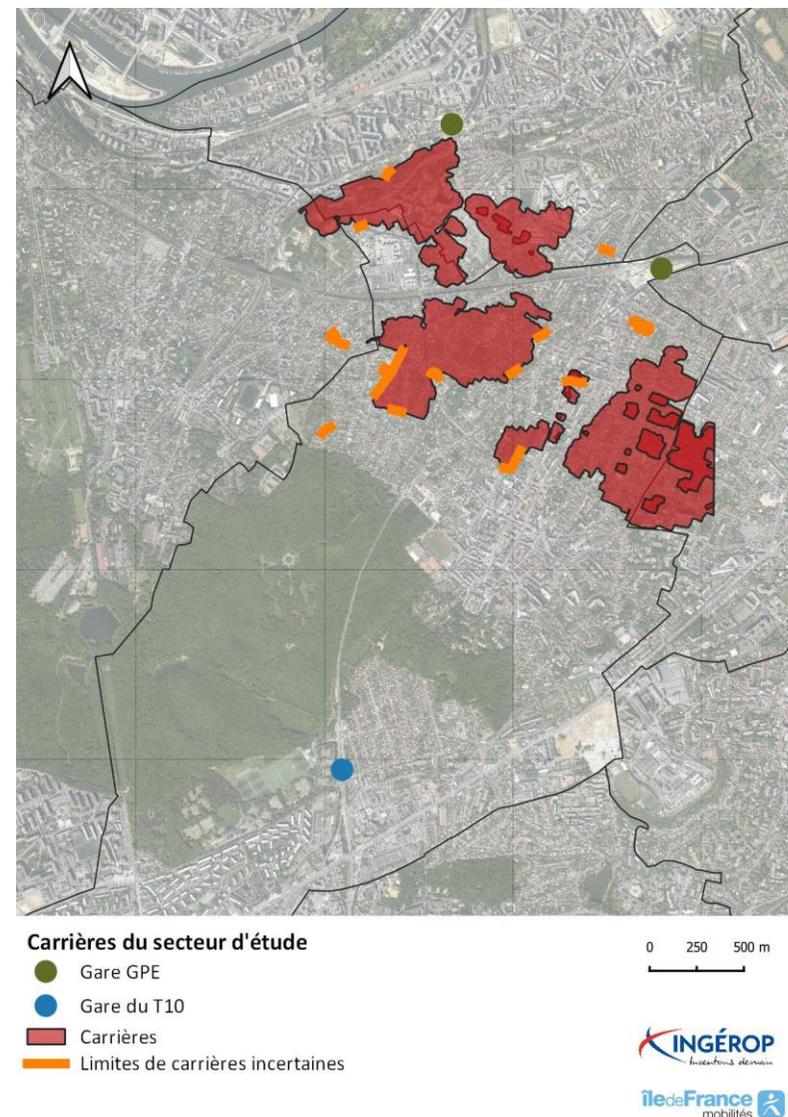


Figure 12 : Carte de référence des carrières à Clamart et Issy-les-Moulineaux
(source : Cahiers A1B1 et A2B2 pour le projet de prolongement du T10, ANTEA)

Aléa lié à l'inondation

Aléa inondation par débordement de cours d'eau

Le risque d'inondation par débordement de cours d'eau est lié au réseau hydrographique. Sur le périmètre d'étude, afin de prévenir les crues de la Seine, un Plan de prévention des risques d'inondation (PPRI) a été approuvé par arrêté Préfectoral du 9 janvier 2004.

Un PPRI induit des servitudes d'utilité publiques relatives à l'implantation de bâti près des rives d'un fleuve ou d'un cours d'eau. Un extrait du plan de zonage réglementaire du PPRI est présenté ci-dessous, au niveau des villes de Meudon et d'Issy-les-Moulineaux, communes de l'aire d'étude concernées par le risque d'inondation.

A priori le projet ne devrait pas être concerné par le risque inondation. La gare de RER d'Issy, identifiée comme l'un des terminus potentiels du prolongement du tramway T10, se situe en dehors du zonage réglementaire du PPRI.

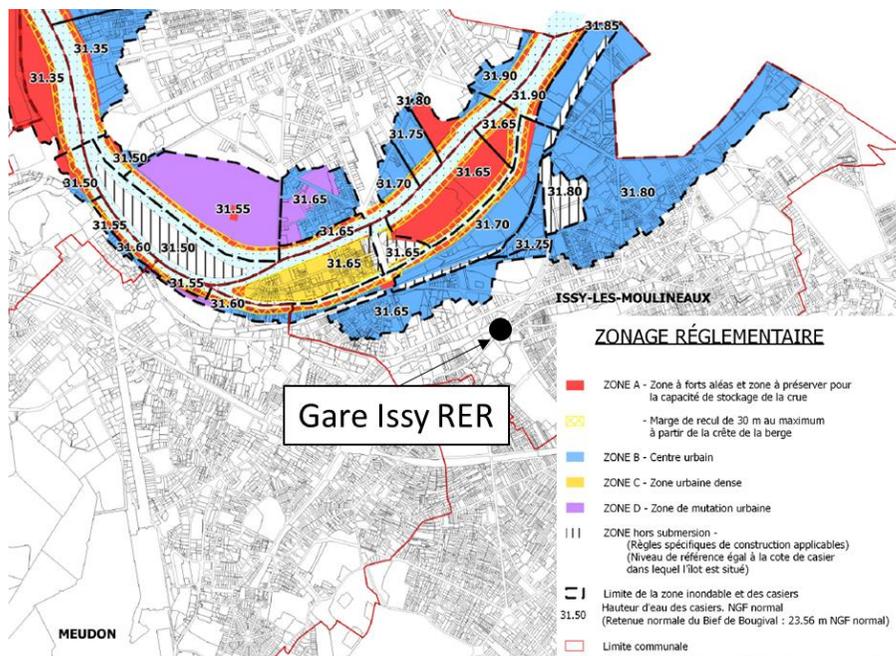


Figure 13 : Extrait du règlement graphique du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine

Aléa inondation par remontée de nappes

Toutes les communes de l'aire d'étude sont concernées par l'aléa inondation par remontée de nappes à des degrés divers. Les communes en bord de Seine sont parmi les plus exposées.

Cet aléa est un enjeu important pour le projet dans le cas de l'étude de solutions de tracé en souterrain.

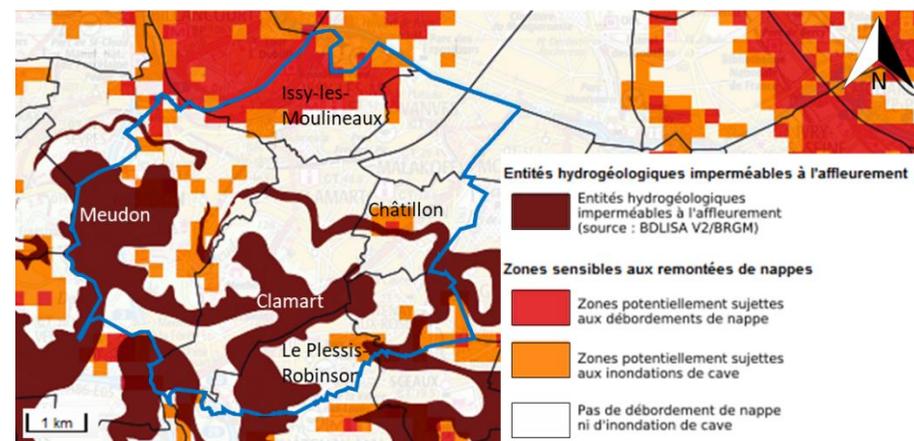


Figure 14 : Aléa inondation par remontée de nappes (source : Géorisques)

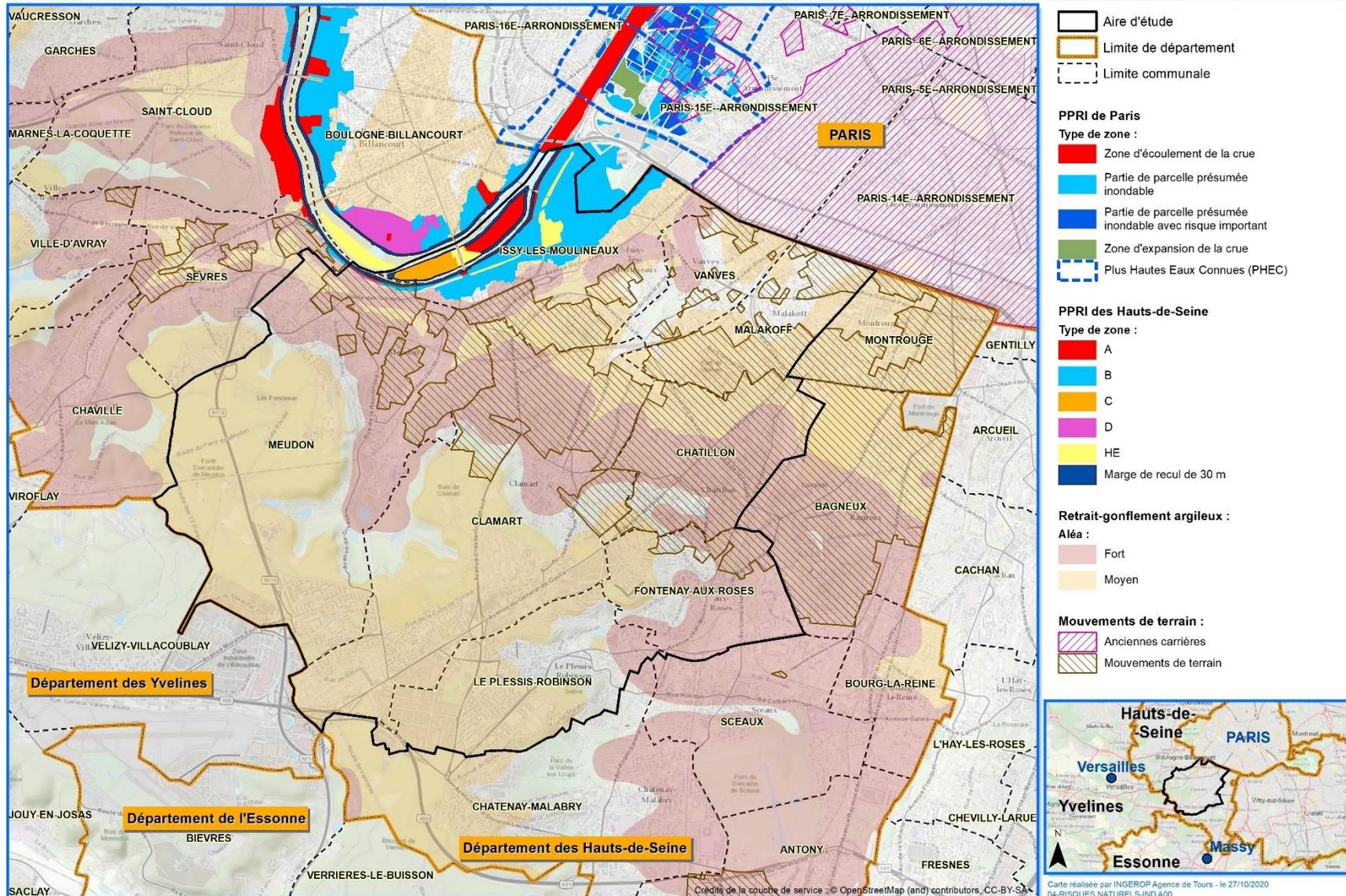
Conclusion risques naturels

Les risques naturels sont un enjeu fort pour le projet, essentiellement autour des problématiques liées au sous-sol. Ce dernier est en effet très fragile, avec de nombreux mouvements de terrains répertoriés et la présence de carrières souterraines. Ceci affectera le projet qu'il soit en surface ou en souterrain.

Concernant les risques liés à l'inondation, le projet ne sera a priori pas concerné par l'inondation de la Seine, la gare RER Issy étant située en dehors du règlement de zonage. La plaine alluviale de la Seine est cependant sujette aux remontées de nappes, et constituant pour cela un enjeu fort pour le projet, particulièrement si celui-ci s'avérait être en souterrain.

10 PROLONGEMENT LIGNE TRAMWAY T10

RISQUES NATURELS



2.2.2 Milieu naturel

2.2.2.1 Zonages d'inventaires

Des espaces protégés sont répertoriés sur les communes du secteur d'étude. Les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) sont des secteurs dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème, soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacés. Les ZNIEFF sont dépourvues de valeur juridique directe mais leur identification permet une meilleure prise en compte de la richesse patrimoniale dans l'élaboration des projets susceptibles d'avoir un impact sur le milieu naturel.

L'inventaire des ZNIEFF définit deux types de zones :

- Les **ZNIEFF de type I** : secteurs de superficie en général limitée, caractérisés par leur intérêt biologique remarquable et accueillant au moins une espèce (faunistique ou floristique) ou un habitat écologique patrimonial ;
- Les **ZNIEFF de type II** : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Il s'agit d'ensembles naturels étendus dont les équilibres généraux doivent être préservés. Cette notion d'équilibre n'exclut pas qu'une zone de type II fasse l'objet de certains aménagements sous réserve du respect des écosystèmes.

Dans le périmètre d'étude les zones suivantes sont répertoriées :

- La ZNIEFF de type II : Forêt domaniale de Meudon et de Fausse-Repose et Parc de Saint-Cloud (Identifiant : 110030022)
- La ZNIEFF de type I : Forêt de Meudon et Bois de Clamart (identifiant : 110001693)

Elles sont toutes deux superposées et situées au niveau de la forêt de Meudon ; les deux ZNIEFF sont représentées sur les cartes ci-contre.

Le périmètre d'étude ne présente pas de zones Natura 2000 d'aucune sorte à proximité (moins de 15 km).

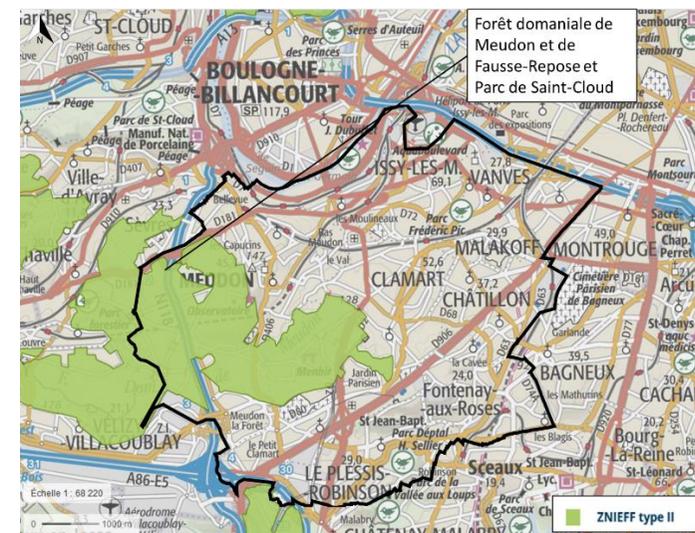


Figure 15 : ZNIEFF de type II au droit de l'aire d'étude

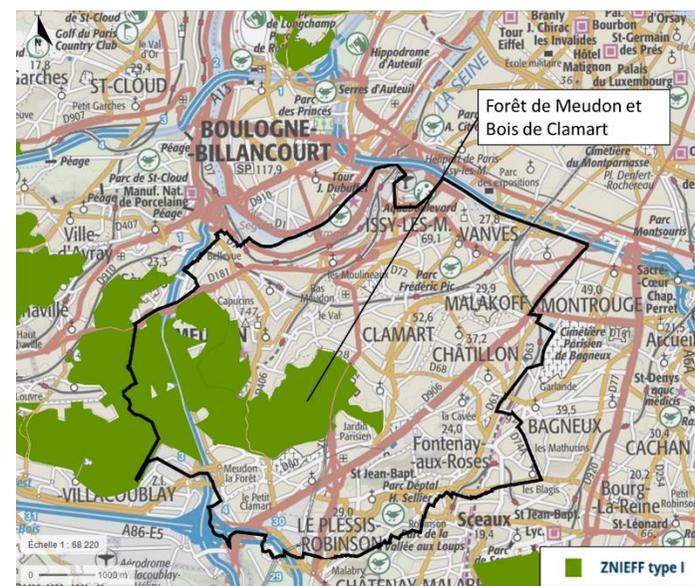


Figure 16 : ZNIEFF de type I au droit de l'aire d'étude

2.2.2.2 Continuité écologique et Trame Verte et Bleue

La Trame Verte et Bleue (TVB), est une démarche visant à maintenir et reconstituer les réseaux d'échanges et les continuités écologiques pour l'amélioration des conditions de vie des espèces animales et végétales au sein du territoire. Son but est d'inscrire la préservation de la biodiversité au sein des projets d'aménagements du territoire.

Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), co-élaboré par l'État et le conseil régional, est le volet régional de la trame verte et bleue. Il a été élaboré entre 2010 et 2013 pour la région Ile-de-France, et adopté en 2013. Il a pour but :

- D'identifier les composantes de la trame verte et bleue (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques, cours d'eau et canaux, obstacles au fonctionnement des continuités écologiques) ;
- D'identifier les enjeux régionaux de préservation et de restauration des continuités écologiques, et définit les priorités régionales dans un plan d'action stratégique ;
- De proposer des outils adaptés pour la mise en œuvre de ce plan d'action.

Une « ceinture verte » est identifiée autour de Paris au sein du SRCE. Celle-ci est très dense au sud-ouest de Paris, avec l'ensemble des Forêts de Meudon, de Versailles, de Fausses-Reposes ou le Parc de Saint Cloud. L'extension de l'urbanisation a fragilisé les connexions forestières et il convient de les préserver. La forêt de Meudon est entrecoupée de nombreuses routes et infrastructures de transports qui sont identifiés comme de vrais obstacles aux échanges. La conservation des continuités existantes entre ces différents espaces boisés est essentielle au fonctionnement écologique du secteur.

Sur le périmètre, hormis la forêt de Meudon qui est considéré comme un réservoir de biodiversité, le reste du secteur est très urbanisé. Quelques continuités écologiques en milieu urbain sont identifiées, notamment aux environs de la gare RER Issy, qu'il conviendra de préserver.

La forêt de Meudon a fait l'objet d'inventaires écologiques dans le cadre de l'étude d'impact du tramway T10 de la Croix-de-Berny à la place du Garde, ces investigations ont mis en avant la présence de la Digitale pourpre, le Bouvreuil pivoine (flore) ou encore la Sérotine commune (chiroptère). La forêt de Meudon abrite donc des fonctionnalités d'habitat pour ces espèces, elle représente donc une zone à enjeux potentiellement élevés.

La carte au paragraphe 2.2.2.7 est extraite du SRCE d'Ile-de-France.

2.2.2.3 Espaces Naturels Sensibles

Les espaces naturels sensibles (ENS) sont mis en place par les Départements, ce classement vise à préserver la qualité des sites naturels, tant sur les habitats naturels accueillant la biodiversité que sur le paysage ou les champs d'expansion des crues, dans une perspective notamment d'ouverture au public.

Ce classement permet également aux Conseils Départementaux de créer des zones de préemption (DPENS). Ceci permet l'acquisition prioritaire sur ces sites à protéger et ainsi répondre aux enjeux de préservation des milieux, et de la prévention des risques d'inondation.

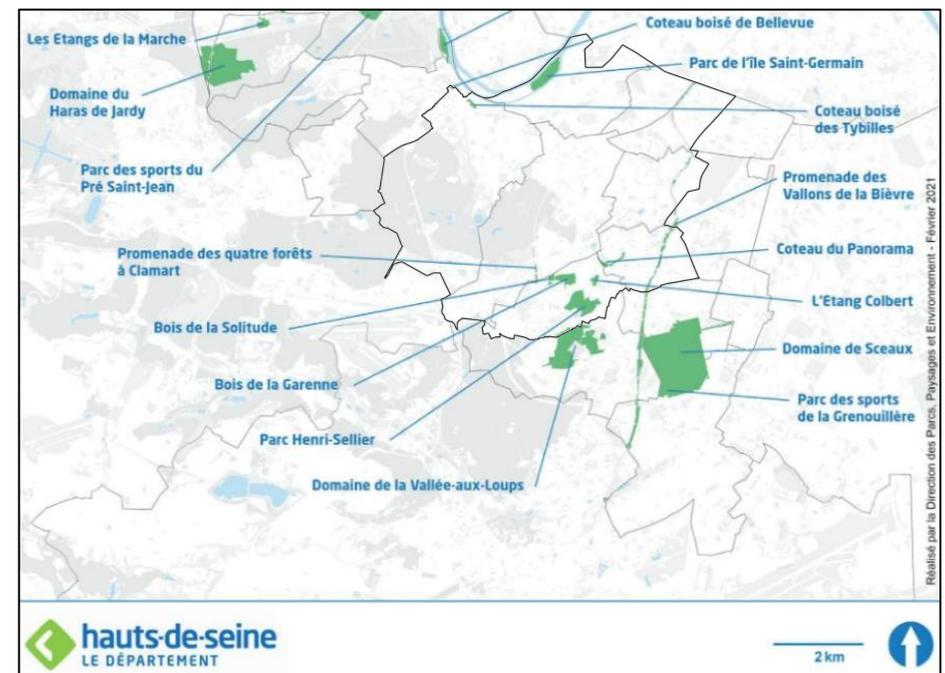


Figure 17 : Carte des Espaces Naturels Sensibles (source : CD92)

2.2.2.4 Stratégie nature du Département des Hauts-de-Seine

Le Conseil Départemental des Hauts-de-Seine a établi sa stratégie départementale des espaces de nature, avec un plan d'action 2021-2025. Le document analyse les éléments précédemment présentés et propose des actions à mettre en œuvre pour « connecter les Alto-Séquanais à la nature ».

En plus des précédents enjeux, le document souligne la présence de nombreux alignements d'arbres au bord des voies du réseau routier départemental, à préserver dans le cadre de cette stratégie.

2.2.2.5 Pré-localisation des zones humides

La présence de zones humides au sein de l'aire d'étude est très fortement corrélée au réseau hydrographique, ainsi la potentialité d'un milieu humide s'accroît fortement à proximité des cours d'eau.

La carte ci-après présente les zones humides identifiées ou supposées au sein de l'aire d'étude, issue des données de la DRIEE (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie) d'Île-de-France. Une méthodologie d'identification et de délimitation des zones humides a été établie au sein de l'arrêté du 24 juin 2008. Ces zones sont en « classe 1 », et aucune n'est recensée sur le secteur d'étude. Quelques zones identifiées comme ayant une probabilité importante de zones humides (classe 3) sont cartographiées.

Des investigations seront nécessaires pour délimiter avec précision les milieux humides (critères pédologique et floristique) au niveau des fuseaux.

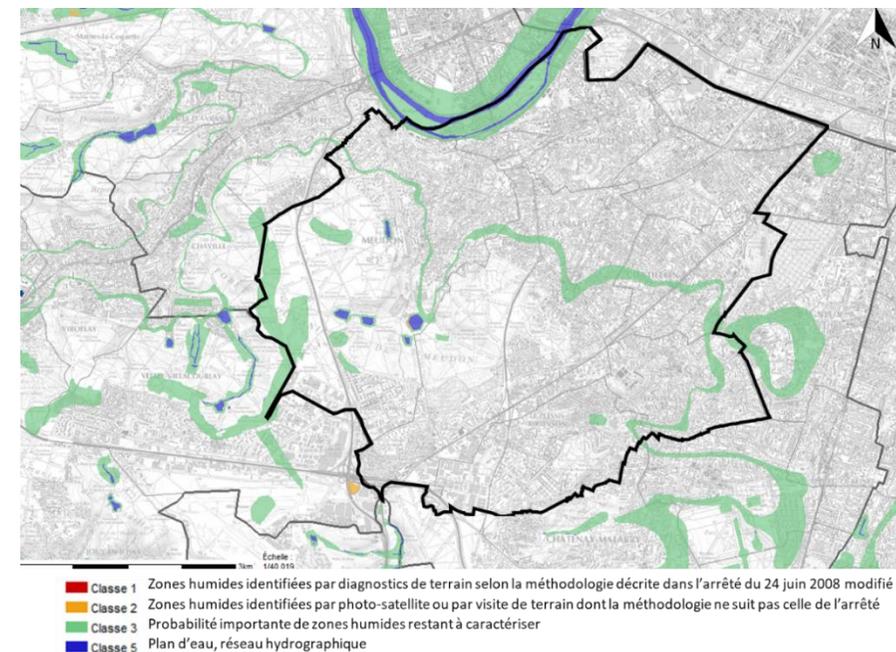


Figure 18 : Carte de pré-localisation des zones humides au sud de l'Île-de-France (source : DRIEE)

2.2.2.6 Espace Boisé et mode de gestion

La seule forêt du périmètre d'étude est la forêt domaniale de Meudon, qui s'étend sur plus de 1 000 ha au sud de Paris. Celle-ci constitue le site classé du Domaine national de Meudon.

Elle est gérée par l'Office Nationale des Forêts (ONF), qui organise la gestion du bois suivant 3 objectifs : l'accueil du public, la préservation de l'environnement et la production de bois. L'ONF gère la forêt au travers d'un Aménagement Forestier, qui est un programme d'actions établi pour 20 ans, et approuvé par arrêté ministériel. Celui de la forêt de Meudon couvre actuellement la période de 2001 à 2020.

Un comité de gestion patrimoniale existe pour la forêt, qui regroupe les 6 communes riveraines, les départements des Hauts de Seine et des Yvelines, ainsi qu'un représentant de l'Etat et les associations ayant un lien avec la forêt. Ils se regroupent tous les ans pour faire la synthèse des actions réalisées, et pour échanger sur le programme à venir.

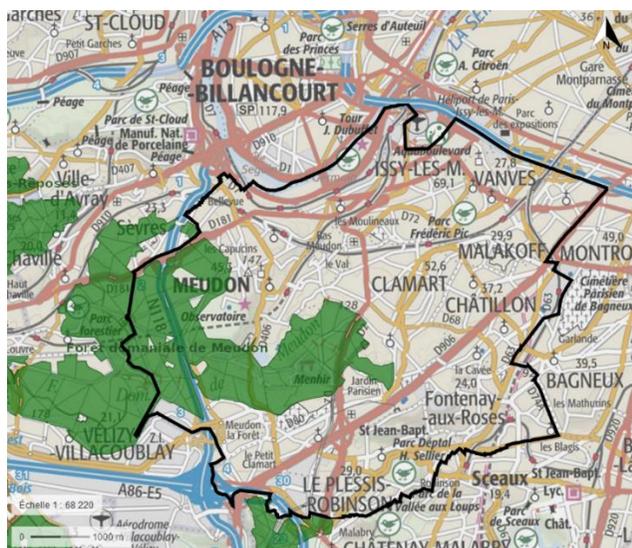
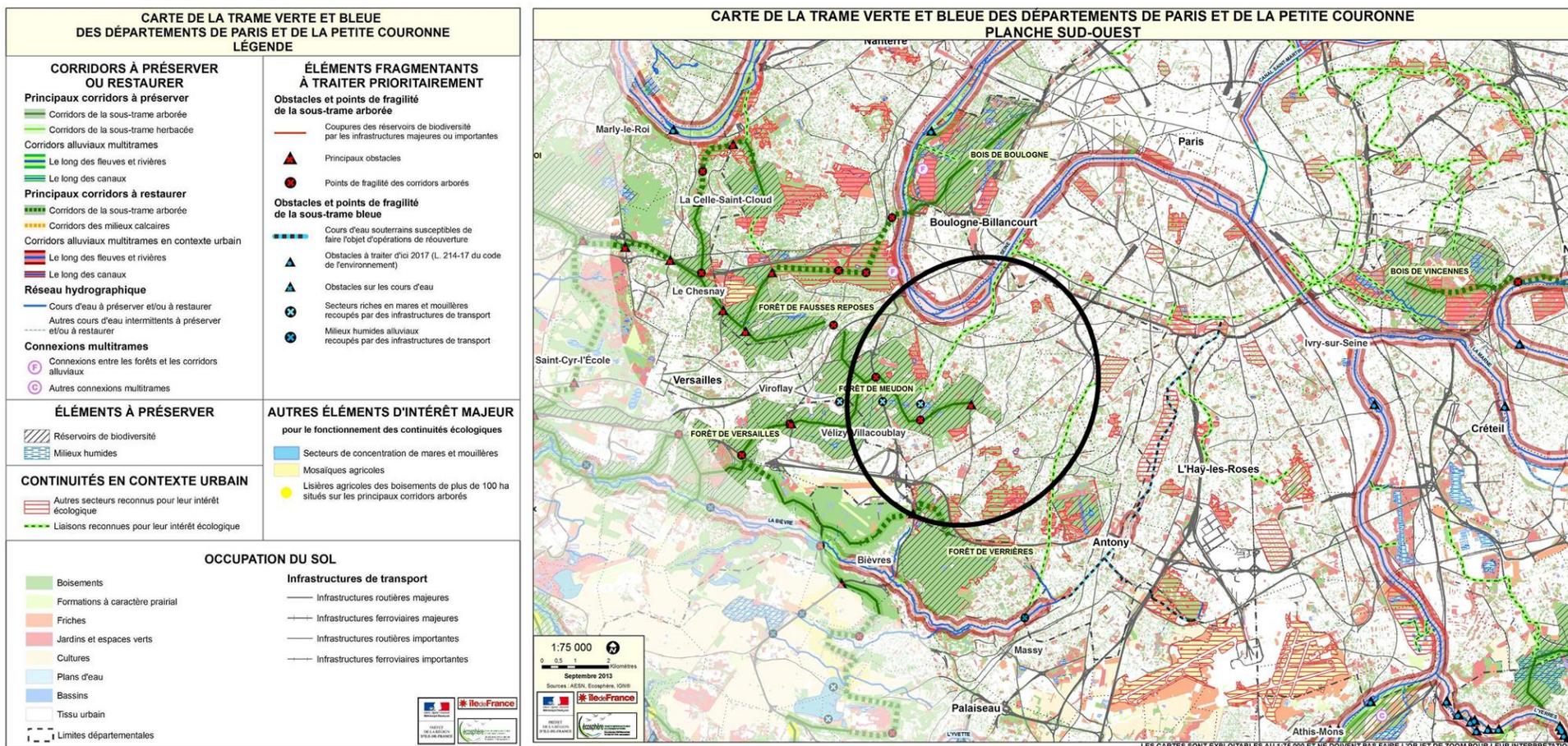


Figure 19 : Carte des forêts domaniales
(source : Géoportail)

2.2.2.7 Conclusion milieu naturel

Le milieu naturel est dans son ensemble un enjeu fort pour le projet, qu'il soit en surface ou en souterrain (phase travaux et d'exploitation). Cet enjeu est porté par la forêt de Meudon, qui est un élément patrimonial floristique et faunistique important à l'échelle de la Région. C'est un espace naturel identifié dans les trames écologiques et un réservoir de biodiversité. Le projet devra également veiller à l'évitement des arbres d'alignement présents sur le linéaire.

Des inventaires de terrains seront nécessaires pour préciser les enjeux (faune, flore, milieux humides, etc.) et définir les besoins en mesures compensatoires.



2.2.3 Milieu humain

2.2.3.1 Servitudes d'utilité publique

Les servitudes d'utilité publique sont des délimitations administratives au droit de propriété instituées au bénéfice de personnes publiques (Etat, collectivités locales, établissements publics), des concessionnaires de service ou de travaux publics (ERDF, GRDF...), ou de personnes privées exerçant une activité d'intérêt général (concessionnaires d'énergie hydraulique, de canalisations destinées au transport de produits chimiques...). Elles ont une incidence sur la constructibilité et l'occupation du sol.

Plusieurs servitudes seront à prendre en compte pour le projet selon les différentes zones des communes traversées parmi lesquelles celles liées :

- Aux patrimoines naturel et historique (voir paragraphe patrimoine culturel) :
 - Environ une vingtaine de **sites classés et inscrits** sont présents sur les communes d'études : leur classement ou inscription (au titre de la loi de 1930 sur la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque) est motivé par l'intérêt particulier de ces espaces, paysages naturels et ruraux ou bâtis. Ces espaces protégés font l'objet d'une servitude d'utilité publique. Pour les sites inscrits, le maître d'ouvrage doit informer l'administration quatre mois avant tout projet de travaux de nature à modifier l'état ou l'intégrité du site et l'Architecte des Bâtiments de France est consulté pour avis consultatif. Pour les sites classés, toute modification de leur aspect (travaux d'urbanisme, abattage d'arbres...) est subordonnée à la délivrance d'une autorisation ministérielle ou préfectorale.
 - De nombreux monuments historiques et leur périmètre de protection s'inscrivent sur les communes d'études dont l'objectif est de préserver l'aspect des immeubles.
 - Le site patrimonial remarquable (SPR) de Clamart dont l'objectif est de protéger et mettre en valeur le patrimoine architectural, urbain et paysager de nos territoires.
- Aux réseaux (gaz, assainissement, téléphone, électricité, eaux) ;

- A la présence du réseau ferré national (utilisé par la ligne C du RER, N du réseau Transilien, les tramway T2 et T6, les lignes de métro n°12 et 13, mais également par la ligne TGV Paris Montparnasse / Atlantique), et aux servitudes aéronautiques de dégagement des aéroports de Villacoublay-Vélizy, Toussus-le-Noble, Paris-le-Bourget et de l'héliport Paris/Issy-les-Moulineaux ;

- Aux réceptions radioélectriques contre les perturbations électromagnétiques au voisinage de centres récepteurs (centre de Meudon (Bélugou)), centre de Meudon (Etoile du Pavé), centre de Vélizy-Villacoublay (Base aérienne 107), centre de Malakoff (Fort de Vanves), centre de Châtillon (ONERA), centre de Taverny (Le Camp de César), centre de Le Plessis-Robinson (La Terrasse), centre de Paris 15^{ème} (Tour Maine Montparnasse)).

- Aux plans de prévention des risques naturels et miniers, notamment sur les communes de Fontenay-aux-Roses, Châtillon, Issy-les-Moulineaux, Vanves.

2.2.3.2 Risques technologiques et industriels

Aucune commune de l'aire d'étude n'est concernée par un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).

Pollutions des sols

La pollution des sols, en raison des anciennes activités industrielles présentes sur un site, constitue un risque pour l'environnement et la santé humaine (pollution des eaux, présence d'amiante, etc.). Pour ces raisons l'Etat a dressé un inventaire des sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. Cet inventaire et les sites qui le composent se nomment **BASOL**.

Pour les mêmes raisons l'Etat dresse l'inventaire de l'ensemble des anciens sites industriels et activités de services dont l'activité aurait pu donner lieu à la présence de polluants (présentant là aussi une incidence pour l'environnement ou la santé humaine). Cet inventaire et les sites qui le composent se nomment **BASIAS**.

Enfin, les **SIS** comprennent les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement.

L'aire d'étude compte 20 sites BASOL, une quinzaine de SIS et de très nombreux sites BASIAS. La répartition des sites pollués sur le territoire d'étude est assez homogène sur l'ensemble des communes, bien qu'on observe une densification des sites BASIAS à l'approche de Paris.

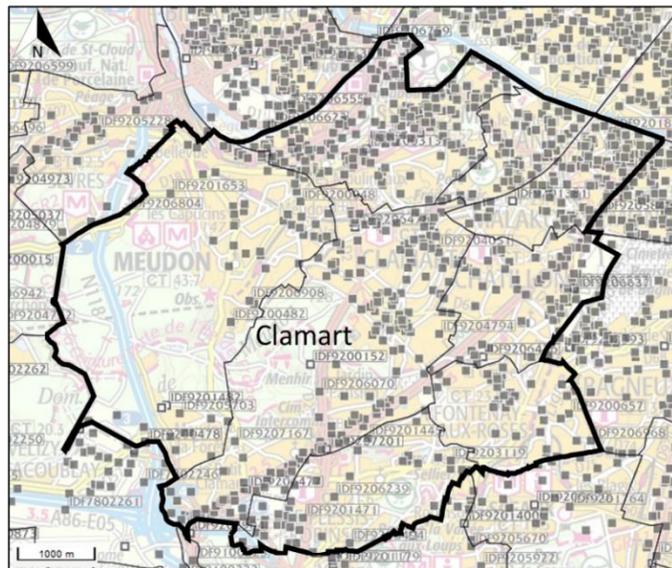


Figure 20 : Localisation des sites BASIAS
(source : Géorisques)

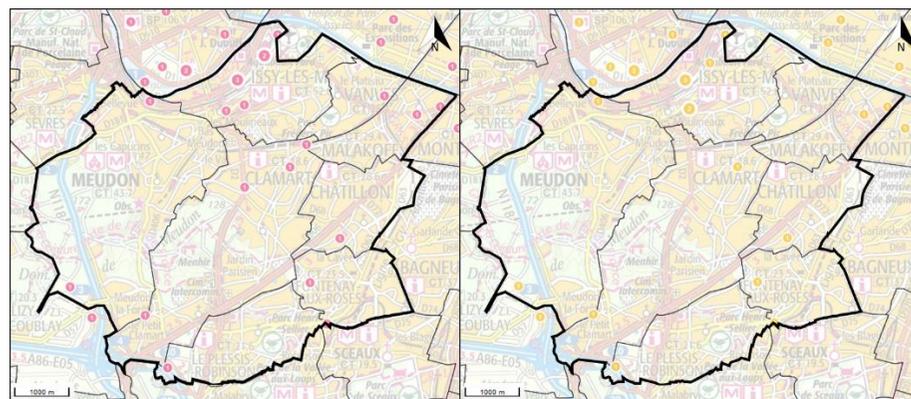


Figure 21 : Localisation des sites BASOL (à gauche) et SIS (à droite)
(source : Géorisques)

Ces éléments constituent un enjeu pour le projet que ce soit lors de la phase travaux ou de la phase d'exploitation. Des dépollutions de sol pourraient être nécessaires si le projet passait au sein de zones dont les sols sont pollués.

ICPE, sites SEVESO et autres sites industriels

Les 8 communes de l'aire d'étude comptent une dizaine de sites industriels ICPE, dont aucun n'est classé SEVESO. Les sites sont globalement répartis sur les bords du périmètre, même si on peut noter la présence du site SCI COGIPAR à proximité de la gare d'Issy (un peu plus de 500 m au nord-est de la gare).

La commune de Fontenay-aux-Roses compte un site nucléaire d'importance : il s'agit d'un laboratoire de recherche sur le plutonium du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives).

Ces éléments sont à considérer mais ne devraient a priori pas être une contrainte vis-à-vis du projet de prolongement.

Réseaux et les Transport de Matières Dangereuses (TMD)

L'aire d'étude est parcourue par de nombreux réseaux, notamment les canalisations d'acheminement de gaz naturel qui parcourent les 8 communes. Elles sont majoritairement localisées sur les bords du périmètre d'étude, avec une canalisation de plus grande importance au niveau de Meudon, et d'Issy-les-Moulineaux, en bord de Seine. Une de ces canalisations est comprise entre Meudon et Clamart, en bordure des bois, et pourrait être dans le secteur d'implantation du prolongement.

Ces éléments sont à prendre en compte dans le cadre du prolongement de la ligne de tramway.

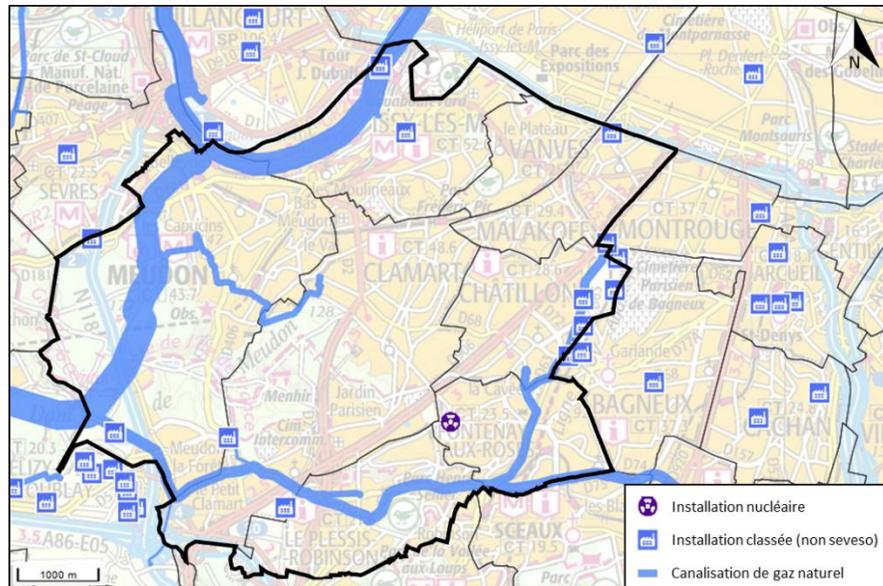


Figure 22 : Sites industriels et réseaux de transports de matières dangereuses
(source : Géorisques)

2.2.3.3 Paysage et patrimoine culturel

Paysage

Source : Atlas des paysages et des projets urbains des Hauts-de-Seine

Les paysages font partie du patrimoine commun de la nation – article L110-1 du Code de l'Environnement.

L'Île-de-France est une région fortement urbanisée, suivant l'influence de la capitale française. Autour de Paris, la Seine continue sa course et marque la région par l'enchaînement des boucles de la Seine. Au sud, les reliefs marqués n'ont pas empêché la forte urbanisation, bien que persistent de nombreux espaces naturels au travers des forêts du territoire.

L'atlas des paysages des Hauts de Seine permet de définir les fines fluctuations du relief, l'importance de l'urbanisation et l'histoire de la zone, au travers de différentes unités paysagères. L'aire d'étude est concernée par deux d'entre elles.

Le projet devra s'intégrer au sein des différentes unités.

Plateau entaillé de Chatenay-Malabry à Suresnes

L'aire d'étude est incluse dans le sud de cette unité paysagère, et elle est concernée par les sous-unités « Plateau et vallons de Meudon et Clamart » et le « Plateau du Petit Clamart ». Le nom de ces sous-unités retranscrit directement le profil du secteur : le plateau au sud et à l'ouest de Paris, pas très haut (moins de 200 m d'altitude), est entrecoupé de vallons orientés vers la Seine.

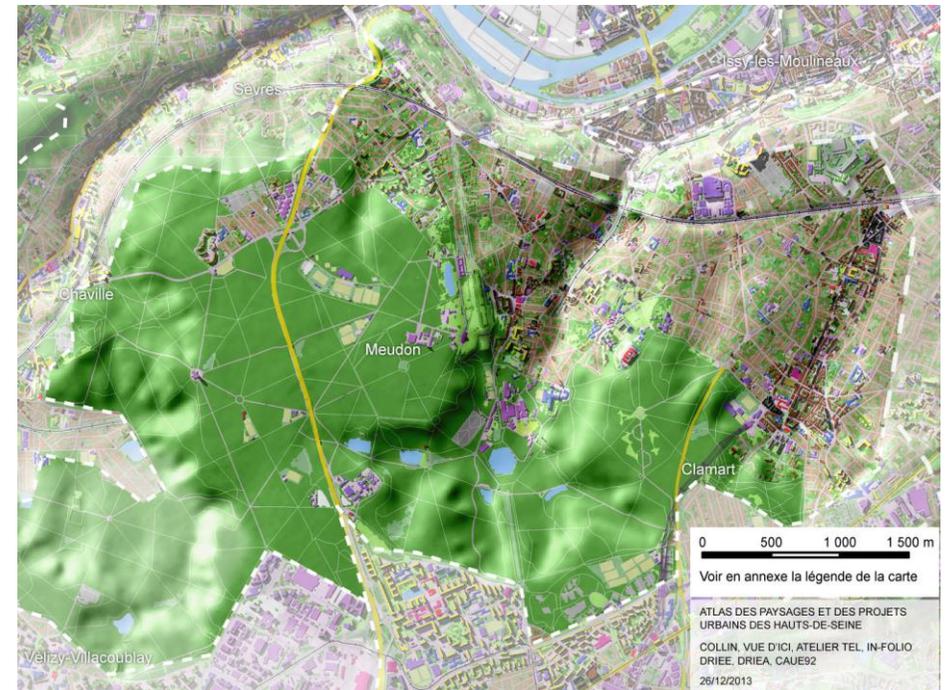


Figure 23 : Carte de la sous-unité paysagère « Plateau et vallons de Meudon et Clamart »
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)

Les plateaux sont très largement boisés, et les parcs de Meudon et de Clamart contribuent à la grande composition végétale remarquable présente autour de Paris. Le parc de Meudon est lui chargé d'histoire, puisqu'une partie de celui-ci, notamment au sein du parc du Château de Meudon, a été mis en place par André Le Nôtre, paysagiste de Louis XIV. La présence de ces espaces boisés d'exception sur les plateaux offre une perspective sur la Région parisienne. L'ensemble de ces bois est

cependant largement entaillé par les infrastructures de transports, notamment par le RN118 pour la forêt de Meudon, ou la RD2 pour le bois de Clamart.



Figure 24 : Tapis vert depuis Clamart, avec vue sur la Défense
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)

L'urbanisation s'est concentrée dans les vallons et sur les bords du plateau. Les ensembles pavillonnaires se sont étendus sur les surfaces disponibles, jusqu'aux lisières des différents bois, rendant la lisibilité plus compliquée et moins nette.

Cette unité paysagère est assez exceptionnelle tant via les espaces naturels qu'elle offre que par la perspective réalisée par un paysagiste de renom, donnant une vraie dimension historique au secteur.

La sous-unité du « Plateau du Petit Clamart » un peu plus au sud, est essentiellement urbanisée. Plusieurs ensembles urbains très marqués visuellement sont présents dans un secteur assez rapproché, rénovées dans les années 90. A côté, d'autres ensembles avec moins de personnalité sont juxtaposés, tant par des zones pavillonnaires que par des habitats collectifs. La proximité à la forêt de Meudon n'a pas été mise en valeur et les perspectives sur le reste de la vallée sont assez faibles.

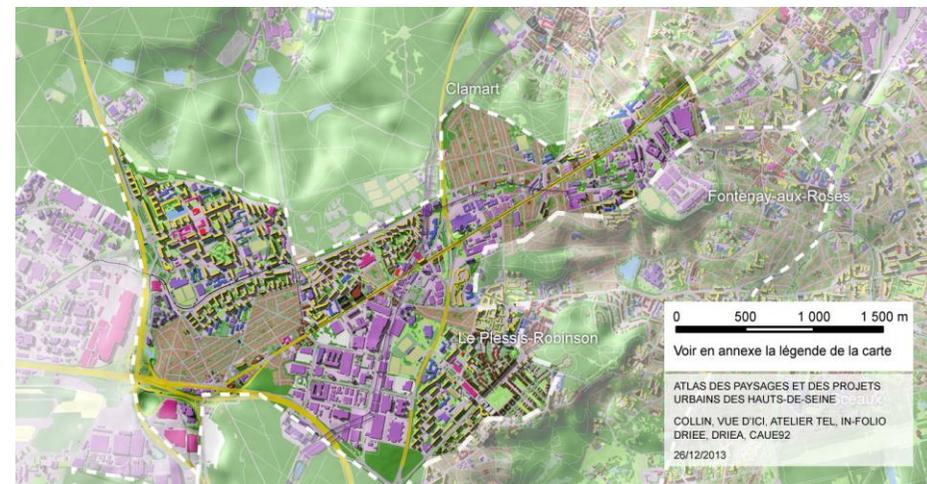


Figure 25 : Carte de la sous-unité paysagère « Plateau du Petit Clamart »
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)



Figure 26 : Lisière de ville (à gauche), et résidence du Parc (Fernand Pouillon, architecte) à Meudon-la-forêt
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)

Versants de la Bièvre d'Antony à Montrouge

L'aire d'étude est concernée par l'ouest de cette unité paysagère, et plus précisément par les sous-unités du « Rebords de la Vallée aux Loups » et par le « Glacis de Châtillon-Montrouge » (à l'ouest de la voie ferrée).

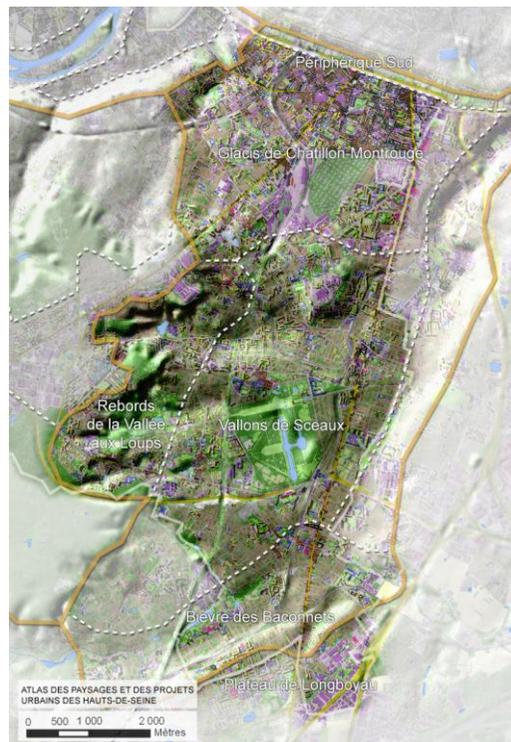


Figure 27 : Carte de l'unité paysagère « Versants de la Bièvre d'Antony à Montrouge »
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)

Le premier est assez atypique car entièrement situé sur les bords du plateau, vers l'ouest. Il persiste quelques boisements, et l'urbanisation est assez cachée par l'ensemble de la végétation du secteur, tant par les parcs que par les jardins. Ces derniers sont d'ailleurs l'identité principale de cette sous-unité paysagère, avec le parc Henri Sellier, le bois de la Cave, le jardin-musée de Chateaubriand, ou la cité-jardin de la Butte-Rouge. L'urbanisation est en revanche assez mixte, sans vraie unité,

avec de nombreux styles d'ensembles pavillonnaires. Le seul élément particulier est le centre-historique de Fontenay-aux-Roses, le reste s'étendant sur les différentes côtes du plateau.



Figure 28 : Maisons étagées au niveau du parc Henri Sellier
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)

Pour la sous-unité paysagère du « Glacis de Châtillon-Montrouge », la voie ferrée qui la traverse coupe le secteur en deux. Le relief est beaucoup moins élevé que les autres unités paysagères, mais il présente une pente douce en direction de la Seine, et permet d'offrir quelques points de vue intéressants. C'est notamment le cas à Châtillon, avec la passerelle au-dessus de l'avenue de Verdun qui offre une vue vers l'ouest, du Mont Valérien à la Tour Eiffel.



Figure 29 : Châtillon, avenue de Verdun, vue depuis la passerelle (Mont Valérien à gauche et Tour Eiffel à droite)
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)

Le secteur est entièrement urbanisé, avec une plus forte densification lorsque l'on se rapproche de Paris. Le fort de Vanves est un marqueur patrimonial fort du secteur, mais celui-ci n'est que peu intégré à l'espace public, et est une coupure importante dans l'organisation du territoire, tout comme la voie ferrée. L'axe de la RD920 (ancienne RN20), très arboré, cadre le secteur.



Figure 30 : Axe de la RD920
(source : Atlas des paysages des Hauts-de-Seine)

Patrimoine culturel

Source : Atlas du patrimoine.

L'aire d'étude intercepte de nombreux éléments patrimoniaux qui font l'objet d'une protection au titre du code de l'environnement, de l'urbanisme ou du patrimoine. Ces éléments comptent :

- Des Sites Patrimoniaux Remarquables (SPR),
- Des sites inscrits,
- Des sites classés,
- Des monuments historiques classés ou inscrits, et leurs périmètres aux abords.

Ils sont listés dans le tableau suivant, et représentés sur la carte de synthèse page suivante.

Commune(s)	Libellé	Protection
Châtenay-Malabry, Le Plessis-Robinson	La Vallée-aux-Loups (extension)	Site Classé
Châtenay-Malabry, Le Plessis-Robinson	Parcelles, perspectives du parc de Sceaux	Site Inscrit
Chaville, Clamart, Meudon, Sèvres, Vélizy-Villacoublay, Viroflay	Bois de Meudon et Viroflay et leurs abords	Site Inscrit
Clamart, Meudon	Partie du parc de Chalais-Meudon et la totalité du bassin hexagonal avec ses digues et ses abords	Site Inscrit
Meudon, Sèvres	Immeubles nus et bâtis	Site Inscrit
Châtillon	Eglise Notre-Dame-du-Calvaire	Monument Historique
Châtillon	Eglise Saint-Philippe-Saint-Jacques	Monument Historique
Châtillon	Propriétés sises au 11-13 rue de Bagneux	Site Inscrit
Châtillon	Rendez-vous de Chasse de Louis XV	Monument Historique
Châtillon	Treuil de carrière	Monument Historique
Clamart	Bibliothèque d'enfants "La Joie par les livres"	Monument Historique
Clamart	Chapelle funéraire de Jules Hunebelle	Monument Historique
Clamart	Cimetière intercommunal	Site Inscrit
Clamart	Eglise Saint-Pierre-Saint-Paul	Monument Historique
Clamart	Hospice Ferrari	Monument Historique
Clamart	Hôtel de Ville	Monument Historique
Clamart	Maison Chef de Ville	Monument Historique
Clamart	Maison de l'abbé Delille	Monument Historique
Clamart	Menhir	Monument Historique
Clamart	Site patrimonial remarquable de Clamart	SPR

Commune(s)	Libellé	Protection
Clamart	Terrain situé dans la perspective de la terrasse de Meudon	Site Inscrit
Fontenay-aux-Roses	Collège Sainte-Barbe-des-Champs (ancien)	Monument Historique
Fontenay-aux-Roses	Propriété dite Laboissière	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Château des Conti (ancien)	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Domaine du séminaire Saint-Sulpice	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Eglise Notre-Dame des Pauvres	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Eglise Saint-Etienne	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Maison Suisse de Retraite	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Manufacture des Tabacs (ancienne)	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Palais des Arts et des Congrès d'Issy	Monument Historique
Issy-les-Moulineaux	Propriété du séminaire Saint-Sulpice	Site Classé
Issy-les-Moulineaux	Tour aux Figures	Monument Historique
Le Plessis-Robinson	Chapelle Saint-Jean-Baptiste	Monument Historique
Le Plessis-Robinson	Parc Henri Sellier, anciennement dénommé Parc Hachette	Site Classé
Le Plessis-Robinson	Trois ensembles formés par les deux cités-jardins d'une part et l'étang Colbert d'autre part	Site Inscrit
Malakoff	Ecole supérieure d'électricité (ancienne)	Monument Historique
Malakoff	Hôtel (ancien)	Monument Historique
Malakoff	Usine Clacquesin (ancienne)	Monument Historique
Meudon	Carrières de craie souterraines	Site Classé
Meudon	Domaine de Bellevue	Monument Historique
Meudon	Domaine de Bellevue bâtiment	Monument Historique
Meudon	Domaine de Bellevue bâtiment des Gardes	Monument Historique
Meudon	Domaine de Bellevue glaciers de l'ancien château de Bellevue	Monument Historique

Commune(s)	Libellé	Protection
Meudon	Domaine de Bellevue Parcelle avec son pavillon	Monument Historique
Meudon	Domaine de Bellevue parcelle, maison des colonnes et grotte artificielle	Monument Historique
Meudon	Domaine national de Meudon Domaine national de Meudon	Monument Historique
Meudon	Domaine national de Meudon Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales	Monument Historique
Meudon	Eglise Saint-Martin	Monument Historique
Meudon	Etang des Fonceaux	Site Inscrit
Meudon	Immeuble	Monument Historique
Meudon	Jardin de la maison d'Armande Béjart	Site Classé
Meudon	Maison d'Armande Béjard	Monument Historique
Meudon	Maison André Bloc	Monument Historique
Meudon	Maison de Marcel Dupré Salle de musique de Marcel Dupré	Monument Historique
Meudon	Maison de plaisance de Jean-Jacques Huvé	Monument Historique
Meudon	Musée Rodin	Monument Historique
Meudon	Parc de la propriété Les Tybilles	Site Classé
Meudon	Propriété de Monsieur Rodin	Site Classé
Meudon	Propriétés 22 et 24 dite La Source, rue de l'Orphelinat	Site Classé
Meudon	Villa Van Doesburg	Monument Historique
Meudon	Zone de cent mètres de part et d'autre de l'avenue du Château	Site Inscrit
Vanves	Eglise Saint-Remy	Monument Historique
Vanves	Lycée Michelet	Monument Historique
Vanves	Partie boisée du parc municipal Frédéric Pic	Site Classé

La protection du patrimoine s'accompagne de servitudes d'utilité. Il s'agit d'un outil mis en place pour assurer la protection des immeubles et des sites dont la qualité patrimoniale, architecturale ou paysagère est à préserver pour un intérêt d'ordre public. L'Architecte des Bâtiments de France (ABF), s'assure du respect de ces règles et de l'aspect harmonieux de la construction.

Ainsi, les éléments relatifs au patrimoine sont à prendre en compte pour les aménagements en surface du projet (y compris remontées en surface pour le projet en souterrain). Ces éléments représentent un enjeu fort pour le projet. La commune de Meudon est la plus dense en éléments patrimoniaux, avec plus d'une vingtaine de bâtiments ou de sites répertoriés, notamment le domaine de Bellevue et le domaine national de Meudon.

Le périmètre d'étude est notamment marqué par la présence :

- Du Bois de Meudon et Viroflay et leurs abords, site inscrit, qui correspond à une large partie de la forêt de Meudon ainsi qu'à une partie de la commune ;
- Du Site Patrimonial Remarquable de Clamart, qui est découpé en 7 sous-zonages dont les routes ne semblent pas faire partie. Il occupe une large partie de la zone d'étude. La gare Fort d'Issy est située en limite nord du SPR.

Le Site Patrimonial de Clamart est divisé en 7 secteurs, chacun ayant des caractéristiques différentes. La carte en page suivante présente les éléments patrimoniaux spécifiques repérés au SPR.



Figure 31 : Vue de la rue Gabriel Péri, à droite le Parc de la Maison Blanche
(source : Google Maps)



Figure 32 : Vue de l'entrée nord-est du Parc, à droite une villa remarquable
(source : Google Maps)



Figure 33 : Vue du cœur du Parc de la Maison Blanche
(source : Google Maps)

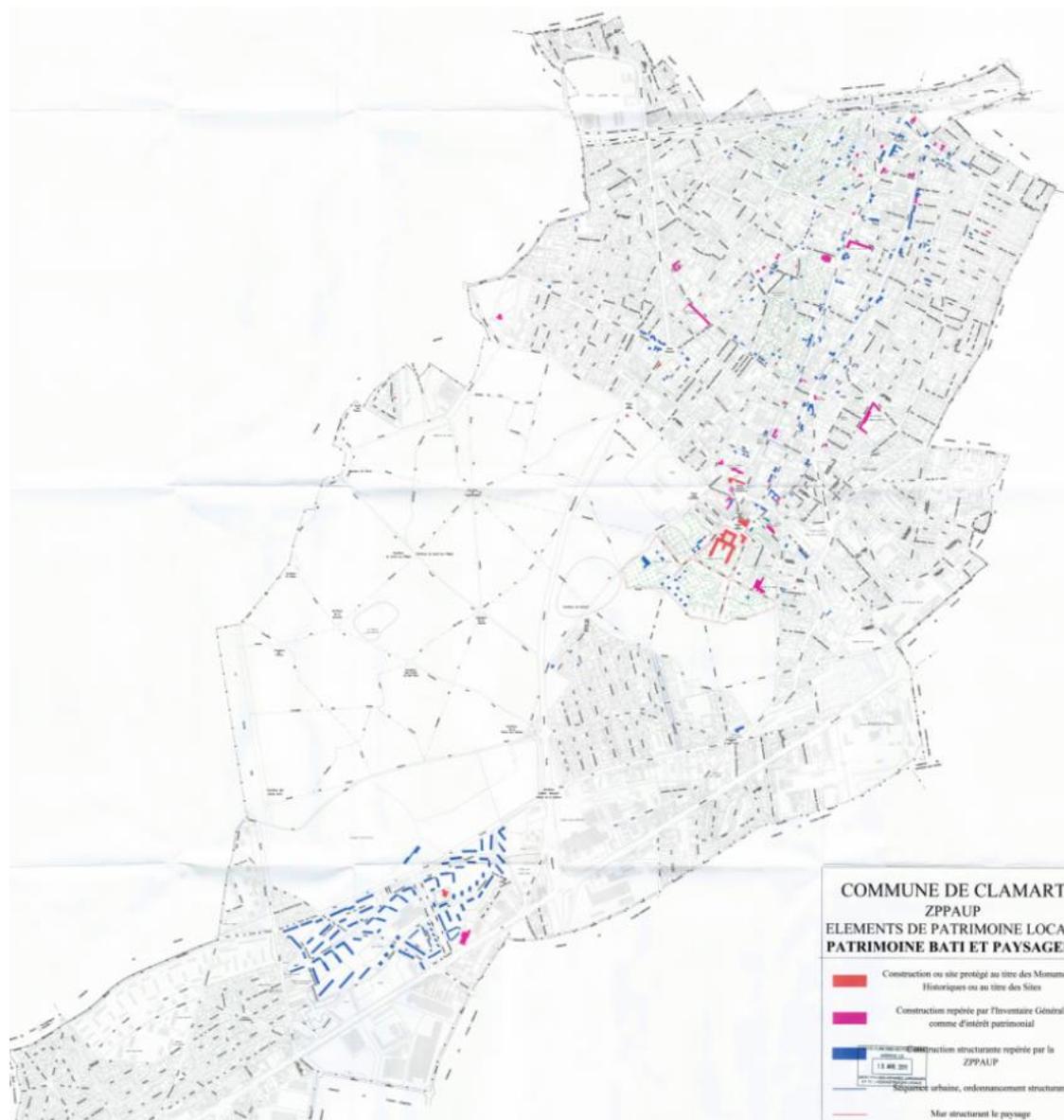
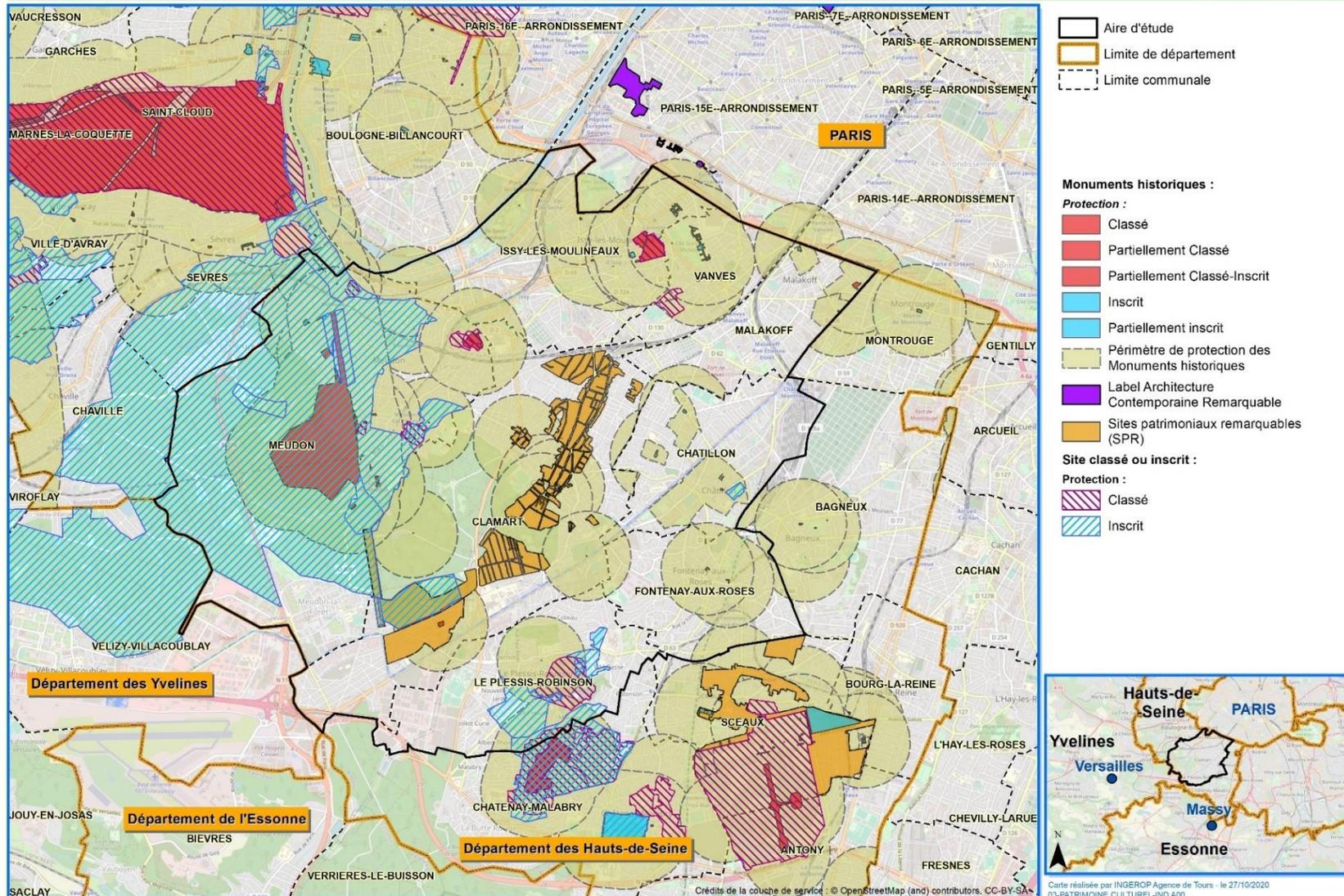


Figure 34 : Eléments du patrimoine bâti et paysager repérés au Site Patrimonial Remarquable de Clamart (source : PLU de Clamart)

10 PROLONGEMENT LIGNE TRAMWAY T10

PATRIMOINE CULTUREL



Archéologie

Conformément à l'article L.522-4 du code du patrimoine, en l'absence de zone de présomption de prescription archéologique, le porteur de projet pourra saisir l'Etat qui sera susceptible d'ordonner des fouilles archéologiques préventives s'il l'estime nécessaire.

La carte des sites archéologiques recensés dans le département des Hauts-de-Seine, et présentée ci-dessous, révèle la présence de sites archéologiques sur les communes de Meudon, Issy-les-Moulineaux et Vanves, traduisant un enjeu archéologique moyen.

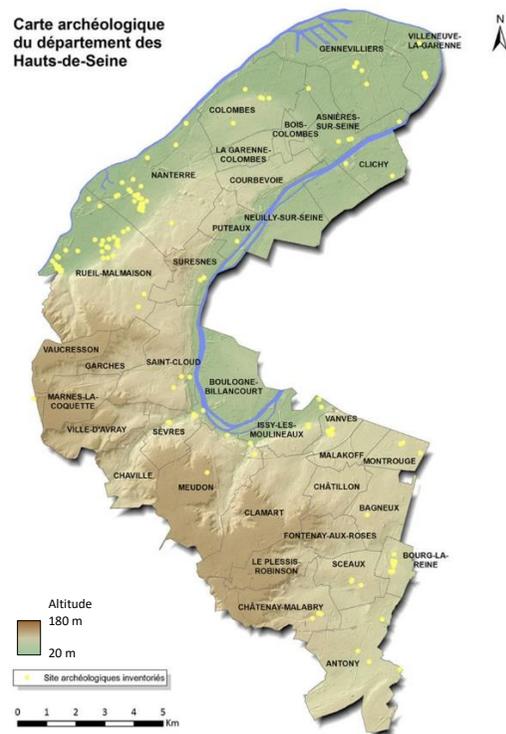


Figure 35 : Carte des sites archéologiques inventoriés dans les Hauts-de-Seine
(source : Département des Hauts-de-Seine)

On peut noter en bordure nord de la ville d'Issy-les-Moulineaux, rue Henry Farman, la présence d'un site néolithique et mésolithique (-9 000 à -5 000) identifié par l'INRAP, où ont été mis au jour des vestiges de campement (silex taillé, os d'animaux, grattoirs et lames).

Conclusion

Le périmètre est caractérisé par un patrimoine culturel assez riche, ainsi que par un paysage contrasté mais malgré tout mis en valeur.

L'identité culturelle du secteur est un enjeu fort pour le projet, notamment dans le cadre d'un tracé en surface. Le tramway devra donc s'intégrer au sein de son environnement. Pour un projet en souterrain, l'identité culturelle est un enjeu plutôt faible car seules les remontées en surface, seront concernées par la co-visibilité avec les éléments du patrimoine. Le potentiel archéologique de la zone est également non négligeable ce qui reste un élément à enjeu pour un projet souterrain.

2.2.4 Conclusion sur les enjeux environnementaux

Les 8 communes du périmètre d'étude sont concernées par différents enjeux environnementaux. Certains de ces enjeux présentent davantage de contraintes pour le projet de tramway, qu'il soit en souterrain ou en surface, ou parfois pour les deux.

Pour les enjeux les plus forts, il est possible de relever :

- Le relief : il est très contrasté avec plateau et plaine, la différence étant d'une centaine de mètres d'altitude entre les deux. La pente est raide, ce qui est une contrainte importante pour l'installation d'un transport ferré ;
- Eaux souterraines : plusieurs nappes sont présentes au niveau du secteur, ce qui constitue un enjeu fort vis-à-vis des pollutions potentielles que le projet pourrait engendrer et pourrait nécessiter des pompages dans les nappes interrogeant sur l'avenir des eaux de pompages et potentiellement préjudiciables aux avoisinants ;
- Risques naturels : ils sont liés à la présence d'anciennes carrières souterraines, sur les villes de Meudon, Issy-les-Moulineaux, Clamart, Vanves, Malakoff, Châtillon et Fontenay-aux-Roses. C'est un enjeu fort pour le projet, et constitue une contrainte technique importante ;
- Milieu naturel : le secteur est marqué par la forêt de Meudon, qui est identifiée comme un réservoir de biodiversité important à l'échelle de la région. Les enjeux faune et flore sont importants dans ce secteur, et des inventaires précis seront à mener, tout comme pour les zones humides qui seront à identifier ;
- Patrimoine culturel : le secteur est marqué par une grande richesse patrimoniale. De nombreux sites classés et inscrits sont présents, ainsi qu'une quarantaine de monuments historiques. Le centre-ville de Clamart est classé en site patrimonial remarquable (SPR), ce qui constitue un enjeu important pour le projet ;
- Sites et sols pollués : de nombreux sites BASIAS, BASOL et SIS sont identifiés sur le périmètre. La concentration de ces sites est importante, hormis pour Meudon qui est moins concernée. Il s'agit d'un enjeu important notamment en termes de pollution. Des analyses de sols pourraient être nécessaires si le projet passait par ces secteurs.

En termes d'enjeux moyens, il est possible de relever :

- Le paysage : peut être un enjeu patrimonial important pour un projet en surface, puisque celui-ci devra s'intégrer à son environnement ;
- Le réseau hydrographique : très peu présent sur le périmètre, essentiellement marqué par la Seine. Le SAGE de la Bièvre encadre cependant la partie sud du secteur (communes de Châtillon, Le Plessis Robinson et Fontenay-aux-Roses), où le règlement de gestion de l'eau s'applique, et que le projet devra respecter.

S'agissant du risque inondation, le projet ne devrait pas être concerné par les crues de la Seine, le zonage du PPRI n'inclut pas la gare d'Issy-les-Moulineaux. Le risque de remontée de nappes est localisé essentiellement sur la commune d'Issy-les-Moulineaux, avec un risque présent également à Meudon et Châtillon, il s'agit d'une contrainte technique pour le projet. Le réseau de gaz souterrain quant à lui pourrait impacter le projet au niveau de la gare d'Issy-les-Moulineaux.

2.3 Urbanisation, démographie et activités

2.3.1 Occupation des sols

Au sein du **périmètre élargi**, on trouve des espaces construits et des espaces non construits :

- Sur la commune de Malakoff, on trouve une majorité d’habitats collectifs, ainsi que quelques habitats individuels, des équipements et des zones d’activités ;
- Sur les communes de Châtillon et de Fontenay-aux-Roses, on trouve un mixte habitats collectifs/habitats individuels, ainsi que des équipements et des zones d’activités ;
- La commune du Plessis-Robinson est scindée en 3 parties :
 - A l’ouest, on trouve une large zone d’activité ;
 - Au centre, on trouve une large zone d’habitats collectifs ;
 - A l’est, on trouve un mixte habitats collectifs/habitats individuels ainsi qu’une forêt.
- Sur la commune de Meudon, on trouve principalement une zone forestière au centre, ainsi qu’un mixte habitats collectifs/habitats individuels au nord. Le sud de la commune regroupe des zones d’activités, des équipements et des habitats collectifs.

Au sein du **périmètre restreint** (Issy-les-Moulineaux, Clamart) on trouve deux types d’occupation des sols :

- La commune d’Issy-les-Moulineaux est très urbanisée. L’habitat est majoritairement constitué de logements collectifs, avec quelques logements individuels au sud. On retrouve des équipements sur l’ensemble de la commune, avec une présence légèrement plus importante sur l’est de la commune. Au nord, on retrouve des zones dédiées à l’activité économique.
- La commune de Clamart est moins urbanisée. L’habitat est majoritairement constitué d’habitats individuels, avec quelques habitats collectifs au centre-ville (secteur Mairie de Clamart). Une grande zone forestière domine la partie ouest de la commune. Enfin, au sud, on retrouve plusieurs équipements et zones d’activités.

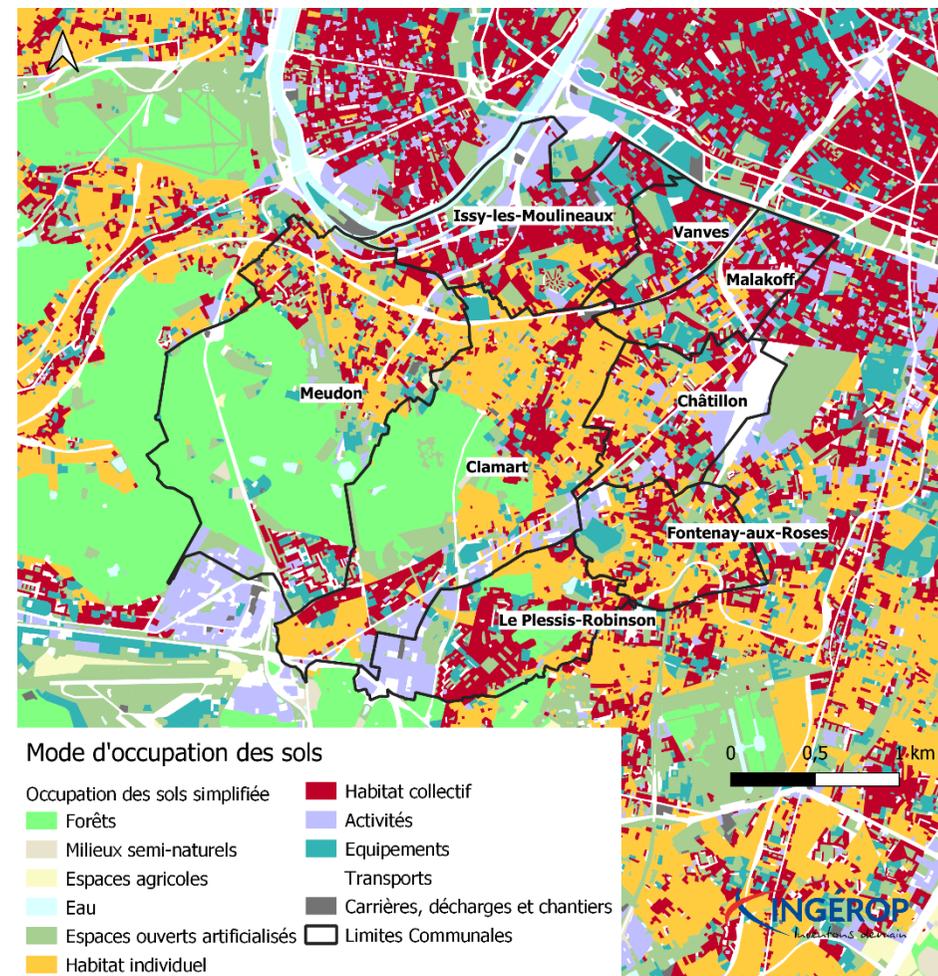


Figure 36 : Mode d’occupation des sols

2.3.2 Densités actuelles en termes de population et d'emplois

2.3.2.1 Répartition de la population sur le territoire

Le secteur d'étude regroupait plus de 315 000 habitants en 2017. La population du territoire s'est ainsi accrue avec environ 37 500 habitants supplémentaires entre 1999 et 2017. Les communes d'Issy-les-Moulineaux (+30%), Châtillon (+31%) et Le Plessis-Robinson (+35%) ont connu les plus fortes augmentations. Les autres communes du secteur connaissent une croissance plus limitée (moins de 10%).

Tableau 2 : Effectif et évolution de la population par commune (source : INSEE)

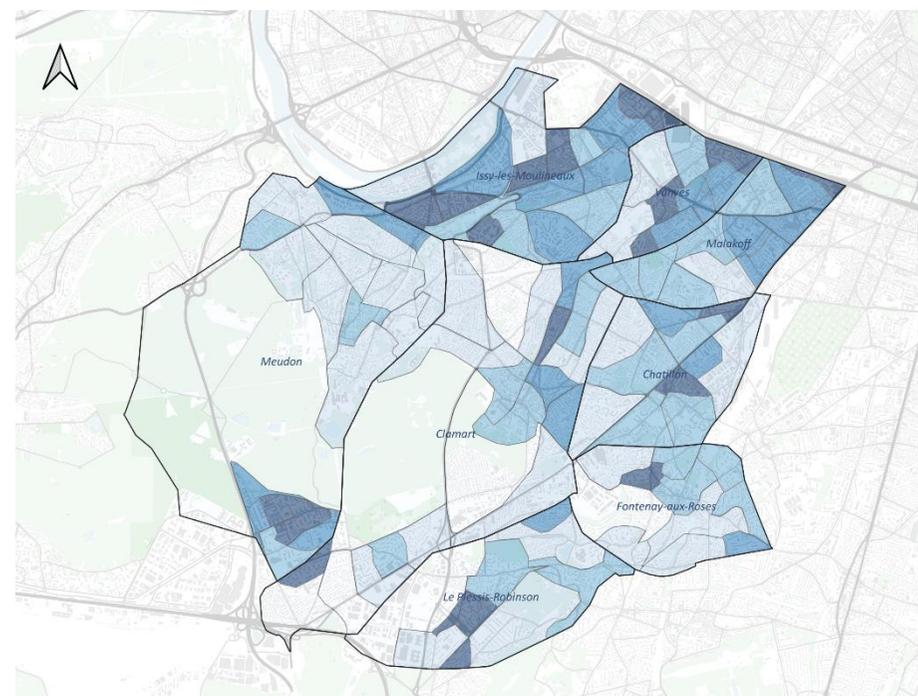
Commune	Population en 1999	Population actuelle (2017)	Croissance 1999-2017
Chatillon	28 600	37 400	+31%
Clamart	48 600	53 000	+9%
Malakoff	29 400	30 700	+4%
Fontenay-aux-Roses	23 500	24 600	+5%
Le Plessis-Robinson	21 600	29 100	+35%
Issy-les-Moulineaux	52 600	68 500	+30%
Meudon	43 700	45 400	+4%
Vanves	25 400	27 700	+9%
Total	273 400	316 400	+16%

Actuellement, les secteurs les moins peuplés se trouvent principalement sur les territoires forestiers des communes de Meudon et Clamart.

Les secteurs les plus peuplés du périmètre d'étude sont :

- La quasi-totalité de la commune d'Issy-les-Moulineaux, en particulier les quartiers de la gare d'Issy et de la Mairie d'Issy ;
- Le secteur de la Mairie et du Centre de Clamart ;
- Le centre et l'est de la commune de Vanves ;

- Le Nord de la commune de Malakoff ;
- Le centre de la commune de Châtillon ;
- Les centres-villes de Fontenay-aux-Roses et du Plessis-Robinson ;
- Le Sud de la commune de Meudon, dans le secteur de Meudon-La Forêt.



Répartition de la population en 2017

Densité de population (habs/km ²)	10 000-15 000
< 5 000	15 000-20 000
5 000-10 000	> 20 000

Figure 37 : Densités actuelles de population sur la zone d'étude

(source : Recensement 2017 de la Population, INSEE)

2.3.2.2 Répartition des emplois sur le territoire

Plus de 140 000 emplois sont répartis sur le secteur d'étude. La commune accueillant le plus d'emplois est Issy-les-Moulineaux, avec plus de 50 000 emplois. Clamart présente environ 20 000 emplois et représente un pôle majeur d'activité dans le secteur. Les villes de Fontenay-aux-Roses et de Vanves sont les communes du secteur accueillant le moins d'emplois.

Tableau 3 : Nombre d'emplois par commune

Commune	Emplois actuels ¹
Châtillon	13 400
Clamart	20 400
Malakoff	15 200
Fontenay-aux-Roses	7 700
Le Plessis-Robinson	13 500
Issy-les-Moulineaux	51 900
Meudon	17 000
Vanves	7 900
Total	147 000

Les secteurs accueillant le plus d'emplois sont :

- Le centre (secteur Mairie de Clamart) et le sud de la ville de Clamart (Petit Clamart, axe D906) ;
- L'ensemble du territoire d'Issy-les-Moulineaux, en particulier le centre-ville (Mairie d'Issy), le secteur de la gare RER, et le secteur d'Issy-Val de Seine ;
- L'est de Châtillon et de Malakoff ;
- L'ouest du Plessis-Robinson.

¹ Source : données Institut Paris Région, données estimées pour les années 2014 ou 2017 selon le secteur concerné

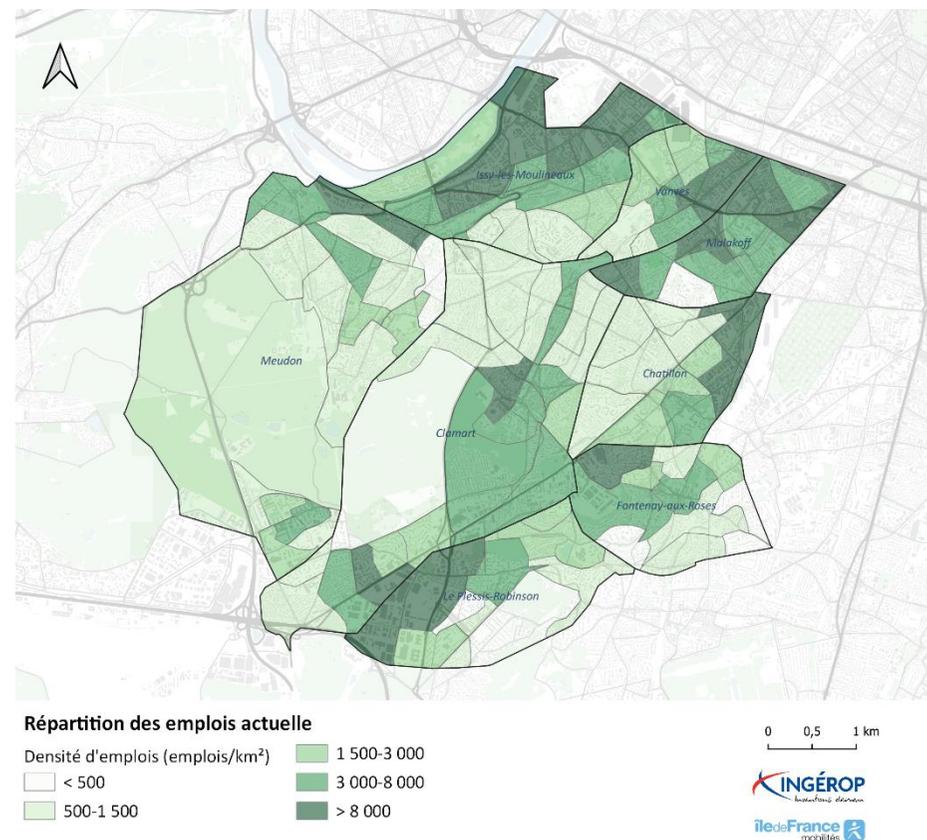


Figure 38 : Densités d'emplois actuelles¹ (2014 ou 2017) sur la zone d'étude

2.3.3 Pôles générateurs de déplacements

Les pôles générateurs de déplacements principaux se situent le long des grands axes routiers comme la D2 ou le long des axes majeurs de transport en commun comme le RER C. Les trois plus grands pôles se situent dans des zones urbanisées : le centre et le sud de Clamart et l'ensemble de la commune d'Issy-les-Moulineaux, en particulier au niveau de la mairie et de la gare d'Issy.

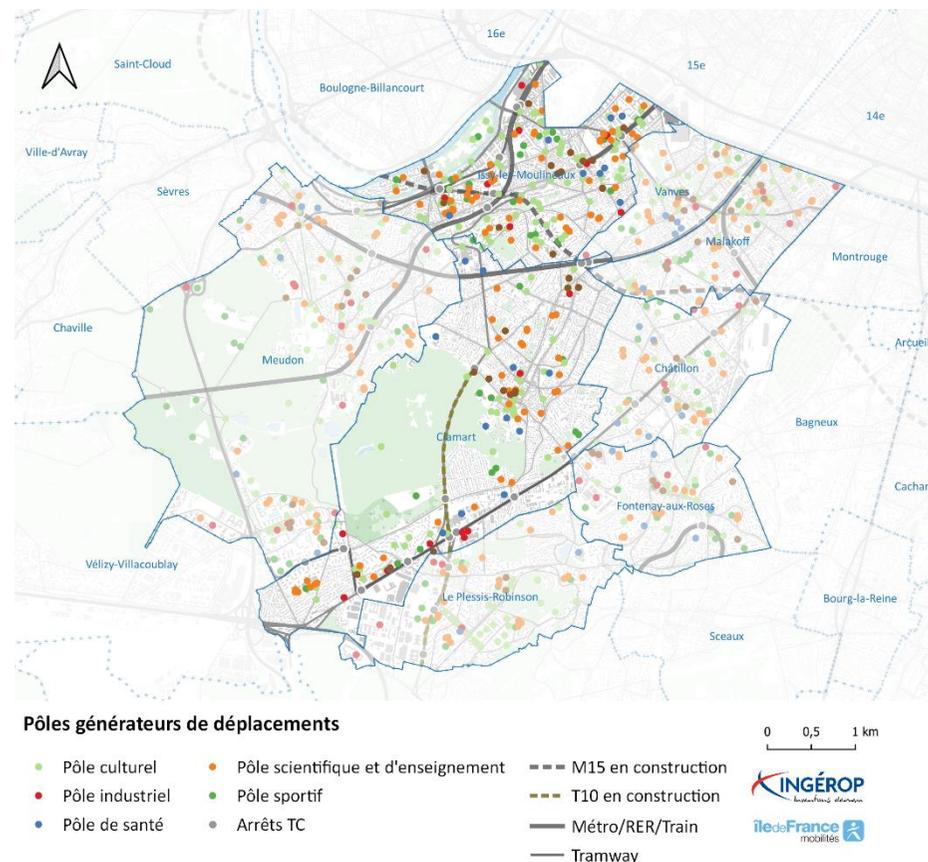


Figure 39 : Pôles générateurs de déplacement du périmètre d'étude

2.3.3.1 Pôles administratifs

Les communes d'Issy et de Clamart regroupent différents équipements administratifs, principalement dans les zones urbanisées les plus denses. Sur la commune d'Issy-les-Moulineaux, on trouve par exemple une Caisse d'Allocations Familiales ainsi qu'un centre Pôle Emploi. On dénombre aussi un Centre des Finances Publiques dans chaque commune, ainsi que d'autres dans certaines communes limitrophes (Vanves, Meudon).

Enfin, chaque commune dispose de services administratifs plus classiques comme une caserne de pompier, un hôtel de police, une mairie ou encore des bureaux de poste.

2.3.3.2 L'enseignement

La ville d'Issy-les-Moulineaux compte 5 établissements d'enseignement supérieur :

- L'École de la formation des barreaux de la Cour d'appel de Paris ;
- L'ISEP, une école d'ingénieurs dans le domaine du numérique ;
- STUDEC TV et Studio, une école des métiers de la radio et de la télévision ;
- L'ISIFA, un centre d'apprentissage en alternance dans le domaine de la comptabilité ;
- L'INA Expert, une école de marketing dans le domaine de l'audiovisuel.

Ces établissements sont répartis de manière uniforme sur l'ensemble de la commune. En complément, Issy-les-Moulineaux possède deux lycées.

On dénombre également certains établissements scientifiques comme l'Observatoire National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales à Issy-les-Moulineaux qui sont générateurs de déplacements

La ville de Clamart possède un établissement d'enseignement supérieur (classes préparatoires), ainsi qu'un lycée général, situé au sud du centre-ville à proximité du tramway T6.

2.3.3.3 *Les équipements sportifs*

Sur le périmètre d'étude, les équipements sportifs sont répartis de la façon suivante :

- 1 stade, 1 dojo, 1 complexe sportif, 1 piscine ainsi que 6 stades sur la commune de Clamart. Ces équipements sont répartis sur l'ensemble de la commune ;
- 7 gymnases, 1 parc municipal omnisport, 1 centre d'équitation, 2 piscines, 1 complexe sportif, 1 palais des sports, 5 stades et 1 boulodrome répartis sur l'ensemble de la commune d'Issy-les-Moulineaux.

2.3.3.4 *Les équipements culturels*

Les équipements culturels du secteur sont répartis de la façon suivante :

- 2 cinémas, 1 centre d'art contemporain, 2 théâtres, 1 centre socio-culturel, 1 conservatoire, 1 médiathèque pour la ville de Clamart. Ces équipements culturels sont répartis sur l'ensemble de la commune.
- 2 médiathèques, le Musée Français de la carte à jouer, 2 espaces ludiques, 1 cinéma et 1 conservatoire, répartis sur l'ensemble de la commune d'Issy-les-Moulineaux.

2.3.3.5 *Les équipements de santé*

- Les hôpitaux Antoine Béclère et Percy (l'un des plus grands hôpitaux militaires d'Île-de-France), respectivement au sud et au nord de Clamart. La commune possède aussi un hospice ainsi qu'un centre de santé polyvalent ;
- Les hôpitaux Corentin Celton et Suisse de Paris, la Clinique du parc de Vanves ainsi que deux espaces de santé sur le territoire de la commune d'Issy-les-Moulineaux.

Une desserte plus efficace par les transports collectifs des grands pôles d'activités des deux communes du périmètre améliorerait la desserte en donnant un accès à des équipements qui dépassent l'échelle communale comme les hôpitaux, les lieux d'enseignement supérieur d'Issy-les-Moulineaux ou encore certains lieux d'administration. Les équipements sont en partie concentrés autour de la gare RER d'Issy et du métro Mairie d'Issy, ainsi que dans le centre-ville de Clamart (autour de la Mairie) et le long du tramway T6.

2.3.4 Perspectives d'évolution du territoire

2.3.4.1 Schéma Directeur de la Région Île-de-France

Selon le Schéma Directeur de la Région Ile-de-France, les objectifs en termes de projets urbains sont multiples. A l'horizon 2030, le Schéma Directeur propose d'abord de construire 70 000 logements par an sur l'ensemble de la région. Ensuite, il indique la nécessité de créer 28 000 emplois par an sur la région afin d'améliorer la mixité habitat/emploi. Enfin, l'accès aux équipements et aux services publics est indiqué comme un axe de développement sur l'ensemble de la région, tout comme l'amélioration de l'espace urbain et de son environnement naturel. En ce sens, les projets d'aménagements urbains suivant s'insèrent dans cette volonté d'améliorer la qualité de vie au sein du périmètre d'étude.

2.3.4.2 Répartition de la population à horizon 2035

Les projections de population ont été réalisées par l'Institut Paris Région à horizon 2035. Les chiffres présentés ci-dessous correspondent au « scénario haut », dans l'optique d'étudier l'opportunité du projet à cet horizon.

Tableau 4 : Perspectives d'évolution de la population à horizon 2035

Commune	Population actuelle (2017)	Population en 2035	Croissance 2017-2035
Chatillon	37 400	42 800	+14%
Clamart	53 000	72 400	+37%
Malakoff	30 700	35 700	+16%
Fontenay-aux-Roses	24 600	29 000	+18%
Le Plessis-Robinson	29 100	42 000	+44%
Issy-les-Moulineaux	68 500	77 500	+13%
Meudon	45 400	49 400	+9%
Vanves	27 700	31 700	+14%
Total	316 400	380 500	+20%

Les projections de population à l'horizon 2035 indiquent une importante augmentation de la population sur la commune de Clamart : la commune verra sa population augmenter = de 19 400 habitants selon le scénario haut.

Les autres communes devraient connaître des croissances plus modestes. On peut néanmoins souligner l'augmentation conséquente de la population du Plessis-Robinson.

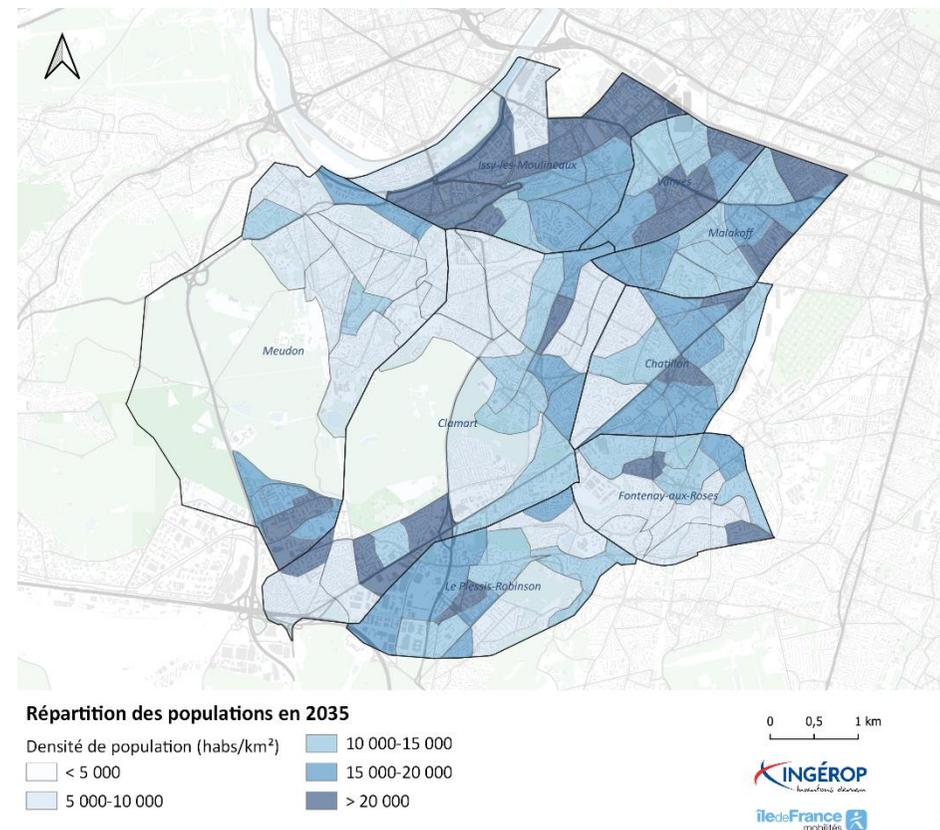


Figure 40 : Densités de population sur la zone d'étude à l'horizon 2035

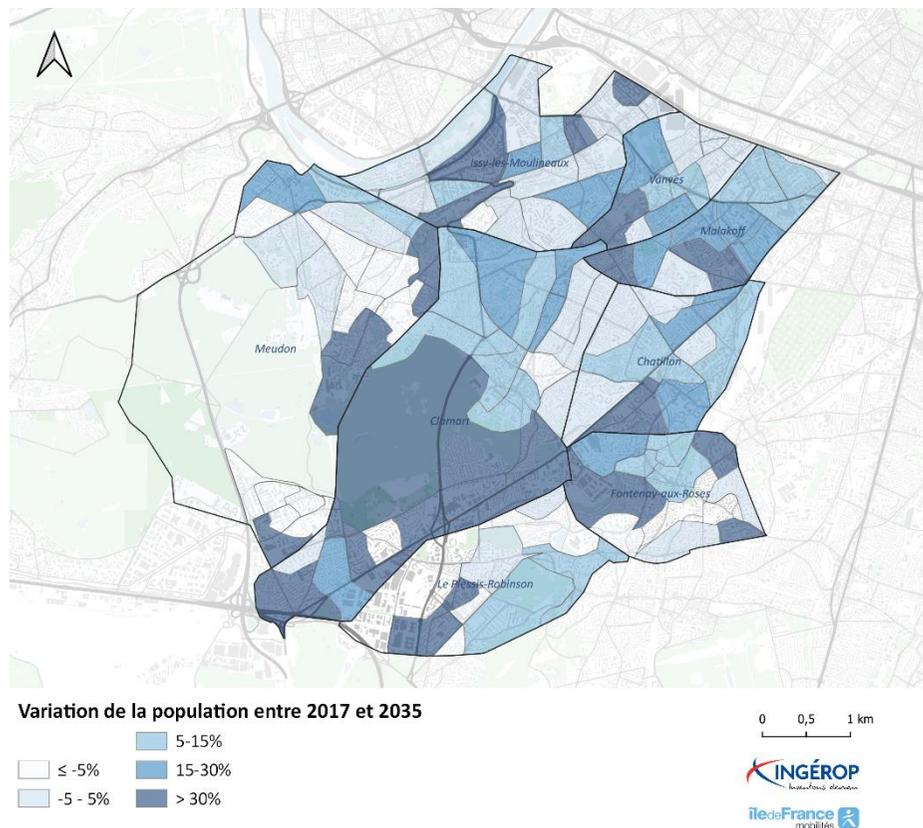


Figure 41 : Pourcentage d'évolution de la population à l'horizon 2035

2.3.4.3 Répartition des emplois à horizon 2035

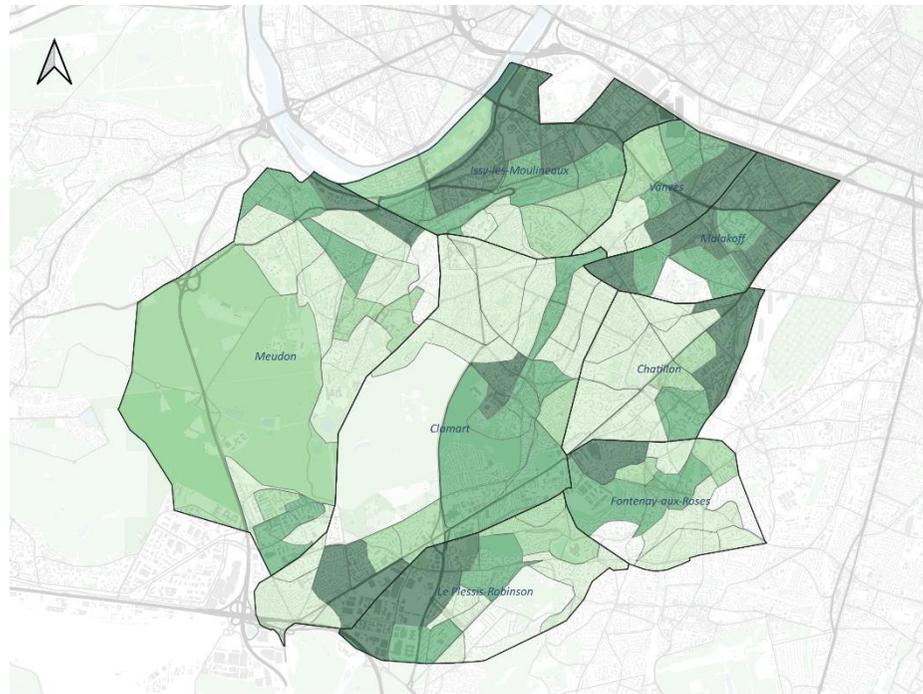
Les projections en matière d'emploi à l'horizon 2035 élaborées par l'Institut Paris Région indiquent une augmentation du nombre d'emplois dans la zone d'étude, en particulier sur les communes de Châtillon (+18 000 emplois) et d'Issy-les-Moulineaux (+18 000 emplois).

Les communes de Fontenay-aux-Roses et de Vanves devraient, quant à elles, voir leur nombre d'emplois stagner ou légèrement augmenter (moins de 10% de croissance).

Tableau 5 : Perspectives d'évolution des emplois à horizon 2035

Commune	Emplois actuels ¹	Emplois en 2035	Croissance Actuel-2035
Châtillon	13 400	31 200	+133%
Clamart	20 400	22 400	+10%
Malakoff	15 200	20 300	+34%
Fontenay-aux-Roses	7 700	7 900	+3%
Le Plessis-Robinson	13 500	17 300	+28%
Issy-les-Moulineaux	51 900	69 800	+34%
Meudon	17 000	25 400	+49%
Vanves	7 900	8 500	+8%
Total	147 000	202 800	+38%

¹ Source : données Institut Paris Région, données estimées pour les années 2014 ou 2017 selon le secteur concerné



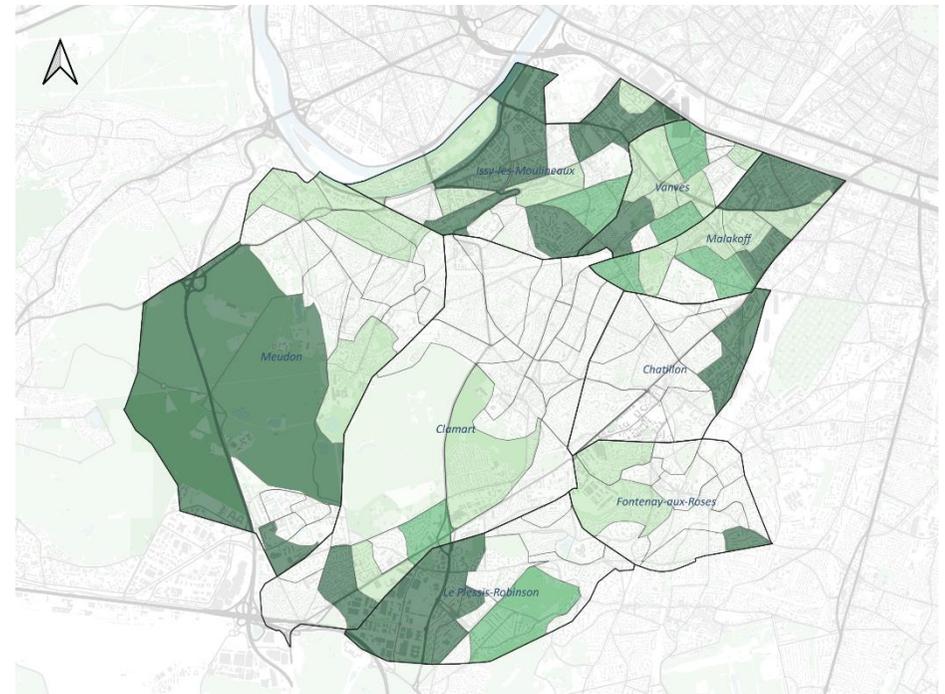
Répartition des emplois en 2035

Densité d'emplois (emplois/km²)

	< 500
	500-1 500
	1 500-3 000
	3 000-8 000
	> 8 000

0 0,5 1 km

Figure 42 : Densités d'emploi sur la zone d'étude à l'horizon 2035



Variation des emplois entre état actuel (2014-2017) et 2035

Variation du nombre d'emplois

	≤ 0%
	0-10%
	10-20%
	> 20%

0 0,5 1 km

Figure 43 : Pourcentage d'évolution des emplois à l'horizon 2035

2.3.4.4 Projets urbains du territoire

La carte ci-dessous présente les projets urbains recensés par l'Institut Paris Région sur le territoire d'étude.

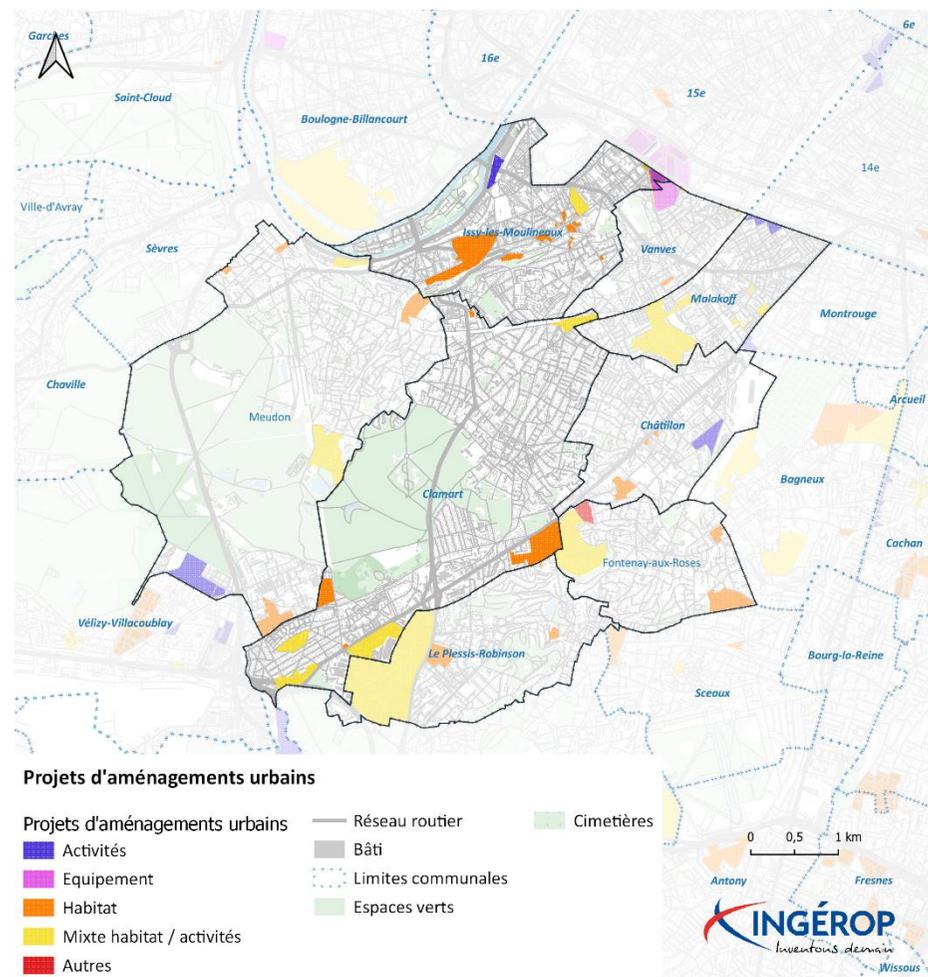


Figure 44 : Projets d'aménagements urbains au sein du périmètre d'étude
(source : Institut Paris Région)

Projets à dominante d'activités

ZAC du Pont d'Issy (Issy-les-Moulineaux)

La Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) du Pont d'Issy abritera majoritairement des zones d'activités et des immeubles de bureaux, comme Bridge, le siège mondial d'Orange livré en 2021, ou encore la Tour Keiko, qui abritera plusieurs entreprises sur 14 étages. Cette zone se situe à proximité de transports en commun (T2, RER C à Issy-Val de Seine). En complément, la zone sera végétalisée pour améliorer l'espace de vie.

Projets à dominante d'habitat

On trouve deux projets d'habitat majeurs au sein du périmètre d'étude.

ZAC Léon Blum (Issy-les-Moulineaux)

La construction de la future gare de la ligne 15 du métro est l'occasion pour la ville d'Issy-les-Moulineaux de rénover le quartier environnant. Ainsi, le réaménagement de la ZAC Léon Blum a pour objectif de répondre aux enjeux de la métropole, notamment sur les questions de logement et de transport, tout en offrant un cadre de vie agréable à ses habitants.

Le projet de la ZAC Léon Blum est divisé en 10 îlots de bâtiments à requalifier. Ils bénéficieront d'un programme de constructions d'une surface globale d'environ 130 000 m² comprenant :

- 100 000 m² de logements (avec au moins 25 % à caractère social)
- 28 000 m² de bureaux
- 3 500 m² de commerces
- une école de 12 classes
- un équipement de petite enfance de 60 berceaux

- le réaménagement de la place Léon Blum (hors du périmètre opérationnel de la ZAC mais en articulation avec le projet, réaménagement piloté par le département)
- deux espaces verts
- un mail piéton
- une place afin de permettre l'ouverture des îlots actuels sur le futur quartier

Ce projet sera donc implanté autour de la place Léon Blum au sein d'une zone de requalification située le long de la rue Aristide Briand et de l'avenue de Verdun et bénéficiera de l'arrivée de la ligne 15 du métro.

Avec la ZAC Léon Blum, l'objectif est de répondre aux enjeux d'aménagement de la métropole, notamment concernant le logement et les transports, tout en permettant à l'échelle locale la reconversion du quartier offrant un cadre de vie agréable à ses habitants.



Figure 45 : Illustration de la ZAC Léon Blum
(source : Ville d'Issy-les-Moulineaux)

ZAC du Panorama (Clamart)

La ZAC du Panorama est un écoquartier. Il offre des logements, des commerces et des équipements organisés autour d'un parc central afin de créer un lieu de vie dynamique et respectueux de l'environnement. La première phase de la ZAC a été livrée en 2020, avec des logements, commerces et équipements publics. La seconde phase est projetée pour 2024.



Figure 46 : Illustration de la ZAC du Panorama
(source : Vallée Sud Aménagement)

Abords de la gare de Clamart (Vanves)

On peut de plus noter la construction de nombreux ensembles de logements au niveau de la rue du Clos Montholon (Vanves), à proximité immédiate de la future station de la ligne 15 « Clamart ». Ces constructions ne font pas partie d'une opération d'aménagement mais leur nombre important en fait un projet notable pour le territoire.

Projets mixtes habitat / activités

En plus de projets au sud de la ville de Clamart, comme le Campus Trivaux-Garenne (complexe sportif et scolaire) ou le Quartier de la Plaine Sud (quartier composé de commerces, de logements et d'un groupe scolaire), on trouve deux projets mixtes habitat/activité majeurs.

Ecoquartier de la Gare (Clamart)

Le nouveau quartier de la Gare proposera une nouvelle entrée de ville, conviviale, commerçante et accessible.

La Ville de Clamart a saisi l'opportunité de l'arrivée de la ligne 15 pour dessiner une nouvelle centralité sur le terrain en friche de la SNCF de plus de 2 ha. La volonté de la municipalité est de créer une entrée de ville dynamique, conviviale, pratique et sûre. Les habitants ont été associés à la réflexion globale.

Alors que les autres gares ont associé leur urbanisme au projet SGP conçus parfois avec 12 étages, Clamart a souhaité conserver la main sur son projet urbain en conformité avec le PLU qui limite les hauteurs d'immeubles et laisse une large place au pavillon. Ce projet se démarque par une architecture connectée à des éléments remarquables du bâti clamartois. Il accorde une large place aux équipements publics (une crèche et une école pensées en même temps que les logements), et aux espaces verts. Sa coulée verte le long des voies, la faible hauteur des immeubles (R+4 + combles), ses 2 000 m² de commerces apporteront autour de plusieurs places publiques, dynamisme et convivialité.

Le projet prévoit la construction de logements privés et 30% de logements sociaux, et un parking public d'environ 200 places en complément d'un parking privé pour les habitants.

Le démarrage des travaux de la première phase du projet a eu lieu en 2021 et les livraisons sont prévues pour 2023. Des livraisons complémentaires (phase 2) sont ensuite prévues à partir de 2029.



Figure 47 : Illustration l'écoquartier de la Gare
(source : Ville de Clamart)

ZAC Cœur de ville (Issy-les-Moulineaux)

Ce projet, situé aux alentours de la Mairie d'Issy, constitue un écoquartier de plus de 100 000 m² de surface de plancher autour d'un parc. On y trouvera un cinéma de 7 salles, un centre numérique, 627 logements (dont 25% à caractère social), un nouveau groupe scolaire, une crèche et près de 41 000 m² de bureaux à énergie positive.



Figure 48 : Illustration de la ZAC Cœur de Ville
(source : Ville d'Issy-les-Moulineaux)

2.4 Mobilité au sein du secteur d'étude

2.4.1 Le réseau de transports collectifs et ses perspectives d'évolution

2.4.1.1 Le réseau ferré

Ligne N

La gare de Clamart est desservie par la ligne N qui permet de relier la gare Montparnasse en 7 minutes. Elle permet en son autre extrémité de desservir Versailles, Rambouillet, Dreux et Mantes-la-Jolie.

La ligne N est longue de 117 kilomètres. Elle est exploitée par la SNCF et transporte plus de 32 millions de voyageurs par an¹.



Figure 49 : Plan de la ligne N
(source : SNCF)

Tableau 6 : Nombre de passages de la ligne N en gare de Clamart aux heures de pointe

Direction	Nombre de trains par heure de pointe
Paris Montparnasse	4
Sèvres Rive Gauche	4

La desserte de la gare de Clamart par la ligne N sera renforcée dès la mise en service de la ligne 15 du métro, avec un passage à 8 trains par heure de pointe et par sens.

¹ 117 000 voyageurs par jour de semaine, utilisation d'un coefficient multiplicateur jour-année de 280

RER C

Le RER C est la seconde ligne la plus longue et la ligne la plus fréquentée par les touristes du réseau RER. Sa fréquentation annuelle est de 140 millions de voyageurs et elle s'étend sur 187 km en desservant un total de 84 gares. Au sein du périmètre d'étude restreint, le RER C dessert les gares de Issy Val-de-Seine et Issy.

Le RER C permet de rejoindre Versailles Château ainsi que Saint-Quentin en Yvelines (via Versailles Chantiers) vers l'Ouest. A l'Est, la ligne permet de rejoindre Paris, Saint-Martin d'Etampes, Dourdan ou encore Versailles Chantiers via Massy-Palaiseau. Il est aussi possible de rejoindre Pontoise par le biais d'une correspondance (respectivement à Champ de Mars et Invalides). Au total, entre 11 et 12 trains par sens sont recensés aux heures de pointe.



Figure 50 : Plan de la ligne RER C
(source : SNCF)

Tableau 7 : Nombre de passages du RER C en gare d'Issy aux heures de pointe

Direction	Nombre de trains par heure de pointe
Versailles Château (vers Meudon) : VITY	4
Saint-Quentin-en Yvelines (vers Meudon) : SLOM	4
Chaville-Vélizy (vers Meudon) : KYVI	4
Saint-Martin d'Etampes (vers Paris) : ELBA	2
Versailles Chantiers (vers Paris) : CIME	2
Bibliothèque François Mitterrand (vers Paris) : FOOT	3
Dourdan-la-Forêt (vers Paris) : DEBO	2
Juvisy (vers Paris) : JILL	2

Tramway T2

Le tramway T2 relie en 18 km la Porte de Versailles au Pont de Bezons, en passant par La Défense. Il transporte près de 60 millions de voyageurs par an et est exploité par la RATP. Cette ligne passe par le périmètre d'étude restreint via les arrêts Jacques-Henri Lartigue et Issy-Val de Seine. Il dessert ainsi la gare RER du même nom et permet donc de relier le RER C.

Le tramway T2 permet de rejoindre La Défense en 28 minutes depuis Issy Val-de-Seine.



Figure 51 : Plan du tramway T2 (source : RATP)

Tableau 8 : Nombre de passages du T2 aux heures de pointe

Direction	Nombre de trains par heure de pointe du matin	Nombre de trains par heure de pointe du soir
Pont de Bezons	15 à 20	12 à 15
Porte de Versailles	15 à 20	12 à 15

Tramway T6

Le tramway T6, exploité par la RATP, relie Viroflay Rive Droite à Chatillon Montrouge en 14 km. Il transporte 22 millions de passagers par an et traverse le périmètre d'étude restreint via les stations : Georges Pompidou, Pavé-Blanc, Mail de la Plaine, Hôpital Bécclère, Soleil Levant.

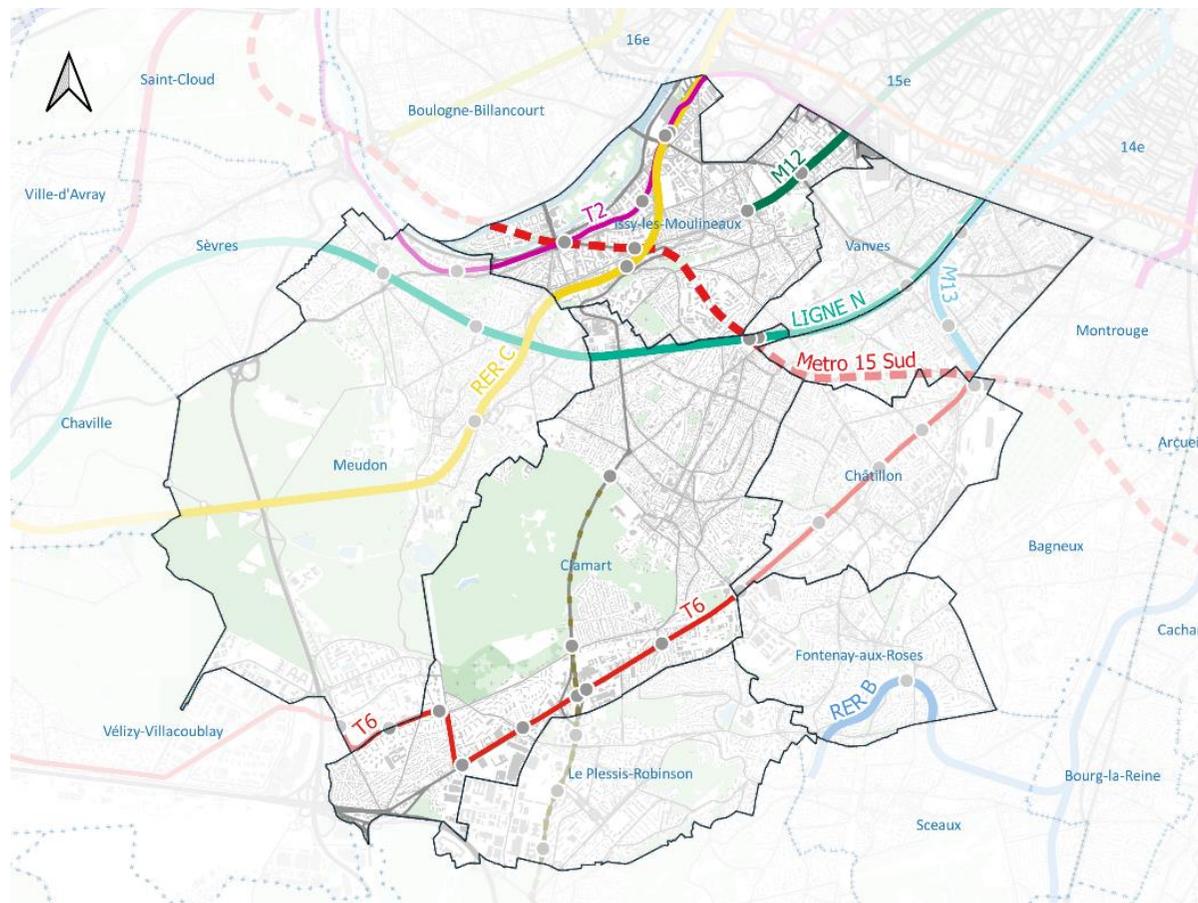
Le tram T6 permet de rejoindre Châtillon-Montrouge (correspondance avec le métro 13) en 16 minutes depuis l'Hôpital Bécclère.



Figure 52 : Plan du tramway T6 (source : RATP)

Tableau 9 : Nombre de passage du T6 aux heures de pointe

Direction	Nombre de trains par heure de pointe du matin	Nombre de trains par heure de pointe du soir
Viroflay Rive-Droite	15	9 à 15
Châtillon Montrouge	15	9 à 15



Réseaux de transports structurants

- Stations TC
- Réseau routier primaire
- Réseau routier secondaire
- T10 en construction
- M15 en construction

0 0,5 1 km



Figure 53 : Réseaux de transports collectifs structurants du périmètre

2.4.1.2 Le réseau bus

Le réseau de bus vient compléter le dispositif de transport sur l'ensemble du périmètre étudié. Il affine la desserte et permet un maillage plus complet du secteur.

Sur le territoire de Clamart :

- 14 lignes du réseau RATP (59, 162, 169, 179, 189, 190, 191, 195, 289, 290, 379, 389, 390, 394) ;
- Trois lignes du réseau Noctilien (N61, N62, N66) ;
- Les lignes du réseau urbain de Clamart, opéré par la RATP et nommé Clamibus ;
- Les lignes des réseaux urbains d'Issy-les-Moulineaux (TUVIM) et de Malakoff (L'Hirondelle) ;
- La ligne 475 du réseau Sqybus, qui relie Porte d'Orléans à Elancourt ;
- La ligne 50 du réseau de bus Phébus, qui relie Vélizy-Villacoublay à la Gare de Fontaine Michalon ;
- La ligne 15 du réseau Mobicaps, qui relie la gare de Massy-Palaiseau au centre commercial Vélizy 2 ;
- Le Clam'Express, service de transport à la demande reliant la gare de Clamart avec les secteurs Hôpital Percy, Mairie, Jardin Parisien, Plateau de Clamart et Novéos.

Sur le territoire d'Issy-les-Moulineaux :

- 11 lignes du réseau RATP (39, 123, 126, 169, 189, 190, 289, 290, 323, 389, 394) ;
- Deux lignes du réseau Noctilien (N13, N62) ;
- Le réseau urbain de la ville, nommé TUVIM.

Au sein du secteur d'étude restreint, on dénombre 4 lignes très fréquentées.

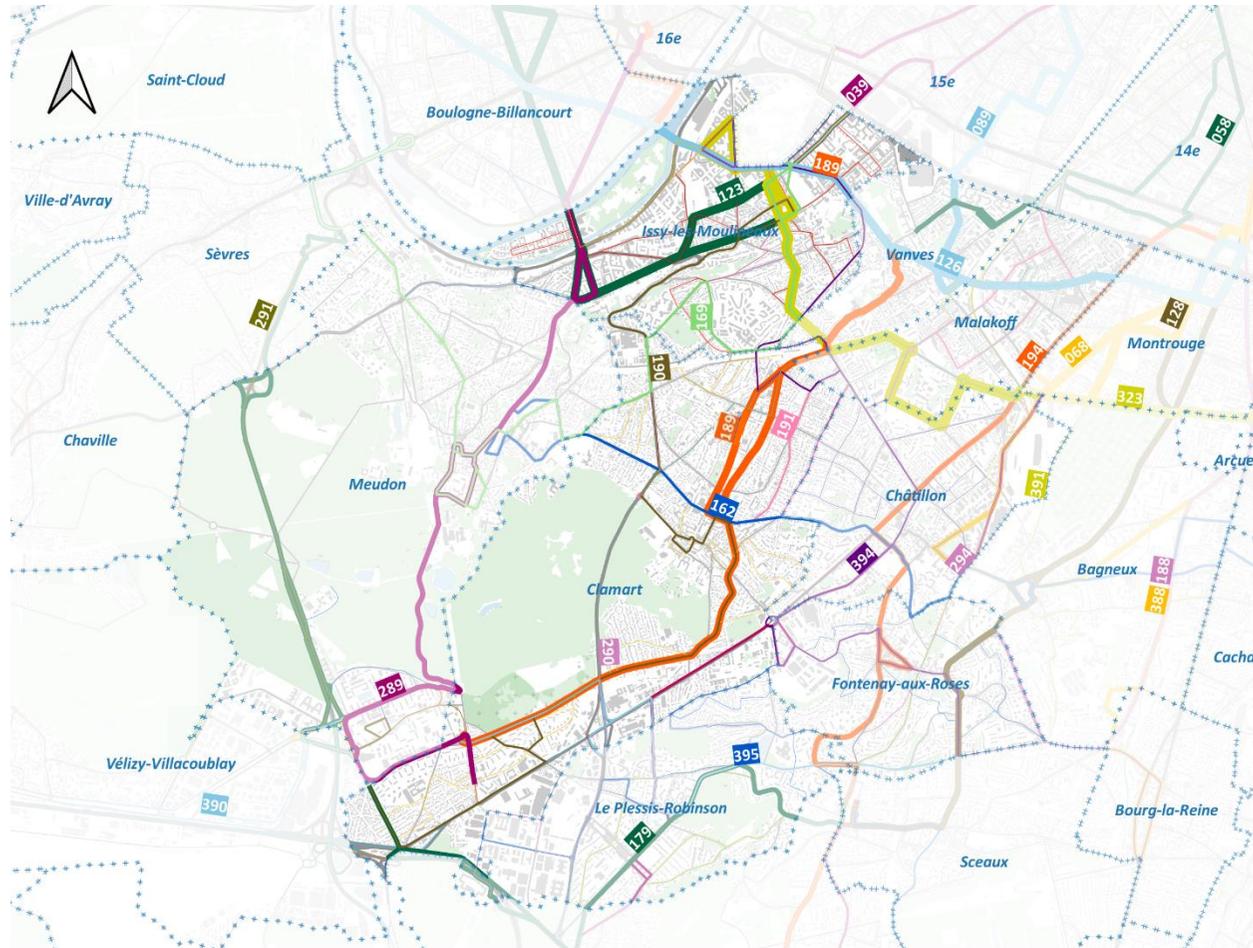
Tableau 10 : Lignes de bus fortes du périmètre

Ligne	Exploitant	Desserte	Fréquentation annuelle (nombre de voyageurs)
123	RATP	Porte d'Auteuil / Mairie d'Issy	6 895 000
126	RATP	Parc de Saint-Cloud / Porte d'Orléans	6 784 000
189	RATP	Georges Pompidou / Porte de Saint-Cloud	6 081 000
323	RATP	Ivry-Gambetta / Issy Val-de-Seine	8 134 000

On constate sur le secteur d'étude que la gare d'Issy et la gare de Clamart constituent les deux pôles majeurs d'échange intermodal avec le RER C et la ligne N, ainsi qu'avec la future ligne 15. On relève aussi des pôles mineurs d'échange intermodal au nord et au sud du périmètre d'étude, permettant d'effectuer un lien avec les trams T2 et T6.

Actuellement, seule la ligne 189 permet de relier le sud et le centre de Clamart au nord de la commune ; il s'agit de la ligne la plus fréquentée sur la commune de Clamart. On constate aussi que la commune d'Issy-les-Moulineaux possède un maillage bien plus complet qui permet aux utilisateurs de se déplacer facilement au sein de la ville en utilisant le réseau de bus. Ce maillage est plus limité sur la commune de Clamart. On dénombre 2 lignes passant par le futur arrêt Place du Garde, et seulement une ligne permettant de relier le centre-ville à la gare de la ligne N.

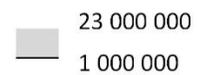
Au total, 4 lignes (169, 190, 290, 394) permettent de relier les deux communes, mais rejoignent principalement le nord de Clamart et n'atteignent donc pas la Place du Garde ou le centre-ville.



Réseaux de bus

- Réseau routier primaire
- Réseau routier secondaire

Voyageurs annuels sur la ligne



0 0,5 1 km



Figure 54 : Réseau de bus du périmètre

2.4.1.3 Perspectives d'évolution du réseau de transports en commun

Selon le Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France (PDUIF), les enjeux en matière de transports collectifs en Île-de-France sont multiples. Le plan propose tout d'abord d'améliorer la manière dont la ville est organisée en l'intensifiant autour d'axes de transports structurants. Il propose ensuite de développer l'offre de transports collectifs pour répondre aux besoins de déplacements tout en renforçant la qualité de cette offre. Enfin, il propose de réduire l'usage de modes individuels avec l'objectif d'améliorer la qualité de vie. En ce sens, le PDUIF propose les projets de transports décrits ci-dessous pour le périmètre d'étude.

Ces projets répondent très bien aux objectifs fixés par le SDRIF, qui propose de refaire du réseau de transport un atout premier pour la région Île-de-France. Ce réseau a pour but de mieux répondre aux besoins de déplacements des Franciliens afin d'améliorer leur qualité de vie et d'accompagner le développement de la région.

Tramway T10

L'objectif de ce projet est de relier Antony et Clamart en 25 minutes, en passant par Châtenay-Malabry et Le Plessis-Robinson. Le projet prévoit la mise en service du T10 entre Croix de Berny et la station Jardin Parisien à l'horizon 2023. Il permettra de renforcer l'attractivité des transports collectifs dans un secteur relié vers Paris mais dépourvu de liaison transversale. Il permettra de plus de soutenir l'attractivité du territoire et encourager ses projets de développement. Au total, 14 stations seront desservies avec une fréquence d'un tram toutes les 6 minutes en heure de pointe sur les 8 km de tracé qui sera longé par un itinéraire cyclable.

Le futur T10 sera en correspondance avec le RER B et la ligne de BHNS « Trans-Val-de-Marne » à la station Croix-de-Berny à Antony, et avec le T6 à l'hôpital Béclère au sud de Clamart.

Les travaux du tronçon entre Jardin Parisien et la Place du Garde ont été suspendus, dans l'attente des conclusions des études relatives au projet de prolongement de T10 à la ligne 15 du métro, objet du présent document.

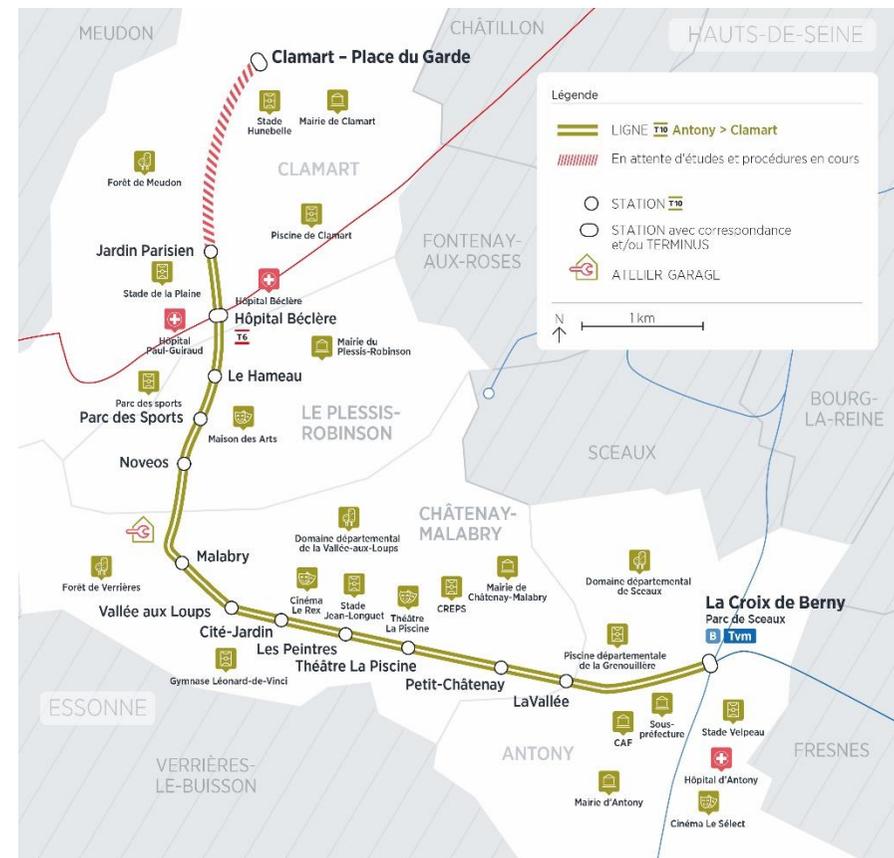


Figure 55 : Projet de tramway T10 (source : IDFM)

Métro 15 Sud

La future ligne 15 Sud (entre Pont de Sèvres et Noisy-Champs) du métro traversera 22 communes de la petite couronne avec un tracé de 33 km de long. Sa mise en service est prévue courant 2025 avec un prolongement en 2030 (lignes 15 Ouest et 15 Est).

Les futures stations de la ligne 15 Sud seront en correspondance avec un grand nombre de lignes de RER, métros, tramways et bus. La fréquentation de l'ensemble de la ligne 15 (tronçons est, ouest et sud) est estimée à plus de 80 millions de voyageurs par an¹.

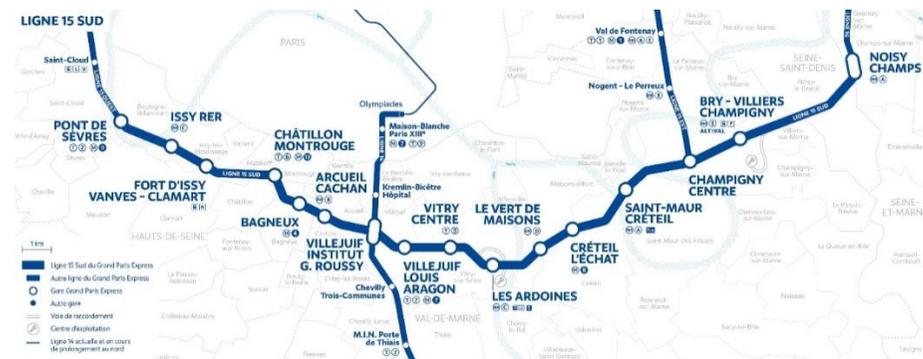


Figure 56 : Projet de ligne 15 Sud
(source : SGP)

Au sein du périmètre d'étude, la future ligne 15 desservira les gares suivantes :

- Issy, en correspondance avec le RER C ;
- Clamart, en correspondance avec la ligne N du Transilien.

La ligne 15 permettra de rejoindre La Défense en 20 minutes depuis la station Clamart, et en 18 minutes depuis la station Issy.

La station « Clamart » comptera quatre niveaux souterrains et les quais auront une profondeur de 26 m. Elle sera en partie implantée sous les voies du Transilien.

La gare occupera un vaste espace en surface. Côté Clamart, un grand parvis permettra d'entrer de plain-pied dans la gare, alors que l'accès du côté d'Issy-les-Moulineaux et Vanves se fera par une verrière.



Figure 57 : Plan de situation de la station Clamart
(source : SGP)



Figure 58 : Coupe de principe de la station Clamart
(source : SGP)

¹ 300 000 voyageurs par jour, utilisation d'un coefficient multiplicateur jour-année de 280

La **station Issy** sera implantée dans le quartier Léon-Blum, à l'angle des rues de Verdun et Aristide-Briand. Elle sera constituée de 3 niveaux souterrains et les quais auront une profondeur de 22 m. Un ouvrage de correspondance permettra de cheminer entre la station de la ligne 15 et la gare RER C située à proximité du boulevard Rodin.

Un projet connexe est associé à la gare, haut de 15 étages et comprenant des logements et des espaces d'activités économiques.



Figure 59 : Plan de situation de la station Issy
(source : SGP)



Figure 60 : Coupe de principe de la station Issy
(source : SGP)

Analyse du maillage du périmètre

On observe un maillage des transports collectifs lourds dense sur le nord du périmètre d'étude, avec les lignes M12, T2, RER C, N qui permettent de couvrir la quasi-totalité de la commune d'Issy-les-Moulineaux, ainsi que le nord de Meudon et la commune de Vanves. A l'inverse, le reste du secteur d'étude est très peu desservi par le réseau de transport lourd.

Deux axes majeurs structurent le secteur du tramway T10 :

- Le RER B, axe radial qui permet de rejoindre Paris ;
- Le tramway T6, qui en plus d'assurer des liaisons de banlieue à banlieue (desserte du plateau de Vélizy notamment), permet de rejoindre un axe radial fort (métro 13).

Une fois la ligne 15 sud du métro mise en service, les rabattements depuis le secteur du T10 vers cette ligne de rocade forte et structurante à l'échelle régionale seront assurés par le RER B et le tramway T6. En l'absence d'interconnexion entre tramway 10 et la ligne 15, ces axes de rabattement présentent un risque de saturation. De plus, les usagers du T10 devront effectuer une correspondance supplémentaire (avec le T6 ou le RER B) pour rejoindre la ligne 15.

L'arrêt du T10 à la Place du Garde ne permet pas une amélioration optimale de l'attractivité des transports collectifs pour les habitants du secteur desservi par le T10 (Antony, Châtenay-Malabry, Le Plessis-Robinson, Clamart) souhaitant se rendre dans l'Ouest Francilien (La Défense, Versailles, etc.). La correspondance du T10 avec la ligne 15, le RER C et/ou la ligne N permettrait de compléter le maillage du réseau de transports collectifs et améliorerait les conditions de déplacements Sud <> Ouest de la petite couronne francilienne.

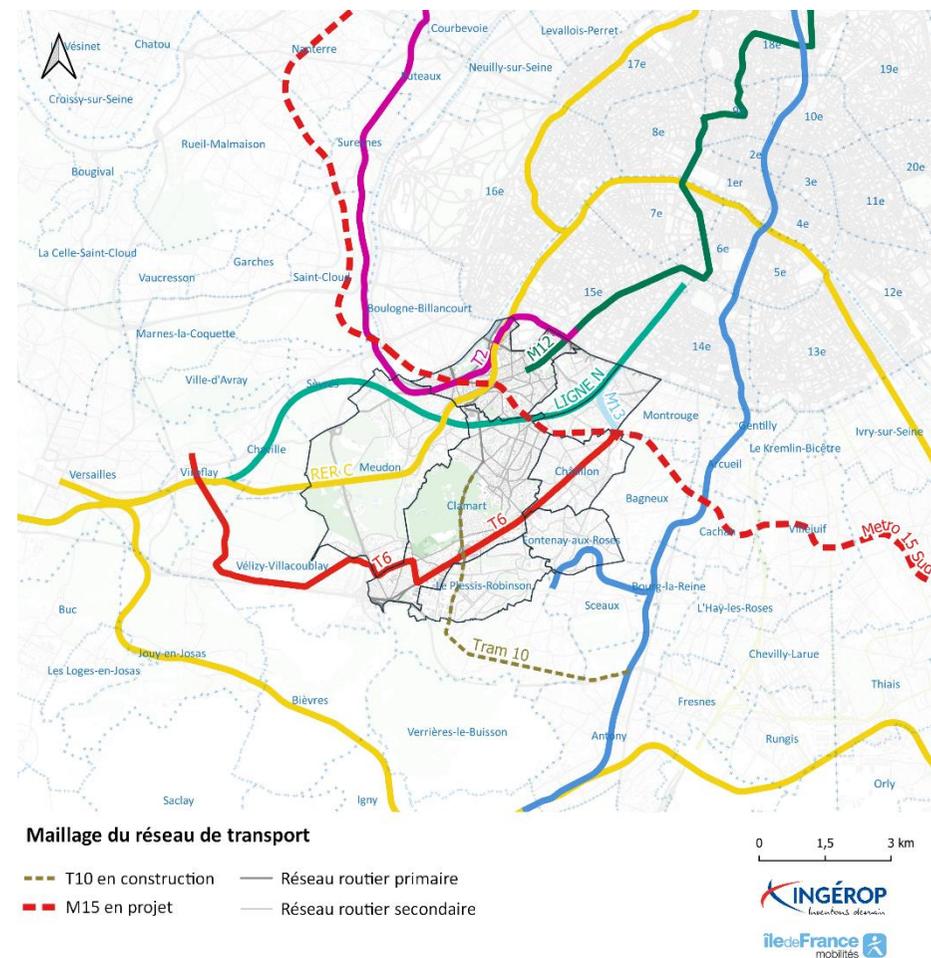


Figure 61 : Maillage du réseau structurant de transport interceptant le périmètre

2.4.2 Le réseau routier

2.4.2.1 Hiérarchie du réseau

Sur le périmètre d'étude, on distingue 3 niveaux hiérarchiques du réseau routier :

- Le réseau primaire, structurant le périmètre d'étude et permettant des échanges intercommunaux ;
- Le réseau secondaire, assurant des échanges intercommunaux ainsi que les échanges intracommunaux ;
- Un réseau de desserte locale assurant l'accessibilité locale fine (non représenté sur la cartographie).

Le secteur d'étude est structuré par plusieurs axes primaires :

- La RD2, reliant Malabry à Issy-les-Moulineaux en passant par le Plessis-Robinson et par Clamart. Elle est le support du futur T10 et permet de lier le périmètre d'étude du nord au sud. C'est l'axe routier principal du secteur ;
- La RD906, reliant Clamart à Paris et longeant le sud du périmètre d'étude ;
- La RD7, reliant l'île Saint-Denis au Pont du Garigliano en longeant la Seine au nord du périmètre d'étude et permettant des échanges intercommunaux au sein d'Issy-les-Moulineaux ;
- Les RD101 et la RD50, coupant la RD7 transversalement et permettant de relier le périmètre à Boulogne-Billancourt et à Vanves ;
- La RD989, reliant Issy-les-Moulineaux à la commune limitrophe de Meudon.

Le réseau secondaire quant à lui, permet un maillage complet des deux communes du secteur d'étude en complément des axes primaires. Il permet aux automobilistes de se déplacer au sein de la commune et entre les communes. Le réseau secondaire est particulièrement maillé sur la commune d'Issy-les-Moulineaux, qui est davantage urbanisée.

L'axe routier majeur de la zone reste la RD2 qui permet d'assurer une liaison Nord-Sud. Le futur T10 viendra en partie compléter cette liaison en suivant le tracé de la RD2 sur le sud de Clamart.

On observe un grand nombre de zones 30 qui couvrent l'ensemble du territoire, en particulier les communes du périmètre restreint.

Les voies de bus sont limitées. On compte seulement, sur les communes d'Issy-les-Moulineaux et de Clamart :

- Les avenues Jean Jaurès (RD71) et Victor Hugo (RD130) à Clamart ;
- La rue Diderot à Issy-les-Moulineaux.



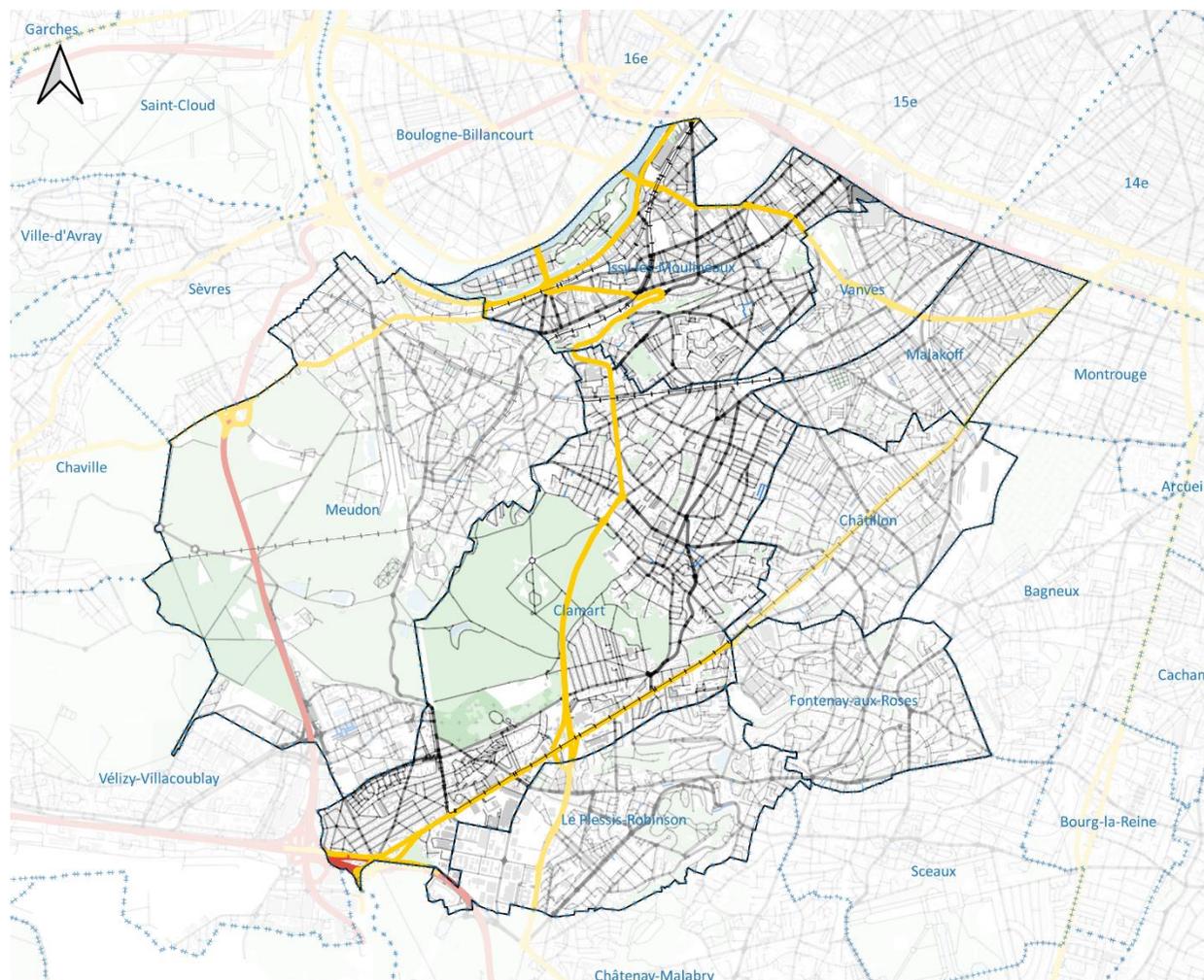
Figure 62 : Avenue Jean Jaurès-RD71
(source : Google Maps)



Figure 63 : Avenue Victor Hugo-RD130
(source : Google Maps)



Figure 64 : Rue Diderot à Issy-les-Moulineaux
(source : Google Maps)



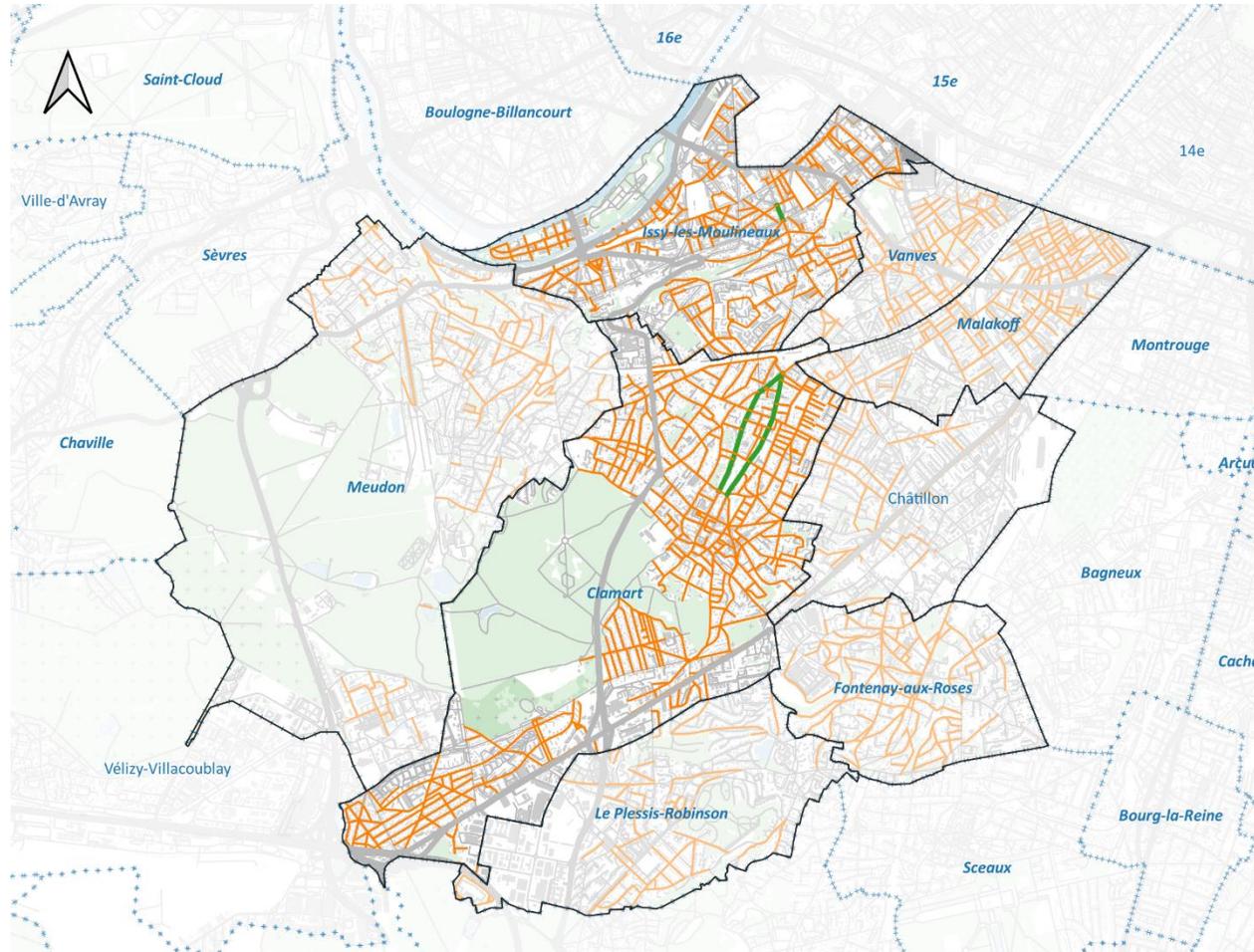
Réseau Routier

- Voie primaire de 1ère importance
- Voie primaire de 2nde importance
- Voie secondaire
- Zone de végétation
- Surface d'eau
- Cimetière
- Bati

0 0,5 1 km



Figure 65 : Réseau routier du périmètre



Réseaux de transports structurants

- Couloir bus unidirectionnel
- Zone 30
- Autres voies du réseau routier primaire
- Réseau routier secondaire

0 0,5 1 km



Figure 66 : Voies de bus et les zones 30 au sein de la zone d'étude

2.4.2.2 Congestion de la voirie au sein du périmètre d'étude

Heure de pointe du matin (HPM)

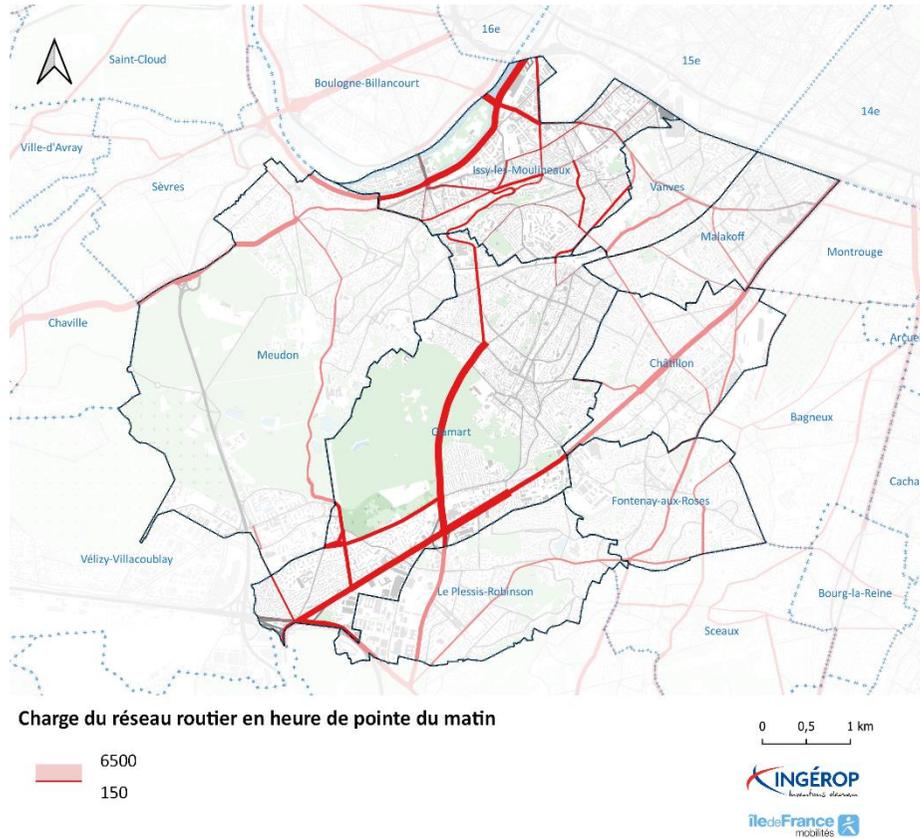


Figure 67 : Charge routière de la voirie départementale du périmètre à l'HPM

Heure de pointe du soir (HPS)

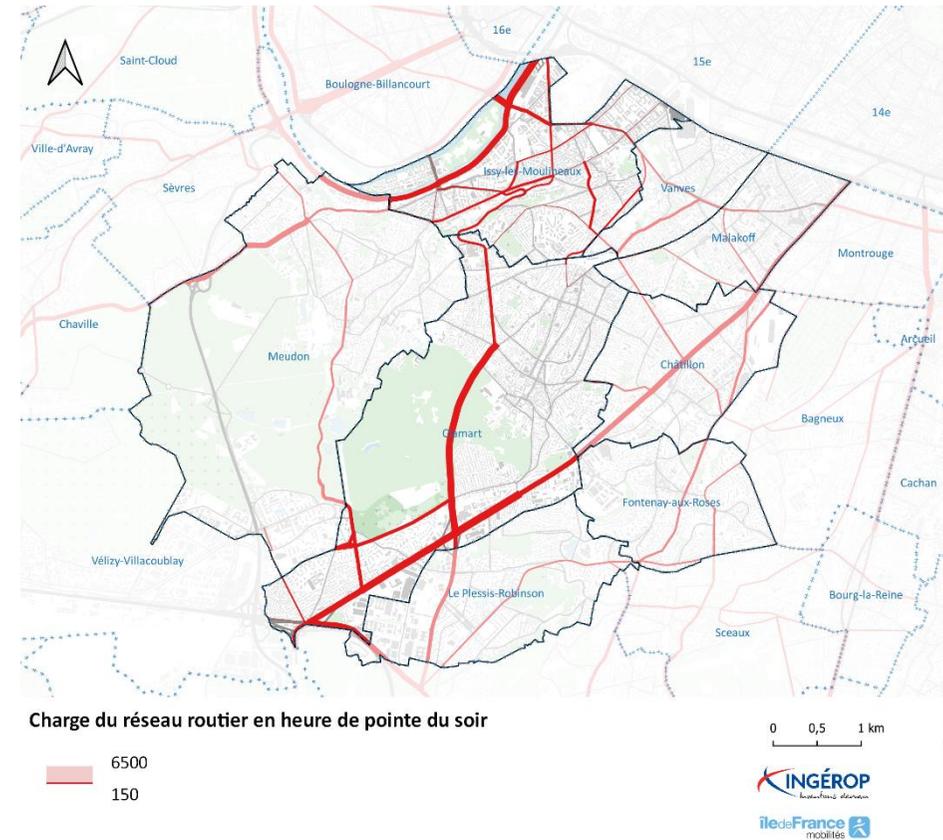


Figure 68 : Charge routière de la voirie départementale du périmètre à l'HPS

Les axes les plus chargés à l'HPM et l'HPS sur le périmètre d'étude sont :

- La RD2, en particulier dans la traversée de la forêt de Meudon à l'HPM ;
- La RD906, longeant le sud de Clamart et traversant Châtillon ;
- La RD406 au sud de Clamart ;
- La rue de la Porte de Trivaux, longeant le sud du Bois de Clamart ;
- La RD1 et la RD50 au Nord d'Issy-les-Moulineaux.

Sur l'ensemble du secteur, ce sont donc les axes principaux qui sont majoritairement chargés. En effet, ils permettent de lier le périmètre sur l'axe Nord-Sud et l'axe Est-Ouest. On observe donc que la ville de Clamart est la plus chargée du secteur, en particulier sur les tronçons la reliant avec les autres communes du périmètre.

En ce qui concerne la congestion, on observe plusieurs points critiques :

- Le croisement entre la RD2 et la RD906, au sud de Clamart ;
- L'ensemble du centre urbain d'Issy-les-Moulineaux (RD989), ainsi que le nord de la commune (RD150) ;
- La RD130, sur le territoire de la commune de Vanves.

L'absence d'aménagements en faveur des bus sur ces axes peut générer des difficultés d'exploitation du réseau de bus, pris par la congestion engendrant notamment des retards. Les emprises réduites ou encore les stationnements peuvent être sources de congestion sur ces axes. De plus, les zones d'activité et les centres urbains sont des zones attractives (présence de commerces, de groupes scolaires) et sont donc sujettes à la congestion.

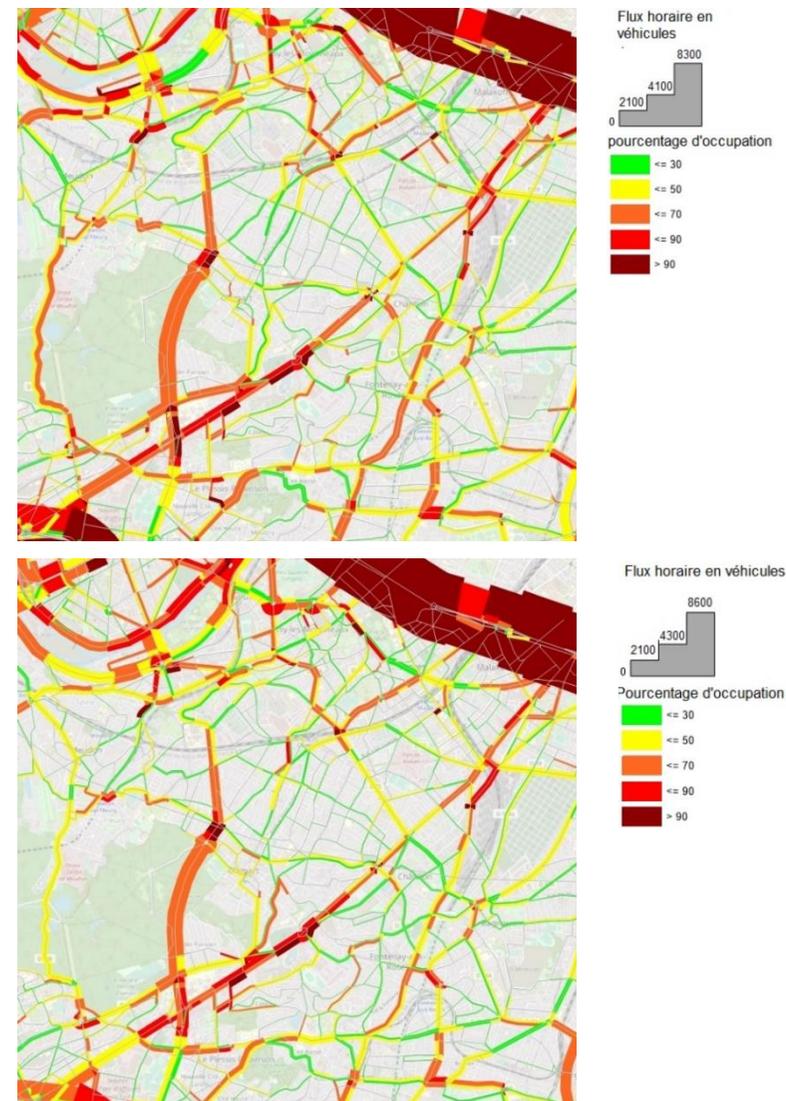


Figure 69 : Charge et taux d'occupation du réseau routier en heure de pointe du matin (haut) et heure de pointe du soir (bas)

(source : Conseil Départemental des Hauts-de-Seine)

2.4.3 Les modes actifs

2.4.3.1 Cycles

Le réseau d'aménagements cyclables actuel est relativement discontinu et ne permet pas un maillage fortement attractif entre les différents pôles d'activités générateurs de déplacement du secteur d'étude. Cependant, un linéaire important de voirie est situé en zone 30 (voir Figure 66).

On trouve quelques axes aménagés pour les cyclistes à Issy-les-Moulineaux (Quai de Stalingrad, Avenue Henri Barbusse) et dans le Sud de Clamart (le long de la D906).

On recense quelques équipements au nord du périmètre au niveau de la commune d'Issy-les-Moulineaux ainsi qu'au sud de Clamart, qui sont les deux zones les plus urbanisées et fréquentées :

- Plus de 200 attache-vélo disponibles à Clamart, répartis au sud et au centre de la commune, et 1650 places de stationnement vélo à Issy-les-Moulineaux (la moitié réservée aux vélos et la moitié autorisée à la fois aux vélos et aux deux-roues motorisés) ;
- Le service Véligo est disponible sur les deux communes, et permet aux utilisateurs de vélos de stationner dans un abri fermé, adapté et équipé de vidéo protection à proximité des gares. Quelques espaces Véligo sont disponibles sur le périmètre d'étude ;
- Le service Vélib' est aussi représenté dans les deux communes du périmètre.
- Même si ces services restent encore trop peu nombreux pour assurer un maillage complet du territoire, les aménagements cyclables sont en développement afin d'améliorer l'offre, notamment à proximité des autres infrastructures de transport et afin de favoriser l'utilisation du vélo pour les déplacements pendulaires et les déplacements de proximité.
- Le projet de RER Vélo d'Île-de-France prévoit le passage de la ligne « GC » sur la RD2 dans le périmètre, de Jardin Parisien à la gare d'Issy.

Les plans vélo du Département des Hauts-de-Seine, de l'EPT Grand Paris Seine Ouest et de l'EPT Vallée Sud Grand Paris sont en cours de réalisation.

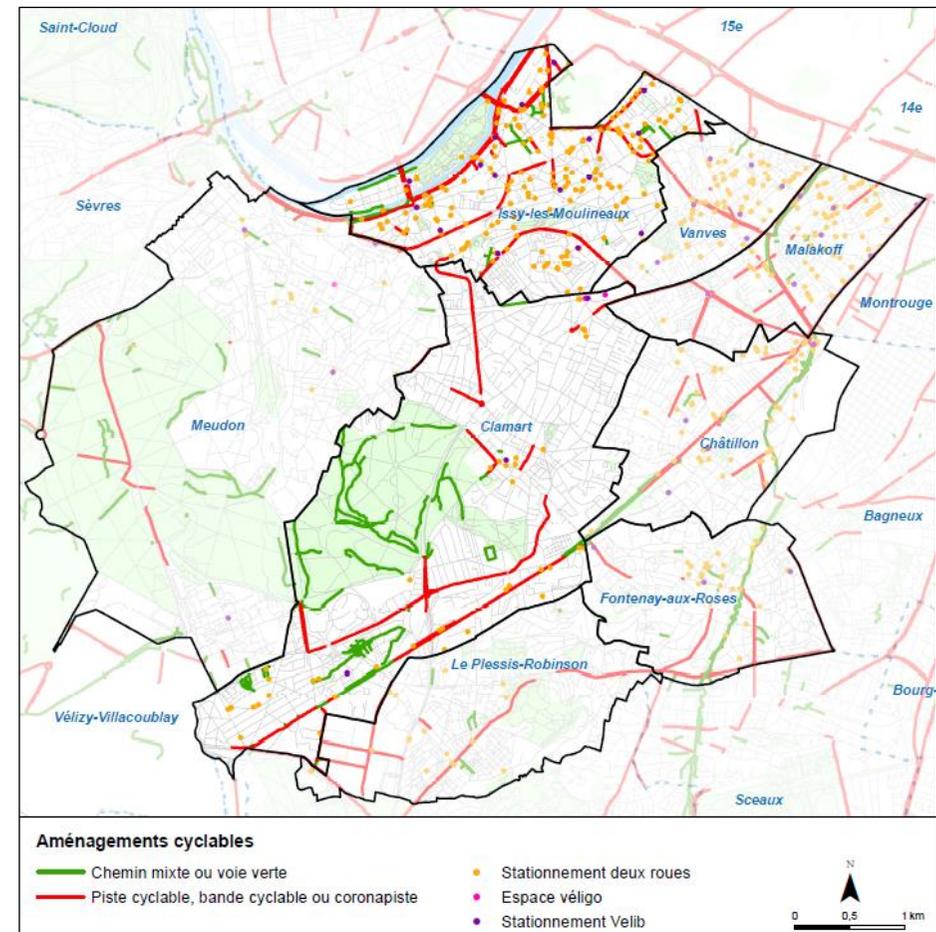


Figure 70 : Aménagements en faveur des cycles du périmètre

(source : Conseil Départemental des Hauts-de-Seine)

2.4.3.2 Piétons

La Ville de Clamart porte un projet d'extension de la zone piétonne du centre-ville sur les voiries suivantes:

- Rue Paul Vaillant Couturier, entre l'avenue Victor Hugo et les parkings Trosy / Desprez ;
- Avenue Jean Jaurès, entre la rue d'Estienne d'Orves et la rue Paul Vaillant Couturier ;
- Rue Paul Hévin, sur environ 100 m à l'ouest de la rue du Trosy.

Ce projet est en cours de concertation.

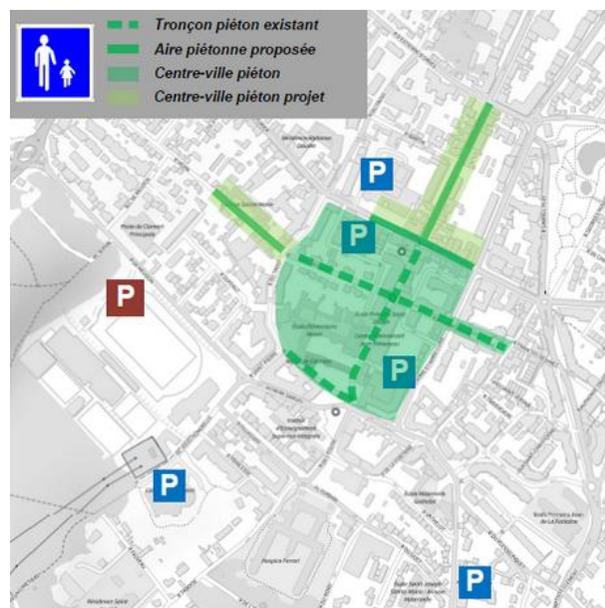


Figure 71 : Projet d'extension de la zone piétonne au centre-ville de Clamart

(source : Ville de Clamart)

2.4.4 Analyse des déplacements

2.4.4.1 Déplacements domicile-travail internes au périmètre d'étude

Les principales mobilités internes au périmètre d'étude sont majoritairement des mobilités intra-communales. La ville d'Issy-les-Moulineaux ressort comme étant la commune avec le plus de mobilités internes, suivie par Clamart, ce qui est cohérent avec les volumes de population de ces deux communes.

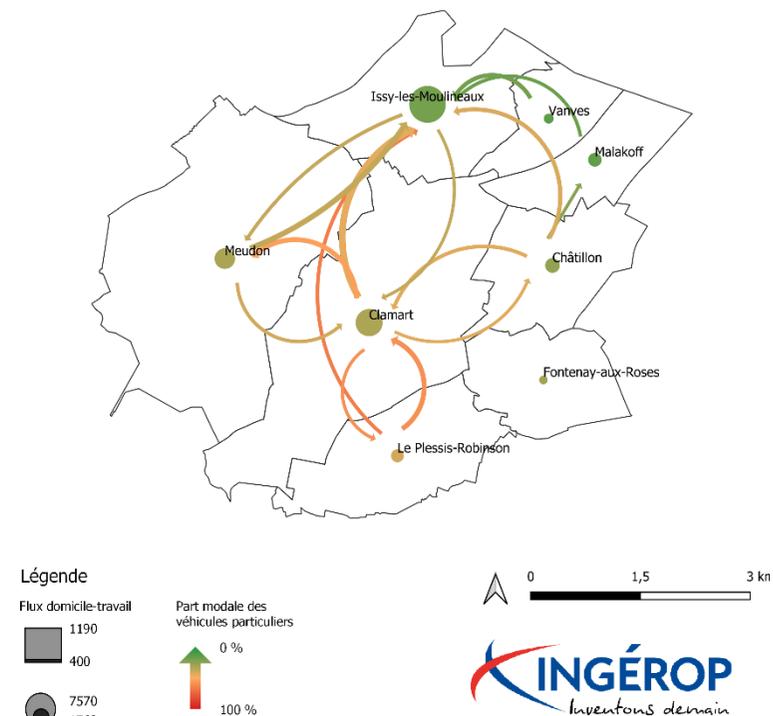


Figure 72 : Déplacements domicile-travail internes au périmètre d'étude
(source : Recensement 2017 de la population, INSEE)

En ce qui concerne les mobilités inter-communales au sein du périmètre, on voit que les migrations les plus importantes sont celles allant vers Issy-les-Moulineaux, et venant des autres communes du périmètre, en particulier Clamart et Meudon. Cette

attraction vers Issy-les-Moulineaux est cohérente avec le nombre important d'emplois recensés sur le territoire de la commune.

Les modes utilisés varient au sein du périmètre. Pour les communes les plus proches de Paris (Issy-les-Moulineaux, Vanves, Malakoff), le maillage dense de transports collectifs permet d'utiliser ces modes de transport de manière prédominante. Sur les autres communes, la part modale est partagée entre la voiture, les cycles et les transports collectifs. Dans le sud et le centre du périmètre, c'est la voiture particulière qui est privilégiée compte tenu du maillage limité par les transports collectifs et de l'absence d'un axe Nord-Sud via une ligne à l'offre attractive.

On peut observer que la plupart des communes du périmètre attirent autant de flux qu'elles n'en émettent, comme Clamart, Malakoff, Meudon et Vanves. D'autres communes sont plutôt attractives qu'émettrices de déplacement. C'est le cas d'Issy-les-Moulineaux qui totalise beaucoup plus d'entrants que de sortants. Enfin, les communes de Châtillon, Fontenay-aux-Roses et Le Plessis-Robinson paraissent plutôt émettrices de déplacement.

Tableau 11 : Synthèse des flux domicile-travail pour chaque commune

Commune	Flux Entrant	Flux Sortant	Flux Interne	Total
Châtillon	1823	2523	3033	7379
Clamart	3103	3672	5592	12367
Fontenay-aux-Roses	817	1459	1763	4039
Issy-les-Moulineaux	4716	1968	7569	14253
Le Plessis-Robinson	1701	2398	2675	6774
Malakoff	1633	1678	2807	6118
Meudon	2169	2100	4241	8510
Vanves	1328	1492	2039	4859
Total	17290	17290	29719	47009

Tableau 12 : Flux domicile-travail majeurs entre les différentes communes du périmètre

Origine	Destination	TC	Velo	VP	Flux Total
Issy-les-Moulineaux	Clamart	177	8	158	426
Clamart	Châtillon	155	40	193	438
Châtillon	Malakoff	166	53	110	447
Clamart	Le Plessis-Robinson	74	9	274	460
Malakoff	Issy-les-Moulineaux	301	39	90	502
Meudon	Clamart	172	89	205	507
Issy-les-Moulineaux	Meudon	219	18	197	519
Le Plessis-Robinson	Issy-les-Moulineaux	115	6	357	538
Châtillon	Clamart	228	15	241	554
Châtillon	Issy-les-Moulineaux	299	27	272	647
Vanves	Issy-les-Moulineaux	301	39	132	666
Clamart	Meudon	231	37	437	802
Le Plessis-Robinson	Clamart	136	18	482	804
Meudon	Issy-les-Moulineaux	450	36	346	923
Clamart	Issy-les-Moulineaux	472	49	531	1189
Fontenay-aux-Roses	Fontenay-aux-Roses	332	36	524	1763
Vanves	Vanves	362	60	292	2039
Le Plessis-Robinson	Le Plessis-Robinson	344	45	1082	2675
Malakoff	Malakoff	596	187	453	2807
Châtillon	Châtillon	633	63	797	3033
Meudon	Meudon	983	80	1333	4241
Clamart	Clamart	1301	160	1804	5592
Issy-les-Moulineaux	Issy-les-Moulineaux	1872	277	1520	7569
Total		9919	1391	11830	39141

2.4.4.2 Déplacements domicile-travail en lien avec l'extérieur du périmètre d'étude

La majeure partie des mobilités professionnelles s'effectue au sein du périmètre d'étude. Le flux le plus important est associé aux déplacements internes au périmètre (47 009 déplacements tandis que l'axe majeur d'échange hors périmètre est de 45 852 déplacements), ce qui témoigne de l'importance de renforcer l'offre de mobilité au sein du périmètre autant qu'en dehors.

Les échanges majeurs s'effectuent avec Paris et avec le reste des Hauts-de-Seine. De manière plus minoritaire, des déplacements existent avec les Yvelines, le Val-de-Marne et l'Essonne.

Concernant la part modale des déplacements, elle est variable en fonction des déplacements. Pour les mobilités avec Paris et les Hauts-de-Seine, la part modale majoritaire est celle des transports en communs étant donné le maillage et l'offre disponible. Cependant, on observe que la part modale est plus partagée pour les déplacements avec les autres départements. L'utilisation de véhicules particuliers est même privilégiée pour les échanges entre le périmètre d'étude et l'Essonne.

Tableau 13 : Flux domicile-travail entre la zone d'étude et les départements voisins

Origine	Destination	VP	TC	Flux
Zone d'étude	Zone d'étude	15197	12706	47008
Zone d'étude	Paris	7994	31848	45851
Zone d'étude	Hauts-de-Seine	11074	13936	28495
Hauts-de-Seine	Zone d'étude	10347	10094	23201
Paris	Zone d'étude	4153	15994	22944
Yvelines	Zone d'étude	7420	5277	13363
Essonne	Zone d'étude	8120	3046	11799
Zone d'étude	Yvelines	5596	3642	10010
Val-de-Marne	Zone d'étude	4370	4718	9926
Zone d'étude	Val-de-Marne	4163	2369	7175
Zone d'étude	Essonne	4006	828	5019
Total		82440	104458	224791

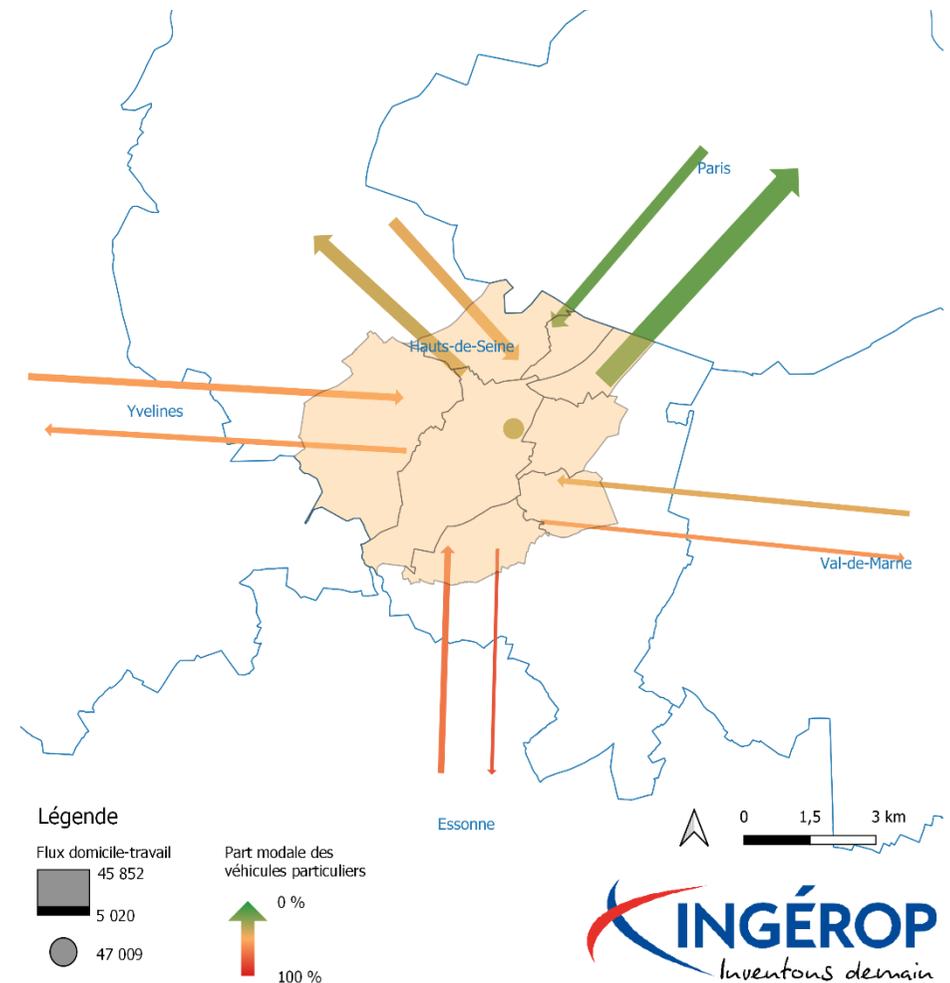


Figure 73 : Déplacements domicile-travail en lien avec l'extérieur du périmètre d'étude

Tableau 14 : Flux domicile-travail entre la zone d'étude restreinte et les autres communes du T10 actuel

Origine	Destination	TC	Velo	2RM	VP	Flux
Périmètre d'étude	Périmètre T10	250	26	53	650	1054
Périmètre T10	Périmètre d'étude	691	78	124	1712	2787
Total		941	104	177	2362	3841

On observe pour les échanges entre le périmètre d'étude restreint (communes d'Issy-les-Moulineaux et de Clamart) et le périmètre du T10 actuellement en construction contenant les autres communes traversées par le tramway (Antony, Chatenay-Malabry, Le Plessis-Robinson) qu'il y a plus de deux fois plus de déplacements entrant sur le périmètre restreint que sortant du périmètre restreint. Ceci indique une demande en déplacements pour les résidents du périmètre desservi par le tracé actuellement en construction du T10 vers le périmètre d'étude (Clamart, Issy-les-Moulineaux).

2.5 Synthèse : enjeux, objectifs et contraintes

2.5.1 Enjeux et besoins du territoire

2.5.1.1 Enjeux socio-économiques

Le territoire présente des densités de populations, d'emplois et d'équipements relativement importantes. La tendance projetée pour les prochaines années consiste en un renforcement de la densification de ces espaces. Les principaux pôles de densité urbaine sont :

- Le sud de Clamart ;
- Le secteur Mairie de Clamart – Gare de Clamart ;
- La commune d'Issy-les-Moulineaux.

De plus, des projets urbains d'ampleur conséquente sont annoncés au sein du territoire, notamment autour des gares de la ligne 15. Ces projets vont générer une nouvelle demande en déplacements dans le secteur et créer de nouvelles centralités urbaines.

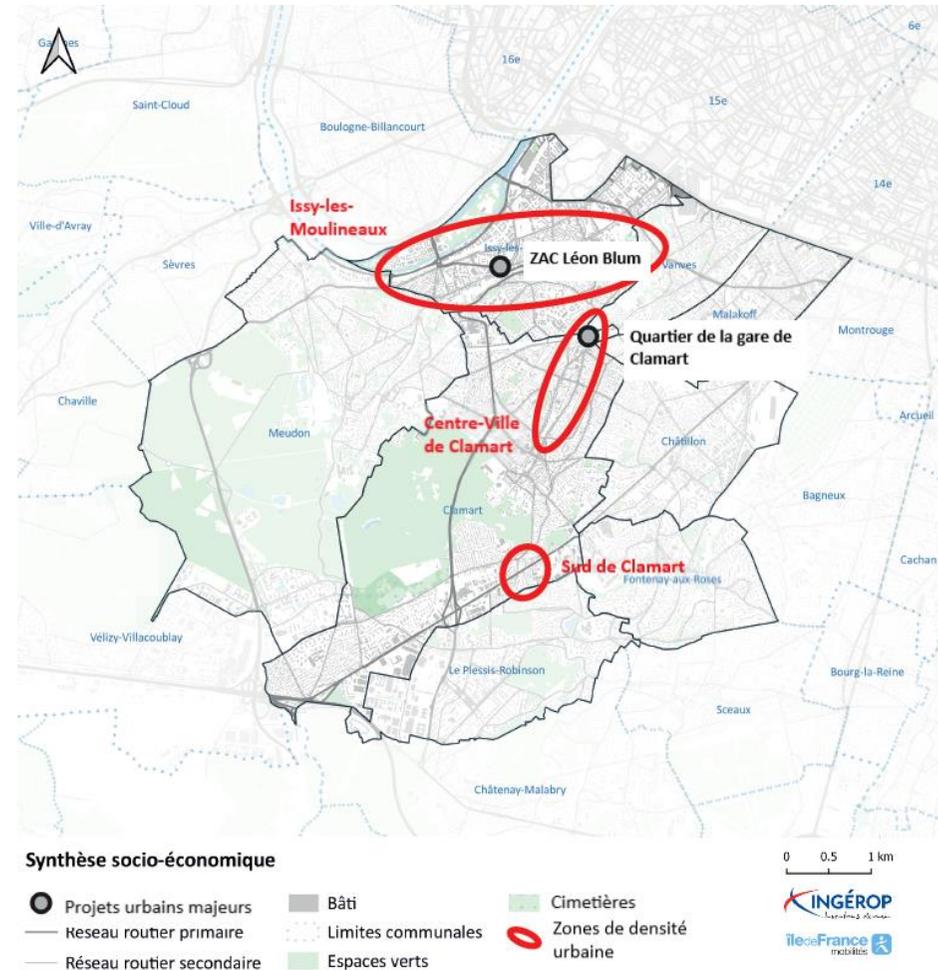


Figure 74 : Synthèse des enjeux socio-économiques

2.5.1.2 Enjeux en matière de mobilité : compléter le maillage avec l'arrivée du métro 15

L'arrivée du métro 15 Sud, ligne en rocade forte et structurante à l'échelle régionale, va générer d'importants besoins en rabattement. Dans le cadre d'un tramway T10 s'arrêtant à Place du Garde, l'ensemble des rabattements du secteur devront s'effectuer par le tramway T6 et le RER B. Ces deux lignes risquent par conséquent d'être saturées. La liaison du T10 à la ligne 15 permettrait de pallier ce défaut de structure du réseau en proposant une solution de rabattement directe pour les usagers du secteur, sans correspondance avec le T6 ou le RER B.

Le centre du secteur d'étude (majorité de la commune de Clamart) demeure non desservi pas des modes de transport collectif structurants. Les effets de cette lacune sont observables sur la répartition modale des déplacements domicile-travail, en faveur de la voiture particulière pour les déplacements intercommunaux au sein du secteur d'étude (mises à part les échanges entre les communes limitrophes de Paris). L'absence d'une liaison Nord-Sud forte ne permet pas aux habitants du sud du secteur d'étude de rejoindre les nombreux emplois situés à Issy-les-Moulineaux. Un prolongement du tramway T10 pourrait permettre de répondre à cette demande d'échanges locaux par le biais d'une liaison structurante.

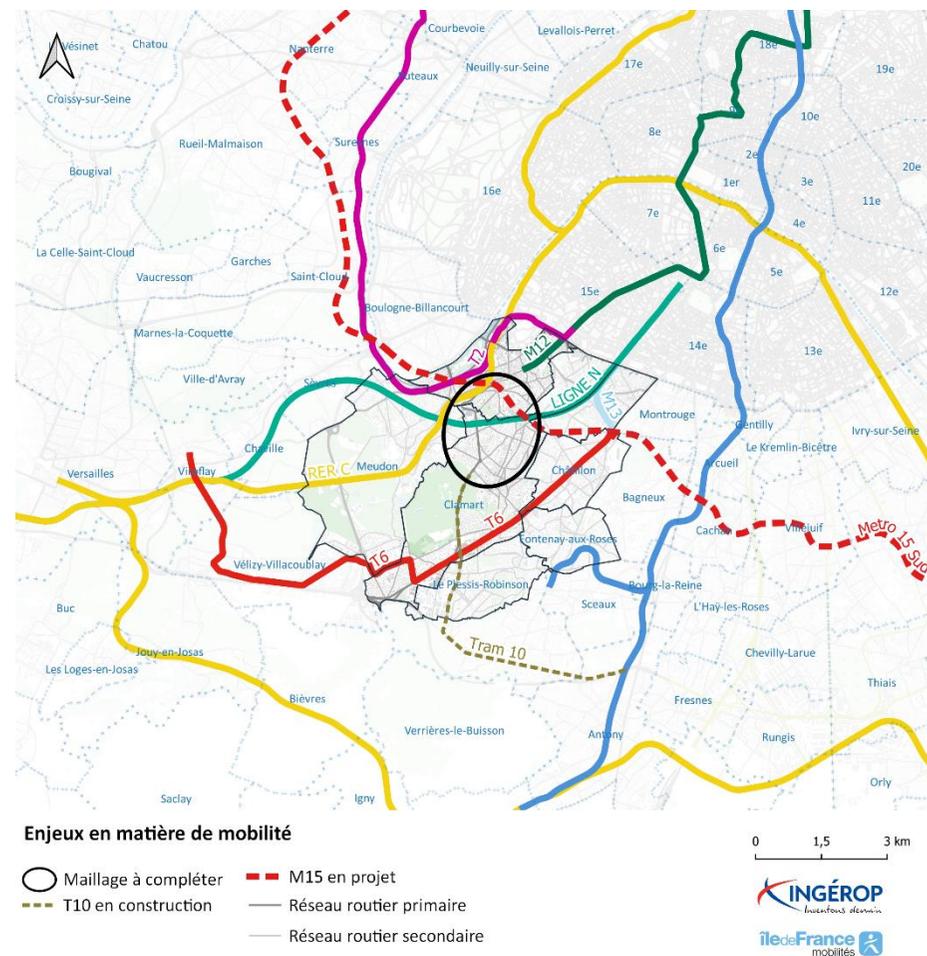


Figure 75 : Synthèse des enjeux en matière de mobilité

2.5.2 Objectifs du projet

L'analyse des enjeux et besoins du territoire permet de définir les objectifs suivants pour le projet de prolongement du Tram 10 :

- Compléter le maillage du réseau de transport structurant existant et projeté, notamment en assurant un rabattement efficace et attractif vers la future ligne 15 du métro ;
- Mieux desservir et connecter des centralités urbaines denses en populations, emplois et équipements du sud des Hauts-de-Seine ;
- Accompagner le développement urbain du territoire.

2.5.3 Contraintes du territoire vis-à-vis du projet

Le territoire présente un certain nombre de contraintes qui s'appliquent sur le projet :

- Une topographie marquée, avec un dénivelé et des pentes importants ;
- Un contexte géologique contraignant, recensant plusieurs masses d'eau souterraines et de nombreuses carrières souterraines ;
- Un patrimoine culturel remarquable, notamment avec le centre-ville classé de Clamart, qu'il convient de préserver ;
- Un patrimoine naturel riche, notamment la forêt de Meudon, à protéger ;
- Un risque technologique présent (à confirmer au cours des études ultérieures), avec de nombreux sites identifiés comme BASOL ou BASIAS ;
- Un maillage viaire parfois étroit, notamment dans le centre de Clamart.

3. Présentation des scénarios de projet

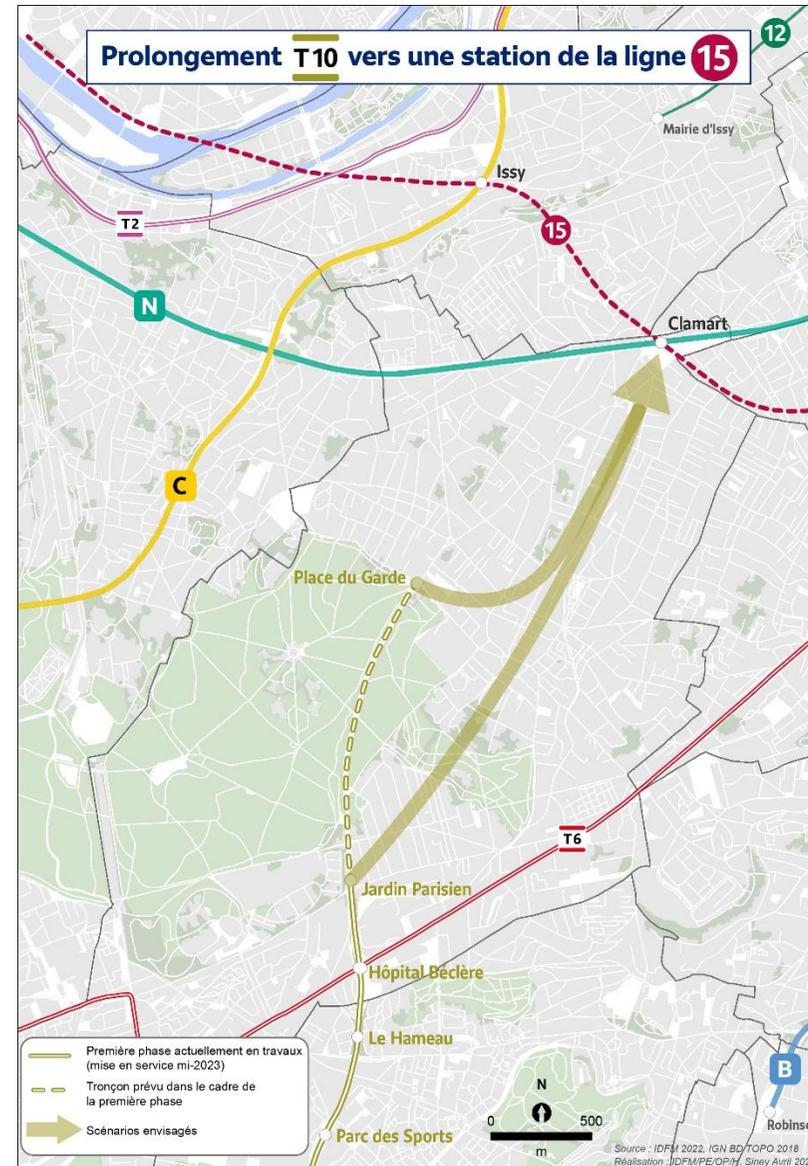
3.1 Principes généraux

3.1.1 Scénarios étudiés dans le cadre du DOCP

Les scénarios de projet présentés consistent en un prolongement de la ligne de tramway T10 jusqu'à la gare de Clamart, en correspondance avec la future ligne 15 du métro et la ligne N.

Les deux scénarios de projet présentés dans la suite de ce chapitre sont les suivants :

- S1 : en surface de Jardin Parisien à Clamart - Gare ;
- S2 : en tunnel de Jardin Parisien à Clamart - Gare.



S'agissant de l'articulation avec le projet de T10 phase 1

La première phase du T10, actuellement en travaux avec une mise en service prévue mi-2023, prévoit un terminus à la station Place du Garde.

Dans le cadre de la présente étude, il est toutefois proposé de considérer un démarrage de prolongement depuis la station Jardin Parisien :

- Scénario en surface : il est proposé de maintenir deux voies véhicules dans un des deux sens de circulation (soit 3 voies véhicules en tout) et d'aménager une voie verte pour la traversée de la forêt de Meudon (aménagement détaillé au 3.2.3.3 du présent document) ;
- Scénario en tunnel : du fait des contraintes du site (topographiques, emprise disponible, proximité avec le centre-ville de Clamart, etc.), un démarrage à Place du Garde ne permet pas de proposer une solution d'enfouissement satisfaisante pour desservir le secteur de la mairie de Clamart (cf. ci-après, s'agissant des secteurs pertinents à desservir). En raison de ces contraintes, il est nécessaire de démarrer ce scénario depuis la station Jardin Parisien.

Comme précisé dans la partie diagnostic, les travaux du tronçon entre Jardin Parisien et Place du Garde ont, dans l'attente, été suspendus.

Le matériel roulant utilisé sera celui du T10 mis en service à l'horizon 2023 : rames Alstom Citadis 405 (identiques à celles utilisées sur le T9 mis en service en avril 2021). Ce matériel de 45 m de long pourra transporter environ 300 voyageurs par tramway.

Du fait de l'augmentation du linéaire, il conviendra d'acquérir de nouvelles rames identiques dans le cadre du projet de prolongement de la ligne. Ces rames pourront être accueillies sur le Site de Maintenance et de Remisage (SMR) du T10 phase 1 sans nécessité d'étendre son emprise. Toutefois des travaux d'adaptation du SMR seront nécessaires pour le remisage des rames supplémentaires.

S'agissant des autres scénarios explorés

Dans le cadre des études, un terminus à la gare d'**Issy** (qui accueillera également une station de la ligne 15) a aussi été envisagé mais n'a pas été retenu pour les raisons précisées ci-dessous.

En surface, le prolongement du T10 vers Issy est contraint par le réseau routier de faible gabarit et des pentes marquées sur le coteau d'Issy. Il impliquerait en particulier

des impacts lourds sur le plan de circulation à l'échelle départementale (au minimum mise à sens unique de la RD2 sur un linéaire important) et / ou sur le foncier. Par ailleurs, la densité urbaine autour de la gare d'Issy contraint très fortement l'implantation de la station terminus à proximité de la ligne 15, ce qui ne permet pas d'assurer une correspondance satisfaisante avec cette dernière. Ce scénario a donc été écarté.

Les scénarios en tunnel vers Issy présentent également de nombreux inconvénients :

- La grande profondeur des stations intermédiaires envisagées à Issy (jusqu'à 60 m) et leur implantation en interface avec des zones de carrières souterraines ne permet pas de garantir la faisabilité de ces scénarios dans des conditions raisonnables de coût et de délais. En outre, la grande profondeur des stations implique des temps d'accès supérieurs à 4 minutes depuis la voirie, ce qui pénalise leur attractivité, et engendre des contraintes supplémentaires d'exploitation et de maintenance (multiplication des escaliers mécaniques et des ascenseurs, etc.).
- L'implantation du terminus à Issy s'inscrit dans un milieu particulièrement complexe caractérisé par une pente marquée, la présence de carrières souterraines, une densité urbaine forte, des interfaces avec la ZAC Léon Blum en cours de déploiement, et la présence d'infrastructures en surface et en sous-sol (viaduc du RER C, station et tunnel de la ligne 15 du métro, couloir de correspondance entre la gare RER C et la station de la ligne 15, mesures conservatoires pour le prolongement de la ligne 12 du métro). Ces contraintes ne laissent que peu de possibilités pour l'implantation de la station terminus. Selon les scénarios étudiés, le temps de correspondance entre le T10 et la ligne 15 est compris entre 10 et 15 minutes, ce qui dégrade fortement l'attractivité de l'interconnexion et remet en cause l'intérêt du projet. L'implantation de la station terminus générerait de plus des impacts sur le bâti et/ou sur les espaces verts urbains (parc Henri Barbusse, secteur du skatepark).
- Compte-tenu des temps de parcours plus élevés pour rejoindre la ligne 15 depuis Clamart et les zones desservies en amont par le T10 et de la correspondance dégradée au terminus, les scénarios en tunnel vers Issy sont moins attractifs en termes de fréquentation prévisionnelle que les scénarios vers Clamart.

- Les scénarios vers Issy présentent un linéaire d'infrastructure plus élevé (environ 1 kilomètre supplémentaire par rapport aux scénarios en tunnel vers Clamart) et un surcoût compris entre 150 et 200 M€.

Un scénario en **tranchée couverte** depuis Place du Garde en direction de la gare de Clamart a également été envisagé. Il a été écarté du fait des impacts bâtis très lourds qu'il engendre et des fortes nuisances pour les riverains pendant les travaux (ouverture d'une tranchée sur l'ensemble du linéaire).

3.1.2 Analyse des zones de desserte potentielles sur le secteur de Clamart

Le diagnostic a permis d'identifier les principales zones de desserte potentielle du secteur : il s'agit du centre-ville de Clamart (fuseau entre le quartier de la mairie et le quartier de la gare).

En se basant sur les densités de population et d'emplois potentiellement desservis ainsi que sur la présence de pôles générateurs de déplacements, quatre grands secteurs appropriés pour l'implantation de stations ont ainsi été identifiés :

- Le secteur de la mairie de Clamart ;
- Le secteur du centre de Clamart ;
- Le secteur Lazare Carnot, déjà situé dans la zone de desserte de la future ligne 15 du métro ;
- Le secteur de la gare de Clamart, terminus du prolongement.

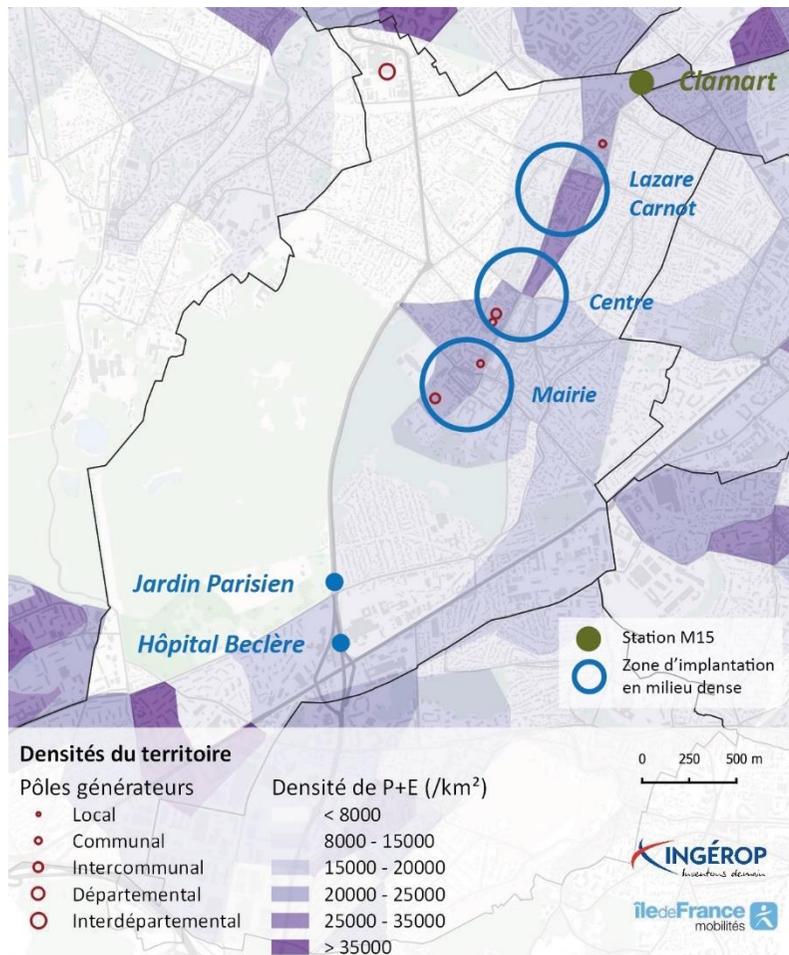


Figure 76 : Secteurs identifiés pour l'implantation des stations

3.1.3 Hypothèses de dimensions des espaces

Les dimensions retenues pour les différents éléments d'aménagements sont les suivantes :

- Plateforme tramway : 3,50 m pour une plateforme monodirectionnelle et 7,00 m pour une plateforme bidirectionnelle, incluant les bordures ;
- Voie de circulation routière : 3,25 m pour une voie isolée, 3 m en cas de contigüité avec une autre voie de circulation routière ou avec une bande cyclable ;
- Stationnement longitudinal : 2 m de large ;
- Bande cyclable monodirectionnelle : 2 m de large, marquage inclus.

3.1.4 Principes techniques généraux

En continuité du T10 en construction, le tramway est un système ferroviaire (roulement fer). Le fort développement des réseaux de tramway sur fer a conduit à une multiplication des constructeurs et à une fiabilité assurée de l'exploitation et de la maintenance du matériel à long terme.

Le système de transport comprend les éléments suivants, nécessaires au bon fonctionnement du tramway :

- **Plateforme et voie ferrée** : la plateforme est composée d'une structure dans laquelle sont noyées les traverses et les rails. Cette plateforme est garante de la stabilité de la voie ferrée. Les différents câbles nécessaires au transport de l'énergie (courants forts) et de l'information du système de transport (courants faibles) sont insérés dans la plateforme.
- **Alimentation électrique** : l'alimentation est réalisée par une ligne aérienne de contact (LAC). Cette ligne est soutenue pour les sections de surface par des poteaux insérés dans l'emprise de la plateforme (entre les deux voies ou sur un côté) ou par des accroches dans les façades des bâtiments existants, et par des accroches ancrées dans la dalle supérieure ou la voûte pour les sections souterraines.
- **Courants faibles** : les systèmes d'aide à l'exploitation et d'information voyageur (SAEIV) nécessitent la pose de câbles dans les multitubulaires ainsi que de divers équipements et capteurs sur l'infrastructure tramway. Ces courants faibles comprennent de plus les systèmes de priorité aux carrefours qui assurent l'exploitation et une vitesse commerciale satisfaisante du tramway.

3.2 Scénario 1 : En surface entre Jardin Parisien et Clamart - Gare

3.2.1 Justification du tracé retenu

Pour étudier la faisabilité d'aménager un tramway en surface, il a été nécessaire d'analyser les différentes voiries disponibles pour rejoindre la gare de Clamart depuis la station Jardin Parisien.

Deux contraintes majeures doivent toutefois être prises en compte :

- La pente de la voirie empruntée par le tramway, qui ne peut pas dépasser certains seuils.
- Les largeurs d'emprise disponible (largeur de « façade à façade » permettant d'insérer le tramway et les autres fonctionnalités sans impact sur le bâti existant).

L'analyse de ces contraintes permet d'identifier les axes envisageables pour insérer un tramway, et d'écarter les axes où l'insertion s'avère infaisable ou trop contrainte.

3.2.1.1 Pentes de la voirie

Les seuils de contraintes de pente sont définis comme suit :

- Pente inférieure à 2% : faisabilité libre des contraintes de pente ;
- Pente entre 2 et 4% : contrainte modérée, reprises de profil potentiellement nécessaires à certains points singuliers (stations, appareils de voie, etc.) ;
- Pente entre 4 et 7% : faisabilité incertaine, en particulier pour des longueurs importantes et en cas de présence de courbes, stations ou appareils de voie ;
- Pente entre 7 et 8% : contrainte critique, faisabilité incertaine pour des distances supérieures à 100 mètres ;
- Pente supérieure à 8% : infaisabilité d'insérer le tramway.

La carte ci-dessous révèle que seuls les axes suivants sont compatibles en l'état avec l'insertion d'un tramway, compte tenu des contraintes de pentes :

- Les avenues Jean Jaurès et Victor Hugo à Clamart ;
- La RD2 (et axe vers la gare de Clamart par la rue de Fleury).

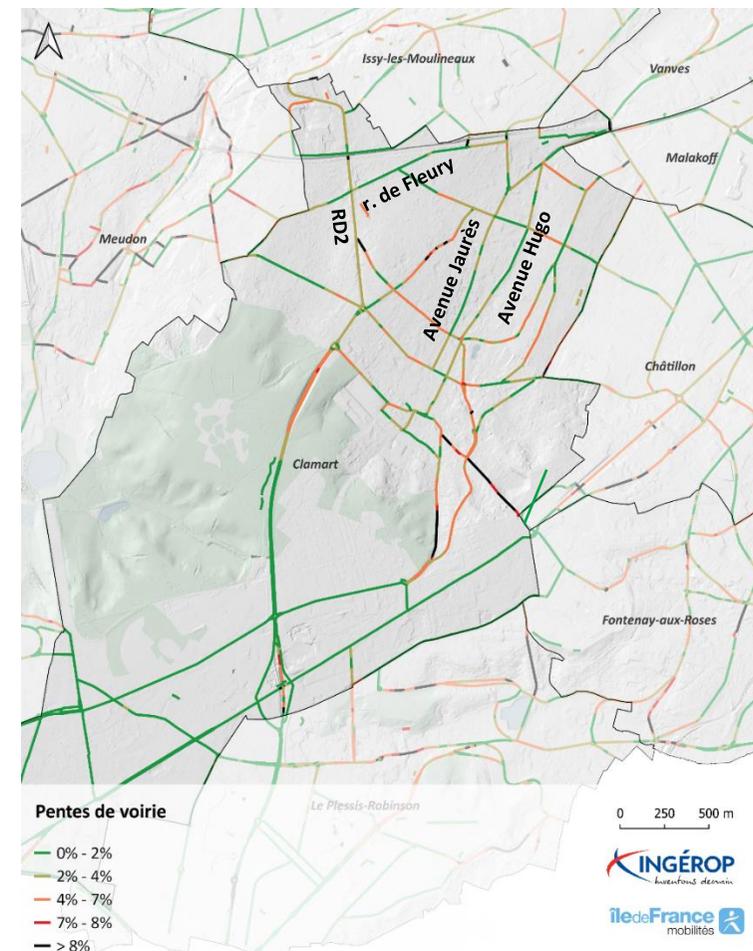
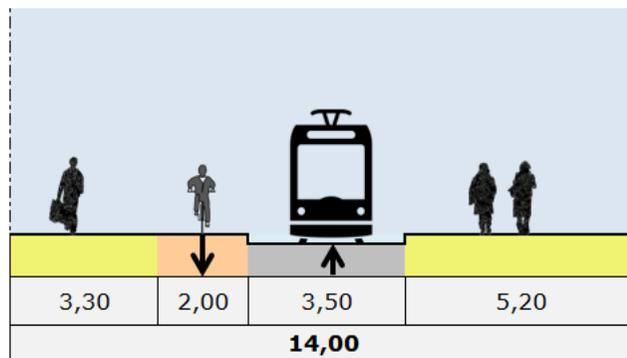


Figure 77 : Contraintes d'insertion du tramway vis-à-vis de la topographie

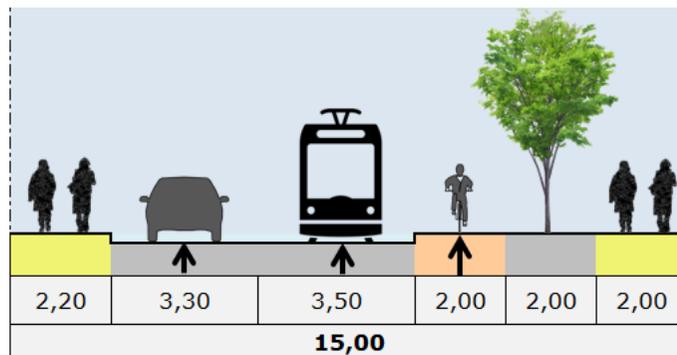
3.2.1.2 Largeurs d'emprise

Des seuils de largeur d'emprise ont été considérés pour déterminer la faisabilité de l'insertion du tramway. Ces valeurs tiennent compte d'une contrainte réglementaire de sécurité : la distance entre la Ligne Aérienne de Contact (LAC) et les façades doit être de 7 mètres au minimum pour permettre l'accès aux bâtiments de 4 étages ou plus par les véhicules de défense incendie.

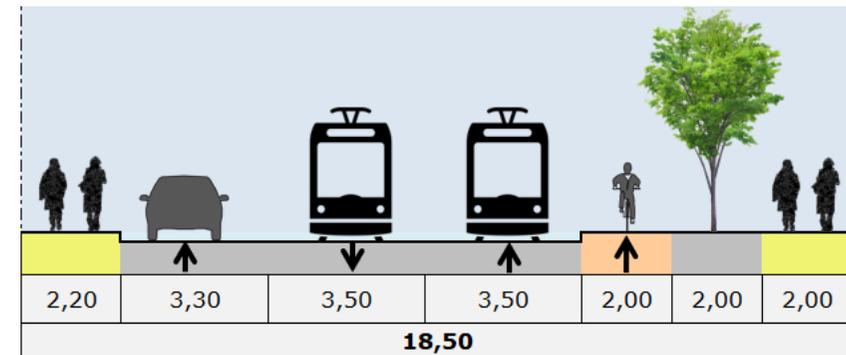
- En-dessous de 15 mètres de largeur de rue, le tramway induit des impacts fonciers et/ou la suppression de toute circulation routière ;



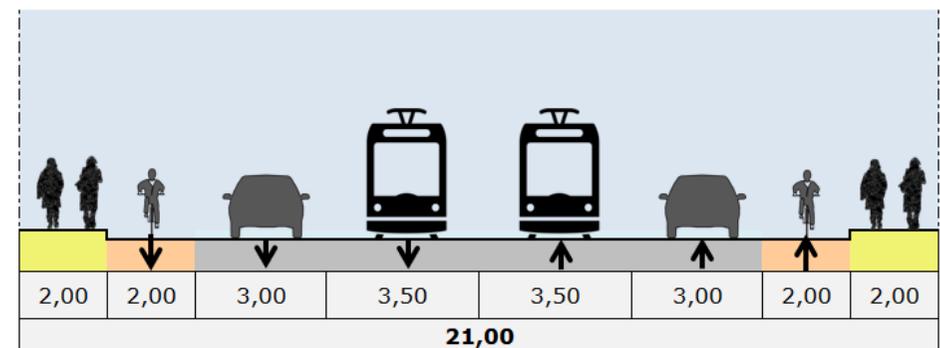
- A partir de 15 mètres de largeur de rue, le tramway peut être inséré en plateforme monodirectionnelle avec une voie de circulation routière ;



- A partir de 18,5 mètres de largeur de rue, le tramway peut être inséré en plateforme bidirectionnelle avec une voie de circulation routière ;



- A plus de 21 mètres de largeur, le tramway peut être inséré en plateforme bidirectionnelle avec deux voies de circulation routière.



La carte ci-contre fait apparaître peu d'itinéraires potentiels : les **avenues Jean Jaurès et Victor Hugo** sur la commune de Clamart, en plateformes monodirectionnelles avec une voie de circulation générale ou en plateformes bidirectionnelles sans circulation générale.

3.2.1.3 Synthèse et scénario étudié

Compte tenu des analyses des contraintes de site, le scénario étudié est donc le suivant. Il débute à la station Jardin Parisien, arrive à la place du Garde, emprunte la rue de Meudon et l'avenue René Samuel, puis suit deux itinéraires dissociés (axes Pierre et Marie Curie + Victor Hugo d'une part, Jean Jaurès + Vanves d'autre part) avant de rejoindre la gare de Clamart par le boulevard des Frères Vigouroux.

Ce scénario présente des impacts forts (nombreuses acquisitions foncières, traversée de la forêt de Meudon et abattage d'arbres y compris en secteur urbain, modification de la circulation et suppression du stationnement sur le linéaire), notamment pour les sections entre la Place du Garde et la Mairie de Clamart, et sur la partie Sud de l'avenue Jean Jaurès.

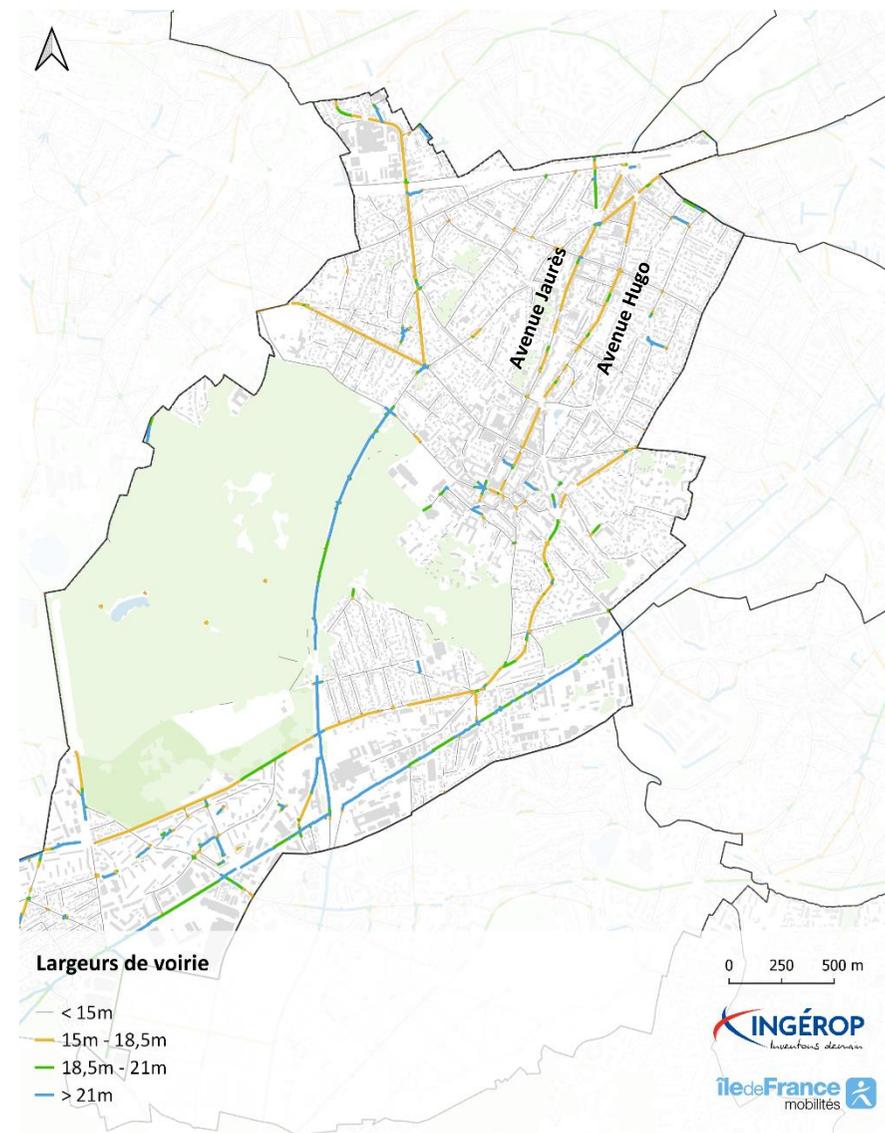


Figure 78 : Contraintes d'insertion du tramway vis-à-vis de la largeur de voirie

3.2.2 Caractéristiques techniques

3.2.2.1 Description du tracé

Le tracé commence au niveau de la station Jardin Parisien et se termine à la gare de Clamart. Il est scindé en deux itinéraires dissociés, entre la place de la mairie au sud et le carrefour avenue Victor Hugo / rue de Vanves au nord.

Le tracé mesure environ 3,9 km dans chaque sens, entre la station Jardin Parisien et le terminus Clamart - Gare.

Il emprunte successivement les voiries suivantes :

- Avenue Claude Trébignaud (RD2) ;
- Rue de Meudon ;
- Avenue René Samuel ;
- Sens dissociés :
 - Sens sud > nord : Rue du Troisy, Rue Pierre et Marie Curie, Avenue Victor Hugo ;
 - Sens nord > sud : Rue de Vanves, Avenue Jean Jaurès ;
- Boulevard des Frères Vigouroux.

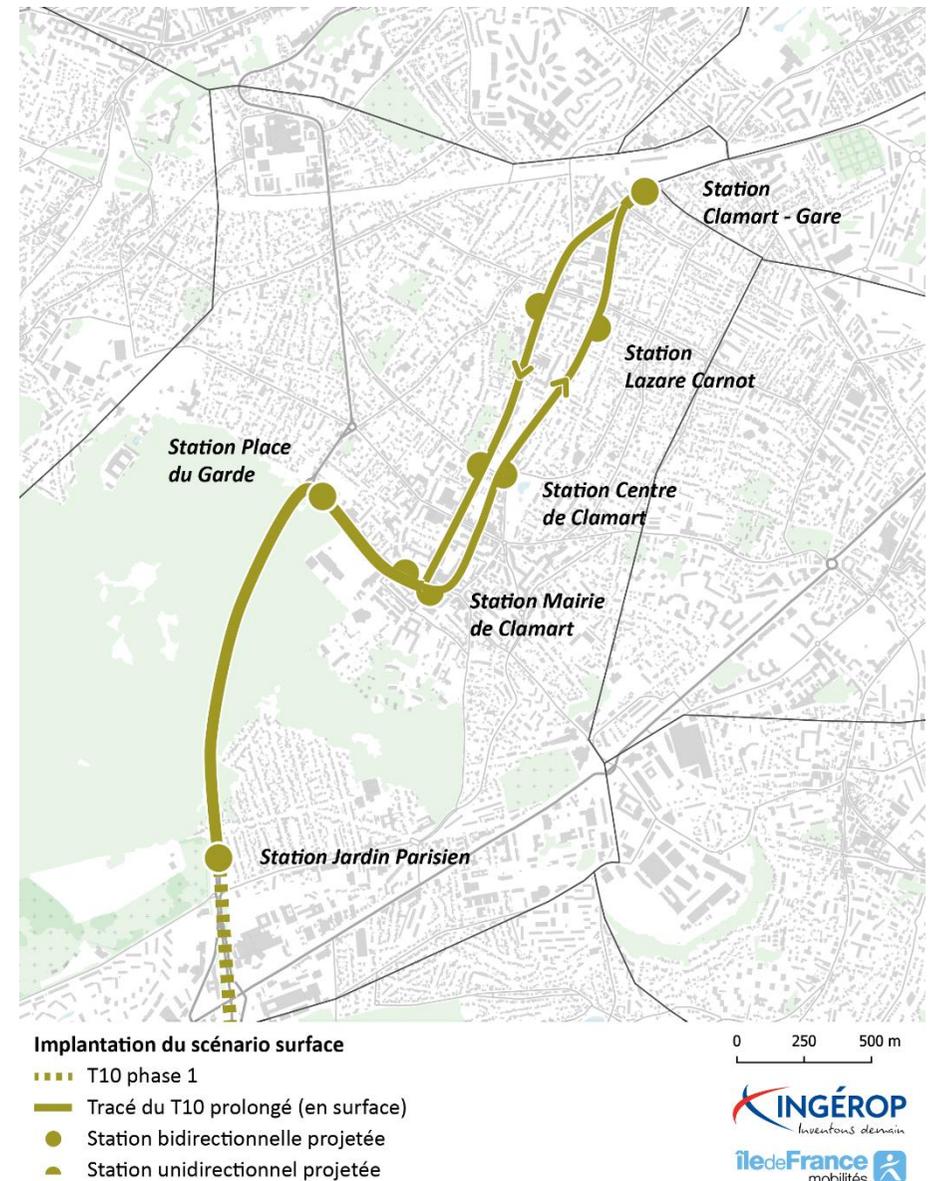


Figure 79 : Vue générale du scénario 1 (surface)

3.2.3 Insertion urbaine

3.2.3.1 *Parti-pris d'insertion*

L'insertion d'un tramway en milieu urbain s'accompagne d'une réflexion sur la réorganisation de l'ensemble de l'espace public de « façade à façade » (aménagement paysagers, plantations, éclairage public, mobilier urbain..., de la façade d'un bâtiment à la façade du bâtiment d'en face) ainsi que sur le partage de la voirie entre piétons, cycles, circulation générale et stationnement.

Dans le cadre de cette étude, au-delà du tramway, la priorité est donnée aux modes actifs : piétons et cycles. Si les largeurs restantes le permettent, les voies de circulation routière et bandes de stationnement existantes sont restituées selon les hypothèses de dimensions présentées précédemment.

La plupart des rues ne permettent pas de disposer d'emprises suffisantes pour à la fois insérer le tramway et restituer les fonctionnalités existantes avec les hypothèses de largeurs retenues. Des compromis sont nécessaires entre les fonctionnalités à insérer et les impacts du projet. Plusieurs pistes de réflexion sont envisageables :

- Réduire, voire supprimer le stationnement sur voirie, en offrant des solutions alternatives pour les résidents et les commerçants ;
- Adapter le plan de circulation (mises à sens unique, piétonisation, suppression d'une voie ou d'un mouvement, ...) dans le cadre d'une approche globale à l'échelle du quartier permettant d'en limiter les impacts ;
- Elargir les emprises existantes au travers d'acquisitions foncières et de démolitions du bâti existant le cas échéant : cette solution est très contraignante et génératrice de coûts importants, elle est à limiter dans la mesure du possible ;
- Dégrader les fonctionnalités du tramway (site banalisé, etc.) : compte tenu de la fréquence élevée du T10 prolongé (intervalle de passage de 3 min 30 sec en heure de pointe), cette solution pénaliserait l'exploitation de la ligne et en limiterait l'attractivité. Pour cette raison, elle n'est pas retenue dans le cadre du présent projet (sauf ponctuellement pour maintenir les accès riverains).

Par ailleurs, la réglementation incendie impose une distance minimale entre la ligne aérienne de contact (LAC) et la façade de 7 m pour permettre l'accès aux bâtiments de 4 étages ou plus, par les véhicules de défense incendie.

Le choix de l'implantation de la plateforme (insertion axiale ou latérale d'un côté ou l'autre de la voirie) s'est fait en tenant compte de différents critères :

- Présence ou non de pôles d'attractivité majeurs (Gare de Clamart, ...) ;
- Nombre d'entrées charretières afin de limiter les impacts ;
- Sens des circulations routières.

Dans la suite du document, les insertions proposées pour le projet sont présentées séquence par séquence.

3.2.3.2 Principes d'insertion des stations en surface

Les hypothèses de dimensionnement des stations sont les suivantes :

- Longueur des quais y compris rampes d'accès (pente de 5% maximum) : 55 m ;
- Largeur des quais : 3,50 m minimum (quais latéraux).

Une distance interstation de 450 à 750 m est recherchée tout au long de la ligne en privilégiant la desserte des principaux équipements publics et des zones présentant les plus fortes concentrations d'habitants et emplois.

Dans le cadre du projet, il est proposé la création de cinq stations, dont le terminus à Clamart - Gare. Parmi ces stations, deux présentent une configuration de quais en vis-à-vis et trois en quais dissociés en raison de l'insertion de plateformes monodirectionnelles.

Compte-tenu des contraintes d'insertion, le projet propose 2 types d'aménagements :

- Les stations composées de quais « traditionnels » comprenant l'ensemble des équipements nécessaires (abris, billettique, BIV, mobilier, ...)
- Les stations en « quai trottoir ». On utilise ce type de station dans le cas où les emprises ne permettent pas de mettre en place un trottoir (2,20 m) et un quai (3,50 m). Dans ce cas, il peut être nécessaire d'adapter le mobilier (abris sans paroi latérale, voire suppression des abris en cas de présence de commerces ou d'accès piétons, ...).

3.2.3.3 Insertion par tronçon

L'insertion urbaine de ce tracé est présentée du sud au nord par séquence ci-après.

Jardin Parisien / Place du Garde – insertion bidirectionnelle du tramway

L'avenue Claude Trébignaud (RD2) est actuellement constituée de deux voies de circulation dans chaque sens.



Il est proposé une insertion de la plateforme en latéral est. Ce choix d'une implantation latérale permet de limiter les croisements entre circulation routière et tramway.

La traversée de la forêt de Meudon (RD2) entre la station Jardin Parisien et la Place du Garde est réduite à 3 voies au lieu de 4 actuellement.

- sens de circulation Jardin Parisien vers Place du Garde (vers le nord) : 1 voie (côté Jardin Parisien) puis passage à 2 voies (côté Place du Garde) ;
- sens de circulation Place du Garde vers Jardin Parisien (vers le sud) : 1 voie (côté Place du Garde) puis passage à 2 voies (côté Jardin Parisien).

Le changement de 1 voie à 2 voies pour chaque sens, pourrait s'effectuer environ à mi-chemin de la traversée de la forêt de Meudon.

La largeur totale de la voirie (3 voies de circulation) serait réduite à 9,25 m, au lieu de 13 m actuellement.

Une voie verte est proposée en rive est, intégrant les modes doux sur cet axe aujourd'hui uniquement routier. La largeur de cette voie verte, proposée à 3 m sur la coupe ci-dessous, pourra faire l'objet d'échanges dans le cadre de l'aménagement du RER V sur ce secteur.

L'insertion du tramway, associée au maintien de 3 voies de circulation et la création d'une voie verte induirait des impacts environnementaux. Le projet nécessiterait la destruction de 1,5 ha de boisement, sous réserve de l'aménagement d'ouvrages de soutènement des talus existant de part et d'autre de la voirie, pour réduire l'impact sur la surface boisée. Cet impact devra être compensé dans le cadre du projet.

Quelques places de stationnement pourraient également être supprimées à l'approche de la place du Garde.

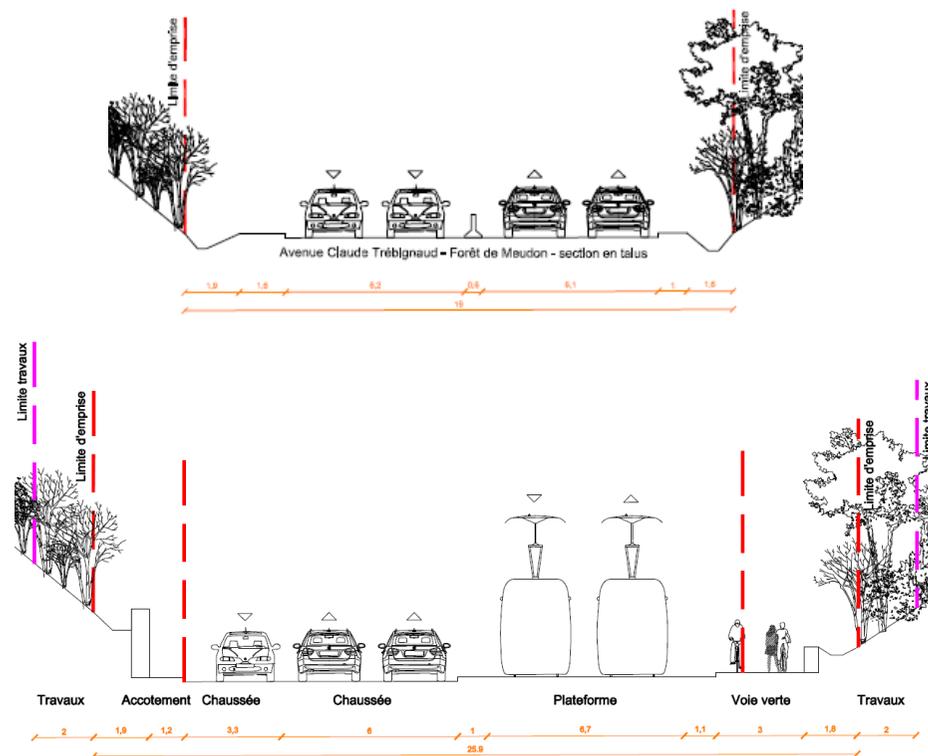


Figure 80 : Coupe existant et projet de la RD2

Place du Garde / rue de Meudon – insertion bidirectionnelle du tramway

La rue de Meudon est actuellement constituée d'une voie dans chaque sens et d'une file de stationnement.

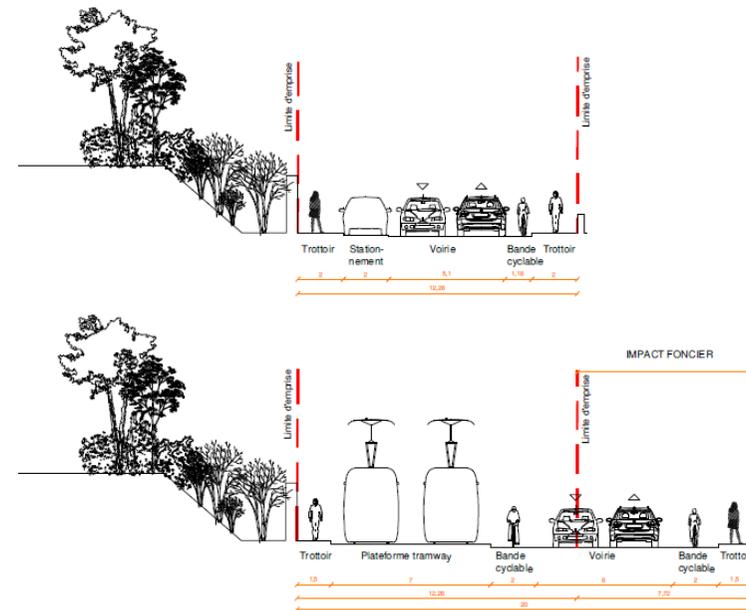


Figure 81 : Coupe existant et projet de la rue de Meudon

Il est proposé une insertion de la plateforme en latéral sud le long du stade Hunebelle (sans impact sur ce dernier), ce qui permet de maintenir l'accès aux entrées charretières et aux rues sécantes situées au nord.

Cette insertion induit des impacts fonciers (dont des bâtis) au nord afin de restituer l'ensemble des usages. La voirie en double sens est restituée accompagnée de part et d'autre d'une bande cyclable monodirectionnelle. Sur l'ensemble de cette section, le stationnement ne peut être restitué.

La station « Place du Garde » est située au niveau de la rue de Meudon, à l'emplacement initialement prévu dans le cadre du projet de la ligne T10 phase 1.

La station présente un quai trottoir en rive nord et d'un quai traditionnel en rive sud.

Avenue René Samuel / Rue du Troisy – insertion bidirectionnelle du tramway

Cette séquence présente une emprise très faible (12 m sur l'avenue René Samuel). Pour cette raison, il n'est pas possible de restituer l'ensemble des fonctions existantes.



Il est proposé de supprimer la circulation des véhicules légers sur cette séquence. Pour maintenir les accès aux parkings privés, il pourra être nécessaire d'autoriser certains riverains à circuler sur la voie du tramway (sur une centaine de mètres). L'impact sur l'exploitation du tramway devra le cas échéant être analysé plus finement dans le cadre de la suite des études. De même, l'impact sur la circulation routière devra être analysé ultérieurement dans le cadre d'une étude de trafic.

Sur cette séquence se trouve le point de départ des itinéraires dissociés. La plateforme se sépare avec d'une part le sens vers le nord qui emprunte la rue du Troisy pour rejoindre la rue Pierre et Marie Curie, tandis que le sens vers le sud arrive de l'avenue Jean Jaurès et se reconnecte au niveau de la place de la Mairie.

Les cycles sont insérés de part et d'autre de la plateforme par la création de pistes cyclables monodirectionnelles sur le tronçon de l'avenue René Samuel, puis les cycles se séparent au niveau de la place de la Mairie, avec un sens qui emprunte la rue du Troisy (vers la gare de Clamart) et l'autre sens via l'avenue Jean Jaurès.

Le stationnement existant devra être supprimé sur l'ensemble de la séquence.

La station « Mairie de Clamart » est l'une des 3 stations avec quais dissociés. Un quai est implanté sur l'avenue René Samuel (sens Clamart - Gare > Jardin Parisien) et l'autre sur la rue du Troisy (sens Jardin Parisien > Clamart - Gare). A noter que ce quai est implanté à gauche de la voie tramway, afin de permettre une meilleure connexion à l'espace public.

Des impacts conséquents sur le foncier et sur le bâti sont à prévoir sur l'ensemble de la rive nord de l'avenue René Samuel, ainsi que ponctuellement le long de la rue du Troisy.

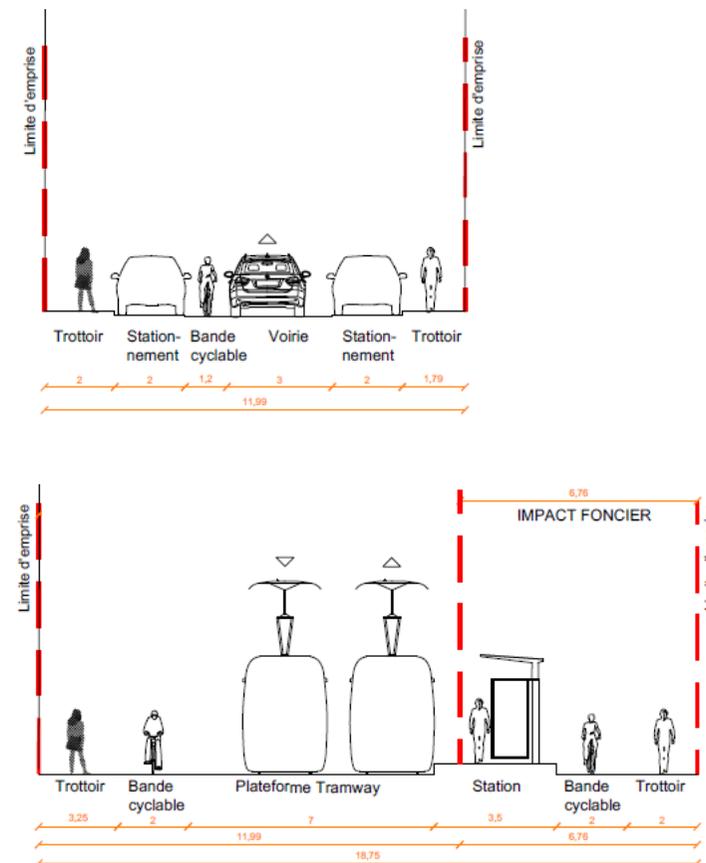


Figure 82 : Coupe existant et projet de l'avenue René Samuel

Rue Pierre et Marie Curie – insertion unidirectionnelle du tramway vers Clamart - Gare

Sur cette séquence, il est proposé l'insertion de la plateforme du tramway en latéral Est. Le tramway s'insère ici en monodirectionnel en direction de la gare de Clamart. Ne pouvant restituer le double sens de circulation, il est proposé de conserver uniquement une voie vers le sud. Comme précédemment indiqué, l'impact sur la circulation routière devra le cas échéant être analysé ultérieurement dans le cadre d'une étude de trafic.



Concernant les cycles, il est proposé une voie monodirectionnelle en direction de la gare de Clamart, positionnée à l'Est de la plateforme tramway.

Le stationnement est totalement supprimé sur cette séquence.

De plus, quelques impacts bâtis seront à prévoir au niveau d'éventuels points durs qui pourraient être identifiés dans les études ultérieures (réduction très ponctuelle de l'emprise disponible, gestion des courbes du tramway).

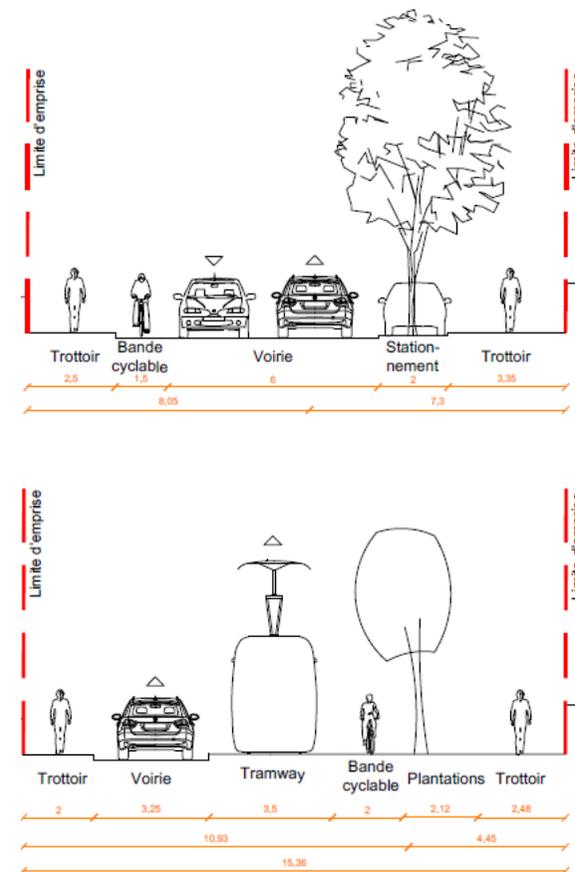


Figure 83 : Coupe existant et projet de la rue Pierre et Marie Curie

Avenue Victor Hugo – insertion unidirectionnelle du tramway vers Clamart - Gare

L'avenue Victor Hugo propose le même principe d'insertion que la séquence précédente : la plateforme monodirectionnelle du tramway est insérée en latéral Est en direction de la gare de Clamart. Elle est complétée par une bande cyclable et une voie de circulation générale (dans le sens sud > nord sur cette séquence). Le stationnement est entièrement supprimé.



Les stations « Clamart Centre » et « Lazare Carnot » (sens Jardin Parisien > Clamart - Gare) sont implantées sur cette séquence. Elles ne présentent pas de vis-à-vis avec l'autre sens, implanté sur l'avenue Jean Jaurès.

La mise en place du quai de la station Clamart Centre entraîne la suppression de 2 entrées charretières.

Sur cette séquence, des impacts sur le bâti seront à prévoir au niveau des stations et d'éventuels points durs qui pourraient être identifiés dans les études ultérieures (réduction très ponctuelle de l'emprise disponible, gestion des courbes du tramway).

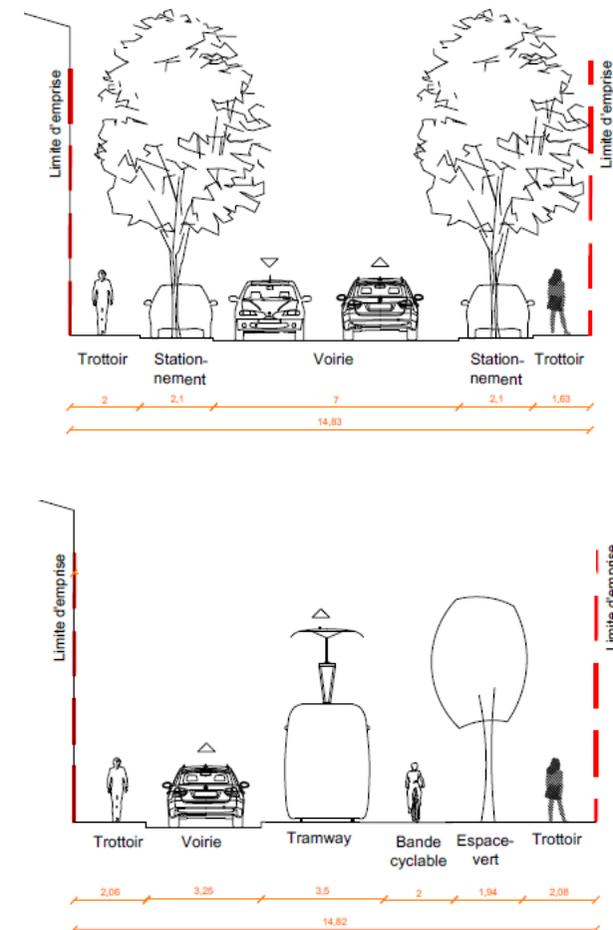


Figure 84 : Coupe existante et projet de l'avenue Victor Hugo

Avenue Jean Jaurès – insertion unidirectionnelle du tramway vers Jardin Parisien

Cette avenue présente la particularité d’avoir une largeur hétérogène du profil en travers (de façade à façade). En effet, dans la partie amont de l’avenue (de la rue Gambetta à la rue Gabriel Péri), la séquence présente une largeur de 15 m. Puis la largeur se rétrécit à 10 m entre la rue Gabriel Péri et la rue Paul Vaillant Couturier pour finir avec une emprise disponible de 9 m au niveau de la zone piétonne (de la rue Paul Vaillant Couturier à la place de la Mairie).



Sur cette séquence, le tramway s’insère en monodirectionnel en direction de Jardin Parisien.

L’insertion du prolongement de la ligne T10 évolue en conséquence au fil de la séquence :

- De la rue Gambetta à la rue Paul Vaillant Couturier, la plateforme est insérée en latéral Ouest, entre une voie de circulation générale et une piste cyclable.
- Au sud de la rue Paul Vaillant Couturier, la circulation véhicules est interdite comme c’est le cas aujourd’hui.

A l’extrémité sud de la séquence, au niveau de la place de la Mairie, le tracé rejoint la plateforme du tramway allant en direction de la gare de Clamart (décrit dans les paragraphes précédents), afin de reformer une plateforme en double sens.

Les stations « Clamart Centre » et « Lazare Carnot » (sens Jardin Parisien > Clamart - Gare) sont implantées sur cette séquence. Elles ne présentent pas de vis-à-vis avec l’autre sens, implanté sur l’avenue Victor Hugo.

La mise en place du quai de la station Clamart Centre entraîne la suppression de 3 entrées charretières.

Des impacts conséquents sur le bâti sont à prévoir sur les portions les plus étroites de l’avenue Jean Jaurès : l’ensemble de la rive Est doit être démolie entre la rue Pierre Louvrier et la place Gunsbourg. Il en est de même niveau des stations et d’éventuels points durs pourraient être identifiés dans les études ultérieures (réduction très ponctuelle de l’emprise disponible, gestion des courbes du tramway).

Sur le tronçon actuellement piéton, la réalisation du tramway engendrerait un changement radical par rapport au cadre urbain actuel. En effet, les terrasses de café et de restaurant seraient supprimées et la circulation des piétons serait perturbée par les fréquents passages du tramway (toutes les 3 minutes 30 en heure de pointe). La vitesse commerciale du tramway serait de plus réduite pour assurer la sécurité des usagers, avec un impact sur les temps de parcours et donc sur l’attractivité du tramway.

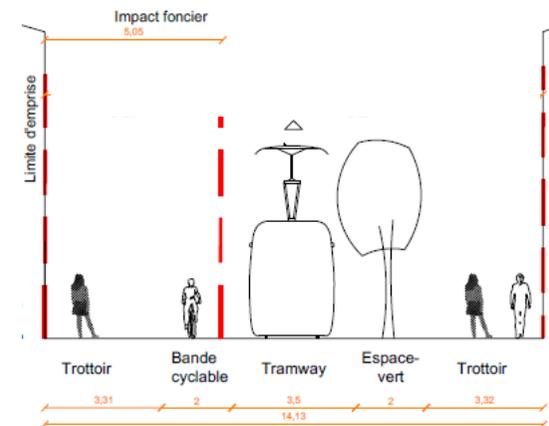
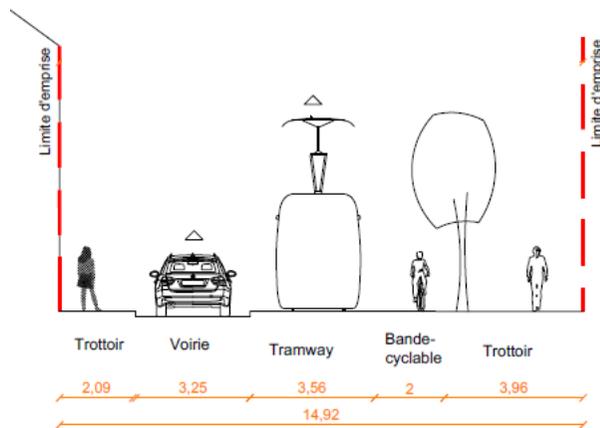
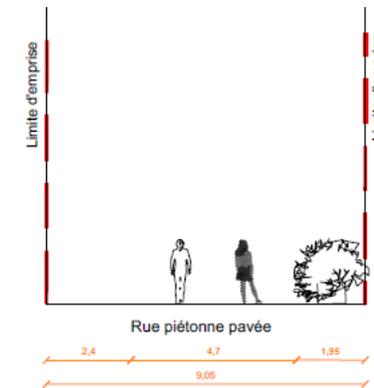
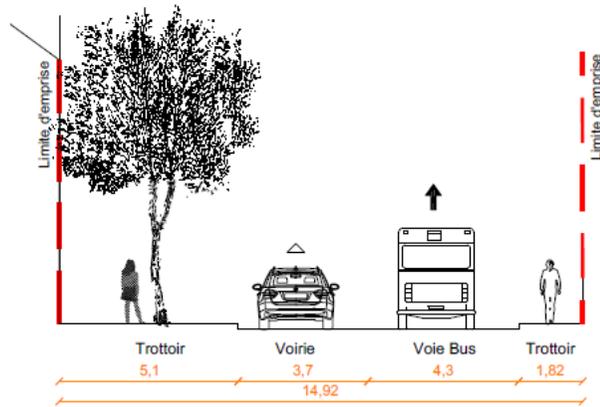


Figure 85 : Coupe existant et projet de l'avenue Jean Jaurès (entre la rue Gabriel Péri et la rue Paul Vaillant Couturier)

Figure 86 : Coupe existant et projet de l'avenue Jean Jaurès (au droit de la zone piétonne)

Rue de Vanves – insertion unidirectionnelle du tramway vers Jardin Parisien

La séquence sur la rue de Vanves reprend le principe d'une plateforme monodirectionnelle, en direction de Jardin Parisien et positionnée en latéral Ouest.

La voie véhicule existante (sens nord > sud également) est restituée.

Les cycles prennent place sur une piste monodirectionnelle située entre la plateforme tramway et l'alignement d'arbres restitué.

Sur cette séquence, l'ensemble du stationnement est supprimé.

Il n'y a en revanche pas d'impact sur le bâti, à l'exception d'éventuels points durs qui pourraient être identifiés dans les études ultérieures (réduction très ponctuelle de l'emprise disponible, gestion des courbes du tramway).

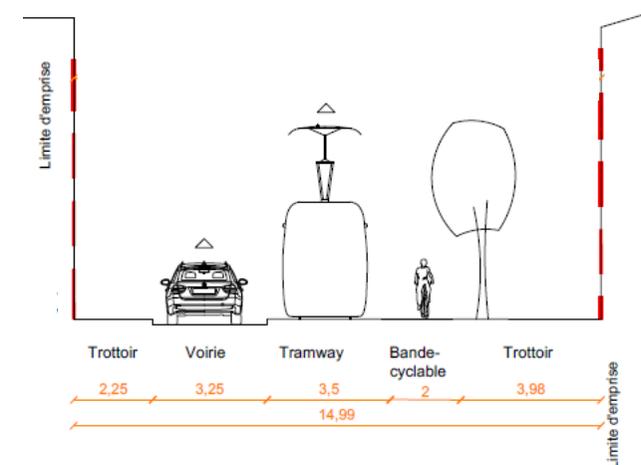
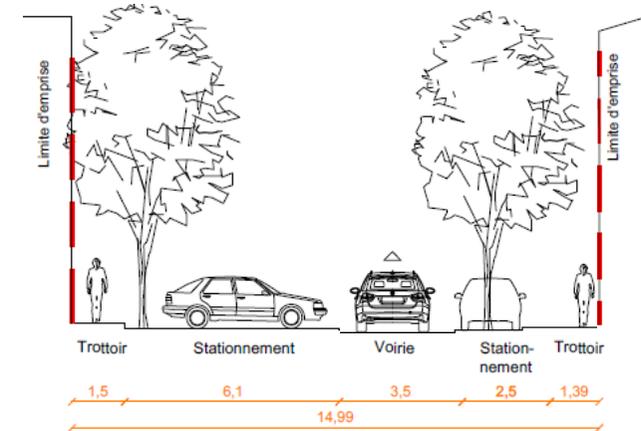


Figure 87 : Coupe existant et projet de la rue de Vanves

Boulevard des Frères Vigouroux - insertion bidirectionnelle du tramway

Sur le boulevard des Frères Vigouroux, la plateforme est à double sens et positionnée en latéral nord, le long du parvis de la gare de Clamart et du projet urbain du Quartier de la gare.

La circulation véhicules est positionnée en latéral sud en sens unique en direction de Malakoff et Vanves. Un sens véhicules est donc supprimé.

Les cycles sont disposés de part et d'autre de la voirie au moyen de deux bandes monodirectionnelles.

Sur cette section, l'ensemble du stationnement est supprimé.

La station « Clamart - Gare » constitue le terminus du prolongement de la ligne de tramway T10. La station est positionnée au droit des bâtiments envisagés par le projet urbain du Quartier de la Gare et du carrefour avec l'impasse de la Villa Geneviève.

Des impacts bâtis sont à prévoir en rive sud du boulevard.

Une arrière-gare d'environ 95 m de long est positionnée au-delà de la station terminus Clamart - Gare.

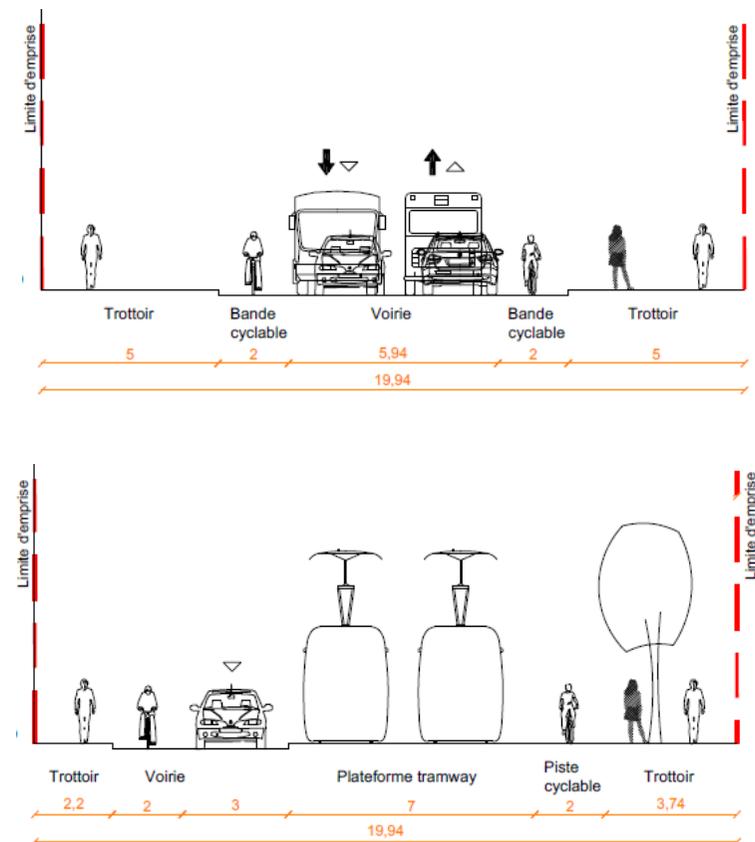


Figure 88 : Coupe existant et projet du boulevard des Frères Vigouroux

Principaux impacts

Points d'attention sur l'aménagement proposé

A ce stade amont des études, le projet a été conçu pour limiter autant que possible les impacts sur le bâti. Cependant, il ne permet pas un aménagement optimal des pistes cyclables dont la gestion au carrefour devra être approfondie dans les études ultérieures.

De plus, la configuration en deux itinéraires dissociés est moins qualitative qu'un aménagement bidirectionnel classique. En effet, la lisibilité est dégradée pour les usagers et l'exploitation de la ligne est plus contrainte.

Au sein de la forêt de Meudon

Comme indiqué précédemment, l'insertion du tramway, associée au maintien de 3 voies de circulation et la création d'une voie verte induirait des impacts environnementaux. Le projet nécessiterait la destruction de 1,5 ha de boisement, sous réserve de l'aménagement d'ouvrages de soutènement des talus existant de part et d'autre de la voirie, pour réduire l'impact sur la surface boisée. Cet impact devra être compensé dans le cadre du projet.

Au sein de la partie urbaine de la ville de Clamart

L'un des principaux enjeux du scénario de surface réside dans son impact sur **de nombreux bâtiments**. Comme indiqué précédemment, les mesures de sécurité pour la défense incendie imposent une distance entre la ligne aérienne de contact et la façade des bâtiments, dès que ces derniers ont au moins 4 étages. L'impact serait d'environ 70 bâtiments, dont une quarantaine d'immeubles collectifs. Certains de ces bâtiments sont classés au Site Patrimonial Remarquable de la ville. Ces impacts semblent en conséquence réhibitoires.

L'implantation du tramway en surface soulève également des **enjeux patrimoniaux** de covisibilité du tramway avec des bâtiments du Site Patrimonial Remarquable et l'intersection de zones de protection des monuments historiques.

Par ailleurs, le passage d'un tramway toutes les 3 min 30 par sens en heure de pointe est contraint par la configuration de certaines voies étroites et empruntées par des flux de piétons importants, notamment dans la rue Jean Jaurès et aux abords de la

mairie. Dans ces secteurs, la mise en œuvre du tramway engendrerait un changement radical d'ambiance (suppression des animations en pied de façade, atmosphère de déambulation modifiée, etc.).

De plus, l'implantation du tramway nécessitera la fermeture à la circulation de certains axes entraînant des **modifications locales du plan de circulation**. L'impact sur la congestion routière devra le cas échéant être analysé dans le cadre de la suite de projet par une étude de circulation routière.

Certains éléments urbains sont de plus très fortement impactés : la totalité des **places de stationnement** présentes sur le tracé sont supprimées, soit plus de 720 places. Les études ultérieures pourront rechercher des possibilités de restitution, en coordination avec la Ville de Clamart.

De nombreux **arbres** d'alignement existants (près de 270) devront être abattus. Il sera toutefois possible de les restituer (de l'ordre de 280).

Le projet exporte des contraintes sur la définition de l'aménagement et le phasage du projet urbain du Quartier de la Gare qui serait à définir dans le cadre de la suite du projet.

Un réseau de **transport d'électricité** à très haute tension est présent à faible profondeur sous les voiries du projet. Il sera nécessaire de le dévier préalablement au projet, ce qui représente un impact non négligeable, tant en termes de coût que de délai.

Le **réseau d'assainissement SEVES** n'est, en première approche pas impacté par l'implantation du tramway en raison de la profondeur des canalisations. Cependant, dans le cas où des bouches de regard ou des avaloirs viendraient à être déplacés (exemple : tampon au niveau de la plateforme), il conviendra de reprendre les branchements et rameaux de connexion à l'ovoïde. Ainsi, il s'avère parfois plus pertinent de dévoyer l'ensemble de la canalisation. Ces éléments devront être étudiés en concertation avec le concessionnaire dans les phases d'études ultérieures.

Les impacts du projet sont davantage précisés dans le chapitre 5.

3.2.4 Focus : Alternative à la Ligne Aérienne de Contact (LAC)

Comme montré précédemment, le scénario en surface présente de nombreux impacts sur le bâti existant, notamment en raison de la distance réglementaire à respecter entre la LAC et la façade. Une alternative visant à réduire ces impacts serait de supprimer la LAC en la remplaçant par un système d'alimentation alternatif.

3.2.4.1 Alimentation Par le Sol (APS)

Une première alternative à une alimentation par LAC est le système d'Alimentation Par le Sol (APS). Ce système est aujourd'hui déployé sur plusieurs réseaux en France : Bordeaux, Angers, Orléans, Reims...

Dans ce système, l'alimentation électrique est fournie par un rail spécifique installé au sol entre les deux rails de roulement. Ce troisième rail est découpé en très courtes sections appelées coupons, isolées les unes des autres, et qui sont alimentées uniquement lorsqu'un tramway se situe au-dessus. Les coupons sont mis sous tension au fur et à mesure de l'avancée de la rame. Ce principe assure une sécurité totale pour les autres usagers de l'espace public.

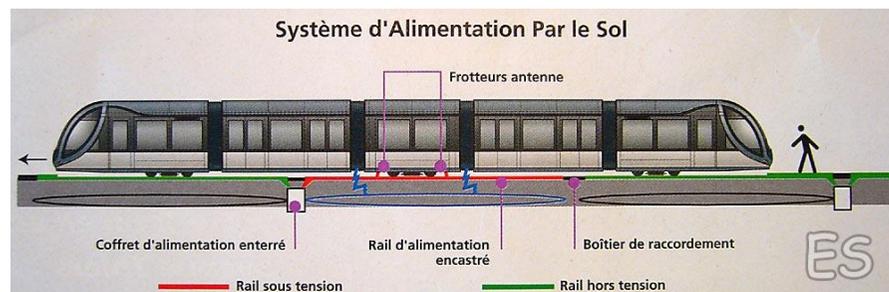


Figure Erreur ! Argument de commutateur inconnu. : **Système APS (source : tram.bordeaux.free.fr)**

3.2.4.2 Batteries rechargeables

La seconde alternative consiste à équiper les rames de batteries disposées sur le toit qui permettent de s'affranchir de la LAC. La recharge des batteries s'effectue aux stations de la section sans LAC, qui sont équipées d'un dispositif de biberonnage (SRS,

Système de Recharge par le Sol, ou recharge par pantographe déployé en station). Ce système a par exemple été mis en œuvre sur la ligne 2 du tramway de Nice.

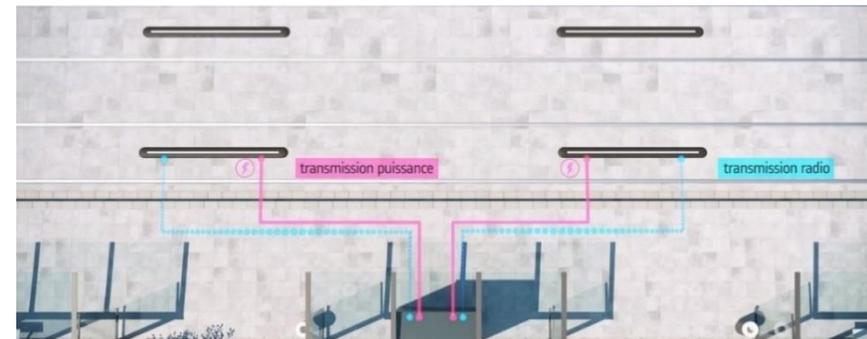


Figure Erreur ! Argument de commutateur inconnu. : **Système batteries et SRS (source : Alstom)**

3.2.4.3 Evolution des impacts

L'hypothèse d'un tramway sans LAC a été explorée de manière préliminaire dans le cadre du présent DOCP. Cependant, il résulte que ce scénario ne permet qu'une réduction modérée des impacts sur le bâti existant : plus de 40 bâtiments seraient toujours à démolir.

De plus, les impacts sur les fonctionnalités urbaines seraient identiques au scénario de surface : fermeture de voies de circulation, suppression de l'intégralité du stationnement et d'alignements d'arbres, changement d'ambiance de la portion piétonne de l'avenue Jean Jaurès.

Ce scénario reste par conséquent non satisfaisant.

Le passage à un système d'alimentation alternatif engendre par ailleurs des surcoûts :

- Système d'alimentation plus onéreux que la LAC ;
- Conversion ou remplacement complet du parc de matériel roulant déjà acquis dans le cadre du T10 phase 1, à définir ultérieurement avec le fabricant des rames du T10 ;
- Ajout d'équipements spécifiques à ce matériel dans le site de maintenance et de remisage.

Ces surcoûts seraient néanmoins compensés par l'économie réalisée sur les

acquisitions foncières.

3.3 Scénario 2 : En tunnel entre Jardin Parisien et Clamart - Gare

3.3.1 Justification du tracé retenu

3.3.1.1 **Choix du mode de réalisation « tunnel profond » et point de départ du prolongement**

Pour s'affranchir des contraintes liées à une implantation en surface, il a été étudié une solution en tunnel profond, réalisée au tunnelier.

Comme précisé en introduction, le démarrage du prolongement a été initialement étudié sur la base d'un démarrage à la station Place du Garde, terminus projeté de la première phase du T10. Toutefois, du fait des contraintes du site, cette configuration ne permettait pas de proposer une solution d'enfouissement satisfaisante pour desservir le secteur de la mairie de Clamart.

En effet, pour des raisons techniques, le tunnelier doit dans un premier temps être amené à une profondeur minimale d'environ 15 m pour garantir la stabilité du terrain en surface. Les contraintes topographiques, d'emprise disponible, la proximité avec le centre-ville de Clamart, etc., ne permettaient pas d'atteindre cette profondeur au niveau du secteur de la mairie de Clamart, dans le cadre d'un démarrage de l'enfouissement depuis la Place du Garde.

En raison de ces contraintes, il est ainsi proposé un départ depuis la station Jardin Parisien, située dans un environnement peu pentu, adapté pour approfondir rapidement le tramway et construire le tunnel de façon optimale.

Comme précisé dans le cadre du diagnostic, les travaux du tronçon entre Jardin Parisien et Place du Garde ont été suspendus dans l'attente des conclusions des études réalisées dans le cadre du présent DOCP.

Contraintes d'insertion et de tracé

Le tracé ferroviaire en tunnelier présente de nombreuses contraintes d'insertion et de tracé. Outre une pente admissible maximale supportée par le tramway de 7%, le tunnelier présente des contraintes de giration qui ne lui permettent pas de réaliser des courbes de moins de 300 m de rayon. De plus, pour le confort des voyageurs, il est nécessaire de conserver des alignements droits entre les courbes et contre-courbes ainsi que d'insérer des clothoïdes (transitions entre une courbe et un alignement droit) et des dévers (inclinaison transversale de la voie ferrée). La combinaison de courbes en long et de courbes en plan (appelée overlapping) est de même à éviter. L'ensemble de ces éléments contraint les possibilités de tracé.

Des accès secours doivent être espacés de 800 m au maximum. Lorsque la distance entre deux stations successives est supérieure à ces 800 m, il est nécessaire d'implanter un ouvrage annexe intermédiaire, qui permettra l'accès des secours au tunnel en cas d'incident, et qui assurera aussi d'autres fonctions telles que la ventilation et le désenfumage du tunnel.

Le contexte souterrain du secteur présente des caractéristiques très spécifiques. En raison de la forte déclivité du terrain, le nombre de couches géologiques traversées est important, ce qui représente un enjeu pour le creusement par le tunnelier. De plus, la présence de nombreuses carrières de craie, de calcaire grossier et de gypse pose des contraintes techniques très fortes qui nécessiteront d'importants traitements des sols (comblement des carrières par injection par exemple). Afin de minimiser ces traitements, le tracé évite dans la mesure du possible ces carrières. Quand il n'est pas possible d'éviter de traverser une zone de carrières, le tunnel devra être approfondi afin de passer en dessous de ces carrières, qui devront être traitées pour minimiser les risques géotechniques. Enfin, la densité urbaine du secteur implique de nombreux avoisinants en sous-sol (parkings souterrains, fondations profondes, émissaires d'eaux usées, infrastructures de la future ligne 15, etc.), qu'il convient de prendre en compte dans la conception du projet.

Description du scénario retenu

Au vu des zones de desserte potentielle et des contraintes techniques évoquées précédemment, le scénario proposé consiste en un scénario en terminus à la gare de Clamart, en correspondance avec la future ligne 15 du métro, et desservant les secteurs suivants :

- Mairie de Clamart ;
- Centre de Clamart, à proximité du parc de la Maison Blanche ;
- Gare de Clamart.

Il est nécessaire d'implanter 2 ouvrages annexes sur le tracé :

- Bois de Clamart (secteur du parcours sportif) ;
- Secteur Lazare Carnot.

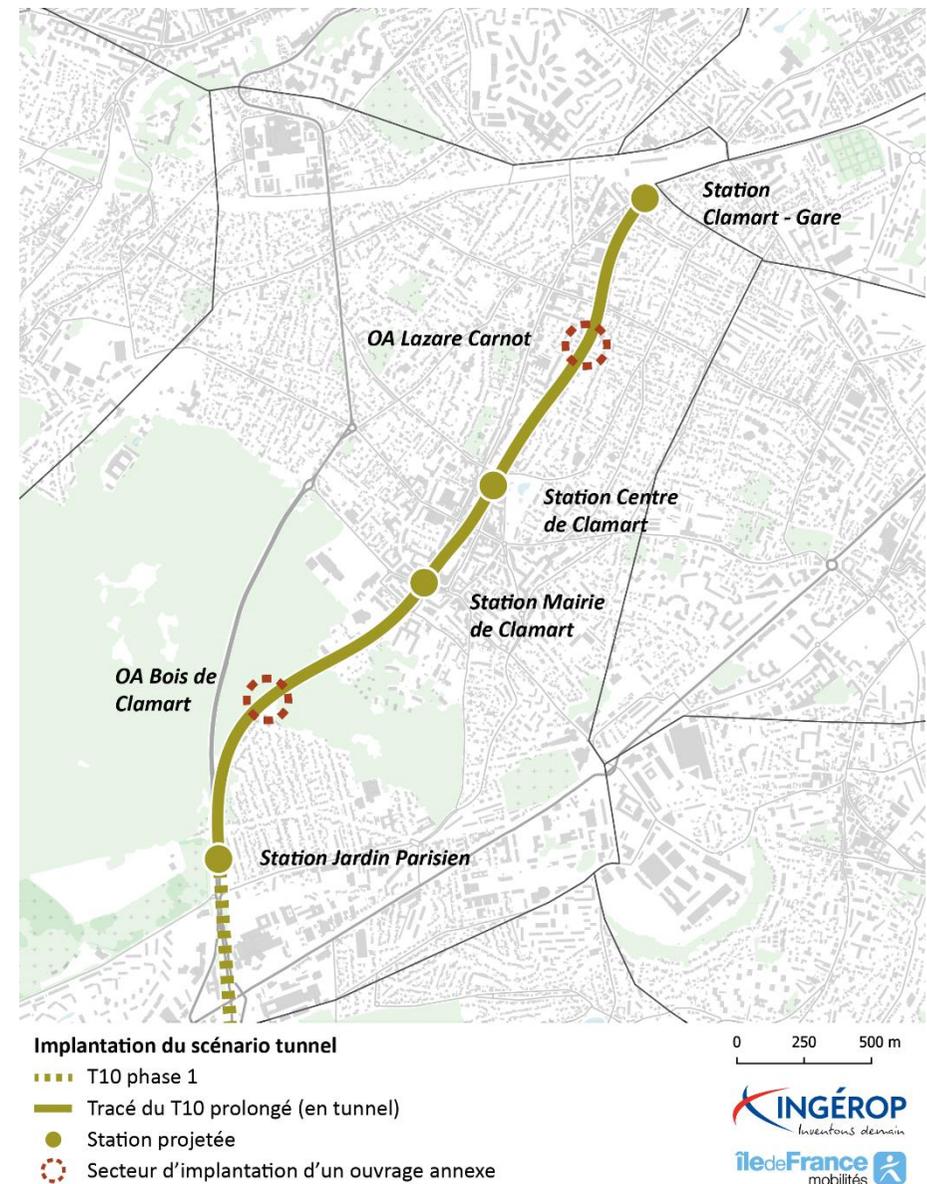


Figure 91 : Implantation du scénario tunnel

3.3.2 Insertion urbaine

3.3.2.1 Principes généraux

Les stations souterraines consistent en des « boîtes » rectangulaires de 50 m de long par 20 à 25 m de large. La réalisation de ces ouvrages impose le dégagement des surfaces en surplomb et nécessite une emprise chantier assez importante. En effet, au-delà de l'aire de la seule boîte, des surfaces supplémentaires sont nécessaires au stockage, à la manutention ou encore à la production d'éléments techniques et matériaux.

Dans le cadre de la suite du projet, les emprises chantiers seront conçues de manière à limiter au maximum les impacts sur le territoire, en fonction des contraintes du site et du sous-sol ainsi que des besoins de l'ouvrage. Toutefois, compte tenu de la densité du tissu urbain sur le secteur, il sera nécessaire de procéder à des acquisitions foncières pour l'aménagement de certaines stations ou ouvrages.

Le parti pris d'insertion des émergences en surface du projet (stations, ouvrages annexes) consiste en un aménagement limitant les emprises en surface, à l'instar du métro parisien ou de la section souterraine du T6 entre Vélizy et Viroflay. Ce principe permet de limiter les effets sur l'environnement paysager et patrimonial à très forte valeur dans lequel le projet s'inscrit. En s'implantant au cœur du site patrimonial remarquable (SPR) de Clamart, la conception détaillée des émergences devra faire l'objet d'une attention toute particulière de manière à ne pas dénaturer le site. Cet aménagement permet aussi une maîtrise des coûts ainsi que l'opportunité d'aménager les espaces en surplomb des boîtes des stations souterraines.

A l'exception des espaces nécessaires aux émergences, les emprises utilisées pour le chantier pourront être restituées à l'issue du projet.



Figure 92 : Emergence de la station Mairie de Montrouge du M4



Figure 93 : Emergence de la station Viroflay-Rive Droite du T6

Les ouvrages annexes sont quant à eux des puits circulaires de 13 à 18 m de diamètre. Comme pour les stations, des emprises seront nécessaires pour les besoins du chantier.

Les ouvrages nécessaires au projet sont présentés ci-après, du sud au nord, dans leur ordre d'implantation, depuis la station Jardin Parisien au terminus Clamart - Gare. Il s'agit de ce stade de premières identifications d'implantation qui seront réinterrogées dans le cadre de la suite du projet.

3.3.2.2 *Ouvrage de démarrage et enfouissement du tracé*

Immédiatement au nord de la station Jardin Parisien, le tramway entame sa descente afin de s'enfouir à une profondeur d'environ -15 m par rapport au terrain naturel. La première section, de l'ordre de 185 m de long, est une tranchée ouverte implantée en rive Est de la RD2, afin d'atteindre une profondeur de -10 m. A la suite de cet ouvrage, une tranchée couverte longue d'environ 80 m est réalisée pour permettre au tracé d'atteindre une profondeur de -15 m nécessaire au démarrage du creusement par le tunnelier.

A l'extrémité Nord de la tranchée couverte, le tunnelier commence le creusement vers Clamart - Gare. L'accès de ce tunnelier à la profondeur de -15 m doit être réalisé par un ouvrage d'enfouissement. Deux solutions ont été pré-identifiées pour l'implantation de cet ouvrage, à ce stade amont des études :

- Implantation à l'extrémité nord de la tranchée couverte ;
- Implantation désaxée, par exemple sur l'un des stades situés à l'ouest de la RD2, avec creusement d'un linéaire au tunnelier pour que ce dernier puisse rejoindre la tranchée couverte et création d'un « ouvrage d'entonnement » pour la jonction entre le tunnel creusé au tunnelier et la tranchée couverte.

La première solution permet une emprise chantier plus faible mais implique d'implanter la zone de chantier aux abords immédiats de la forêt de Meudon et davantage à proximité des riverains. Les modalités de réalisation de cet ouvrage seront étudiées dans les phases d'études ultérieures, de manière à limiter dans la mesure du possible les impacts sur le territoire y compris sur la forêt de Meudon.

A l'inverse, la seconde solution permet d'éloigner l'emprise chantier de la forêt de Meudon et des riverains, mais elle présente un surcoût de l'ordre de 90 millions d'euros, du fait de l'ouvrage supplémentaire nécessaire (ouvrage d'entonnement) ainsi que de l'allongement du tunnel induit.

Sur cette zone, l'emprise chantier devra contenir de nombreux éléments permettant la réalisation du tunnel : usine de production de voussoirs, site de gestion des déblais, appareils de manutention du tunnelier, etc. La présence de la RD2 à proximité du site facilitera l'évacuation des déblais générés par le creusement du tunnel.

Les contraintes d'insertion du site (notamment présence de la Forêt de Meudon et de la RD2) sont fortes et représentent un enjeu majeur pour l'ouvrage de démarrage. Les travaux pourront de plus nécessiter d'aménager un terminus provisoire du T10

phase 1 à la station Hôpital Bécclère, le temps de procéder au raccordement avec le prolongement au niveau de la station Jardin Parisien.

La conception du raccordement du prolongement au T10 phase 1, de l'ouvrage de démarrage et de l'enfouissement du tracé fera l'objet d'une analyse approfondie tenant compte de l'ensemble de ces enjeux dans le cadre de la suite des études.



Figure 94 : Exemple d'installations de chantier pour l'ouvrage de démarrage

3.3.2.3 Ouvrage annexe Bois de Clamart

Le premier ouvrage annexe est inséré entre le démarrage du tunnel (en aval de la station Jardin Parisien) et la station Mairie de Clamart. Un premier secteur d'implantation a été identifié au niveau du parcours sportif du Bois de Clamart et du parking adjacent, en raison de l'anthropisation existante du secteur qui permet de limiter les impacts sur le milieu naturel. L'aménagement du puits devra prendre en compte les enjeux environnementaux et réglementaires qu'engendre l'espace boisé à proximité immédiate. L'impact sur les surfaces forestières devra être limité au maximum. Il n'est pas projeté de bâtiment en émergence afin de pouvoir restituer les fonctions actuelles en surface postérieurement aux travaux.

Une voie d'accès à l'ouvrage pour les secours sera également à prévoir.

3.3.2.4 Station Mairie de Clamart

La station Mairie de Clamart pourrait être implantée dans le centre historique de Clamart, à proximité de la place Gunsbourg (principale centralité urbaine du secteur), de l'Eglise et de la maison de retraite Ferrari. La très forte valeur patrimoniale du secteur, avec la présence de monuments historiques et de bâtiments inscrits au Site Patrimonial Remarquable, ainsi que la grande qualité de traitement des espaces publics constituera un enjeu majeur pour l'insertion de l'ouvrage.

Une séparation des emprises chantier pourrait être envisagée afin d'impacter le moins possible le milieu urbain : une emprise chantier annexe pourrait par exemple être installée à proximité du conservatoire.



Figure 95 : Secteur d'implantation de la station Mairie de Clamart

3.3.2.5 Station Centre de Clamart

La station Centre de Clamart pourrait être implantée à l'Ouest du parc de la Maison Blanche. La forte valeur patrimoniale du secteur (parc de la Maison Blanche classé, nombreux bâtiments inscrits au site patrimonial remarquable) sera là encore un enjeu majeur à considérer.

La densité du tissu urbain génèrera des contraintes fortes sur l'implantation de l'ouvrage et de son emprise chantier. Une minimisation des impacts sur le bâti existant sera recherchée dans les études ultérieures pour la définition précise de l'emplacement de la station.



Figure 96 : Secteur d'implantation de la station Centre de Clamart

3.3.2.6 Ouvrage annexe Lazare Carnot

Du fait du contexte géologique contraint et de l'environnement urbain particulièrement dense, une station dans le secteur de Lazare Carnot aurait un coût important (contraintes techniques fortes, acquisitions foncières, etc.) pour une opportunité limitée (station en bordure de la zone de desserte de la ligne 15 du métro). Il n'est donc pas proposé de station sur ce secteur.

Il est en revanche nécessaire d'implanter un ouvrage annexe dans ce secteur car la distance entre la station Clamart Centre et le terminus Clamart - Gare dépasse 800 m. Cet ouvrage annexe Lazare Carnot, permettant par exemple les accès secours, serait aménagé dans un secteur articulé autour de l'intersection entre l'avenue Victor Hugo et la rue Lazare Carnot.

La densité urbaine importante dans le secteur génère de très fortes contraintes d'emprise pour l'implantation de cet ouvrage qu'il conviendra de prendre en compte dans le cadre de la suite du projet.

3.3.2.7 Station Clamart - Gare

Cette station concentre de nombreux enjeux qui en font un élément stratégique à l'échelle du projet dans son ensemble :

- Les prévisions de fréquentation ont montré un impact fort de la variation du temps de correspondance sur l'attractivité de la ligne, en particulier avec la ligne 15 du métro. Il est donc nécessaire de positionner la station T10 au plus proche de la station de la ligne 15 et à une profondeur limitée pour proposer un temps de correspondance attractif.

Le terminus joue un rôle important dans la qualité de l'exploitation de la ligne (régularité des tramways). De manière générale, l'aménagement d'une arrière-gare (prolongement des voies après la station pour permettre le retournement et le stationnement des tramways) constitue la solution la plus robuste pour fiabiliser l'exploitation (voir 3.4.5). Dans le cas présent, cet aménagement nécessiterait de passer sous le tunnel de la ligne 15, ce qui induirait de fait une station terminus profonde. À l'inverse, un aménagement en avant-gare permettrait de limiter la profondeur de la station et ainsi de réduire le coût d'investissement et le temps de correspondance d'environ 1 minute 30 secondes. La bonne exploitabilité de la ligne dans cette configuration devra être vérifiée dans les études ultérieures plus approfondies.

- S'agissant de la station la plus volumineuse de la ligne, son coût est important et sensible à la profondeur à laquelle elle est implantée.
- Le projet urbain du quartier de la gare, organisé en deux phases, est en interface forte avec la future station T10.

Dans la suite des études, il sera donc nécessaire de traiter cette station avec attention : l'implantation de la station, sa connexion avec la station de la ligne 15 (en rouge sur le plan d'implantation), la présence ou non d'une arrière-gare, la faisabilité d'une remontée en surface ou encore l'articulation avec les projets urbains (en bleu sur le plan d'implantation) seront autant d'enjeux à prendre en compte pour concevoir un projet le plus pertinent possible.

La faisabilité d'une correspondance souterraine avec la ligne 15 pourra être également étudiée dans le cadre de la suite des études. Toutefois, il est à noter que la conception de cette gare n'intégrait pas de mesures conservatoires en ce sens.

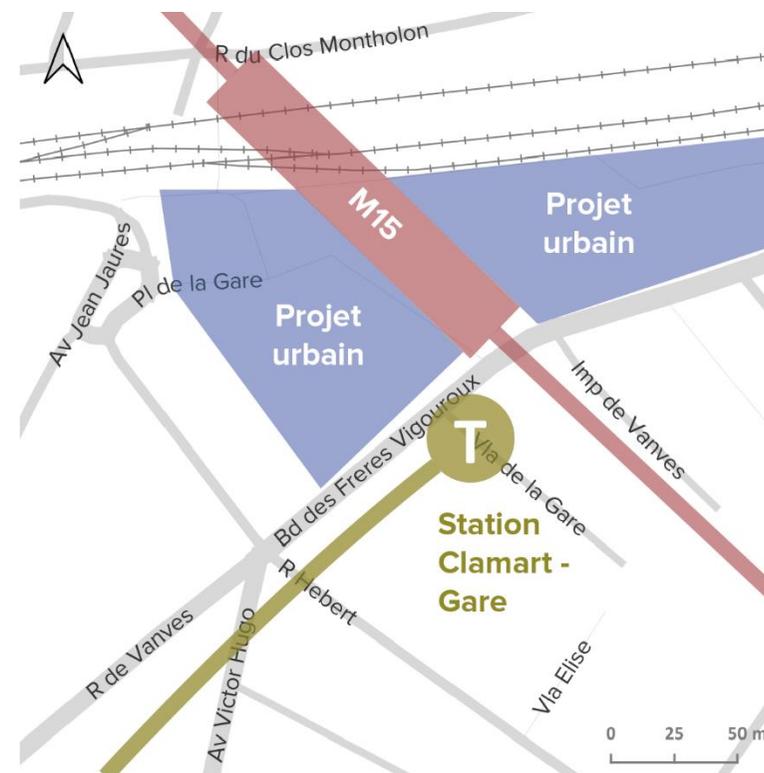


Figure 97 : Secteur d'implantation de la station Clamart - Gare

3.3.3 Caractéristiques techniques

3.3.3.1 Profil en long du tracé

Le dénivelé entre Jardin Parisien et Mairie de Clamart impose une forte pente entre ces deux stations, de près de 6,5%.

Le profil et le tracé sont globalement contraints (fortes pentes, nombreuses courbes-contre-courbes en raison de la proximité des stations, etc.). Certains tronçons ou ouvrages peuvent se trouver à une profondeur importante en raison d'un passage sous des carrières, du fait de l'impossibilité technique de traverser ou construire au-dessus des carrières existantes.

Le tableau ci-après donne un aperçu de la profondeur potentielle des ouvrages. La profondeur indiquée est celle de la voie ferrée.

Tableau 15 : Profondeur des ouvrages souterrains

Nom de l'ouvrage	Type d'ouvrage	Profondeur indicative
Bois de Clamart	Ouvrage annexe	-35 à -40 m
Mairie de Clamart	Station	-20 à -25 m
Centre de Clamart	Station	-20 à -30 m
Lazare Carnot	Ouvrage annexe	-30 à -35 m
Clamart - Gare (avec une configuration en avant-gare)	Station	-20 à -25 m

Les profondeurs ci-dessus résultent des premières réflexions menées à ce stade très amont des études. Elles sont données à titre indicatif et devront être confirmées dans le cadre de la suite du projet.

La profondeur indiquée pour la station Clamart - Gare correspond à une configuration en avant-gare. L'aménagement d'une arrière-gare sous le tunnel de la ligne 15 du métro impliquerait une profondeur de l'ordre de -45m. L'objectif dans les phases d'études ultérieures du projet sera de définir plus précisément la configuration du terminus, notamment pour optimiser la correspondance avec la ligne 15 du métro.

3.3.3.2 Description des ouvrages et méthodes constructives

Le projet comporte différents types d'ouvrages et de méthodes constructives associées qui peuvent être classés comme suit.

Ouvrages linéaires

- **Tunnels au tunnelier** : méthode rapide, économique et techniquement maîtrisée.

L'usage du tunnelier a permis de développer fortement les projets en souterrain en raison de son coût limité et de sa rapidité de réalisation. La grande majorité des projets souterrains en cours de réalisation en Île-de-France utilise des tunneliers.

Pour ce prolongement, le diamètre intérieur du tunnel serait de l'ordre de 8,50 m, pour un diamètre hors-tout (extérieur) de 9,30 m. Ce diamètre doit permettre non seulement le passage des tramways, mais aussi l'implantation des différents éléments techniques (caténaire, gaines, câblages, ventilation, etc.). De plus, une surlargeur de chaque côté de la plateforme tramway est prise en compte pour permettre l'évacuation des voyageurs en cas d'incident.

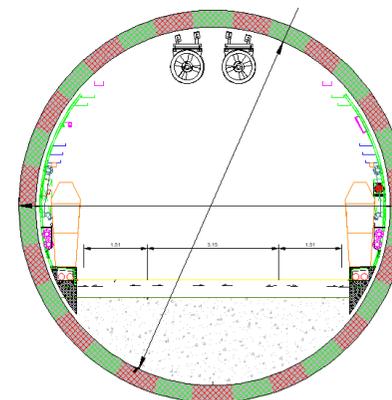


Figure 98 : Coupe-type d'un tunnel au tunnelier et vue d'un tunnelier

- **Tranchées ouvertes :**

Les tranchées ouvertes sont réalisées en parois moulées verticales avec un radier horizontal sur lequel est implanté la plateforme tramway. Un butonnage (éléments horizontaux exerçant une pression sur chacune des parois) est implanté au-dessus des éléments d'alimentation électrique du tramway. La largeur intérieure de la tranchée est d'environ 8 m.

- **Tranchées couvertes :**

Les tranchées couvertes de longueur limitée sont réalisées sur le même principe que les tranchées ouvertes à l'exception de l'ajout d'une dalle de couverture au-dessus du butonnage, permettant la restitution de fonctions en surface.

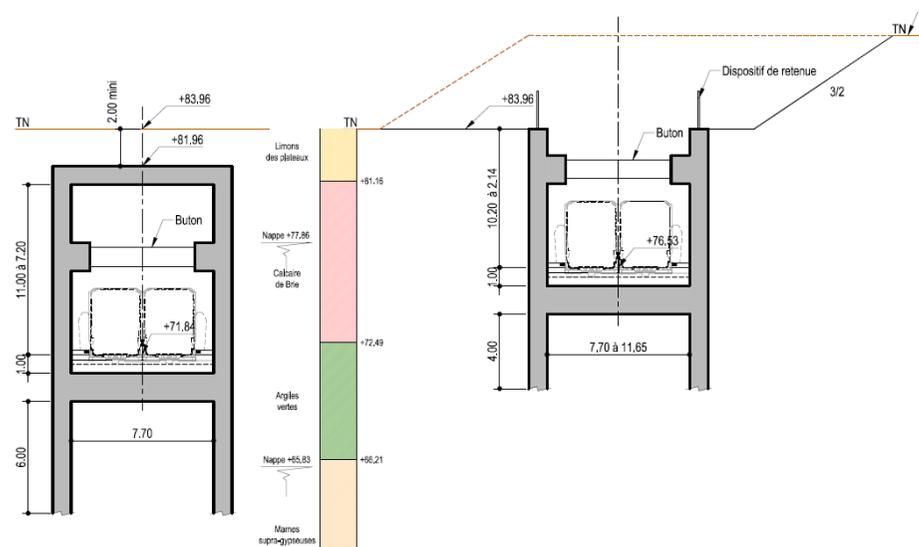


Figure 99 : Coupes-type d'une tranchée couverte (gauche) et d'une tranchée ouverte (droite)

Ouvrages ponctuels

- **Stations :** « boîtes » réalisées en parois moulées.

Les stations sont des ouvrages rectangulaires à ce stade des études considérés de dimension 50 x 20 à 25 m. Ces dimensions pourront potentiellement être optimisées dans les phases ultérieures du projet en fonction de la fréquentation attendue des stations et des critères d'évacuation des stations en cas d'incident.

La méthode de réalisation en parois moulées est fiable, techniquement maîtrisée, et massivement utilisée en Île-de-France. Elle permet de s'affranchir d'un certain nombre de contraintes techniques, notamment des problèmes d'étanchéité lors de la réalisation d'ouvrages sous nappe. En revanche, cette méthode consistant en un terrassement depuis la surface, il est nécessaire de disposer d'emprises libérées de toute occupation en surface.

Pour les implantations les plus contraintes et lorsque le contexte géotechnique le permet, les optimisations sont possibles en réalisant environ 10 m du niveau de quai « en taube », c'est-à-dire depuis l'intérieur de l'ouvrage souterrain, sans avoir à creuser depuis la surface. Ainsi, la « boîte » réalisée en terrassement depuis la surface peut dans certains cas être réduite à 40 x 20 à 25 m. Cette solution est cependant faisable uniquement dans certains contextes géotechniques spécifiques.

Pour certaines stations, des passages souterrains peuvent être réalisés pour connecter une émergence déportée sur la voirie à l'ouvrage principal. Ces passages sont réalisés « en taube » à faible profondeur.

La profondeur des stations est un enjeu important à la fois du point de vue technique que du point de vue stratégique. En effet, les stations à grande profondeur exportent des contraintes de réalisation importantes (hauteur des fiches de parois moulées, diversité des terrains traversés, etc.) et nécessitent par conséquent des traitements spécifiques, engendrant des surcoûts et accroissant les risques d'infaisabilité. Sur le plan stratégique, plus une station est profonde et plus l'accès aux quais sera long, en raison de l'important dénivelé à parcourir. Par conséquent, plus une station est profonde, et moins elle est attractive. La multiplication des liaisons verticales exporte de plus des contraintes fortes sur l'exploitation de la station (entretien des ascenseurs et escaliers mécaniques permettant l'accès aux quais par exemple).

- **Ouvrages annexes** : puits réalisés en parois moulées.

Les ouvrages annexes sont nécessaires dès qu'une distance interstation est supérieure à 800 m, distance maximale entre deux accès secours. Le cas échéant, une station peut également remplir les fonctions d'un ouvrage annexe.

Ces ouvrages circulaires ont un diamètre de l'ordre de 15 m, ce qui permet l'implantation d'un escalier circulaire descendant dans l'ouvrage ainsi que les diverses fonctions techniques nécessaires (ventilation, désenfumage, etc.).

Le puits est connecté au tunnel via un rameau horizontal réalisé « en taube ».

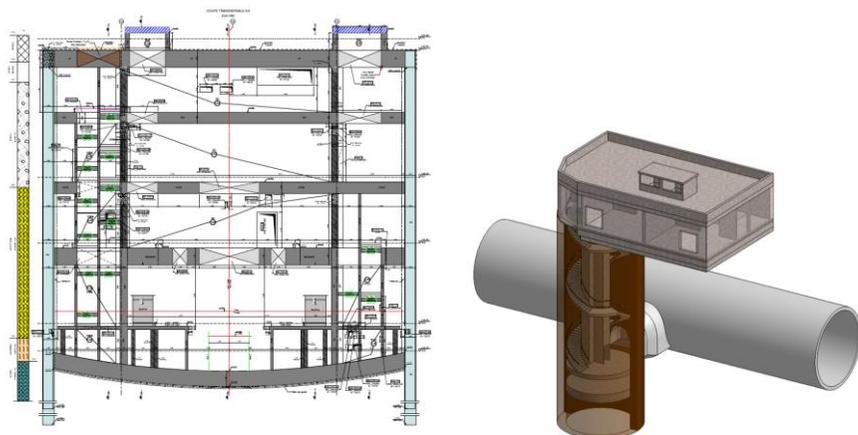


Figure 100 : Coupe-type d'une station en parois moulées (gauche) et axonométrie type d'un ouvrage annexe circulaire avec rameau de connexion (droite)

Ouvrages spécifiques

- **Ouvrage de démarrage**, détaillé précédemment au 3.3.2.2.
- **Arrière-gare** : tronçon de tunnel au tunnelier.

Une arrière-gare d'environ 95 m pourrait être réalisée au-delà de la station Clamart - Gare si elle s'avère absolument nécessaire pour la bonne exploitabilité de la ligne. Cet ouvrage consiste en une prolongation du tunnel creusé au tunnelier. Ce linéaire permet d'assurer le retournement des rames et le bon cadencement des départs.

- **Puits de sortie du tunnelier**

La sortie du tunnelier pourra se faire selon différents scénarios, par exemple :

- En avant-gare, sortie de l'intégralité du tunnelier par la station Clamart - Gare.
- Avec une arrière-gare (si nécessaire) : possibilité d'abandon en terre de la roue de coupe après le creusement de l'arrière-gare et évacuation du reste du tunnelier par la station Clamart - Gare, ou création d'un puits de sortie à l'extrémité de l'arrière-gare (illustration ci-dessous).

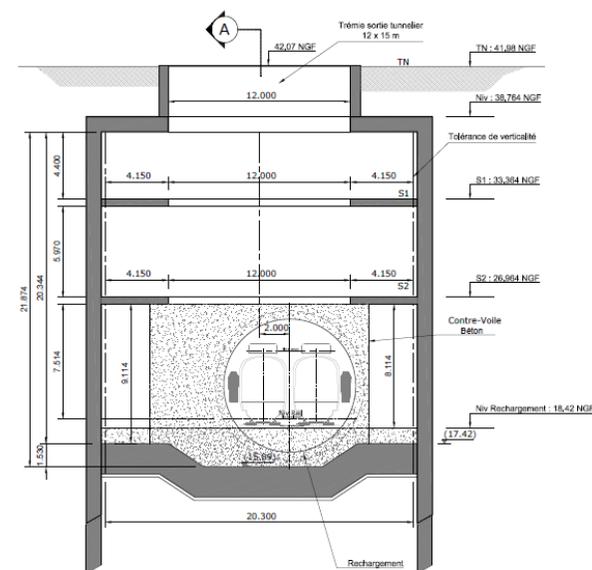


Figure 101 : Coupe-type d'un puits de sortie de tunnelier

Cet aspect du projet sera à préciser dans les études ultérieures.

3.3.3.3 *Contexte géotechnique local et contraintes associées*

Comme évoqué précédemment, le contexte local d'insertion du projet est fortement contraint, notamment en raison de la nature du sous-sol.

Le site est notamment marqué par la forte présence d'anciennes carrières d'extraction de craie, de gypse ou de calcaire grossier. La conception du tracé a pris en compte un passage sous carrières plutôt qu'à travers. Ceci nécessitera toutefois des injections des carrières afin de stabiliser le terrain. Ce passage sous carrière a parfois engendré un approfondissement du tracé.

En complément, la forte déclivité du terrain impose la traversée par le tunnel de la plupart des horizons géologiques pouvant être rencontrés en région parisienne. Cette hétérogénéité des milieux sera un enjeu important pour la conception d'un tunnelier adapté.

D'un point de vue géotechnique global, la station implantée dans le secteur de la Mairie de Clamart s'avère techniquement complexe, tout comme la station terminus Clamart - Gare. En complément des éléments indiqués au 3.3.2.6, une station dans le secteur Lazare Carnot aurait présenté d'importantes difficultés techniques qui sont fortement restreintes dans le cadre de la réalisation d'un ouvrage annexe à la place de la station.

D'une manière générale, les études de faisabilité ont permis de déterminer et d'analyser les principaux enjeux suivants :

- La diversité géologique des milieux traversés ;
- La profondeur importante de certains ouvrages ;
- Les emprises et accès en surface pour le traitement des terrains (notamment injections de carrières) ;
- Les écoulements des eaux souterraines.

Ces enjeux seront clés dans la bonne conception technique du projet et doivent être considérés suffisamment en amont pour éviter les risques de dérive des coûts.

La figure ci-dessous est un exemple de coupe lithographique (géologique) qui illustre la grande variété de terrains qui seraient rencontrés par un tunnelier entre Jardin Parisien et Clamart - Gare.

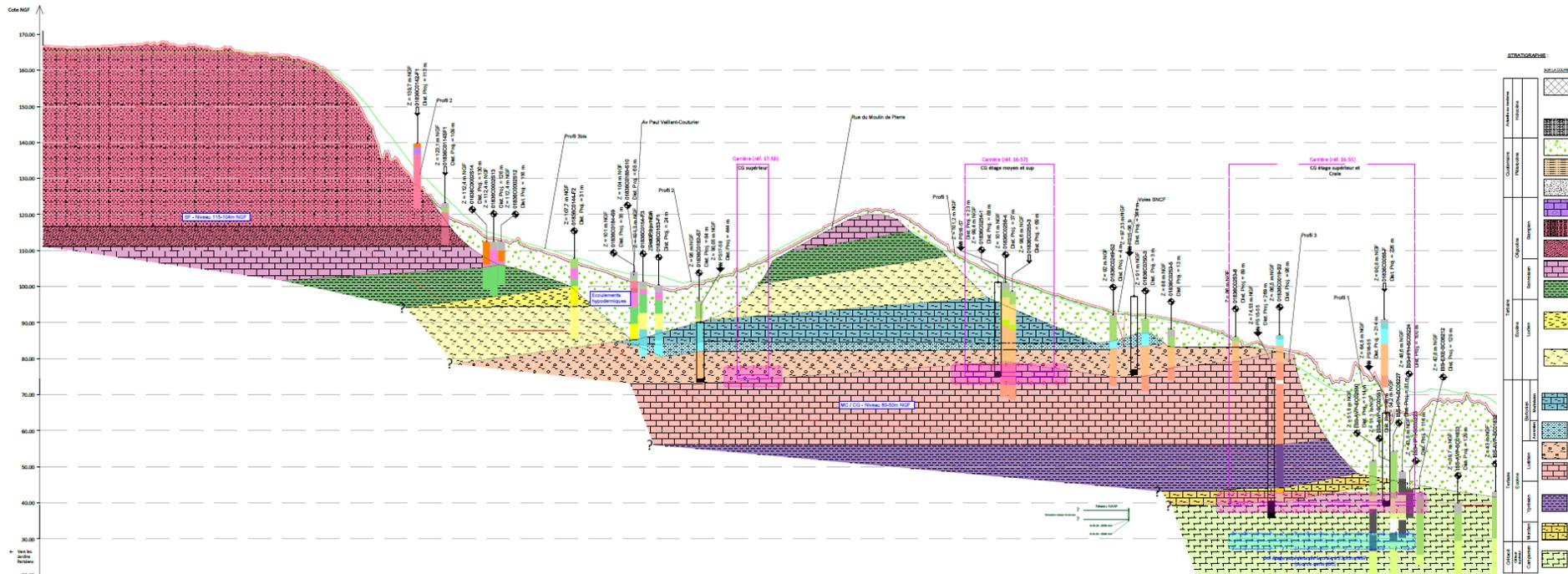


Figure 102 : Exemple de coupe lithographique d'un scénario entre Jardin Parisien et Clamart - Gare

3.3.4 Principaux impacts

Le scénario en tunnel présente des impacts moins conséquents que le scénario en surface, notamment s'agissant des **impacts sur le foncier et le bâti**. Les impacts potentiels sont concentrés aux émergences du projet : stations, ouvrages annexes, section d'enfouissement du tracé, etc. Contrairement au scénario en surface, le scénario en tunnel n'implique pas de lourd impact sur le front bâti pour l'aménagement du tramway.

De manière plus générale, les nuisances inhérentes aux travaux seront majoritairement concentrées au niveau de ces émergences pour le scénario tunnel.

L'implantation des ouvrages d'approfondissement et de lancement du tunnelier à Jardin Parisien devront être précisément étudiés pour limiter le plus possible l'impact sur la **forêt de Meudon** à proximité immédiate et identifiée **comme ZNIEFF et comme Bois de l'Etat**. Il en va de même pour l'ouvrage annexe Bois de Clamart. Le scénario tunnel permettra cependant de s'affranchir de la traversée en surface de la forêt de Meudon.

Des **nuisances** fortes sont à prévoir autour de l'ouvrage de démarrage du tunnelier (bruit, vibrations, poussières), dont l'activité 6 jours sur 7 va durer plusieurs années. Des nuisances moins fortes seront ressenties à proximité des chantiers des stations et ouvrages annexes.

L'implantation des stations devra être finement étudiée pour limiter les impacts sur le tissu urbain. Des choix devront être faits dans le cadre de la suite du projet pour définir si les impacts devront davantage porter sur des bâtiments ou des espaces publics (par exemple le parc du Conservatoire ou le parc de la Maison Blanche à Clamart, pour les stations Mairie de Clamart et Centre respectivement). Les modalités de restitution de ces espaces constitueront un enjeu majeur de la suite du projet.

Afin de réaliser les différents ouvrages, un nombre non négligeable de **traitements de terrain** devra probablement être réalisé pour réduire les risques liés à la géotechnique complexe du site : injections de carrières, étanchements, etc. Ces travaux seront réalisés avec toutes les mesures nécessaires pour réduire les risques de pollution des sols et des nappes souterraines.

Pour finir, la configuration du terminus à Clamart – Gare constitue un point clé pour le devenir du projet : la solution retenue devra concilier un ensemble de contraintes telles que l'attractivité du temps de correspondance, la profondeur de la station et les difficultés techniques inhérentes (présence du tunnel de la ligne 15 du métro, réseaux divers etc.), l'emprise disponible en surface, les modalités d'exploitation de la ligne ou encore la coordination avec le calendrier du projet urbain.

3.4 Caractéristiques d'exploitation

3.4.1 Temps de parcours

Les temps de parcours varient assez fortement entre les deux scénarios.

Le temps de parcours pour le scénario en surface est pénalisé par l'interface avec le fonctionnement urbain (trafic routier, piétons, etc.). De plus, l'insertion dans la voirie engendre des rayons de courbure parfois restreints qui ralentissent la vitesse admissible. Enfin, la vitesse sur un tronçon en surface en milieu urbain est dans tous les cas limitée au maximum à 50 km/h.

Le scénario en tunnel est plus performant du point de vue de la vitesse commerciale, en raison de l'absence d'interface avec tout autre usager et les larges rayons de courbure permettant d'atteindre la vitesse maximale du matériel roulant de 70 km/h.

Tableau 16 : Temps de parcours et vitesse commerciale des scénarios

Scénario	Longueur JP – Clamart - Gare	Stations intermédiaires	Temps de parcours	Vitesse commerciale
Surface	3,9 km	4	11 minutes	21 km/h
Tunnel	3,1 km	2	5 minutes	36 km/h

3.4.2 Temps d'accès et de correspondance

Le scénario en tunnel présente des temps d'accès aux quais depuis la surface relativement longs (estimés entre 2 et 4 minutes, en fonction de la profondeur de la station). A ce stade, les temps d'accès ont été estimés en prenant en compte un équipement en escaliers mécaniques. La mise en place de batteries d'ascenseurs, en complément des ascenseurs nécessaires à l'accessibilité pour tous, permettrait de réduire ces temps si le trafic estimé est cohérent avec ce mode de fonctionnement (cela complexifiera toutefois l'exploitation de ces stations et augmentera les coûts de fonctionnement).

Pour le scénario de surface, les temps d'accès aux quais sont considérés comme nuls puisque ceux-ci sont implantés sur la voirie.

Ces considérations valent également pour la correspondance avec la ligne 15 à Clamart : le temps de correspondance total est presque 2 fois plus long pour le scénario en tunnel par rapport au scénario en surface en l'absence de tunnel de correspondance.

Tableau 17 : Temps d'accès aux quais et de correspondance T10 – ligne 15 à Clamart

Scénario	Temps d'accès aux quais depuis la surface	Temps de correspondance Quais T10 – Quais ligne 15
Surface	0 minute	3,5 minutes
Tunnel	2 minutes	5 minutes

Dans le cas du tunnel, le temps de correspondance a été estimé sur la base d'une hypothèse consistant à remonter en surface depuis les quais du T10 puis redescendre jusqu'aux quais de la ligne 15. En fonction de la configuration retenue pour l'aménagement du terminus à Clamart, la faisabilité d'un couloir de correspondance souterrain entre le T10 et la ligne 15 pourra être étudiée dans le cadre de la suite des études. Il est toutefois précisé qu'aucune mesure conservatoire n'a été mise en place en ce sens dans l'ouvrage de la station de la ligne 15, ce qui complexifiera la réalisation de cet ouvrage.

3.4.3 Temps total de trajet

Le temps total de trajet entre Jardin Parisien et Clamart - Gare (temps de parcours dans le tramway + temps de correspondance à Clamart - Gare depuis les quais du T10 jusqu'aux quais de la ligne 15 du métro) reste inférieur pour le scénario en tunnel.

Tableau 18 : Temps total de trajet de la station JP aux quais de la ligne 15 à Clamart

Scénario	Temps total de trajet JP – Clamart quais ligne 15
Surface	14,5 minutes
Tunnel	10,5 minutes

Pour le scénario tunnel, il sera recherché dans le cadre de la suite des études l'ensemble des pistes d'optimisation permettant de réduire les temps d'accès depuis la surface ou de correspondance avec la ligne 15.

3.4.4 Fréquence et niveau d'offre

La fréquence projetée pour le T10 prolongé (sur l'ensemble de la ligne) à l'horizon de mise en service est de **3 minutes 30 secondes en heure de pointe** et 7 minutes en heure creuse, contre 6 minutes en heure de pointe pour le T10 phase 1.

3.4.5 Fonctionnement du terminus

Deux configurations sont possibles pour le terminus : un terminus en « avant-gare » ou en « arrière-gare ».

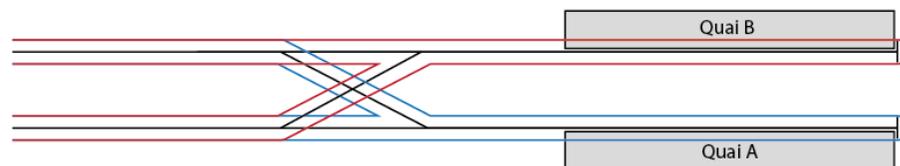


Figure 103 : Principe d'une avant-gare

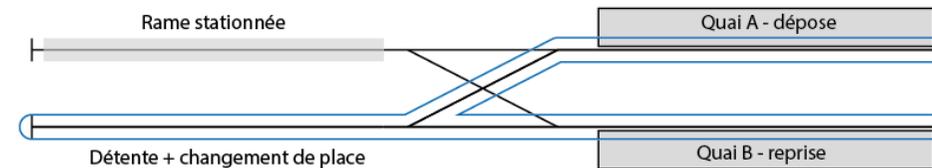


Figure 104 : Principe d'une arrière-gare

En considérant le fait que le terminus en construction à la Croix de Berny est déjà en avant-gare en raison des contraintes d'insertion, il sera nécessaire de vérifier la compatibilité d'un terminus en avant-gare à Clamart - Gare par le biais d'études d'exploitation dans la suite du projet.

Un fonctionnement en quai central pourra de même être analysé.

3.4.6 Parc de matériel roulant et site de maintenance et de remisage

Le nombre de rames nécessaires varie en fonction du temps total de rotation des rames (temps la Croix de Berny – Clamart - Gare + temps en terminus à Clamart - Gare + temps Clamart - Gare – la Croix de Berny + temps en terminus à la Croix de Berny), auquel on ajoute des rames de réserve. Ainsi, pour l'ensemble de la ligne, 22 rames sont nécessaires pour le scénario tunnel et 26 pour le scénario surface. Parmi ces rames, 13 auront déjà été livrées dans le cadre du T10 phase 1.

Ces nombres de rames sont tous compatibles avec le Site de Maintenance et de Remisage (SMR) du T10 en construction, celui-ci ayant été conçu de manière à pouvoir accueillir des rames supplémentaires à périmètre constant. Il conviendra de procéder à des travaux d'aménagement au sein du SMR pour accueillir ces nouvelles rames (voies de garage, voies de maintenance, etc.), mais il ne sera pas nécessaire d'en augmenter la surface.

Pour le scénario de surface nécessitant davantage de rames, le coût d'acquisition du matériel roulant et d'adaptation du SMR est de fait plus élevé.

4. Coûts d'investissement et calendrier prévisionnel

4.1 Estimation des coûts d'investissement

Les coûts sont exprimés aux conditions économiques de juillet 2021.

4.1.1 Méthodologie et postes de coûts

À ce stade très amont des études, une première estimation du coût global du projet a été réalisée. L'évaluation des coûts du projet de prolongement du T10 s'appuie sur les recommandations du CEREMA et prend en compte les éléments :

- Les **travaux d'aménagement de voirie**
- Les **travaux liés au système de transport**
- Les **travaux de génie civil et d'ouvrages d'art**

À ces postes s'ajoutent :

- Les installations de chantier, les sujétions diverses (déviations de la circulation, mesures d'exploitation) et les travaux préparatoires, qui correspondent par exemple au déplacement de poteaux, aux sondages et aux fouilles à la recherche de réseaux, soit tout ce qui est fait avant le démarrage réel du terrassement ;
- Une première estimation des acquisitions foncières, établie selon une méthode simple appuyée sur des coûts unitaires d'acquisition et de démolition : surface non bâtie, maison individuelle, petit immeuble collectif, grand immeuble collectif. Cette estimation sera affinée dans la suite des études ;
- Les frais de MOE (Maîtrise d'Œuvre : études détaillées et suivi de travaux) ;
- Les frais de MOA (Maîtrise d'Ouvrage) ;
- Les provisions pour risques.

Les métrés utilisés sont issus des plans réalisés et les prix unitaires ont été déterminés à partir de retours d'expérience sur des projets similaires.

Pour le scénario tunnel, l'estimation tient compte de provisions pour risques spécifiques liées aux incertitudes géotechniques.

4.1.2 Synthèse des coûts d'investissement

Le coût d'investissement hors matériel roulant du projet de prolongement du T10 s'élève à :

- **Pour le scénario 1 (surface) : environ 795 M€ HT** dont environ 655 M€ pour les acquisitions foncières provisions comprises, selon le détail des impacts indiqué au chapitre 5.2.1.

Ce montant inclut la réalisation du tronçon entre Jardin Parisien et Place du Garde (environ 25 M€ HT de travaux).

Dans ce scénario, le foncier représente près de 80% de l'investissement total, ce qui illustre l'ampleur des impacts sur le bâti et l'enjeu majeur qui en résulte en termes d'acceptabilité.

- **Pour le scénario 2 (tunnel) : environ 700 M€ HT** dont environ 110 M€ HT pour les acquisitions foncières provisions comprises (soit environ 15% de l'investissement total).

Le niveau d'investissement de ce scénario est majoritairement déterminé par les ouvrages souterrains, plus onéreux que les aménagements de surface.

Pour illustration, le coût complet d'une station souterraine est compris entre 60 et 120 M€ HT en fonction de sa profondeur ; le coût complet d'un ouvrage annexe varie quant à lui entre 12 et 25 M€ HT.

A cela s'ajoute le coût d'achat du matériel roulant dont le financement est assuré par Île-de-France Mobilités : pour le scénario surface, 13 rames soit 39 M€ ; pour le scénario souterrain, 9 rames soit 27 M€. Le nombre de rames nécessaires pour le scénario souterrain est moins élevé du fait du linéaire plus réduit et de la vitesse commerciale davantage élevée.

Comme précisé au 5.2.2.5, les emprises foncières libérées à l'issue des travaux pourront faire l'objet d'une valorisation.

Il s'agit d'une estimation au stade de la faisabilité à plus ou moins 20%, qui devra être affinée dans le cadre des études ultérieures.

4.2 Calendrier de l'opération

Compte tenu des retours d'expérience sur ce type de projet, il peut être envisagé, sous réserve de la mise en place des financements, de l'obtention des autorisations administratives et réglementaires et du planning d'intervention des concessionnaires de réseaux, une mise en service sous 10 ans après approbation du DOCP. Le planning prévisionnel sera établi dans les phases ultérieures du projet, sur la base d'études davantage approfondies.

Les prochaines étapes sont les suivantes :

- Concertation publique : automne 2022 ;
- Etudes de schéma de principe et élaboration du dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique : 2023-2024 ;
- Approbation en Conseil d'administration d'Ile-de-France Mobilités du Schéma de Principe et du dossier d'enquête publique : 2024 ;
- Enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique : fin 2024 ;
- Poursuite des études de conception ;
- Acquisitions foncières ;
- Travaux, essais ;
- Mise en service.

5. Identification des impacts significatifs du projet

5.1 Impacts sur l'environnement

5.1.1 Impacts sur le milieu humain

5.1.1.1 *Paysage et patrimoine culturel*

Le scénario en surface présente les plus forts impacts sur le paysage et le patrimoine par son tracé traversant le Site Patrimonial Remarquable de Clamart et la forêt de Meudon. Il intercepte 5 périmètres de protection de monuments historiques et notamment un nombre important de bâtiments inclus dans le SPR.

Le scénario tunnel présente des impacts moindres sur le paysage et sur le patrimoine. Ils sont localisés au droit des émergences rendues nécessaires par le tracé souterrain (stations, ouvrages annexes, etc.). Ils devraient être moins importants également en phase travaux dans la mesure où le recours au tunnelier permet de s'affranchir de nombreuses contraintes de surface. Les études menées dans le cadre de la suite du projet auront pour objectif de limiter ces impacts sur le paysage et le patrimoine à travers l'application de la démarche « éviter, réduire, compenser ». Toutefois, en fonction des choix réalisés pour l'implantation des stations, certains espaces verts, tels que les parcs du Conservatoire ou de la Maison Blanche pourraient être impactés. Enfin, l'ouvrage annexe « Bois de Clamart » est implanté dans une zone inscrite au SPR comme secteur archéologique. Des investigations seront à mener préalablement au passage du tunnelier et de la construction de l'ouvrage annexe. Au global, le niveau d'impact attendu est moyen pour le scénario tunnel.

5.1.1.2 *Risques technologiques et industriels*

Le scénario en surface intercepte de nombreux anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) au droit du centre-ville de Clamart, ainsi qu'un site pollué ou potentiellement pollué (BASOL) au niveau du terminus Clamart - Gare. Les ICPE ou canalisations de matières dangereuses ne présentent pas d'impact sur le scénario en surface. L'impact des risques technologiques et industriels sur le scénario en surface est faible avec la mise en place de mesures d'insertion environnementales (diagnostic des terres prélevées potentiellement polluées avant leur réemploi, information des exploitants à proximité, formation des équipes pour agir en cas d'accident...).

Le scénario en tunnel est exposé aux sites BASIAS, mais aussi au site BASOL au niveau du terminus Clamart - Gare. Ce scénario n'est pas concerné par les ICPE ou canalisations de matières dangereuses. L'impact des risques technologiques et industriels sur le scénario tunnel est moyen. Les ajustements de tracé à venir dans les études complémentaires pourraient permettre de limiter davantage ces impacts, enfin la mise en place de mesures environnementales (cf. scénario surface) permet de limiter les impacts du projet à un niveau faible.

5.1.1.3 *Synthèse des impacts sur le milieu humain*

Au regard du milieu humain, le scénario en tunnel est également le plus favorable en raison des impacts sur le patrimoine et le paysage qui sont limitées par le caractère souterrain. Les impacts des différents scénarios sur l'urbanisation et la socio-économie font apparaître le scénario tunnel comme favorable en raison de l'évitement qu'il permet (impact sur le bâti localisé, moindre dérangement pendant les travaux, etc.).

Le scénario en surface présente des impacts forts à très forts sur le bâti en raison des acquisitions foncières et des potentielles démolitions à réaliser, ainsi que du dérangement pendant les travaux, également très fort.

5.1.2 Impacts sur le milieu naturel

5.1.2.1 *Zonages d'inventaires et protections naturelles*

Dans le cadre des présentes études, le scénario en surface démarre au niveau de la station Jardin Parisien. Le tronçon entre Jardin Parisien et Place du Garde en surface traverse les ZNIEFF de type I et II de la forêt de Meudon, nécessitant la suppression de 1,5 ha de surface boisée et renforçant la coupure de la RD2 dans la forêt. Il est rappelé que les travaux de ce tronçon ont été suspendus, dans l'attente des études relatives au prolongement.

Le scénario en tunnel démarre au niveau de la station Jardin Parisien. En reliant les stations Jardin Parisien et Mairie de Clamart en souterrain, le scénario évite les principaux impacts liés à la traversée des ZNIEFF de type I et II de la forêt de Meudon et la place du Garde et notamment la création d'un obstacle linéaire.

Toutefois, les besoins du tracé en ouvrages annexes, tranchée d'accès, emprise plus importante pour le dégagement des matériaux, etc. sont susceptibles d'entraîner des

impacts sur les zonages d'inventaires et les protections naturelles en phase chantier. Ces impacts, notamment localisés à proximité de la station Jardin Parisien, seront limités dans la suite des études par la recherche de solutions optimisées pour l'implantation des ouvrages et de leurs emprises. Les parcelles constituant les emprises pourront potentiellement par la suite faire l'objet de restaurations environnementales ou d'une valorisation.

Les impacts globaux sont moyens pour le scénario tunnel.

5.1.2.2 *Zones humides*

La présence d'une zone de « probabilité importante de zones humides restant à caractériser » interceptant le scénario en surface au droit de la rue du Troisy / l'avenue Jean Jaurès entraîne un impact potentiel fort. Toutefois, compte tenu de l'occupation du sol déjà urbanisée dans laquelle s'insèrent les tracés, la probabilité d'impacter une zone humide s'en trouve amoindrie. De fait, bien que le scénario en tunnel coupe cette zone, l'impact pour ce scénario après mise en place des mesures environnementales (compensation) est moyen.

La station Mairie de Clamart du scénario en tunnel est implantée dans cette zone potentiellement humide. Des inventaires devront être réalisés pour caractériser ces zones, toutefois, compte tenu de l'occupation du sol déjà urbanisée dans laquelle s'insère la station, la probabilité d'impacter une zone humide s'en trouve amoindrie. L'impact pour le scénario tunnel est donc faible.

5.1.2.3 *Continuités écologiques*

Le scénario en surface nécessite de rejoindre la Place du Garde depuis Jardin Parisien à travers la forêt de Meudon (identifiée comme réservoir de biodiversité à préserver). Il entraîne donc un impact fort sur cette dernière en nécessitant la suppression de 1,5 ha de surface boisée et en renforçant une coupure linéaire. Ce dernier point est toutefois à relativiser compte tenu de la présence de la RD2 qui fragmente déjà la forêt de Meudon.

Les nombreux jardins et parcs urbains sur la commune de Clamart (identifiés comme des éléments d'un petit réseau d'espaces naturels local) ne devraient pas être impactés par ces scénarios car ces derniers suivent le réseau viaire. Les impacts sur la « petite » trame verte et bleue locale sont moindres voire nuls.

L'impact pour le scénario en surface est fort en raison de la coupure renforcée lors de la traversée de la forêt de Meudon. La mise en place de mesures environnementales visant à conserver une transparence environnementale permettra de limiter la gêne du milieu naturel mais le niveau d'impact attendu reste fort.

Le scénario tunnel traverse également la forêt de Meudon en reliant les stations de Jardin Parisien et de la Place du Garde en souterrain, en s'affranchissant de la réalisation du tronçon Jardin Parisien-Place du Garde en surface. La nature souterraine du tracé permet de limiter les impacts sur la trame verte et bleue en ne renforçant pas la coupure linéaire existante. L'implantation des ouvrages au sein de la forêt (approfondissement, ouvrage annexe) devra faire l'objet de mesures d'insertion environnementales car ils sont susceptibles d'entraîner des impacts sur le milieu naturel avec la consommation d'espaces naturels.

La construction des ouvrages du scénario tunnel en milieu urbain dense entraîne des impacts potentiellement forts car les chantiers des stations souterraines et des ouvrages annexes implantées dans les espaces verts urbains sont susceptibles d'impacter les éléments de la « petite » trame verte et bleue locale, en fonction des choix d'aménagement retenus. L'ensemble de ces facteurs résultent en un niveau d'impact potentiellement fort.

5.1.2.4 *Synthèse des impacts sur le milieu naturel*

Au regard du milieu naturel, le scénario tunnel apparaît globalement plus favorable en raison de son tracé souterrain sous la forêt de Meudon (qui concentre la majorité des enjeux liés au milieu naturel). Il permet de limiter fortement l'impact sur la forêt de Meudon, de ne pas renforcer la coupure existante sur la RD2, et de limiter également l'impact sur les zonages d'inventaires et de protections naturelles.

Toutefois, l'implantation des ouvrages pour le démarrage du tunnelier et d'un ouvrage annexe dans la forêt de Meudon pourront impacter le milieu naturel. Le critère zones humides n'est ici pas déterminant et donc non discriminant. La suite des études continuera à s'inscrire dans la démarche Eviter-Réduire-Compenser (ERC) pour minimiser les impacts sur le milieu naturel ainsi que les modalités de restauration et valorisation environnementale le cas échéant.

5.2 Impacts sur le foncier et l'urbanisme

5.2.1 Acquisitions foncières

Le projet a un impact sur le bâti existant et le foncier, quelle que soit la solution retenue. Le scénario en surface présente des impacts très forts, avec près de 70 bâtis touchés. Ces bâtis sont situés tout au long du tracé, compte tenu de l'exiguïté des rues dans Clamart et des contraintes d'insertion du tramway.

Tableau 19 : Impacts sur le bâti existant du scénario en surface

Axe	Grands collectifs	Petits collectifs	Individuels	TOTAL
Rue de Meudon + Avenue R. Samuel	8	2	4	14
Rue P. et M. Curie + Avenue V. Hugo	8	5	0	13
Rue de Vanves + Avenue J. Jaurès	11	8	13	32
Boulevard des Frères Vigouroux	5	0	3	8
TOTAL	32	15	20	67

Pour le scénario en tunnel, les impacts sont plus restreints, de l'ordre de 25 bâtis environ, dont une moitié environ de maisons individuelles. Ils sont localisés ponctuellement aux stations et ouvrages annexes, et non sur des linéaires importants. Ils dépendront fortement des choix d'aménagement réalisés dans le cadre de la suite du projet.

Ces impacts sont engendrés par l'emprise nécessaire à la réalisation de la boîte gare en parois moulées, mais aussi par l'emprise chantier nécessaire à ces travaux. Dans certains cas, lorsque cela est pertinent et possible, une partie de l'emprise chantier pourra être déportée sur un autre site pour limiter les impacts aux abords immédiats

de l'ouvrage et les reporter sur un terrain plus propice à une occupation par l'emprise chantier. Le nombre de bâtis touchés dans le cadre du projet dépendra fortement des choix d'aménagements qui seront réalisés dans le cadre de la suite du projet.

Des optimisations des emprises chantiers à étudier dans les phases ultérieures pourraient permettre de réduire ces impacts, sans toutefois s'en affranchir. Ces optimisations pourront toutefois potentiellement générer un allongement des durées de travaux et une augmentation des coûts.

Certaines parcelles mobilisées dans le cadre du projet pourraient faire l'objet de revalorisations foncières, détaillées dans la partie 5.2.2.3.

5.2.2 Développement urbain et cadre de vie

5.2.2.1 Accompagnement des projets urbains

Le projet permettra de renforcer la desserte entre le centre-ville de Clamart et le pôle gare, en lien avec le projet urbain de la gare de Clamart, Il permettra de plus d'accéder aux zones d'emplois au Sud du secteur (notamment le parc NOVEOS, et le parc INOVEL par correspondance avec le T6).

Plus largement, le projet permettra de connecter la zone desservie par le T10 phase 1, où de nombreux projets urbains se développent, avec la ligne 15 du métro.

5.2.2.2 Réaménagement de l'espace public

L'aménagement d'un tramway en surface comprend également le réaménagement de l'espace viaire associé de « façade à façade » (de la limite de propriété correspondant généralement à la façade du bâti, à la limite de propriété du bâtiment situé en face). L'intérêt de cet aménagement est toutefois ici limité au vu de la qualité déjà existante des espaces publics de la plupart des secteurs traversés par le projet, notamment au regard du montant des dépenses associées.

Le réaménagement de la voirie permettrait d'accorder davantage de place aux modes actifs (piétons, cycles) par le biais d'infrastructures linéaires, en réduisant la capacité routière. En revanche, il engendre un fort changement du cadre urbain sur la portion de l'avenue Jean Jaurès actuellement piétonne. En effet, les terrasses de café et de restaurant seraient supprimées et la circulation des piétons serait perturbée par les passages du tramway.

La solution en tunnel permettra un réaménagement plus ponctuel de l'espace public, localisé autour des émergences du projet (ouvrages annexes, stations) où des infrastructures favorisant l'intermodalité seront développées.

5.2.2.3 Arbres

Pour le scénario en surface, la majorité des arbres existants sur le tracé devront être abattus. Au total, ce sont environ 270 arbres qui seraient abattus, une trentaine pourront être conservés, et environ 280 nouveaux sujets devraient pouvoir être plantés.

Tableau 20 : Impacts sur les alignements d'arbres du scénario en surface

Axe	Arbres existants	Arbres abattus	Arbres restitués	BILAN
Rue de Meudon + Avenue R. Samuel	11	4	0	-4
Rue P. et M. Curie + Avenue V. Hugo	152	146	135	-11
Rue de Vanves + Avenue J. Jaurès	113	94	125	+31
Boulevard des Frères Vigouroux	23	23	27	+4
TOTAL	299	267	287	+20

Les impacts sur les arbres du scénario en tunnel seront beaucoup plus limités car les emprises travaux en surface sont limitées aux émergences du projet.

5.2.2.4 Nuisances en phase travaux

Par ailleurs, le scénario en surface générerait des nuisances importantes pour les riverains pendant les travaux (bruit, vibrations circulation, etc.). L'organisation du chantier devra permettre de maintenir l'accessibilité des riverains.

Les nuisances durant le chantier du scénario en tunnel sont de nature différente : les impacts sont plus localisés, mais l'importance des travaux (excavations, réalisation des tranchées, extraction des déblais) ne sont pas négligeables. Les déblais du tunnel seront évacués par le puits d'entrée à Jardin Parisien afin de faciliter leur évacuation par des camions circulant sur la RD2. Les déblais issus de la réalisation des stations et ouvrages annexes ne pourront en revanche pas être évacués par le tunnel. Ils devront être évacués depuis le site de construction.

5.2.2.5 Valorisation foncière

Pour l'ensemble des solutions, le projet sera vecteur de revalorisation foncière pour les parcelles situées à proximité : l'arrivée d'un transport collectif structurant dans une zone actuellement desservie par bus uniquement est un vrai atout pour le développement urbain du secteur. La desserte améliorée vers de nombreux secteurs de la petite couronne, notamment la Défense, est un argument fort pour augmenter l'attractivité de Clamart.

Les emprises libérées à la suite du chantier des stations pour le scénario en tunnel pourront constituer des opportunités de valorisation foncière. Les stations pourront être associées à des projets connexes (logements, bureaux, équipement...) dont la conception devra être étudiée simultanément. Cette opportunité est mise en œuvre par exemple à la station « Issy » de la ligne 15 du métro.

5.3 Impacts sur les mobilités

5.3.1 Réseau de transports collectifs

Le projet permet de compléter le maillage du réseau de transports collectifs, enjeu majeur identifié lors du diagnostic. En effet, l'absence de ce barreau (dernier élément de la « Croix du Sud ») crée un déséquilibre dans le réseau et risque d'engendrer des saturations des lignes avoisinantes (T6, RER B) que les usagers devront emprunter en l'absence du projet, notamment pour accéder à la ligne 15 du métro.

Le prolongement permet de relier efficacement le secteur Sud du département des Hauts-de-Seine à la future ligne 15 du métro. Cette connectivité efficace offre une alternative attractive au T6 et RER B pour les usagers, ce qui permet donc dans une certaine mesure de désaturer ces lignes. De même, la ligne N voit son attractivité renforcée pour les usagers désireux de se rendre dans le sud de Paris. Les cartes ci-contre illustrent le report des usagers vers ces deux lignes pour de nombreux territoires, principalement en petite couronne pour la ligne 15 et dans Paris pour la ligne N. Ces impacts sont détaillés dans le chapitre 6 Evaluation de l'intérêt du projet.

Le scénario en surface ne permet cependant pas de conserver les couloirs bus présents sur l'avenue Jean Jaurès et l'avenue Victor Hugo, ce qui aura un impact sur les conditions d'exploitation et la régularité des bus des lignes existantes empruntant ces axes.

5.3.2 Réseau de modes actifs

Le scénario en surface permet le développement d'aménagements cyclables et de trottoirs confortables sur l'ensemble des rues traversées. La circulation des cycles s'effectue par la rue de Meudon et l'avenue René Samuel (bandes cyclables bilatérales), la rue du Troisy, la rue Pierre et Marie Curie et l'avenue Victor Hugo (bande cyclable unilatérale vers le Nord), l'avenue Jean Jaurès et la rue de Vanves (bande cyclable unilatérale vers le Sud) et le boulevard des Frères Vigouroux (bandes cyclables bilatérales).

Dans le cadre du scénario en tunnel, il n'est pas prévu de réaménagement de l'ensemble du linéaire de voirie. L'intermodalité aux stations devra être traitée, pour favoriser l'accès des piétons et des cycles. Des mesures d'accompagnement pourront être développées en ce sens (arceaux vélos, consigne Véligo).

5.3.3 Réseau routier

Dans le scénario en surface, le plan de circulation doit être modifié de manière significative, y compris en phase d'exploitation du tramway. En effet, la rue Pierre et Marie Curie doit être mise en sens unique vers le Sud entre la rue du Troisy et la rue Paul Vaillant Couturier, et vers le Nord entre la rue Paul Vaillant Couturier et la rue Gabriel Péri. L'avenue René Samuel et la rue du Troisy entre la place Gunsbourg et la rue Pierre et Marie Curie sont quant à elles fermées à la circulation, avec des reports de la circulation sur la rue Paul Vaillant Couturier, la rue Gathelot ou encore la rue du Plessis-Piquet. Dans le secteur de la gare de Clamart, le boulevard des Frères Vigouroux est mis en sens unique vers l'Est, avec un report de la circulation sur l'avenue du docteur Calmette. Dans le cas d'un approfondissement de ce scénario, des études de trafic devront être réalisées dans le cadre de la suite du projet pour évaluer l'impact et l'acceptabilité de ces modifications.

Les cartes suivantes illustrent le plan de circulation pour la solution en surface.

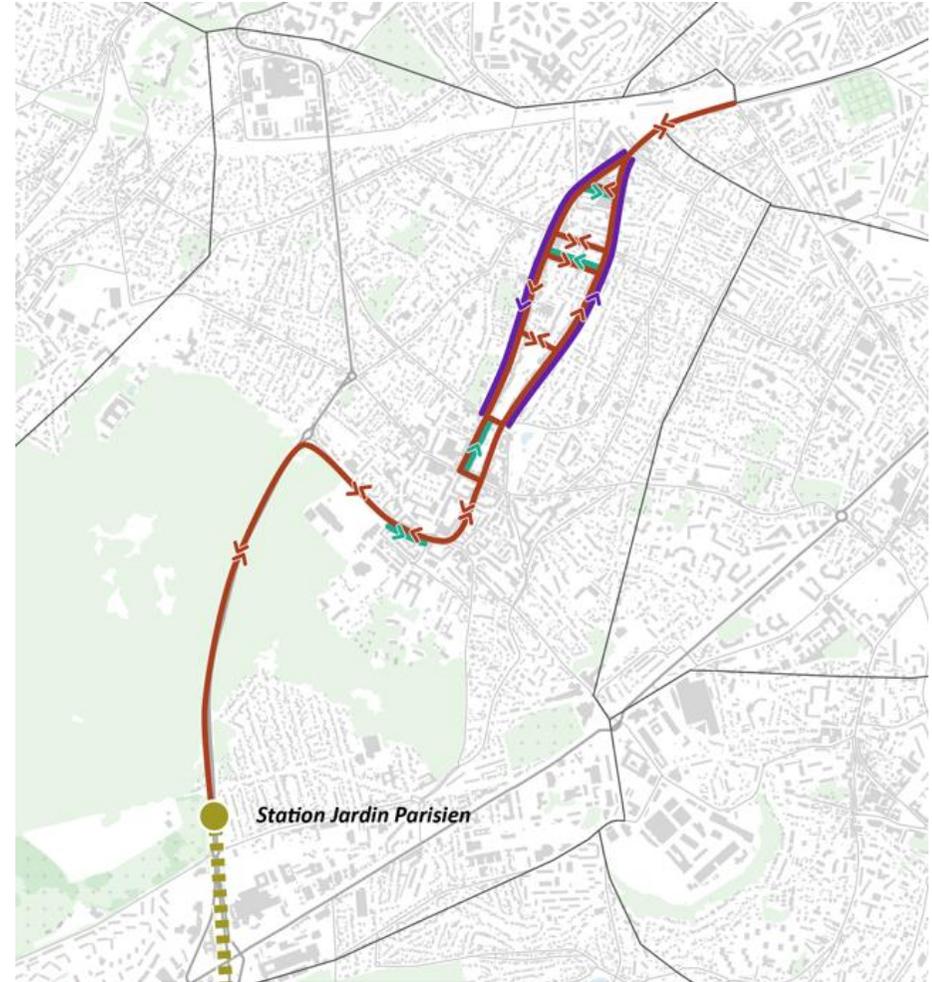
Pour le scénario en tunnel, les impacts seront majoritairement limités à la phase chantier : fermetures à la circulation de certains secteurs durant les travaux des stations ou ouvrages annexes (place Gunsbourg, boulevard des Frères Vigouroux...), trafic de poids lourds supplémentaire.



Figure 105 : Modifications du plan de circulation dans le secteur du centre-ville de Clamart



Figure 106 : Modifications du plan de circulation dans le secteur de la gare de Clamart



Organisation actuelle du plan de déplacements

- - - T10 phase 1
- Voie de circulation routière
- Couloir bus (accessible aux cycles)
- Bande ou piste cyclable

0 250 500 m

Figure 107 : Organisation actuelle du plan de déplacements



Figure 108 : Organisation projetée du plan de déplacements (scénario surface)

5.3.4 Stationnement

Le scénario en surface engendre la suppression de la quasi-totalité du stationnement en surface sur les axes empruntés par le tramway. Au total, ce sont plus de **720 places** qui seront supprimées. Cet impact lourd nécessitera de repenser dans le cadre de la suite du projet la stratégie stationnement au sein du centre-ville, notamment pour les riverains.

Tableau 21 : Impacts sur le stationnement du scénario en surface

Axe	Places existantes	Places supprimées	Places restituées	BILAN
Rue de Meudon + Avenue R. Samuel	86	86	0	-86
Rue P. et M. Curie + Avenue V. Hugo	270	270	5	-265
Rue de Vanves + Avenue J. Jaurès	292	292	0	-292
Boulevard des Frères Vigouroux	82	82	0	-82
TOTAL	730	730	5	-725

Le scénario en tunnel engendrera des impacts ponctuels sur le stationnement durant la phase travaux. Aucun impact n'est identifié en phase exploitation.

5.4 Compatibilité des documents d'urbanisme

La commune de Clamart est couverte par un Plan Local d'Urbanisme (PLU) approuvé en conseil territorial le 12 juillet 2016 et dont sa dernière modification date du 29 juillet 2020. Le PLU de l'EPT Vallée sud Grand Paris est en cours d'élaboration, celui-ci a été prescrit par délibération du conseil territorial du 18 décembre 2018.

Le PLU est un document de planification à l'échelle de la commune, il désigne l'affectation des sols et l'évolution de chaque secteur de la commune à plus ou moins long terme. Il prévoit les espaces dédiés à l'urbanisation d'habitat ou d'activités (densification de l'existant, développement sous différentes formes), et préserve les espaces agricoles ou forestiers de toute évolution non désirée.

Le PLU comprend, conformément à l'article L. 123-1 du Code de l'Urbanisme :

- Un rapport de présentation ;
- Un Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) qui définit les orientations d'aménagement et d'urbanisme retenues, notamment en vue de favoriser le renouvellement urbain et préserver la qualité architecturale et l'environnement ;
- Des Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP), qui visent à définir des intentions d'aménagement sur un secteur donné, quelle qu'en soit l'échelle (îlot, quartier, commune, groupe de communes, territoire intercommunal...);
- Un règlement ;
- Des annexes.

Seuls les documents opposables et non compatibles avec le projet font ici l'objet d'une analyse, c'est-à-dire le PADD, le règlement et certaines annexes. Toutes les autres pièces du PLU sont soit non-opposables (rapport de présentation), soit compatibles (OAP).

5.4.1 Le Plan d'Aménagement et de Développement Durable (PADD)

Le PADD de Clamart est composé de 3 ambitions relatives à l'identité, l'attractivité et l'avenir de la commune. La première d'entre elles concerne la valorisation des atouts naturels de la ville dont le parc de la Maison Blanche localisé à proximité de la station Centre de Clamart et le parc Boigues font partie. L'objectif de cette ambition est de préserver les espaces boisés, les espaces verts, les forêts, les cœurs d'îlots végétalisés, etc.

Dès lors le PADD, document qui fixe les grandes orientations du PLU de la commune, préconise une protection des espaces verts urbains. En conséquence, l'occupation de l'un ou l'autre des deux parcs n'est pas compatible avec les orientations du PADD.

A noter que le développement des transports en commun structurants (T6 et T10) fait partie des orientations retenues pour la troisième ambition du PADD de Clamart « une ville tournée vers l'avenir ». Aussi une future procédure de mise en compatibilité pour permettre la réalisation du prolongement du T10 sera cohérente avec les objectifs affichés dans le PLU de Clamart.

5.4.2 Le règlement

Le règlement fixe, en cohérence avec le PADD, les règles générales et les servitudes d'utilisation du sol permettant d'atteindre les objectifs. Le règlement est opposable à toute personne publique ou privée pour l'exécution de tous travaux ou constructions.

Plusieurs zones sont identifiées sur le secteur :

- Les zones urbanisées : UA, UB, UC, UE, UF, UG, UH, ULh et UM ;
- La zone naturelle N, qui comprend les parcs de la Maison Blanche et Boigues.

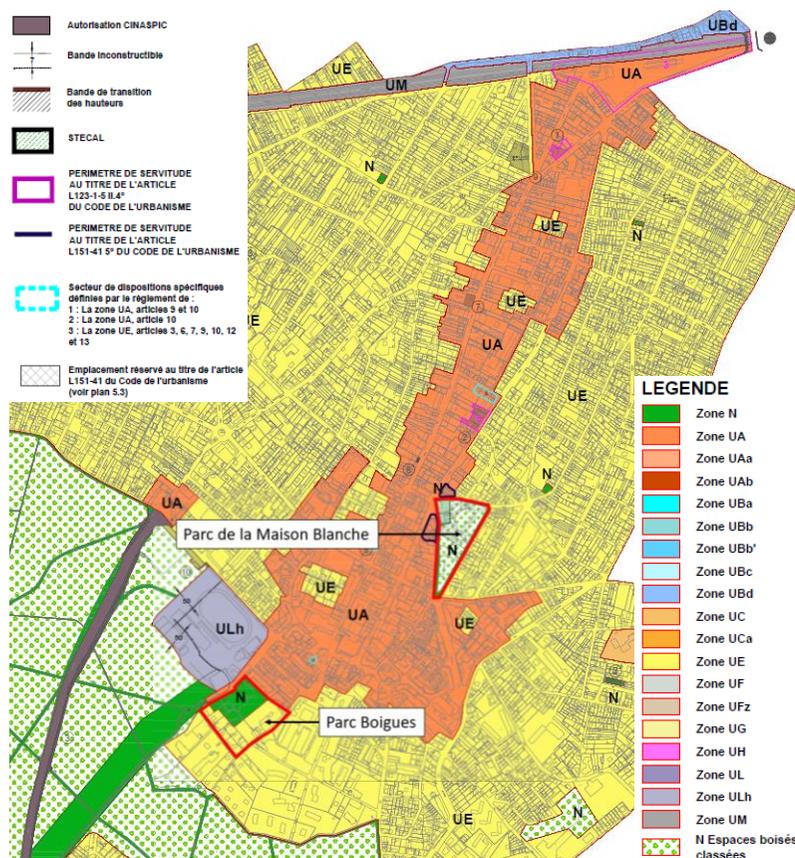


Figure 109 : Localisation des parcs sur le règlement graphique

Zones naturelles :

Le parc de la Maison Blanche est situé en zone N « Naturelle ». Cette zone, bien qu'autorisant les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif, ne permet pas d'y envisager l'implantation des installations de chantier ou une station de tramway.

En effet, le parc de la Maison Blanche fait l'objet d'un classement partiel en secteurs de taille et de capacité d'accueil limitées (STECAL), or ce secteur ne permet pas l'implantation de nouvelles constructions sauf si leur localisation ne dénature pas le caractère des lieux et est rendue indispensable par des nécessités techniques.

Le parc Boigues est situé à cheval sur deux zones : la zone N « Naturelle » et la zone UE « secteur destiné principalement aux habitations isolées ou groupées (type pavillonnaire) » ; ces deux zones sont compatibles avec l'implantation de constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif.

Zones urbanisées :

Le changement d'occupation du sol induit par l'implantation du projet (remplacement du bâti par de la voirie) est compatible avec le PLU et son règlement. Ainsi, dans la mesure où l'implantation des constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif est autorisée, alors la destruction du bâti pour l'implantation de voirie est également autorisée.

Les zones suivantes du PLU autorisent dans leur article n°2 l'implantation de constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif : UA, UC, UE, UF, UG, UH, UL, ULh, UM et N.

Les zones UAa, UAb, UB, UCa et UFz n'autorisent pas l'implantation de constructions et installations nécessaires aux services publics et ne sont donc pas compatibles avec le projet.

Toutes les zones partagent les mêmes préconisations en termes de clôtures, à savoir un traitement qualitatif de l'aspect des clôtures, les matériaux et couleurs doivent être choisis en fonction de l'esthétique et de l'harmonie avec les clôtures existantes voisines, enfin les clôtures sur rue ne pourront pas excéder une hauteur totale de 2 m. Les zones UG et N ne présentent pas de règles sur les clôtures.

5.4.3 Les annexes (servitudes et protections)

5.4.3.1 *Servitudes d'Utilité Publique*

Le projet intercepte les SUP suivantes :

- 1 périmètre de Site Patrimonial Remarquable (SPR) ;
- 4 Périmètres de Protection des Monuments Historiques (PPMH) ;
- Plusieurs lignes électriques aériennes ;
- Un périmètre de zones de risques liés aux anciennes carrières (risques naturels prévisibles) ;
- Un secteur de dégagement radioélectrique.

Les servitudes d'utilité publique, par leur nature, ne pourront pas être mises en compatibilité avec le projet, c'est ce dernier qui devra respecter les prescriptions relatives aux servitudes et présentées en annexe du PLU.

5.4.3.2 *Protections*

Le projet intercepte également des protections relatives aux Espaces Boisés Classés (EBC) et Espaces Paysagers à Protéger (EPP). Ces classements entraînent une protection au titre du code de l'urbanisme, empêchant toute opération d'aménagement.

Ces protections devront être mises en compatibilité avec les documents d'urbanisme ainsi que les autres pièces incompatibles avec le projet (comme le règlement écrit des zones n'autorisant pas le projet par exemple).

Il est important de préciser que le parc de la Maison Blanche est entièrement classé en Espace Boisé Classé (EBC), à l'inverse du parc Boigues qui ne bénéficie ni d'un classement en EBC ni d'autre protection type Espaces Paysagers à Protéger (EPP).

5.4.4 Conclusion

Si dans la suite des études les choix d'aménagement retenus sont susceptibles d'avoir un impact sur le parc de la Maison Blanche, il sera impératif d'engager une procédure de **Mise En Compatibilité des Documents d'Urbanisme** (MECDU) afin de le rendre compatible avec le projet. Cette procédure nécessitera que le projet soit déclaré **d'utilité publique**.

A l'inverse pour les secteurs pour lesquels le PLU actuel permet la réalisation du projet, il ne sera pas nécessaire de procéder à une mise en compatibilité des documents d'urbanisme. C'est par exemple le cas de la zone du parc Boigues.

6. Evaluation de l'intérêt du projet

6.1 Présentation du projet

Cette évaluation concerne les deux scénarios présentés dans le chapitre 3 « Présentation des scénarios de projet » :

- **Scénario 1** : En surface entre Jardin Parisien et Clamart - Gare ;
- **Scénario 2** : Tunnel profond entre Jardin Parisien et Clamart - Gare.

6.2 Hypothèses

6.2.1 Hypothèses de développement urbain et économique

Pour établir les prévisions de fréquentation d'une nouvelle infrastructure de transports collectifs, il est nécessaire de s'appuyer sur des hypothèses de développement urbain et économique. La mobilité dépend, en effet, du nombre et de la localisation des habitants, des emplois et des équipements. Les prévisions de fréquentation sont établies à l'heure de pointe du matin, période de plus fort trafic au cours de la journée. Elles s'appuient tout particulièrement sur les flux de déplacements pour se rendre au travail ou vers les lieux d'étude, actifs et étudiants constituant l'essentiel de la clientèle des transports collectifs à l'heure de pointe du matin.

Les hypothèses de croissance urbaine sont fondées sur les projections de l'Institut Paris Région à l'échelle communale pour l'ensemble de la région Île-de-France. Ces projections sont établies à partir d'une analyse des tendances passées et des évolutions démographiques et économiques attendues.

Elles tiennent compte des perspectives de développement régional ainsi que des projets portés par les collectivités locales.

Dans le cadre de la présente étude, ces projections ont été affinées sur le secteur d'influence du projet à partir d'un recueil des projets d'aménagement auprès des collectivités locales, réalisé entre 2017 et 2021. Au-delà de ce secteur, les hypothèses de population et d'emplois définies pour les horizons 2025 et 2035 s'appuient sur les

derniers cadrages à la commune établis par l'Institut Paris Région sur l'ensemble de la région Île-de-France.

Les hypothèses de développement urbain et économique utilisées pour la modélisation sont détaillées dans la section 2.3.4 « Perspectives d'évolution du territoire ».

6.2.2 Hypothèse d'évolution du réseau de transports collectifs

6.2.2.1 Horizon de modélisation

Les prévisions de trafic sont réalisées pour l'horizon 2035, année la plus lointaine pour laquelle des hypothèses de développement urbain et économique sont disponibles.

Le réseau de transports collectifs considéré à cet horizon est constitué du réseau actuel complété par les projets dont la réalisation est prévue à cet horizon. La principale évolution en interaction avec le prolongement du T10 est la mise en service de la Ligne 15 du métro. En effet, cette dernière sera en correspondance directe avec le T10 au niveau de la station « Clamart ».

6.2.2.2 Scénarios modélisés

Les principales caractéristiques des scénarios modélisés sont présentées ci-dessous :

- **Temps de parcours** : Les deux scénarios offrent des vitesses commerciales très différentes. Dans le scénario 1, les temps de parcours sont pénalisés par les limitations de vitesse du tramway en milieu urbain et les interactions avec les autres usagers de la voirie. Dans le scénario 2 les temps de parcours sont garantis par un site propre exclusif en souterrain. Ainsi, le temps de parcours considéré entre les arrêts « Jardin Parisien » et « Clamart - Gare » est d'environ **11 minutes** pour le scénario 1 et d'environ **5 minutes** pour le scénario 2.
- **Intervalle de passage** : Dans les deux scénarios, l'intervalle de passage considéré est de 3 minutes 30 secondes en heure de pointe et de 7 minutes en heure creuse.
- **Tracé et arrêts** : Dans le scénario 1, **quatre arrêts** sont envisagés entre « Jardin Parisien » et « Clamart - Gare ». Pour le scénario 2, seuls **deux arrêts** sont considérés.
- **Temps d'accès aux quais** : L'intégralité des quais sont en surface dans le scénario 1, leur accès est donc plus aisé que dans le scénario 2 pour lequel la profondeur des stations implique des temps d'accès aux quais compris entre **deux et quatre minutes**.

- **Temps de correspondance avec la Ligne 15** : Le temps de correspondance considéré dans le scénario 1 est d'environ **3 minutes**, et d'environ **5 minutes** pour le scénario 2 (remontée en surface depuis les quais du T10, trajet en surface et redescente jusqu'aux quais de la Ligne 15). La faisabilité d'une correspondance souterraine entre le T10 et la Ligne 15, permettant de réduire le temps de correspondance pour le scénario en tunnel, fera l'objet d'études ultérieures.

Ces scénarios sont comparés dans le modèle à un scénario de référence sans le projet, afin de calculer les gains permis par ce dernier.

6.3 Prévisions de fréquentation

6.3.1 Eléments de méthode

6.3.1.1 *Modèle de prévision utilisé*

Les prévisions de trafic du prolongement du T10 ont été réalisées par Île-de-France Mobilités à l'aide de son modèle de prévision des déplacements ANTONIN 3 (Analyse des Transports et de l'Organisation des Nouvelles Infrastructures). Ce modèle est fondé sur les comportements de mobilité observés par l'Enquête Globale Transport de 2010 réalisée auprès de 18 000 ménages franciliens.

Le modèle ANTONIN 3 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 aux évolutions de l'offre de transport. La description du réseau de transports collectifs est particulièrement détaillée ce qui permet l'estimation du trafic à la suite de la mise en place d'une nouvelle offre de transports collectifs.

Pour les besoins de la présente étude, le modèle ANTONIN 3, établi sur l'ensemble de l'Île-de-France, a été affiné sur le secteur d'étude tant en ce qui concerne le réseau de transport que la description de l'urbanisation actuelle et future.

6.3.1.2 *Période de modélisation*

Les prévisions de trafic sont établies à l'heure de pointe du matin (HPM), période dimensionnante pour le projet. Le trafic annuel est obtenu par application de coefficients de passage de l'heure de pointe du matin à la journée puis à l'année.

Les coefficients suivants ont été utilisés :

- Un coefficient de **7,8** a été pris pour le passage de l'heure de pointe du matin à la journée. Il est issu des données de validation télébillettiques des lignes de bus 189, 190, 191, 290 et 379 de la RATP.
- Un coefficient de **274** a été retenu pour le passage du jour à l'année. Il est également issu des données télébillettiques de ces mêmes lignes de bus.

6.3.2 Résultats des prévisions de trafic

6.3.2.1 *Scénario de référence*

En l'absence de prolongement, la fréquentation du T10 entre Jardin Parisien et Croix de Berny serait de **5 100** voyageurs à l'heure de pointe du matin pour l'horizon 2035.

Le tronçon dimensionnant de la ligne se situerait à l'arrivée à Croix de Berny et la charge dimensionnante serait de **2 500** voyageurs à l'heure de pointe du matin.

Le tableau suivant présente les principaux résultats de modélisation pour le scénario de référence.

Tableau 22 : Principaux résultats des prévisions de fréquentation – Scénario de référence

		Tramway T10
Nombre de voyageurs	Heure de pointe du matin	5 100
	Jour	40 000
	Année	10 900 000
Charge dimensionnante		2 500

6.3.2.2 Scénario 1

Dans le scénario 1, la fréquentation du prolongement du T10 à l'horizon 2035 est de **6 100** voyageurs à l'heure de pointe du matin. Par application des coefficients de passage, cela représente **48 000** voyageurs par jour et 13 millions à l'année.

Le serpent de charge ci-dessous présente la charge des différents tronçons du T10.

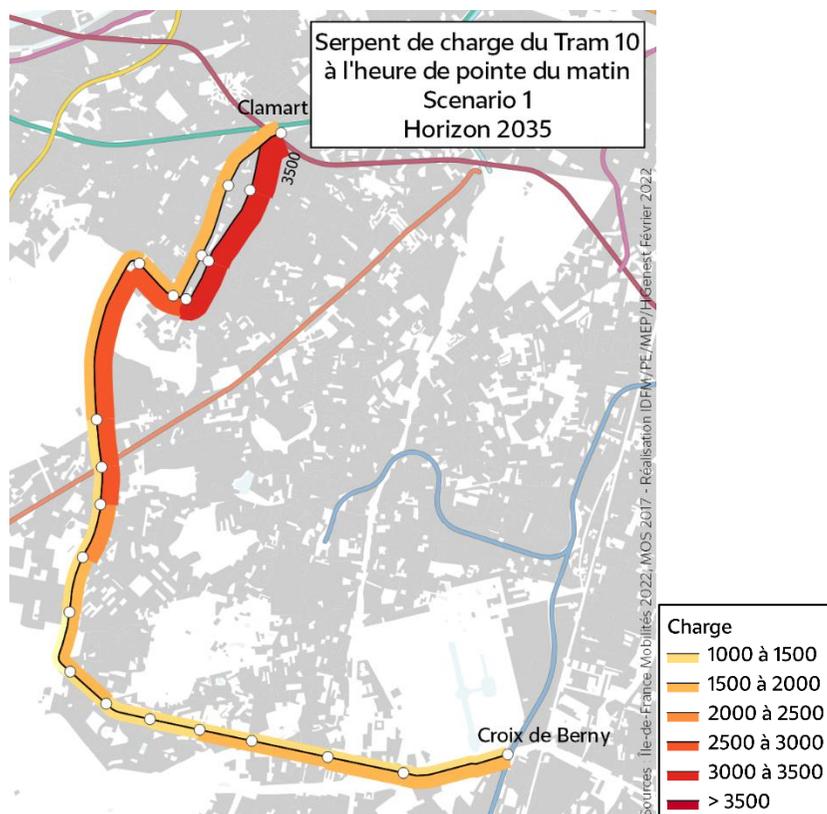


Figure 110 : Serpent de charge du Tramway T10 à l'heure de pointe du matin Scénario 1 – Horizon 2035

Le tronçon dimensionnant du T10 se situe à l'arrivée à Clamart - Gare. L'attractivité de cette section réside dans l'opportunité de rejoindre la Ligne 15 et la Ligne N. Le nombre de voyageurs empruntant cette section à l'heure de pointe du matin dans le sens vers Clamart - Gare est estimé à **3 500** voyageurs, ce qui représente un taux de charge de **67%**. Le tableau suivant présente les principaux résultats de modélisation pour le scénario 1.

Tableau 23 : Principaux résultats des prévisions de fréquentation – Scénario 1

		Tram 10	Dont prolongement
Nombre de voyageurs	Heure de pointe du matin	10 400	6 100
	Jour	81 000	48 000
	Année	22 200 000	13 000 000
Charge dimensionnante		3 500	

La station Clamart - Gare devient la principale station de correspondance du T10 avec **5 100** voyageurs en correspondance avec la Ligne 15 et la Ligne N à l'heure de pointe du matin. Par rapport à la situation sans prolongement, la station Croix de Berny perd de son attractivité mais reste une importante station de correspondance avec **2 500** voyageurs en correspondance avec le RER B.

Le tableau suivant présente les principaux flux de correspondance.

Tableau 24 : Nombre de voyageurs en correspondance entre le T10 et les autres lignes structurantes – Scénario 1

Gare	Ligne	Nombre de voyageurs
Clamart - Gare	Ligne 15	4 400
	Ligne N	700
Hôpital Béclère	T6	600
Croix de Berny	RER B	2 500

6.3.2.3 Scénario 2

Dans le scénario 2, la fréquentation du prolongement du T10 à l'horizon 2035 est de **6 800** voyageurs à l'heure de pointe du matin. Par application des coefficients de passage, cela représente **53 000** voyageurs par jour et 14,5 millions à l'année.

Le serpent de charge ci-dessous présente la charge des différents tronçons du T10 :

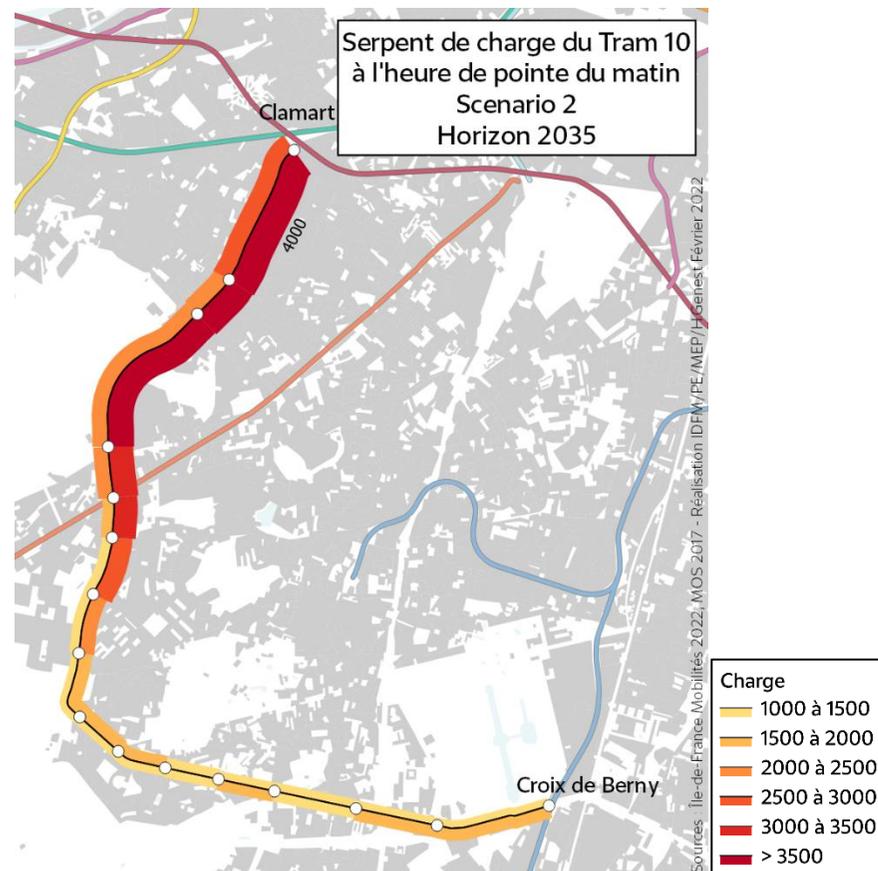


Figure 111 : Serpent de charge du Tramway T10 à l'heure de pointe du matin Scénario 2 – Horizon 2035

Le tronçon dimensionnant du T10 se situe également à l'arrivée à Clamart - Gare. Le nombre de voyageurs empruntant cette section à l'heure de pointe du matin est estimé à **4 000**, ce qui représente un taux de charge de **77%**.

Le tableau suivant présente les principaux résultats de modélisation pour le scénario 2.

Tableau 25 : Principaux résultats des prévisions de fréquentation – Scénario 2

		Tram 10	Dont prolongement
Nombre de voyageurs	Heure de pointe du matin	10 600	6 800
	Jour	83 000	53 000
	Année	22 700 000	14 500 000
Charge dimensionnante		4 000	

Dans ce scénario, davantage de voyageurs effectuent une correspondance avec la Ligne 15 et la Ligne N à Clamart - Gare par rapport au scénario 1.

Le tableau suivant présente les principaux flux de correspondance.

Tableau 26 : Nombre de voyageurs en correspondance entre le T10 et les autres lignes structurantes – Scénario 2

Gare	Ligne	Nombre de voyageurs
Clamart - Gare	Ligne 15	5 700
	Ligne N	400
Hôpital Béclère	T6	700
Croix de Berny	RER B	2 200

6.3.2.4 Comparaison des deux scénarios

Quel que soit le scénario considéré, le prolongement du T10 entraîne un doublement de la fréquentation de la ligne.

Le prolongement est emprunté par davantage de voyageurs dans le scénario 2 que dans le scénario 1. Cette différence s'explique par des temps de parcours nettement plus attractifs qui font plus que compenser les temps d'accès aux quais plus importants, un temps de correspondance plus long au terminus à Clamart - Gare et un nombre de stations moins important. En outre, dans le scénario 2 le T10 est emprunté par davantage d'usagers provenant des secteurs desservis par le T10 phase 1 alors que le scénario 1 est plus attractif pour les usagers situés à proximité immédiate du prolongement.

La fréquentation totale du T10 est globalement similaire entre les deux scénarios malgré la plus grande utilisation du prolongement dans le scénario 2. En effet ce scénario entraîne davantage de changements d'itinéraires pour les usagers qui emprunteraient le T10 avec et sans prolongement.

6.3.3 Impact du projet sur la mobilité et les conditions de déplacement

6.3.3.1 Gain de temps de parcours en transports collectifs

Le projet favorise grandement l'accès du territoire aux lignes structurantes, en particulier à la Ligne 15 et à la Ligne N.

La carte ci-dessous présente le gain de temps de parcours en transports collectifs engendré par le projet pour un usager partant de l'arrêt Malabry du T10 :

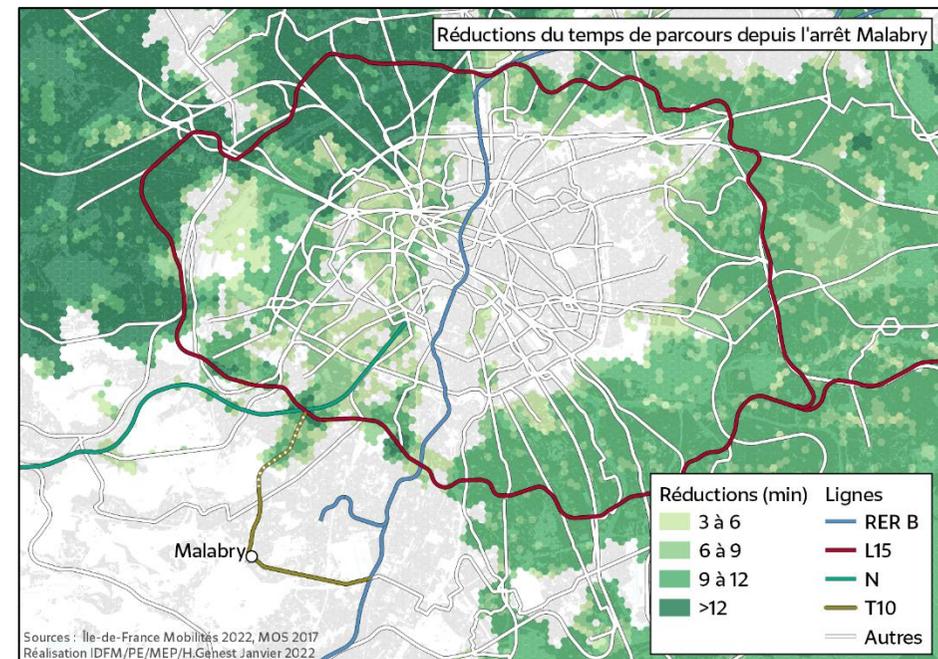


Figure 112 : Réduction du temps de parcours depuis l'arrêt Malabry – Scénario 2

Le gain de temps de parcours est très important pour toutes les zones directement desservies par la Ligne 15 ainsi qu'à proximité des lignes en correspondance avec cette dernière. Le projet ne permet pas de gain de temps de parcours vers les secteurs facilement accessibles en RER B.

Ainsi, le temps de parcours entre l'arrêt Malabry et l'Ouest francilien est réduit jusqu'à 12 minutes grâce au prolongement du T10. Cette réduction est comprise entre 9 et 12 minutes pour les trajets vers l'Est francilien.

6.3.3.2 Changements d'itinéraire

Les nouvelles opportunités offertes par le prolongement du T10 vont occasionner des changements d'itinéraires.

Les cartes ci-dessous présentent l'arbitrage entre le RER B, la ligne 15 et la Ligne N qui serait fait par un usager partant de l'arrêt Malabry désirant se rendre à différents points de l'Île-de-France et ce avec et sans le prolongement :

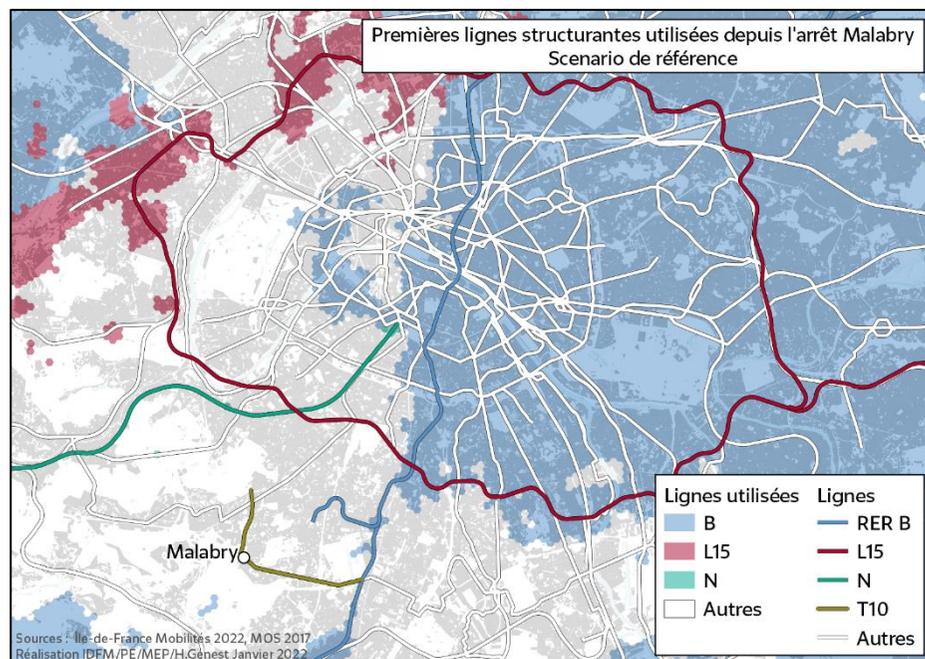


Figure 113 : Premières lignes structurants utilisées depuis l'arrêts Malabry Scénario de référence

Dans le scénario de référence, l'accès à une grande partie de l'Île-de-France nécessite de se rabattre vers le RER B, en particulier pour ce qui est des trajets vers l'Est Francilien. Le rabattement direct vers la Ligne 15 en bus n'est utilisé que par les usagers à destination de rares secteurs autour de la Ligne 15 Ouest. Pour se rendre vers le reste du territoire, les usagers n'utiliseraient aucune de ces trois lignes structurantes, ce qui signifie des déplacements exclusivement réalisés en bus ou via des rabattements longs vers le reste du réseau structurant.

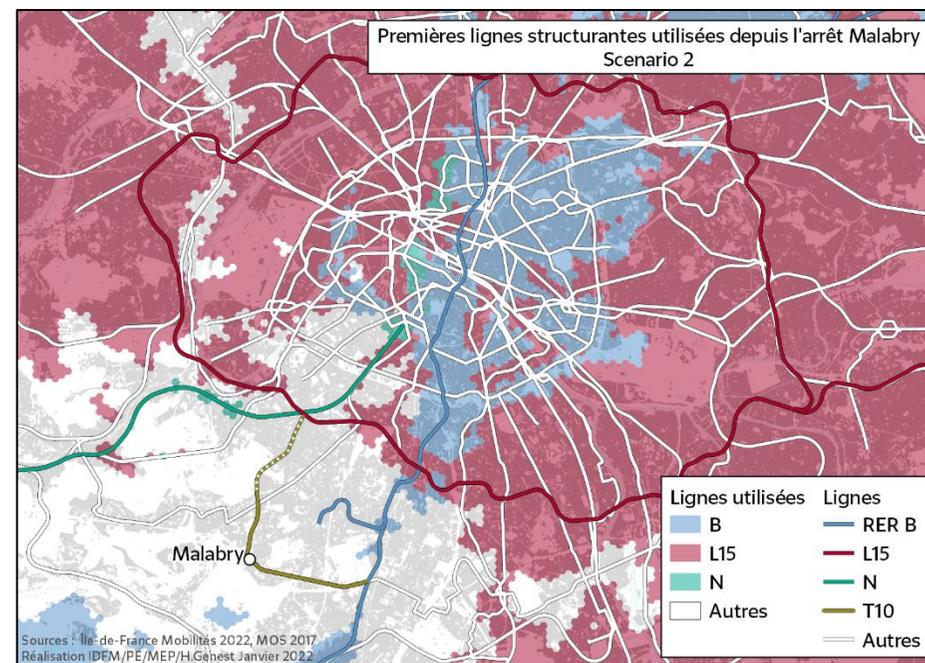


Figure 114 : Premières lignes structurants utilisées depuis l'arrêts Malabry Scénario de projet - Scénario 2

Le prolongement change considérablement le choix de la première ligne structurante utilisée par un usager partant de l'arrêt Malabry. L'accès à une grande partie du territoire francilien se ferait via la Ligne 15. Le rabattement vers le RER B serait plus efficace uniquement pour se rendre dans l'Est parisien et le long de cette ligne. Le rabattement vers la Ligne N serait limité excepté pour se rendre à proximité directe des gares qu'il dessert.

6.3.3.3 Impact sur la charge du réseau structurant

En offrant de nouvelles opportunités de déplacements, le prolongement du T10 a un impact marqué sur la charge des autres lignes de transports collectifs.

Ainsi, comme présenté plus haut, l'attractivité relative du RER B diminue. Des usagers délestent cet itinéraire ce qui réduit sa charge, notamment en direction de Paris le matin. De la même façon, le T6 est moins emprunté pour rejoindre les lignes 13 et 15.

A l'inverse, l'accessibilité augmentée de la ligne 15 renforce sa charge, notamment en direction de l'Ouest.

L'impact du prolongement du T10 sur la charge du réseau structurant est présentée dans le schéma ci-dessous.

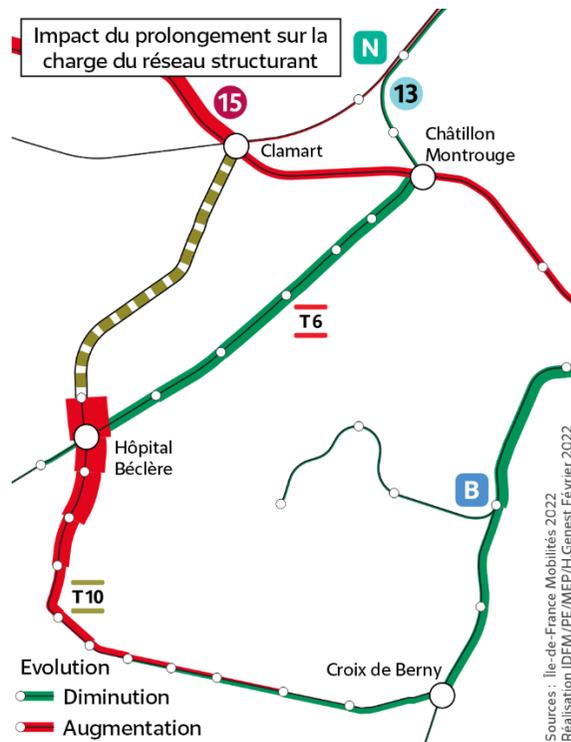


Figure 115 : Impact du prolongement sur la charge du réseau structurant
 Scénario 2 – Heure de pointe du matin

7. Conclusion

7.1 Comparaison des scénarios de projet

Le tableau ci-dessous propose une comparaison des 2 scénarios de projet selon différents critères d'opportunité et de faisabilité.

	Surface	Tunnel
Longueur depuis Jardin Parisien	3,9 km (dont tronçon JP-PDG 1,6 km)	3,1 km
Nombre de stations depuis Jardin Parisien	5	3
Nombre d'ouvrages annexes	Non concerné	2
Performances		
P+E 2030 desservis hors ligne 15 du métro	5 900 P+E/km	7 400 P+E/km
Temps d'accès aux quais depuis la surface	Accès immédiat depuis la voirie	2 minutes environ
Temps de trajet JP – Quais ligne 15 (correspondance incluse)	~ 14,5 min Temps de parcours plus long (~ 11 min) et temps de correspondance plus court (~ 3,5 min)	~ 10 min Temps de parcours plus court (5 min) et temps de correspondance plus long (5 min)
Fiabilité d'exploitation	Interfaces avec les autres usagers de l'espace public	Très bonne (séparée des autres usagers de l'espace public)
Prévisions de fréquentation		
Nombre de voyageurs	- Sur la journée : 48 000 voyageurs sur la section prolongée et 81 000 voyageurs sur l'intégralité du T10 - En HPM : 6 100 voyageurs sur la section prolongée et 10 400 voyageurs sur l'intégralité du T10	- Sur la journée : 53 000 voyageurs sur la section prolongée et 83 000 voyageurs sur l'intégralité du T10 - En HPM : 6 800 voyageurs sur la section prolongée et 10 600 voyageurs sur l'intégralité du T10

	Surface	Tunnel
Impacts sur le réseau structurant	- Amélioration de l'accessibilité à la future ligne 15 - Réduction de la fréquentation sur les autres lignes structurantes (RER B, T6) en permettant une alternative	- Amélioration de l'accessibilité à la future ligne 15 - Réduction de la fréquentation sur les autres lignes structurantes (RER B, T6) en permettant une alternative
Enjeux techniques		
Difficultés de réalisation de l'ouvrage	Pas de difficulté particulière pour la réalisation du système de transport (tramway en surface « classique »)	Ouvrages complexes
Risques géotechniques transverses	Non concerné	Enjeux à prendre en compte pour la suite des études, en particulier pour les stations Mairie de Clamart et Clamart - Gare
Impacts et acceptabilité		
Impacts fonciers	Impacts bâtis sur l'ensemble du linéaire du projet (environ 70 bâtis, démolition de fronts bâtis pour élargir la voirie)	Impacts localisés et limités aux émergences en surface (environ 25 bâtis, dépendant des choix d'aménagement)
Milieu humain	Impact visuel et sur le bâti dans le SPR, sur l'ensemble du linéaire Changement du cadre urbain de l'avenue Jean Jaurès (tronçon actuellement piéton)	Impacts ponctuels sur le bâti, localisés au niveau des émergences
Nuisances riveraines en phase travaux	Présentes sur l'ensemble du linéaire (bruit, impact circulation et stationnement)	Localisées aux émergences en surface (puits d'entrée, stations, ouvrages annexes)
Impacts sur les fonctions urbaines	Plan de circulation modifié, suppression de stationnement et de quelques entrées charretières	Impacts très limités
Impacts sur le milieu naturel	Traversée de la forêt de Meudon pour la section Jardin Parisien / Place du Garde : 1,5 ha d'espaces boisés supprimés ~ 270 arbres abattus en secteur urbain (en particulier les alignements de V. Hugo et J. Jaurès), possibilité de replanter	Impacts localisés et limités aux émergences en surface, y compris au niveau du puits d'entrée qui pourrait se situer en partie dans la forêt de Meudon (implantation à préciser dans le cadre de la suite des études)
Articulation avec les projets connexes	Interfaces avec le projet urbain Quartier de la Gare	Interfaces avec le projet urbain Quartier de la Gare

	Surface	Tunnel
Coûts et délais		
Coût d'investissement (y compris matériel roulant)	~ 835 M€ HT (dont 655 M€ pour le foncier provisions comprises et 40 M€ pour le matériel roulant)	~ 730 M€ HT (dont 110 M€ pour le foncier provisions comprises et 30 M€ pour le matériel roulant)
Délai de réalisation	Moyen	Plus long (complexité et ampleur des ouvrages)

7.2 Conclusions et perspectives

Ces éléments seront portés à la connaissance du public lors de la Concertation préalable, au cours de laquelle tous les acteurs – usagers, habitants, associations, entreprises et collectivités – seront invités à partager leur avis sur le projet dans sa globalité et également à se prononcer sur les deux variantes d’insertion du tramway dans Clamart, retenues à ce stade.

Compte-tenu de l’analyse comparative présentée précédemment, les impacts sur le territoire du scénario en tunnel (bâtis, arbres, circulation, stationnement, nuisances en phases travaux) apparaissent davantage acceptables que ceux du scénario en surface. Le scénario en tunnel est également moins onéreux.

Pour ces raisons, **Île-de-France Mobilités privilégie le scénario en tunnel.**

Quelques pistes d’optimisations sont identifiées et feront l’objet d’approfondissements dans les études ultérieures :

- réduction du temps de correspondance T10-ligne 15 à Clamart - Gare ;
- optimisation de la position des ouvrages pour réduire les impacts ;
- limitation des surfaces nécessaires aux travaux des stations et ouvrages annexes.

8. Glossaire

ABF	Architecte des Bâtiments de France	PCC	Poste de Commande Centralisé
BASIAS	Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Services en activité ou non	PDG	Place du Garde, station terminus du T10 envisagé, mais dont les travaux ont été reportés
CEREMA	Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement	PDUiF	Plan de Déplacements Urbains Île-de-France
DOCP	Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales	PLU	Plan Local d'Urbanisme
DRAC	Direction Régionale des Affaires Culturelles d'Île-de-France	PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie	RATP	Régie Autonome des Transports Parisiens
EBC	Espace Boisé Classé	RER	Réseau Express Régional
EPP	Espace Paysager à Protéger	SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
EPT	Etablissement Public Territorial	SDRIF	Schéma Directeur de la Région Île-de-France
GPE	Grand Paris Express	SGP	Société du Grand Paris
HPM	Heure de Pointe du Matin	SNCF	Société Nationale des Chemins de Fer
HPS	Heure de Pointe du Soir	SPR	Site Patrimonial Remarquable
IPR	Institut Paris Région	TCSP	Transport en Commun en Site Propre
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement	ZAC	Zone d'Aménagement Concerté
IDFM	Île-de-France Mobilités	ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
IGN	Institut National de l'Information géographique et forestière		
INSEE	Institut National de la Statistiques et des Etudes Economiques		
JP	Jardin Parisien, station du T10 en construction, limite du périmètre travaux		
LAURE	Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie		

9. Liste des figures et des tableaux

9.1 Liste des figures

Figure 1 : Extrait de la représentation cartographique du SDRIF	6	Figure 23 : Carte de la sous-unité paysagère « Plateau et vallons de Meudon et Clamart »	26
Figure 2 : Périmètres d'étude	7	Figure 24 : Tapis vert de Meudon depuis Clamart, avec vue sur la Défense.....	27
Figure 3 : Relief dans le secteur d'étude	8	Figure 25 : Carte de la sous-unité paysagère « Plateau du Petit Clamart »	27
Figure 4 : Carte du réseau hydrographique	8	Figure 26 : Lisière de ville (à gauche), et résidence du Parc (Fernand Pouillon, architecte) à Meudon-la-forêt	27
Figure 5 : Tracé du Paléo-ru de Clamart	9	Figure 27 : Carte de l'unité paysagère « Versants de la Bièvre d'Antony à Montrouge ».....	28
Figure 6 : Périmètre du SAGE de la Bièvre.....	10	Figure 28 : Maisons étagées au niveau du parc Henri Sellier.....	28
Figure 7 : Carte de situation de la masse d'eau souterraine	11	Figure 29 : Châtillon, avenue de Verdun, vue depuis la passerelle (Mont Valérien à gauche et Tour Eiffel à droite).....	28
Figure 8 : Carte de situation de la masse d'eau souterraine	11	Figure 30 : Axe de la RD920	29
Figure 9 : Extrait de la carte hydrogéologique au 1/50 000e.....	12	Figure 31 : Vue de la rue Gabriel Péri, à droite le Parc de la Maison Blanche	31
Figure 10 : Cartographie des zones soumises aux glissements de terrain liés à l'instabilité des pentes, issue du DDRM des Hauts-de-Seine.....	14	Figure 32 : Vue de l'entrée nord-est du Parc, à droite une villa remarquable.....	31
Figure 11 : Cartographie des zones soumises aux effondrements de terrain liés aux anciennes carrières, issue du DDRM des Hauts-de-Seine.....	15	Figure 33 : Vue du cœur du Parc de la Maison Blanche.....	31
Figure 12 : Carte de référencement des carrières à Clamart et Issy-les-Moulineaux.....	16	Figure 34 : Eléments du patrimoine bâti et paysager repérés au Site Patrimonial Remarquable de Clamart	32
Figure 13 : Extrait du règlement graphique du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine	17	Figure 35 : Carte des sites archéologiques inventoriés dans les Hauts-de-Seine.....	34
Figure 14 : Aléa inondation par remontée de nappes	17	Figure 36 : Mode d'occupation des sols.....	36
Figure 15 : ZNIEFF de type II au droit de l'aire d'étude	19	Figure 37 : Densités actuelles de population sur la zone d'étude.....	37
Figure 16 : ZNIEFF de type I au droit de l'aire d'étude	19	Figure 38 : Densités d'emploi actuelles ¹ (2014 ou 2017) sur la zone d'étude.....	38
Figure 17 : Carte des Espaces Naturels Sensibles (source : CD92).....	20	Figure 39 : Pôles générateurs de déplacement du périmètre d'étude	39
Figure 18 : Carte de pré-localisation des zones humides au sud de l'Île-de-France	21	Figure 40 : Densités de population sur la zone d'étude à l'horizon 2035	41
Figure 19 : Carte des forêts domaniales	22	Figure 41 : Pourcentage d'évolution de la population à l'horizon 2035	42
Figure 20 : Localisation des sites BASIAS	25	Figure 42 : Densités d'emploi sur la zone d'étude à l'horizon 2035.....	43
Figure 21 : Localisation des sites BASOL (à gauche) et SIS (à droite).....	25	Figure 43 : Pourcentage d'évolution des emplois à l'horizon 2035	43
Figure 22 : Sites industriels et réseaux de transports de matières dangereuses.....	26	Figure 44 : Projets d'aménagements urbains au sein du périmètre d'étude	44
		Figure 45 : Illustration de la ZAC Léon Blum	45
		Figure 46 : Illustration de la ZAC du Panorama.....	45
		Figure 47 : Illustration l'écoquartier de la Gare	46

Figure 48 : Illustration de la ZAC Cœur de Ville	46	Figure 75 : Synthèse des enjeux en matière de mobilité	67
Figure 49 : Plan de la ligne N	47	Figure 76 : Secteurs identifiés pour l'implantation des stations	72
Figure 50 : Plan de la ligne RER C	47	Figure 77 : Contraintes d'insertion du tramway vis-à-vis de la topographie	74
Figure 51 : Plan du tramway T2	48	Figure 78 : Contraintes d'insertion du tramway vis-à-vis de la largeur de voirie	76
Figure 52 : Plan du tramway T6	48	Figure 79 : Vue générale du scénario 1 (surface)	77
Figure 53 : Réseaux de transports collectifs structurants du périmètre	49	Figure 80 : Coupe existant et projet de la RD2	80
Figure 54 : Réseau de bus du périmètre	51	Figure 81 : Coupe existant et projet de la rue de Meudon	81
Figure 55 : Projet de tramway T10	52	Figure 82 : Coupe existant et projet de l'avenue René Samuel	82
Figure 56 : Projet de ligne 15 Sud	53	Figure 83 : Coupe existant et projet de la rue Pierre et Marie Curie	83
Figure 57 : Plan de situation de la station Clamart	53	Figure 84 : Coupe existant et projet de l'avenue Victor Hugo	84
Figure 58 : Coupe de principe de la station Clamart	53	Figure 85 : Coupe existant et projet de l'avenue Jean Jaurès (entre la rue Gabriel Péri et la rue Paul Vaillant Couturier)	86
Figure 59 : Plan de situation de la station Issy	54	Figure 86 : Coupe existant et projet de l'avenue Jean Jaurès (au droit de la zone piétonne)	86
Figure 60 : Coupe de principe de la station Issy	54	Figure 87 : Coupe existant et projet de la rue de Vanves	87
Figure 61 : Maillage du réseau structurant de transport interceptant le périmètre	55	Figure 88 : Coupe existant et projet du boulevard des Frères Vigouroux	88
Figure 62 : Avenue Jean Jaurès-RD71	56	Figure 89 : Système APS (source : tram.bordeaux.free.fr)	90
Figure 63 : Avenue Victor Hugo-RD130	56	Figure 90 : Système batteries et SRS (source : Alstom)	90
Figure 64 : Rue Diderot à Issy-les-Moulineaux	56	Figure 91 : Implantation du scénario tunnel	92
Figure 65 : Réseau routier du périmètre	57	Figure 92 : Emergence de la station Mairie de Montrouge du M4	93
Figure 66 : Voies de bus et les zones 30 au sein de la zone d'étude	58	Figure 93 : Emergence de la station Viroflay-Rive Droite du T6	93
Figure 67 : Charge routière de la voirie départementale du périmètre à l'HPM	59	Figure 94 : Exemple d'installations de chantier pour l'ouvrage de démarrage	94
Figure 68 : Charge routière de la voirie départementale du périmètre à l'HPS	59	Figure 95 : Secteur d'implantation de la station Mairie de Clamart	95
Figure 69 : Charge et taux d'occupation du réseau routier en heure de pointe du matin (haut) et heure de pointe du soir (bas)	60	Figure 96 : Secteur d'implantation de la station Centre de Clamart	96
Figure 70 : Aménagements en faveur des cycles du périmètre	61	Figure 97 : Secteur d'implantation de la station Clamart - Gare	97
Figure 71 : Projet d'extension de la zone piétonne au centre-ville de Clamart	62	Figure 98 : Coupe-type d'un tunnel au tunnelier et vue d'un tunnelier	98
Figure 72 : Déplacements domicile-travail internes au périmètre d'étude	62	Figure 99 : Coupes-type d'une tranchée couverte (gauche) et d'une tranchée ouverte (droite)	99
Figure 73 : Déplacements domicile-travail en lien avec l'extérieur du périmètre d'étude	64		
Figure 74 : Synthèse des enjeux socio-économiques	66		

Figure 100 : Coupe-type d'une station en parois moulées (gauche) et axonométrie type d'un ouvrage annexe circulaire avec rameau de connexion (droite).....	100
Figure 101 : Coupe-type d'un puits de sortie de tunnelier	100
Figure 102 : Exemple de coupe lithographique d'un scénario entre Jardin Parisien et Clamart - Gare	102
Figure 103 : Principe d'une avant-gare	105
Figure 104 : Principe d'une arrière-gare	105
Figure 105 : Modifications du plan de circulation dans le secteur du centre-ville de Clamart	113
Figure 106 : Modifications du plan de circulation dans le secteur de la gare de Clamart	113
Figure 107 : Organisation actuelle du plan de déplacements.....	113
Figure 108 : Organisation projetée du plan de déplacements (scénario surface)	114
Figure 109 : Localisation des parcs sur le règlement graphique	116
Figure 110 : Serpent de charge du Tramway T10 à l'heure de pointe du matin.....	120
Figure 111 : Serpent de charge du Tramway T10 à l'heure de pointe du matin.....	121
Figure 112 : Réduction du temps de parcours depuis l'arrêt Malabry – Scénario 2	122
Figure 113 : Premières lignes structurants utilisées depuis l'arrêts Malabry	123
Figure 114 : Premières lignes structurants utilisées depuis l'arrêts Malabry	123
Figure 115 : Impact du prolongement sur la charge du réseau structurant	124

9.2 Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des PPR liés au risque d’effondrement de cavités souterraines	15	Tableau 25 : Principaux résultats des prévisions de fréquentation – Scénario 2.....	121
Tableau 2 : Effectif et évolution de la population par commune (source : INSEE)	37	Tableau 26 : Nombre de voyageurs en correspondance entre le T10 et les autres lignes structurantes – Scénario 2	121
Tableau 3 : Nombre d’emplois par commune	38		
Tableau 4 : Perspectives d’évolution de la population à horizon 2035	41		
Tableau 5 : Perspectives d’évolution des emplois à horizon 2035	42		
Tableau 6 : Nombre de passages de la ligne N en gare de Clamart aux heures de pointe	47		
Tableau 7 : Nombre de passages du RER C en gare d’Issy aux heures de pointe	47		
Tableau 8 : Nombre de passages du T2 aux heures de pointe	48		
Tableau 9 : Nombre de passage du T6 aux heures de pointe	48		
Tableau 10 : Lignes de bus fortes du périmètre	50		
Tableau 11 : Synthèse des flux domicile-travail pour chaque commune	63		
Tableau 12 : Flux domicile-travail majeurs entre les différentes communes du périmètre	63		
Tableau 13 : Flux domicile-travail entre la zone d’étude et les départements voisins	64		
Tableau 14 : Flux domicile-travail entre la zone d’étude restreinte et les autres communes du T10 actuel	65		
Tableau 15 : Profondeur des ouvrages souterrains	98		
Tableau 16 : Temps de parcours et vitesse commerciale des scénarios	104		
Tableau 17 : Temps d’accès aux quais et de correspondance T10 – ligne 15 à Clamart.....	104		
Tableau 18 : Temps total de trajet de la station JP aux quais de la ligne 15 à Clamart	105		
Tableau 19 : Impacts sur le bâti existant du scénario en surface	110		
Tableau 20 : Impacts sur les alignements d'arbres du scénario en surface.....	111		
Tableau 21 : Impacts sur le stationnement du scénario en surface	114		
Tableau 22 : Principaux résultats des prévisions de fréquentation – Scénario de référence ..	119		
Tableau 23 : Principaux résultats des prévisions de fréquentation – Scénario 1	120		
Tableau 24 : Nombre de voyageurs en correspondance entre le T10 et les autres lignes structurantes – Scénario 1.....	120		