

Illustration 135. Parts modales des déplacements domicile-travail (source : RGP 2010 INSEE)

II.9.1.2 DEPLACEMENTS ENTRE LES COMMUNES DE L'AIRE D'ETUDE ELARGIE

Entre les 4 communes concernées par ce projet, les migrations alternantes correspondant aux déplacements domicile – travail et domicile – études représentent entre 200 et 1 100 déplacements environ par jour et par sens en 2010 (pour un total entre les quatre communes de 6 820 déplacements/jour). Les flux intra-communaux (internes aux communes) sont quant à eux beaucoup plus importants (de 6 000 à 15 500 déplacements par jour en fonction des flux, pour un total de 45 143 déplacements/jour).

Au global, 51 963 personnes se déplacent chaque jour sur ce territoire pour des raisons d'études ou de travail.

II.9.1.2.A Déplacements domicile-travail

Les flux domicile – travail entre les communes de l'aire d'étude élargie représentent un volume de 21 590 déplacements par jour. Ils sont caractérisés par une forte utilisation de la voiture (entre 55 % et 79 % selon les déplacements). La part TC dans ces déplacements est donc plutôt faible (entre 17 % et 38 %), les valeurs hautes concernant surtout des déplacements courtes distances (internes aux communes ou entre communes limitrophes). Cette situation peut s'expliquer par l'absence d'un transport en commun structurant entre ces communes et une liaison possible uniquement par bus, mode qui devient moins compétitif sur de plus longues distances.

ORIGINE / DESTINATION	ANTONY	CHATENAY-MALABRY	LE PLESSIS-ROBINSON	CLAMART	TOTAL
Antony	38 % 5285	22 % 462	28 % 372	17 % 341	6460
Châtenay-Malabry	26 % 476	36 % 2924	33 % 530	32 % 496	4426
Le Plessis-Robinson	26 % 238	36 % 315	26 % 2432	17 % 739	3724
Clamart	19 % 167	22 % 195	19 % 558	37 % 6060	6980
TOTAL	6166	3896	3892	7636	21590

Tableau 41. Part modale¹⁰ de transports en commun dans les déplacements domicile - travail, source : INSEE 2010

¹⁰ La part modale des transports en commun annoncée correspond à la part modale des transports en commun, en dehors de la catégorie « sans déplacement » et « marche à pied ».

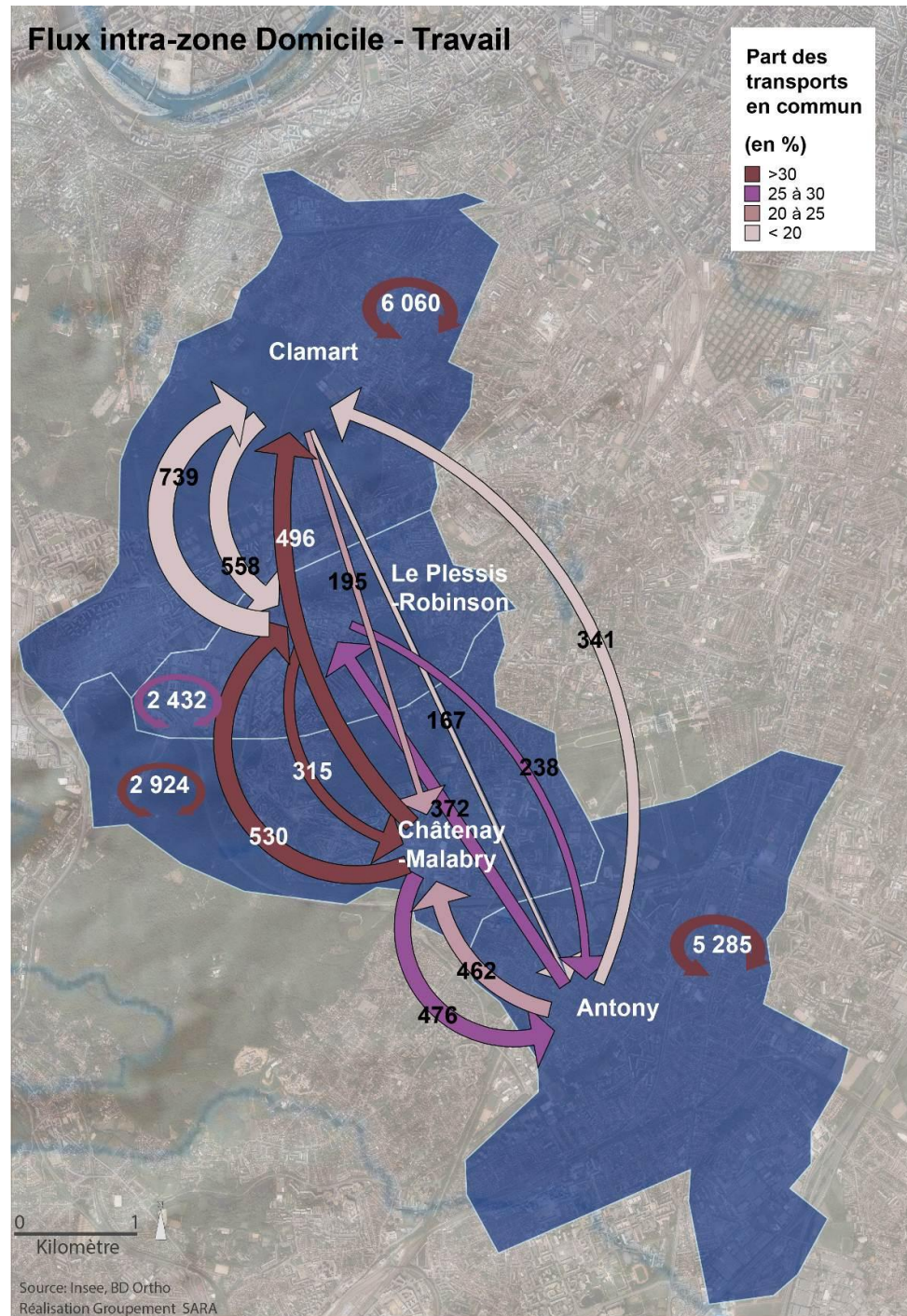


Illustration 136. Flux Domicile – Travail internes à l'aire d'étude élargie, source : INSEE 2010

II.9.1.2.B Déplacements domicile – études

Les flux domicile – études (30 373 déplacements par jour) sont majoritairement internes à chaque commune, avec des déplacements journaliers compris entre 3 500 et 10 300. Les déplacements domicile – études entre les communes de l'aire d'étude élargie sont beaucoup plus faibles (moins de 700 déplacements par jour).

La part modales de ces échanges n'est pas connue.

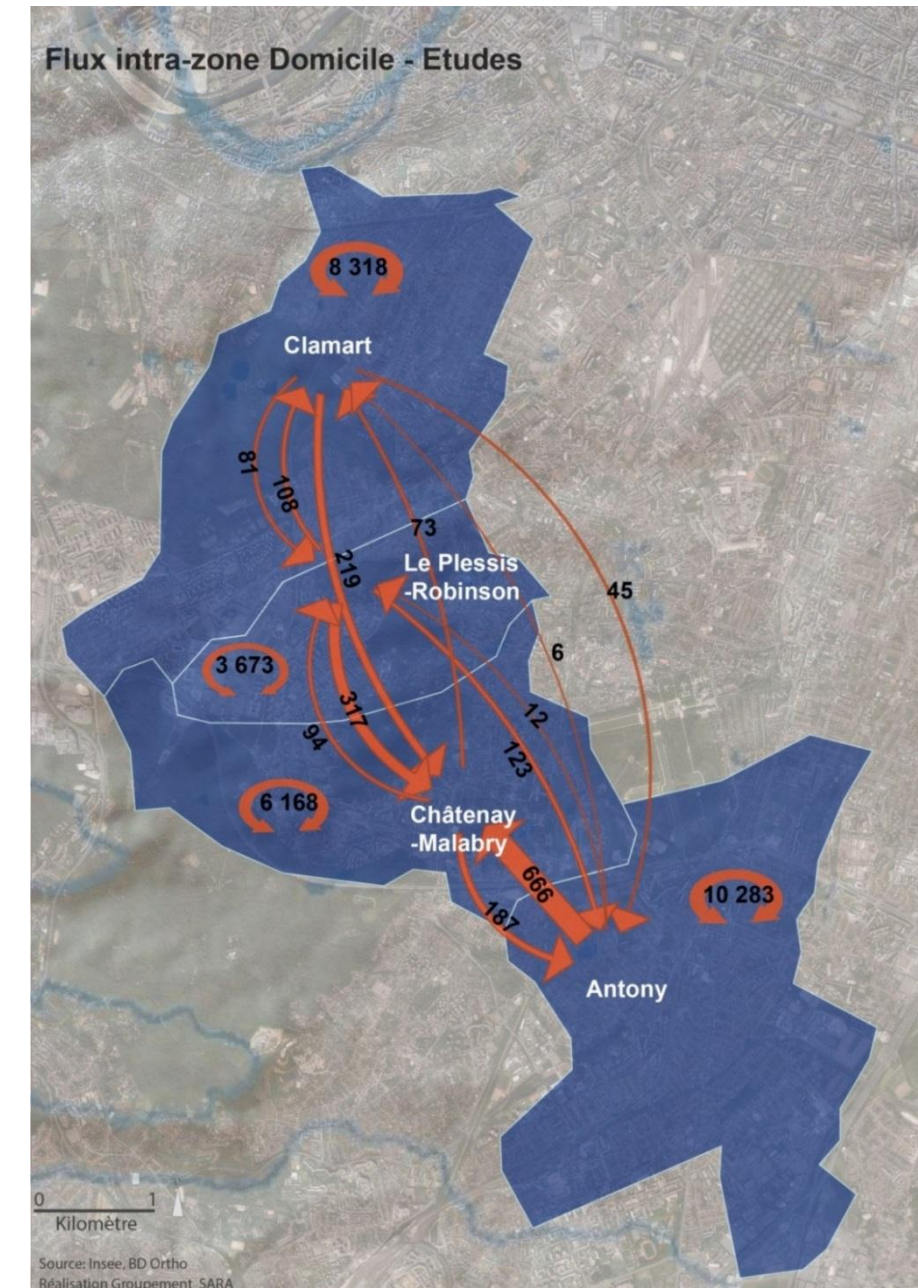


Illustration 137. Flux Domicile – Etude interne à l'aire d'étude élargie, source : INSEE 2010

II.9.1.3 DEPLACEMENTS ENTRE L'AIRE D'ETUDE ELARGIE ET LES DEPARTEMENTS DE L'ILE-DE-FRANCE

Les migrations alternantes les plus importantes sont, d'une part, celles de l'aire d'étude élargie vers Paris et les autres communes des Hauts-de-Seine, d'autre part, celles en provenance de l'Essonne et des autres communes des Hauts-de-Seine.

La part modale des transports en commun est par contre hétérogène selon les déplacements et le sens considéré. Les déplacements domicile – travail Antony / Paris sont principalement réalisés en transports en commun, tandis que la part modale est beaucoup plus faible pour les autres déplacements.

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

Sur un total d'environ 175 000 habitants dans l'aire d'étude élargie dont 87 000 actifs et 46 000 personnes scolarisées, plus de 73 000 personnes se déplacent quotidiennement hors de l'aire d'étude élargie pour l'un de ces deux motifs. De plus, 53 000 personnes environ se déplacent vers l'aire d'étude élargie chaque jour.

II.9.1.3.A Déplacements domicile-travail

Les **flux sortants** les plus importants sont ceux vers Paris (18 000 déplacements par jour environ) et vers les autres communes du département des Hauts-de-Seine (19 000 déplacements par jour). Ces flux sont principalement en provenance des communes de Clamart et d'Antony.

Les **flux entrants** les plus importants sont ceux depuis les autres communes des Hauts-de-Seine et l'Essonne (11 000 déplacements par jour environ pour chacun de ces deux départements). Les flux en provenance de l'Essonne sont principalement à destination d'Antony tandis que les flux en provenance des communes des Hauts-de-Seine sont principalement à destination de Clamart et du Plessis-Robinson.

La part modale des transports en commun est forte pour les déplacements vers et depuis Paris. Néanmoins, cette part modale est hétérogène entre les communes l'aire d'étude élargie : 83 % pour les déplacements Antony → Paris contre 50 % pour les déplacements Paris → Le Plessis-Robinson. La forte proportion de déplacements en transports en commun depuis ou vers Antony s'explique par la présence de plusieurs gares du RER (B et C) desservant de façon assez homogène la commune.

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

Flux domicile - travail au départ et à l'arrivée de la zone d'étude et des départements franciliens

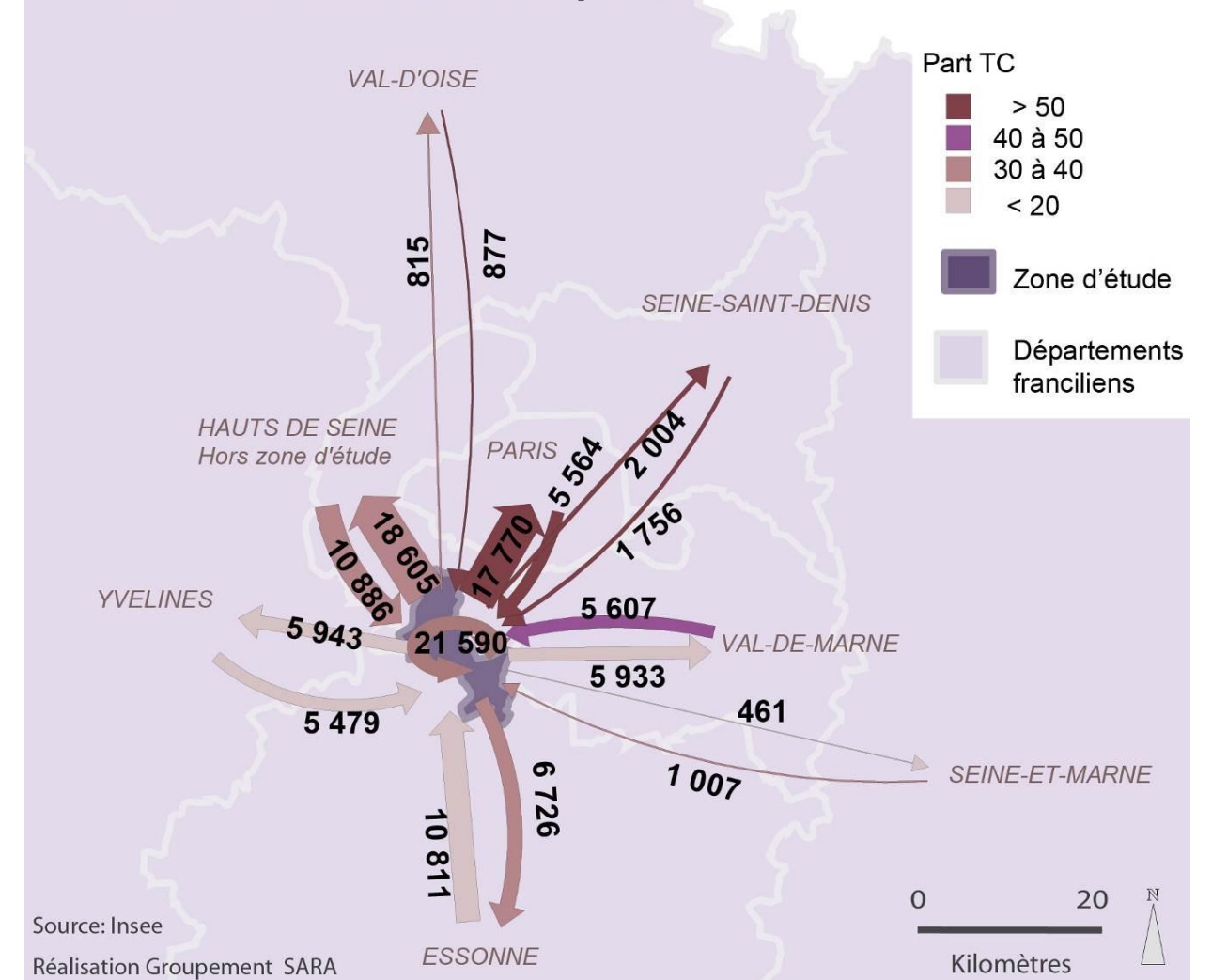
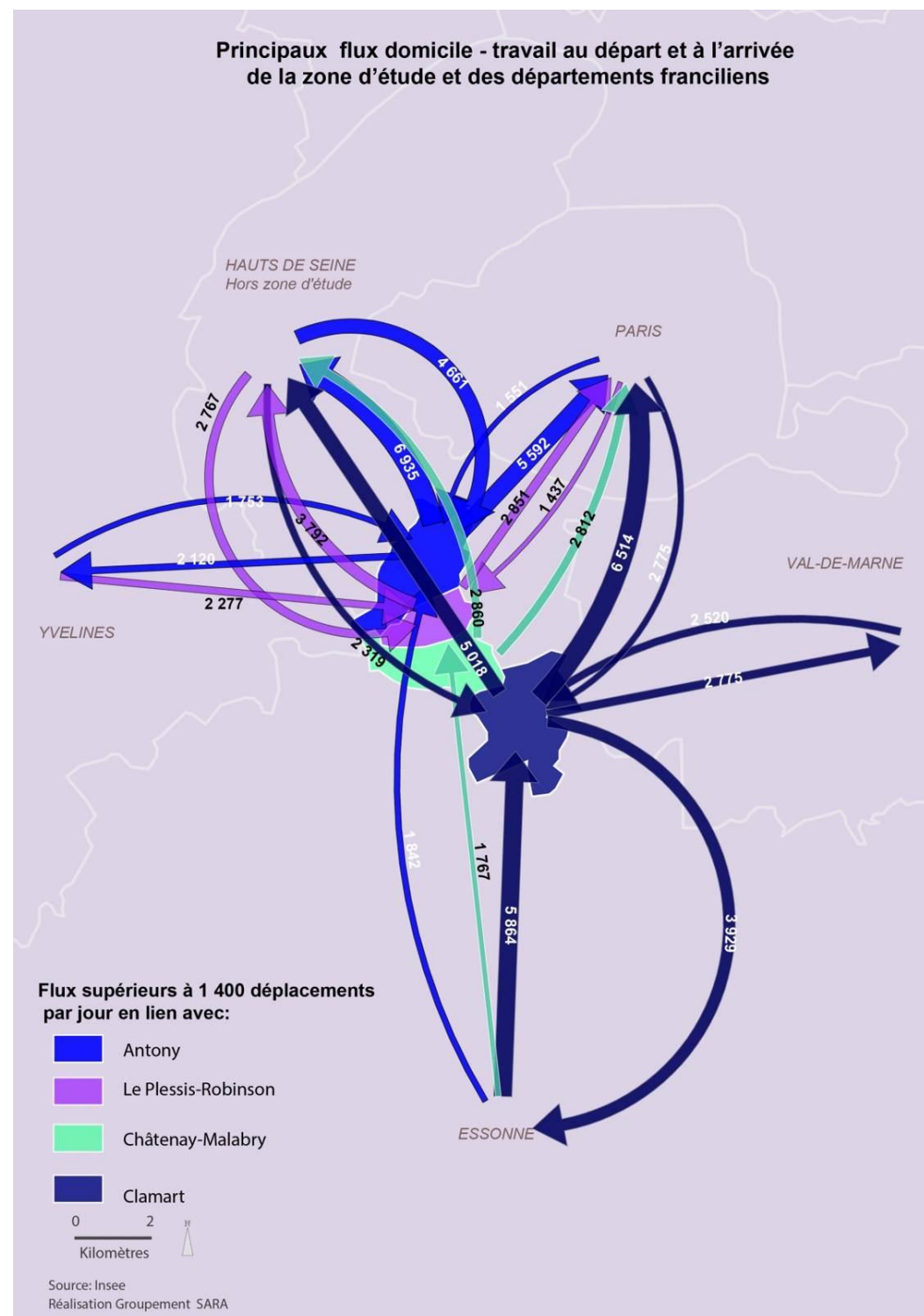


Illustration 138. Flux principaux entre l'aire d'étude élargie et les départements de l'IDF, source : RGP 2010



Zoom sur la zone d'activités Novéos

La zone d'activités Novéos, pôle majeur d'emploi du secteur, a fait l'objet en 2009 d'un diagnostic concernant les caractéristiques des déplacements quotidiens de ses salariés. Cette étude a montré une forte utilisation de la voiture (55 %) par rapport aux transports en commun (30 %). Les salariés habitent en grande majorité dans la partie sud-est des Hauts-de-Seine et ont un temps de transport de 45 minutes en moyenne pour se rendre de leur domicile à leur travail (25 km environ). Deux difficultés principales ont été mises en avant par les salariés : les difficultés de circulation en voiture (et en particulier sur l'A86 et la N118) et les problèmes liés aux transports en commun (régularité, fiabilité, nombres de points d'arrêts insuffisants dans le parc, taux de correspondances trop élevés, ...).

Suite à ce diagnostic, des pistes d'actions ont été proposées au sein d'un Plan de Déplacements Inter-entreprises (PDIE) dont voici les principales : mise en place d'un site internet de co-voiturage, développement d'une offre de vélos à assistance électrique, services à la mobilité mis en place dans les conciergeries, informations en direct des perturbations sur le réseau de transports en commun.

II.9.1.3.B Déplacements domicile – études

Les flux les plus importants sont :

- les flux sortants de l'aire d'étude élargie : déplacements vers Paris (4 800 déplacements environ) et vers les autres communes des Hauts-de-Seine (6 300 déplacements environ),
- les flux entrants dans l'aire d'étude élargie : déplacements depuis l'Essonne (3 400 déplacements environ) et les autres communes des Hauts-de-Seine (3 600 déplacements environ).

Les flux domicile – études depuis Paris vers l'aire d'étude élargie sont limités (1 100 déplacements par jour).

II.9.1.4 DEPLACEMENTS ENTRE L'AIRE D'ETUDE ELARGIE ET LE RESEAU DE TRANSPORTS EN COMMUN

Ce chapitre étudie les déplacements entre les quatre communes concernées par le projet et celles desservies par les lignes de transports structurants présents ou en projet sur l'aire d'étude élargie (RER B, TVM et T6).

Cette analyse, qui permet de comprendre les enjeux de correspondance sur le territoire, définit cinq zones : RER B nord, RER B sud, TVM, T6 est et T6 ouest (qui comprend la commune de Viroflay, desservie par la partie souterraine du tramway T6 qui sera mise en service en 2015). Paris, qui a déjà été étudiée pour les migrations alternantes vers les départements franciliens n'a pas été incluse dans cette analyse.

Illustration 139. Flux domicile-travail entre l'aire d'étude élargie et les départements de l'IDF, source : INSEE 2010

ZONE	DESCRIPTION	POINT D'ENTREE SUR LE TERRITOIRE D'ETUDE
RER B Nord	Section entre Bourg-la-Reine /Sceaux et les terminus Mitry-Claye et Aéroport Roissy Charles-de-Gaulle.	Station Parc de Sceaux (Antony) Station Robinson RER
RER B Sud	Section entre Massy et Saint-Rémy-Lès-Chevreuse	Station Les Bacconnets (Antony)
TVM	Communes du Val-de-Marne desservies par le TVM	Arrêt Croix de Berny
T6 Est	Montrouge, Malakoff, Châtillon et Fontenay-aux-Roses	Arrêt Division Leclerc (Clamart)
T6 Ouest	Meudon, Vélizy-Villacoublay et Viroflay	Arrêt Georges Pompidou (Clamart)

Tableau 42. Point d'accès au réseau structurant à partir de l'aire d'étude élargie

II.9.1.4.A Déplacements Domicile – Travail

Les flux domicile – travail ont principalement pour origine et destination la commune d'Antony pour les zones RER B nord, RER B sud et TVM, et la commune de Clamart pour les zones T6 est et T6 ouest. D'une manière générale, les déplacements entre les communes de la zone d'étude et les communes desservies par un transport structurant sont majoritairement réalisés en voiture. Seuls les déplacements Antony – zone RER B nord sont majoritairement réalisés en transports en commun avec des parts modales correspondantes comprises entre 51 et 56 %.

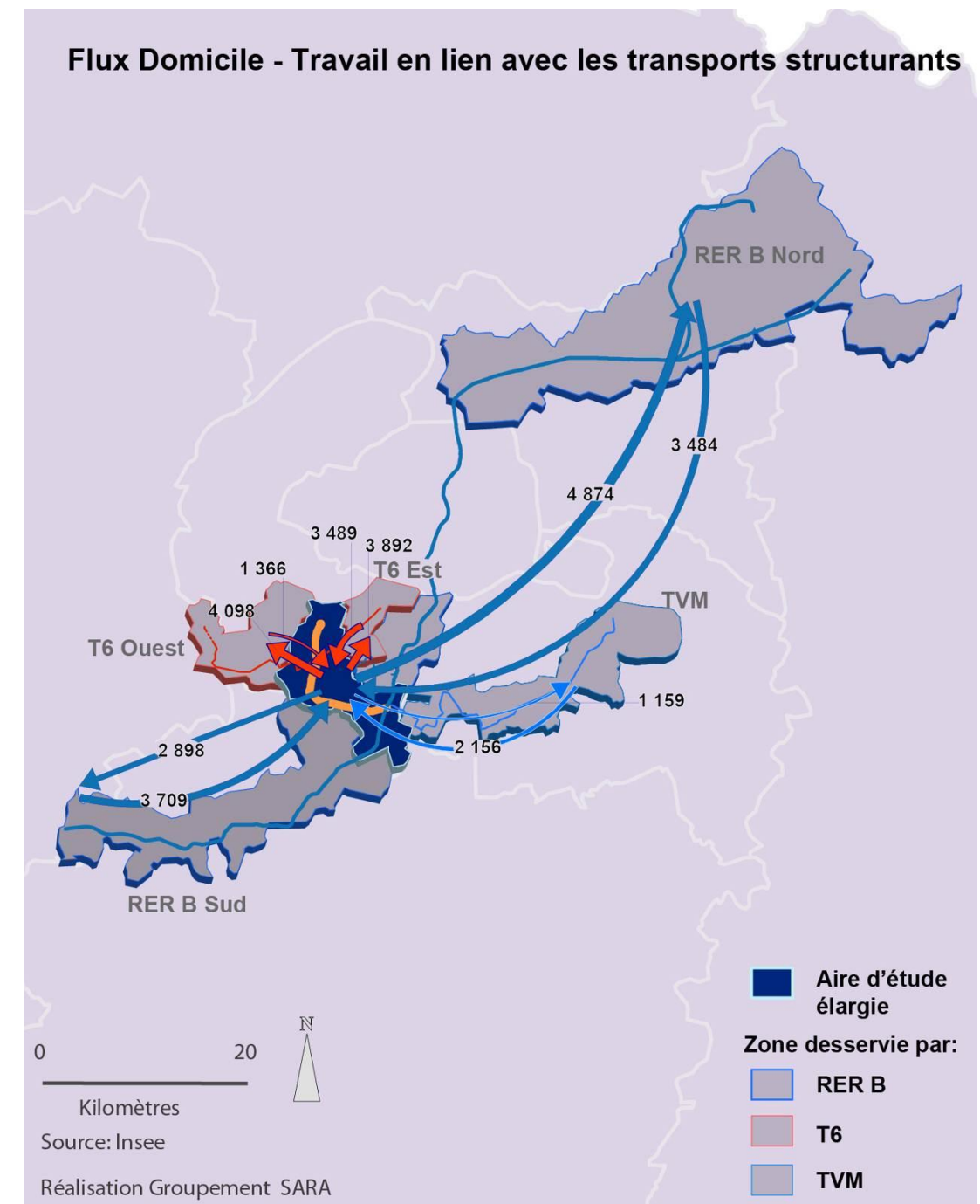


Illustration 140. Flux Domicile – Travail entre l'aire d'étude élargie et les transports structurants, source : INSEE 2010

II.9.1.4.A.a Zone RER B Nord

19 communes sont desservies par le **RER B** sur sa section au nord d'Antony (hors Paris et hors Antony). Cette zone attire plus de déplacements domicile – travail qu'elle n'en émet.

- Les volumes de déplacements sont importants depuis et vers Antony (respectivement 2 000 et 1 350 déplacements par jour).
- Les flux les plus faibles concernent les déplacements RER B Nord → Châtenay-Malabry (500 déplacements par jour) et RER B Nord → Le Plessis-Robinson (700 déplacements par jour).
- Entre 51 % et 56 % des déplacements domicile – travail entre Antony et la zone RER B Nord se font en transports en commun (selon le sens considéré).
- La part modale des transports en commun est de l'ordre de 32 % à 47 % pour les autres communes de l'aire d'étude élargie, soit une part modale plus faible que pour les déplacements vers ou depuis Antony.

II.9.1.4.A.b Zone RER B Sud

8 communes sont desservies par le **RER B** sur sa section sud, entre Massy et Saint-Rémy-Lès-Chevreuse. Cette zone émet sensiblement plus de déplacements domicile – travail qu'elle n'en attire.

- Les volumes de déplacements domicile – travail sont importants depuis et vers Antony (entre 1 800 et 1 900 déplacements par jour).
- Les flux les plus faibles concernent les déplacements Le Plessis-Robinson → zone RER B Sud (344 déplacements) et Clamart → zone RER B Sud (277 déplacements).
- Entre 31 % et 33 % environ des déplacements domicile – travail (selon le sens considéré) sont réalisés en transports en commun vers ou depuis Antony.
- La part modale des déplacements domicile – travail en transports en commun est faible pour les trois autres communes : entre 13 % et 21 %.

II.9.1.4.A.c TVM

Six communes sont desservies par le **TVM** (hors Antony).

- Les flux les plus importants sont ceux vers Antony (920 déplacements par jour), depuis Antony (627 déplacements) et vers Châtenay-Malabry (679 déplacements).

Les déplacements domicile – travail sont majoritairement réalisés en voiture, sauf pour les déplacements de la zone TVM vers Châtenay-Malabry (76 % en transports en commun –

II.9.1.4.A.d T6 Est

Le tramway **T6** desservira 7 communes dont 4 sur sa section Est (de l'arrêt Hôpital Béclère à Châtillon-Montrouge). La ville de Clamart n'a pas été intégrée dans cette section.

- Les déplacements domicile – travail concernent principalement la commune de Clamart (1 260 depuis Clamart et 1 670 vers Clamart).
- Les déplacements domicile – travail ont des parts modales comprises entre 29 % et 42 %. Ces parts modales sont les plus importantes vers Châtenay-Malabry.

II.9.1.4.A.e T6 Ouest

Le tramway **T6** desservira 3 communes sur sa partie ouest en plus de Clamart (non incluse dans cette zone). Cette zone attire beaucoup plus de migrations alternantes qu'elle n'en émet (rapport de 3.3).

- Ces flux sont principalement en provenance de Clamart (1 750 déplacements).
- Les parts modales des déplacements domicile – travail sont globalement assez faibles puisqu'elles ne dépassent pas 30 %.

II.9.1.4.B Déplacements domicile – études

Les flux domicile – études sont plus faibles que les flux domicile – travail pour les cinq zones étudiées. Les déplacements domicile – études les plus importants sont ceux de l'aire d'étude élargie vers la zone RER B nord (3 250 déplacements). Les flux les plus faibles sont observés en provenance et vers la zone TVM (570 déplacements et 125 déplacements par jour).

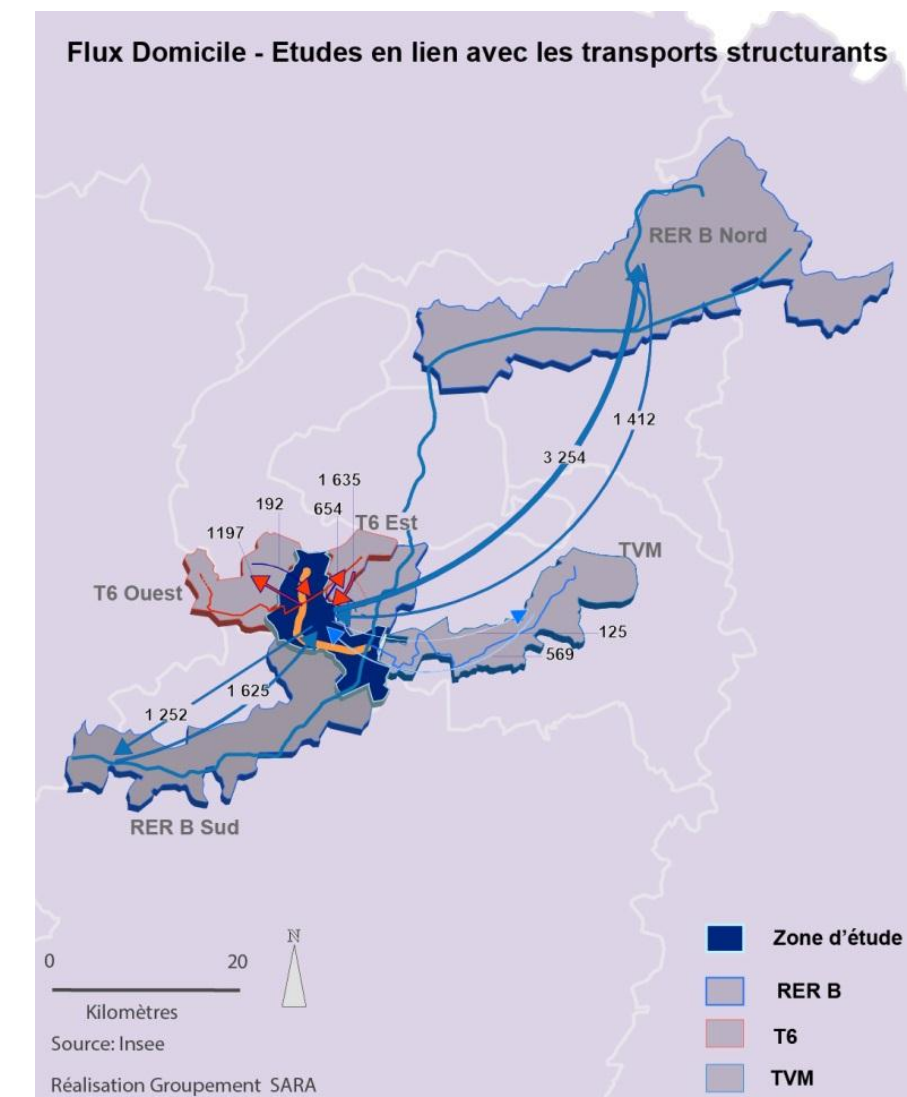


Illustration 141. Flux domicile – études entre l'aire d'étude élargie et les transports structurants, source : INSEE 2010

II.9.1.5 LA ZONE D'ACTIVITES NOVEOS

Un diagnostic concernant les caractéristiques des déplacements quotidiens des salariés du parc a été établi en 2009. Cette étude a montré une forte utilisation de la voiture (55 %) par rapport aux transports en commun (30 %). Les salariés habitent en grande majorité dans la partie sud-est des Hauts-de-Seine et ont un temps de transport de 45 minutes en moyenne pour se rendre de leur domicile à leur travail (25 km environ). Deux difficultés principales ont été mises en avant par les salariés : les difficultés de circulation en voiture (et en particulier sur l'A86 et la N118) et les problèmes liés aux transports en commun (régularité, fiabilité, nombres de points d'arrêts insuffisants dans le parc, taux de correspondances trop élevés, ...).

Suite à ce diagnostic, des pistes d'actions ont été proposées au sein d'un Plan de Déplacements Inter-entreprises (PDIE) dont voici les principales : mise en place d'un site internet de co-voiturage, développement d'une offre de vélos à assistance électrique, services à la mobilité mis en place dans les conciergeries, informations en direct des perturbations sur le réseau de transports en commun.

II.9.2 Organisation et fréquentation des transports urbains et interurbains actuels

Il existe plusieurs connexions dans l'aire d'étude entre différents modes de transport : RER (pôle Croix-de-Berny), tramway (station Hôpital Béclère), bus RATP, bus intra-agglomérations, navettes spéciales, ... D'autres modes de transport sont aussi disponibles à proximité de ce projet : TGV (Massy), Orlyval (Antony), Transilien, ...



Illustration 142. L'état actuel (juin 2013) des transports en commun dans le sud-ouest de l'Île-de-France, source : STIF

II.9.2.1 RESEAU ACTUEL DE TRANSPORTS EN COMMUN

Les réseaux structurants présents sont globalement orientés vers Paris (en dehors du T6 et du TVM) et se situent majoritairement en bordure de l'aire d'étude élargie. Le tramway T6, dont la mise en service est prévue à partir de 2014, traverse l'aire d'étude d'ouest en est et permet tant des déplacements de banlieue à banlieue qu'un rabattement vers le réseau métro. Le TVM est quant à lui un BHNS de rocade qui relie Saint-Maur - Créteil à la gare de La Croix de Berny.

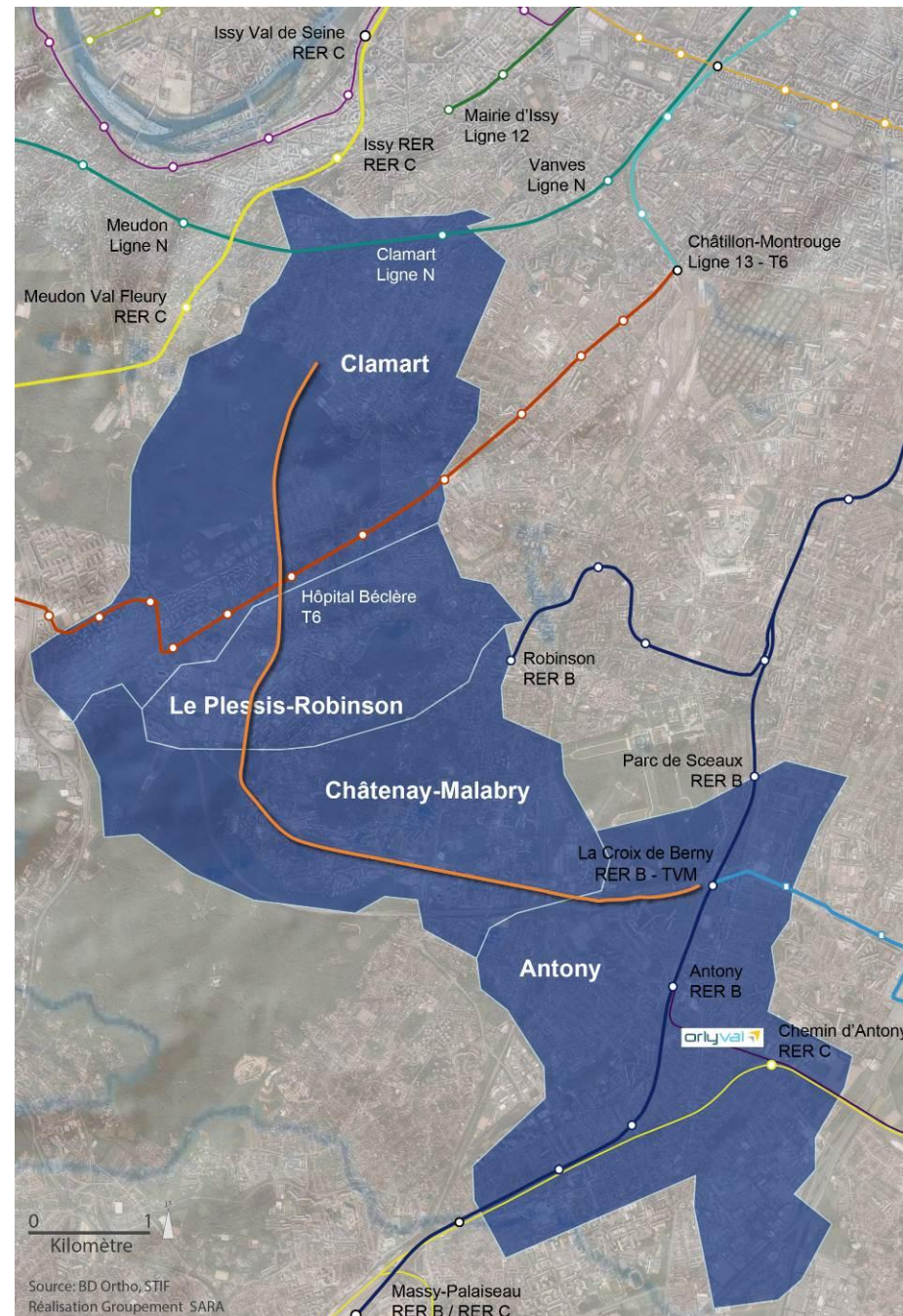


Illustration 143. Gares et stations du réseau structurant, sources : RATP, Groupement SARA

II.9.2.1.A Réseau RER

II.9.2.1.A.a RER B

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

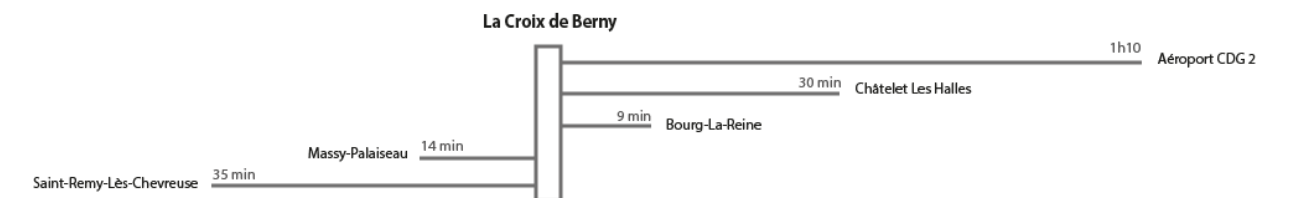


Illustration 144. Temps de parcours à l'heure de pointe depuis ou vers la station la Croix de Berny, source : STIF

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

Trois autres gares RER B se situent sur la commune d'Antony au sud : Antony RER, Fontaine Michalon et les Baconnets. Néanmoins, elles se situent en dehors de la zone d'influence du tramway.

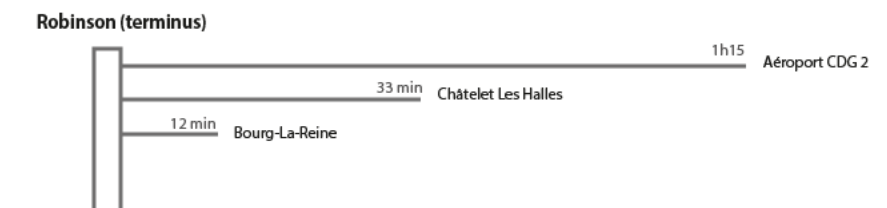


Illustration 145. Temps de parcours à l'heure de pointe depuis ou vers la station Robinson, source : STIF

II.9.2.1.A.b RER C

Seule une gare du RER C est située sur le territoire des quatre communes concernées par le projet : la gare Chemin d'Antony, au sud de la commune d'Antony. Cette gare est éloignée de la zone de chalandise du tramway (distance de 2.5 km environ).

II.9.2.1.B Réseau métro

Le **réseau métro** ne dessert pas directement l'aire d'étude élargie. Les stations les plus proches sont :

- la station Mairie d'Issy (ligne 12) – 3 kilomètres environ de la Place du Garde (Clamart).
- la station Châtillon-Montrouge (ligne 13) – 4 kilomètres environ de la Place du Garde (Clamart).

La ligne de métro automatique **Orlyval** permet de rejoindre l'aéroport d'Orly à partir de la gare RER Antony. Cette gare est située dans le centre-ville d'Antony, à une station de RER de La Croix de Berny (1 kilomètre environ). Le temps de parcours entre Antony et l'aéroport d'Orly sud est de 8 minutes. Il fonctionne tous les jours de 6h00 à 23h00 avec un intervalle de 5 minutes aux heures de pointe. Cette ligne bénéficie d'une tarification spécifique.



Illustration 146. Orlyval, source : RATP

II.9.2.1.C Réseau Transilien

La ville de Clamart est desservie par la ligne N du Transilien, assurant la liaison entre la Gare Montparnasse en moins de 10 minutes et Mantes-La-Jolie, Dreux ou Rambouillet (correspondance possible avec les trains TER Centre vers Chartres à cette gare). La gare de Clamart, située au nord du territoire de la commune, est à 2 kilomètres environ du terminus Place du Garde. En heure de pointe, la gare est desservie par un train tous les quarts d'heure à destination de Paris.

II.9.2.1.D Le tramway T6

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

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



Illustration 147. Tracé du tramway T6, source : site internet du projet T6

En lien avec la mise en service du tramway T6, une trentaine de lignes du réseau de bus existant (tous opérateurs confondus) sont restructurées :

- les lignes suivantes sont modifiées : 15, 30, 34, 40, 42, 50, 60, 179, 189, 194, 190, 195, 289, 290, 291, 307, 379, 388, 389, 390, 391, 395, 91-08, N61, N63.
- les lignes suivantes sont renforcées : 45, 294, 394.
- les lignes 279 et 295 sont supprimées.
- la ligne N66 est créée.

Cette nouvelle organisation du réseau a été mise en place en décembre 2014 au moment de la mise en service du tramway T6. Le présent dossier ayant été réalisé antérieurement, cette restructuration n'y est pas intégrée.

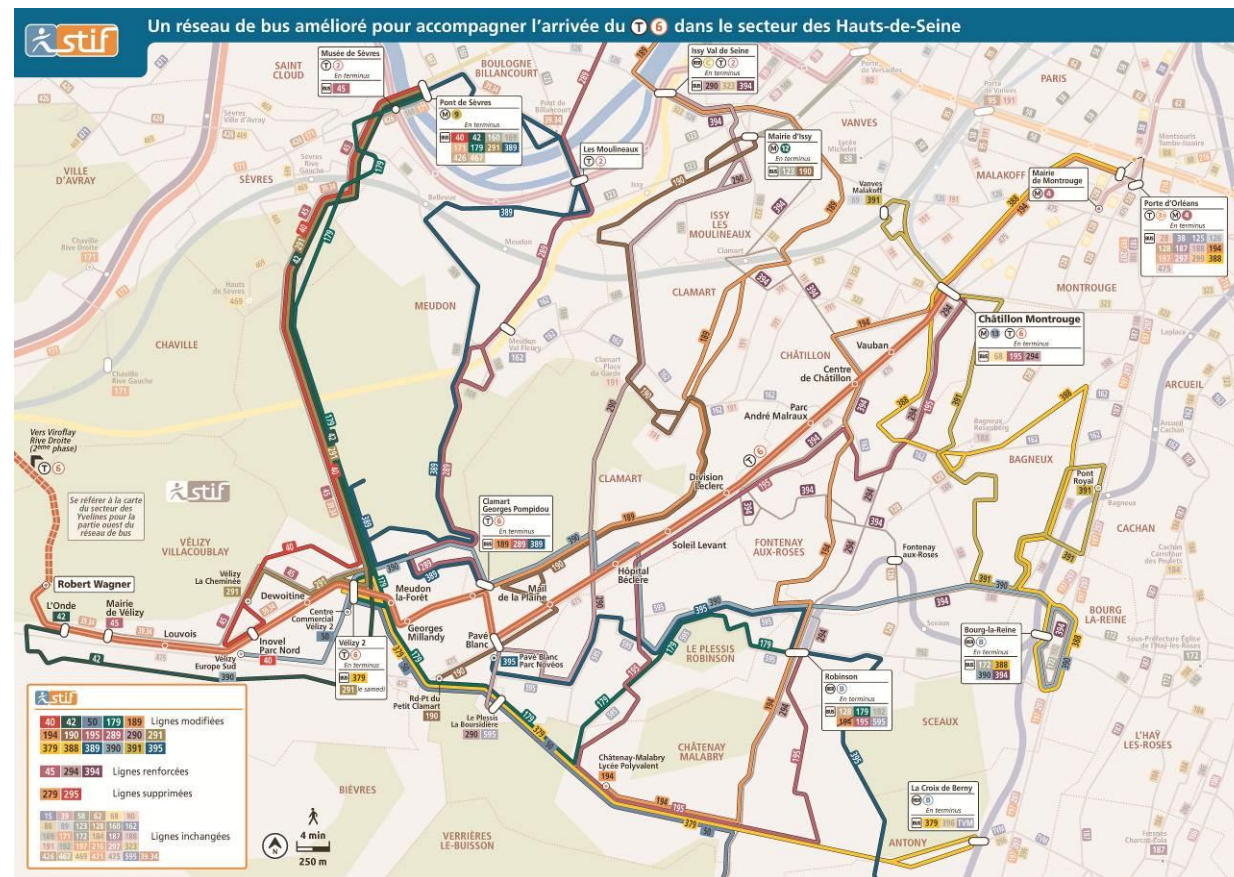


Illustration 148. Restructuration du réseau de bus liée au T6, source : STIF

II.9.2.1.E Le TVM (Trans-Val de Marne)

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

Cette ligne de bus a un intervalle de passage de 3 à 14 minutes entre 05h30 et 21h00. Les temps de trajet depuis La Croix de Berny sont les suivants :

- 23 minutes vers et depuis la station La Belle Epine, station du centre commercial Belle Epine,
- 35 minutes vers et depuis la gare RER C de Choisy-le-Roi,
- 48 minutes vers et depuis la station Créteil-Université (liaison avec le métro ligne 8),
- 55 minutes vers et depuis la station St-Maur Créteil (liaison avec le RER A).

II.9.2.1.F Réseau de bus RATP

Le réseau de bus RATP assure différentes fonctionnalités sur le secteur : des lignes Mobilien assurant des liaisons de pôle à pôle et de rocade (179, 379...), des lignes empruntant les grands axes et/ou de desserte fine (290, 395, 595...) et des lignes de desserte nocturne (réseau Noctilien).

Ces lignes présentent des points de correspondance ou des zones de recouvrement d'itinéraire avec le tramway T10.

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

- 179 (Pont de Sèvres / Robinson RER) : tracé commun au niveau du carrefour du 11 Novembre,
- 194 (Lycée Châtenay-Malabry / Porte d'Orléans) : tracé commun sur une partie de la Division Leclerc,
- 295 (Porte d'Orléans / Vélizy 2) : correspondance arrêt Hôpital Béclère,
- 379 (Vélizy 2 / La Croix de Berny RER) : tracé commun La Croix de Berny – 11 Novembre,
- 390 (Ligne Mobilien Bourg-la-Reine RER / Hôtel de Ville Vélizy) : tracé commun au niveau de l'Hôpital Béclère.

Certaines lignes sont également susceptibles de rejoindre le réseau Mobilien (189, 190).

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

- 162 (Meudon Val Fleury RER / Villejuif Louis Aragon) : correspondance Place Marquis,
- 189 (Clamart Cité de la Plaine / Porte de Saint Cloud) : correspondance arrêt Jardin Parisien,
- 190 (Vélizy 2 / Mairie d'Issy) : correspondance à l'hôpital Béclère et à Place du Garde,
- 191 (Place du Garde Clamart / Porte de Vanves) : correspondance Place du Garde,
- 195 (Robinson RER / Châtillon-Montrouge) : tracé commun sur une partie de la Division Leclerc,
- 290 (Meudon La Forêt / Issy Val de Seine RER) : tracé commun à partir de Novéos,
- 294 (Igny RER / Châtillon-Montrouge) : correspondance arrêt Allende,
- 395 (Réaumur Descartes / Antony RER) : tracé commun au niveau du Parc des Sports,
- 396 (La Croix de Berny RER / Thiais Belle Epine sud) : correspondance à l'arrêt Croix de Berny,
- 595 (La Boursidière / Robinson RER) : tracé commun entre Novéos et E. Herriot.

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

- Noctilien N62 : tracé en partie parallèle à la RD 2 (avenue Paul Langevin à Clamart et au Plessis-Robinson),
- Noctilien N63 : ligne longeant la RD 63 (avenue Roger Salengro) et interceptant la RD 986 (avenue de la Division Leclerc) à Châtenay-Malabry,
- Noctilien N21 : Chilly-Mazarin – Place de la Libération / Châtelet
- Noctilien N71 : Bourg la Reine RER / St Maur- Créteil RER

Ce réseau sera modifié dans le cadre de la mise en service du projet de tramway T6.

II.9.2.1.G Réseaux de bus intercommunaux

Réseau Paladin (CA des Hauts-de-Bièvre)

Le réseau de bus Paladin est financé et développé conjointement par le STIF et la Communauté d'Agglomération des Hauts-de-Bièvre. Il permet de faciliter les déplacements au sein des sept communes de la communauté d'agglomération : Antony, Bourg-la-Reine, Le Plessis-Robinson, Sceaux, Châtenay-Malabry, Verrières-le-Buisson et Wissous. Le réseau est composé de 16 lignes commerciales.

Le Phébus (Versailles et communes environnantes)

Le réseau Phébus est le réseau de transport public de Versailles et des communes environnantes. Ce réseau est composé de 54 lignes. L'une des lignes du réseau, le bus VAN (rebaptisée ligne 50 depuis octobre 2014), assure la desserte des villes de Vélizy-Villacoublay, Clamart, Châtenay-Malabry et Antony (terminus à la gare RER B de Fontaine Michalon). Ce bus emprunte une partie de l'avenue de la Division Leclerc et fonctionne du lundi au vendredi uniquement.

Navettes locales

Le Clamibus (Clamart)

Le **Clamibus (Clamart)** est un minibus gratuit qui relie la gare de Clamart au quartier du Haut Clamart. Son trajet, qui dure 36 minutes, dessert les principaux équipements de la ville : mairie, service public, gare, piscine, centres culturels, médiathèques, etc.

L'**Hirondelle (Malakoff)** est un service gratuit financé par la Communauté d'Agglomération sud de Seine. Il permet la desserte des différents quartiers de la ville.

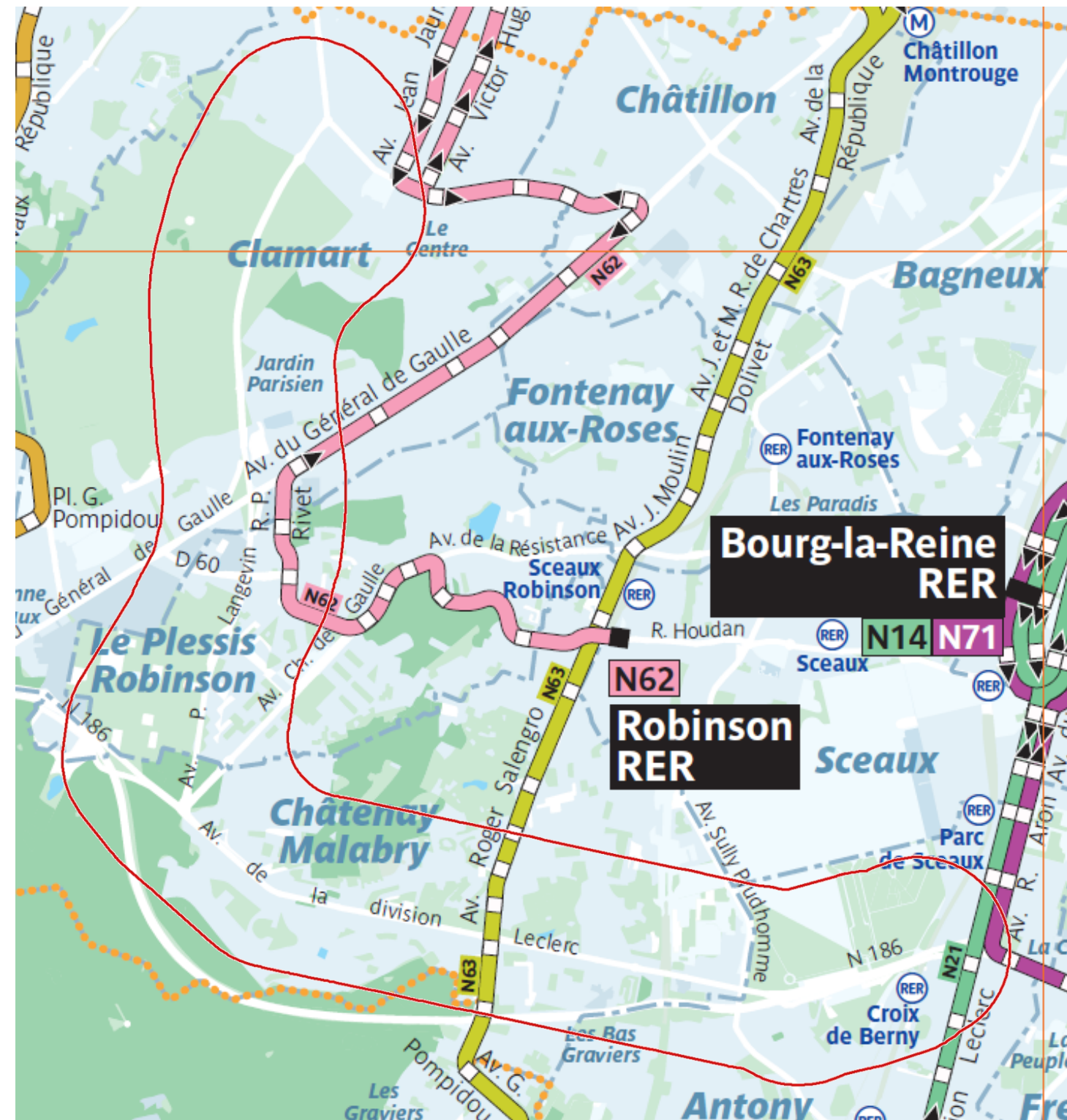


Illustration 149. Lignes de noctiliens dans l'aire d'étude, source : RATP modifié par le Groupement SARA



Illustration 150.

L'offre de bus sur l'aire d'étude, source : RATP 2013 modifié par le Groupement SARA



Illustration 151. Réseau de bus dans l'aire d'étude, source : communauté d'agglomération des Hauts-de-Bievre modifié par le Groupement SARA

II.9.2.1.H La ligne à grande vitesse (LGV)

Bien que non située sur l'aire d'étude, la gare «Massy TGV» est facilement accessible grâce à ses connexions avec le RER B et le RER C à la station RER «Massy-Palaiseau». Située sur le territoire de la commune de Massy, au sud d'Antony et dans le département de l'Essonne, cette gare est l'une des gares TGV de la LGV Atlantique.

A noter que la LGV Atlantique traverse l'aire d'étude selon un axe nord/sud pour rejoindre la gare Montparnasse. Elle passe en particulier sous l'avenue de la Division Leclerc et longe le côté ouest du site de l'Ecole Centrale Paris. La Coulée Verte suit le tracé de cette ligne entre Massy et Paris.



Illustration 152. Passage de la LGV Atlantique sous la RD 986, source : Bing Maps

II.9.2.2 PROJETS DE TRANSPORT COLLECTIF

Trois projets structurants concernent directement le territoire d'étude : le réseau du Grand Paris Express, le schéma directeur du RER B sud et la mise en service de la section souterraine du T6 à l'ouest. Le schéma directeur du RER B prévoit la modification du fonctionnement de la gare RER La Croix de Berny.

II.9.2.2.A Réseau de transport du Grand Paris Express

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

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

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

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

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

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

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

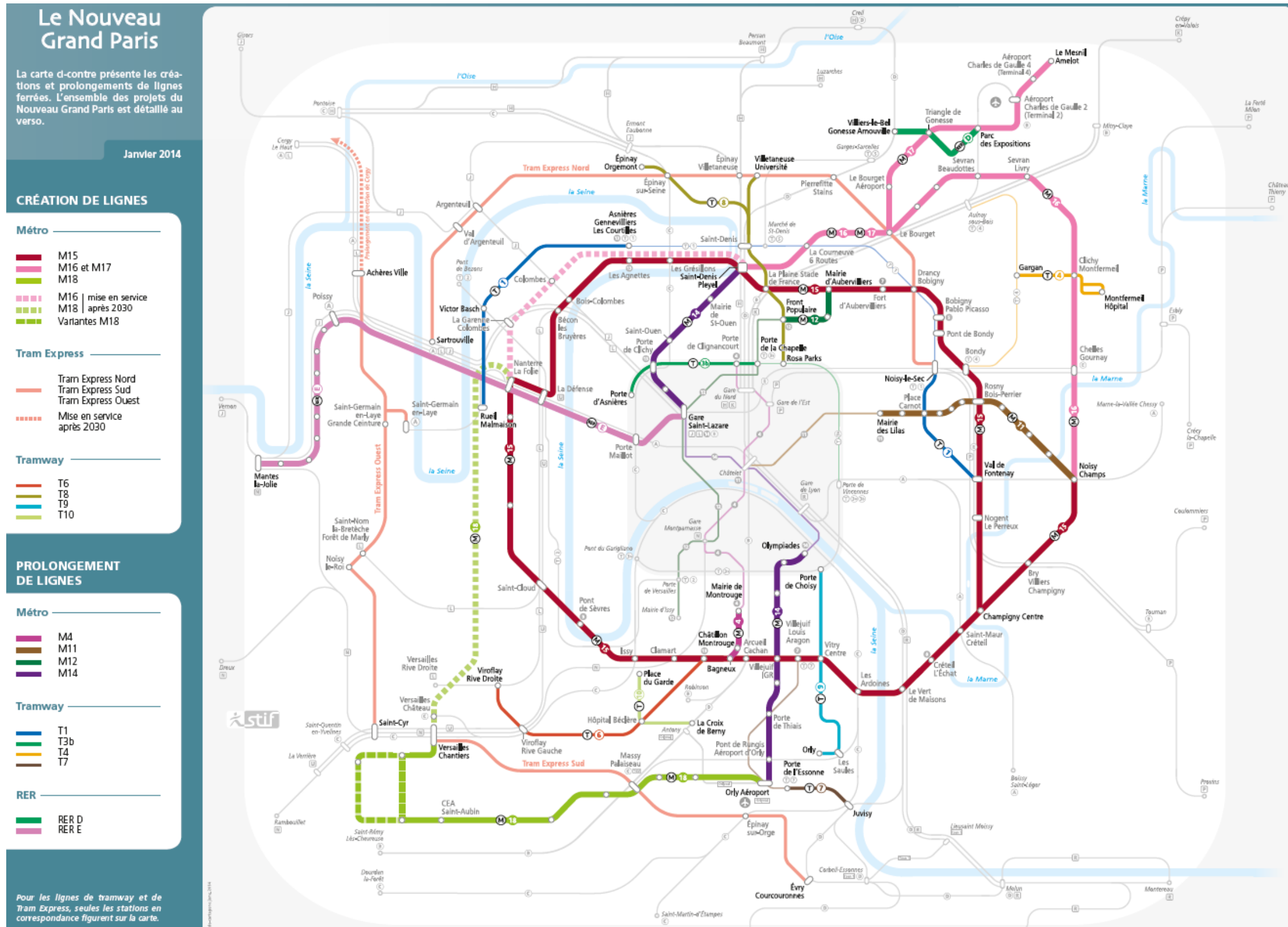


Illustration 153. Grand Paris Express, source : Société du Grand Paris

II.9.2.2.B Schéma Directeur du RER B Sud

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

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

Dans ce souci d'améliorer sur le long terme les conditions de transport des voyageurs, le Schéma Directeur propose, en lien avec le schéma directeur d'accessibilité (SDA), un nouveau principe d'aménagement de la gare de La Croix de Berny afin d'en améliorer l'accessibilité par :

- la création d'un nouveau bâtiment côté ouest qui devient l'accès principal. Le nouveau bâtiment est de plain-pied sur l'avenue du Général de Gaulle et permet l'accès au quai direction Paris par des escaliers fixes, escaliers mécaniques et ascenseurs.
- la création d'un passage sous voies et démolition de la passerelle existante,
- la mise en accessibilité de la gare historique (côté est des quais) avec l'agrandissement de l'actuelle ligne de contrôle en sortie,
- l'élargissement des quais pour résoudre les problèmes de saturation ponctuelle,
- la rénovation de la gare,
- le rehaussement partiel des quais.

Ces travaux permettront d'ouvrir la gare côté ouest et d'assurer une correspondance plus aisée avec le TVM et le tramway Antony – Clamart. La livraison est prévue pour 2018.

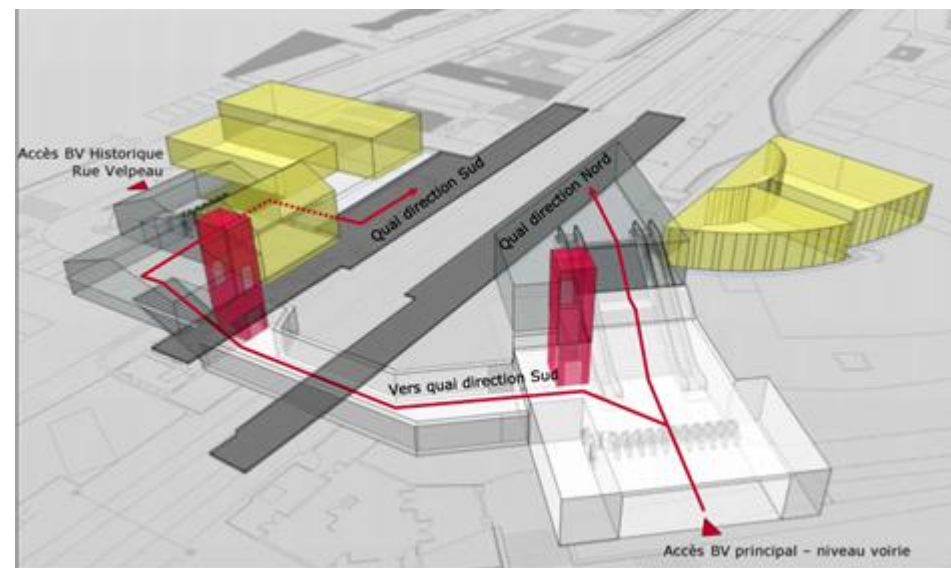


Illustration 154. Principe d'aménagement du bâtiment voyageurs, source : SD RER B

II.9.2.2.C Le prolongement du T6 vers l'ouest

La ligne de tramway T6 a été mise en service fin 2014 pour sa partie aérienne. Son prolongement souterrain vers l'ouest devrait être mis en service en 2015 (Robert Wagner / Viroflay Rive-Droite).



Illustration 155. La ligne T6 aérienne et souterraine, source : site officiel du T6

Cette section représente un tracé supplémentaire de 1,6 kilomètres en souterrain.

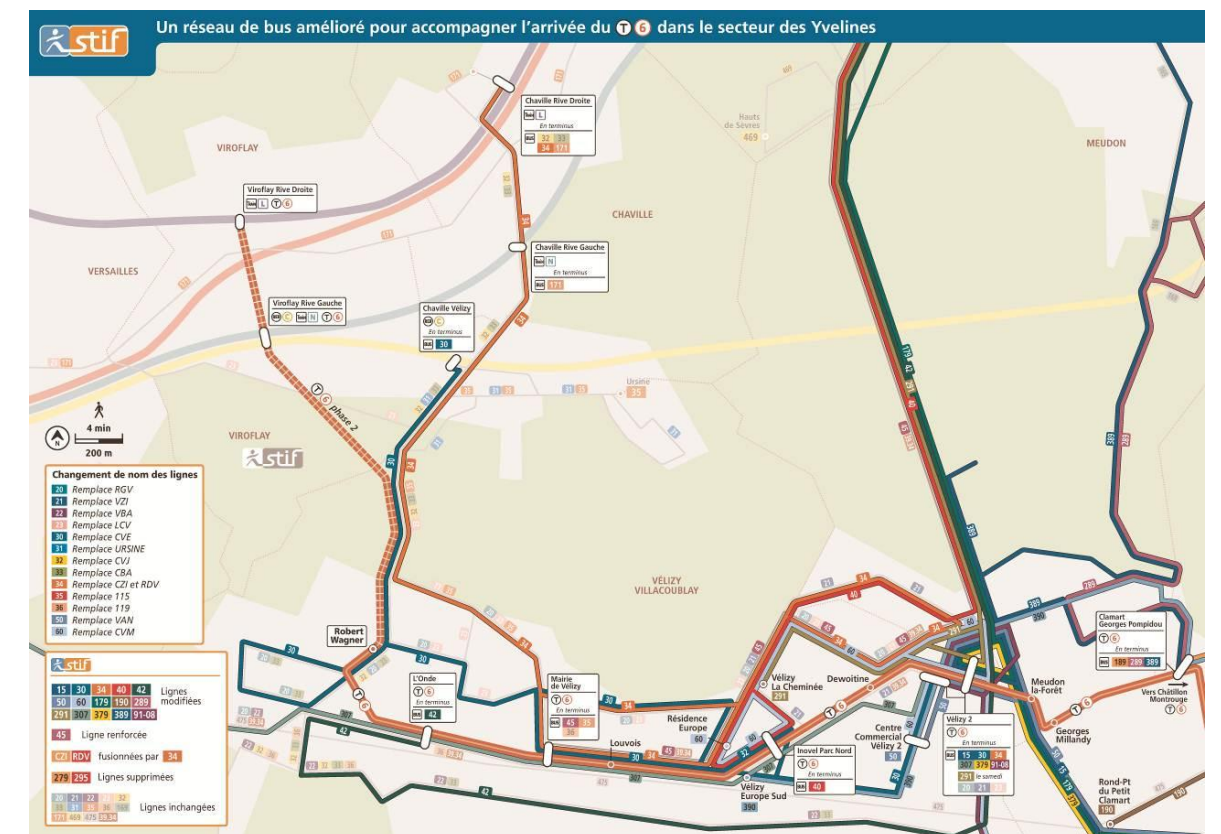


Illustration 156. Principes de restructuration du réseau de bus à la mise en service de la section souterraine du T6 à l'ouest

II.9.2.2.D Autres projets de transport collectif

Des réflexions sont actuellement en cours au sein de la RATP concernant l'offre du TVM. La ligne pourrait bénéficier d'une augmentation de la longueur de ses véhicules ainsi que d'un poste à quai supplémentaire à son terminus à La Croix de Berny.

Un prolongement vers le nord du tramway T10 est actuellement à l'étude, niveau étude de faisabilité. Ce prolongement aurait pour objectif de rejoindre une gare du réseau du Grand Paris, Issy RER ou Clamart. Les études de faisabilité relatives à ce prolongement devraient être finalisées en 2015.

II.9.2.3 FREQUENTATION SUR LE RESEAU DE TRANSPORT COLLECTIF

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

II.9.2.3.A Fréquentations sur le réseau structurant

Les fréquentations (également appelées demandes) journalières ont été étudiées sur le réseau structurant situé sur le territoire des quatre communes concernées par l'aire d'étude et des communes limitrophes au nord : RER B, RER C, Métro lignes 12 et 13, Transilien N. Les chiffres présentés ici proviennent de comptages effectués entre 2009 et 2012.

La gare Antony (RER B) et la station Châtillon-Montrouge (Métro Ligne 13) sont les arrêts les plus fréquentés, avec plus de 22 000 passagers par jour et par sens. Viennent ensuite la station Mairie d'Issy (Métro Ligne 12) et la gare Issy Val de Seine avec une fréquentation comprise entre 12 000 et 16 000 passagers par jour et par sens.

La gare La Croix-de-Berny (RER B), seul point d'entrée directement localisé dans l'aire d'étude au moment de l'analyse, présente une fréquentation de l'ordre de 14 000 passagers par jour. Comme évoqué au paragraphe II.2.4. sur l'analyse de la mobilité, La Croix de Berny constitue un point d'accès majeur au RER B depuis l'aire d'étude élargie vers Paris et l'ensemble des communes desservies par cette ligne.

La gare de Robinson RER, en limite d'aire d'étude, constitue également un point d'accès au réseau RER, bien que cette branche bénéficie d'une offre moins fréquente. La gare de Clamart Transilien présente quant à elle une fréquentation plus modeste.

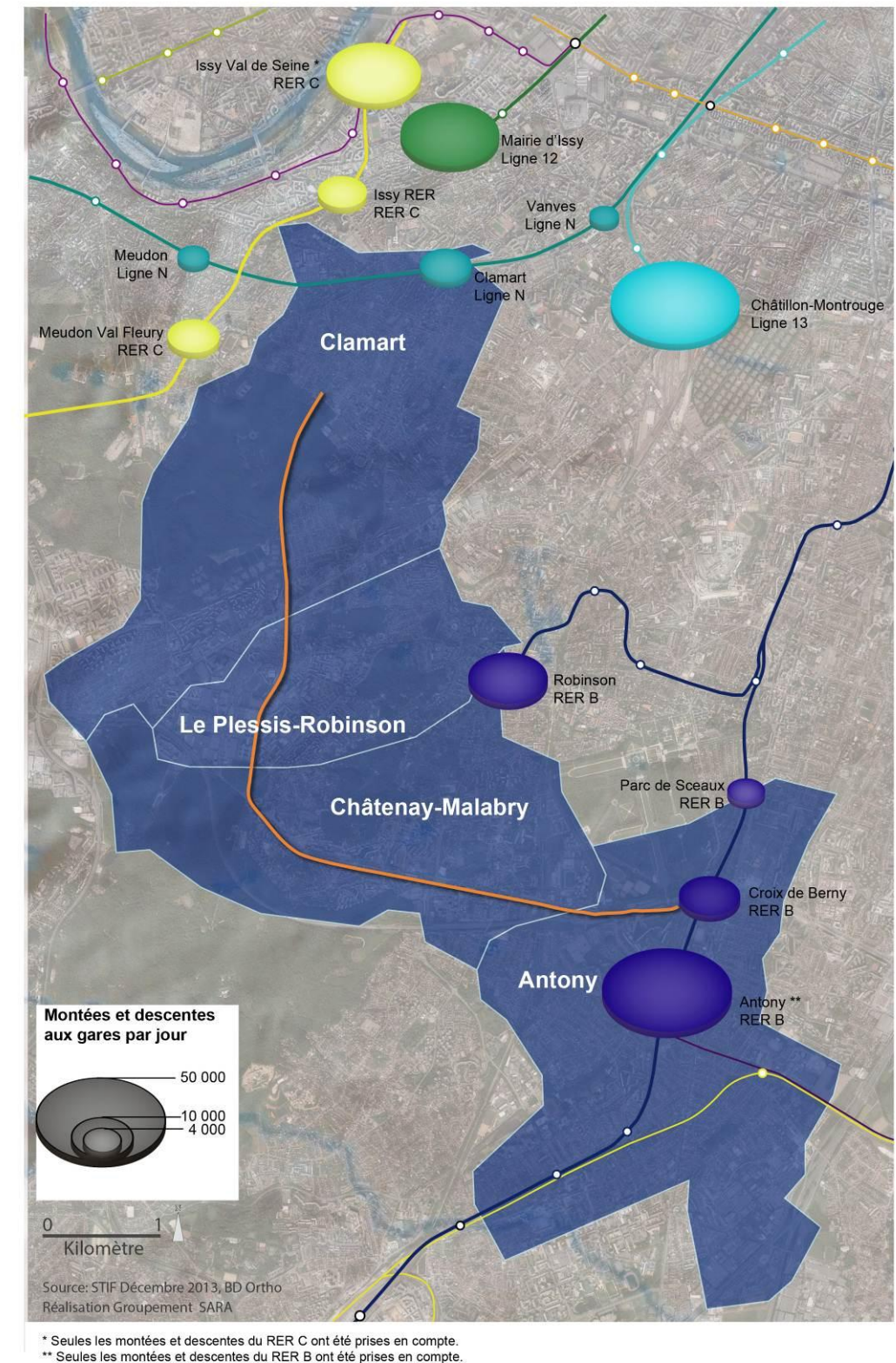


Illustration 157. Montées et descentes par jour sur le réseau structurant, source : STIF

II.9.2.3.B Fréquentations sur le réseau de bus RATP

Les fréquentations journalières ont été obtenues par comptage entre 2008 et 2012 selon les lignes (avant la restructuration du réseau de bus liée à la mise en service du T6). Les lignes de bus étudiées sont celles en interaction plus ou moins forte avec le tramway (cf. paragraphe II.9.2.1.F).

Les **lignes de bus les plus fréquentées** parmi les lignes étudiées sont les lignes TVM (54 000 déplacements¹¹ par jour environ), 189 (20 000 déplacements par jour environ), 295 (18 000 déplacements) qui sera remplacée par le T6, 194 (18 000 déplacements), 195 (14 000 déplacements) et 179 (14 000 déplacements par jour environ). Ces lignes assurent la connexion avec les réseaux lourds (M4, M9, M12, M13, RER B, RER C, Transilien N) et avec les principaux équipements et zones d'emploi (La Boursidière, ZA Meudon La Forêt, Centre commercial Vélizy 2, ...).

Parmi les **arrêts de bus** situés sur les RD2 et RD986, la fréquentation est la plus forte pour l'arrêt La Croix de Berny RER avec environ 12 600 passagers par jour tous sens confondus (7 100 montées et 5 500 descentes en cumulé sur les lignes 379, TVM et 396). En particulier, la majorité de ces déplacements correspondent à la ligne TVM (8 300 déplacements cumulés par jour). Ces chiffres mettent clairement en évidence le rôle de rabattement sur le réseau RER joué par ces lignes.

La **fréquentation est modérée** (entre 2 000 et 3 000 montées et descentes en cumulé par jour) pour les arrêts situés sur la partie ouest de l'avenue de la Division Leclerc, et au niveau de la station Hôpital Béclère. En particulier, les arrêts Cyrano de Bergerac et Ferme de Malabry, situés au niveau de la future station 11 Novembre, totalisent les montées et descentes les plus importantes de ce groupe (3 800 montées et descentes par jour en cumulé sur ces deux arrêts).

Enfin, la **fréquentation est faible** pour les arrêts situés sur l'avenue Paul Langevin et en particulier pour l'arrêt Parc des Sports, desservi uniquement par la ligne 395.

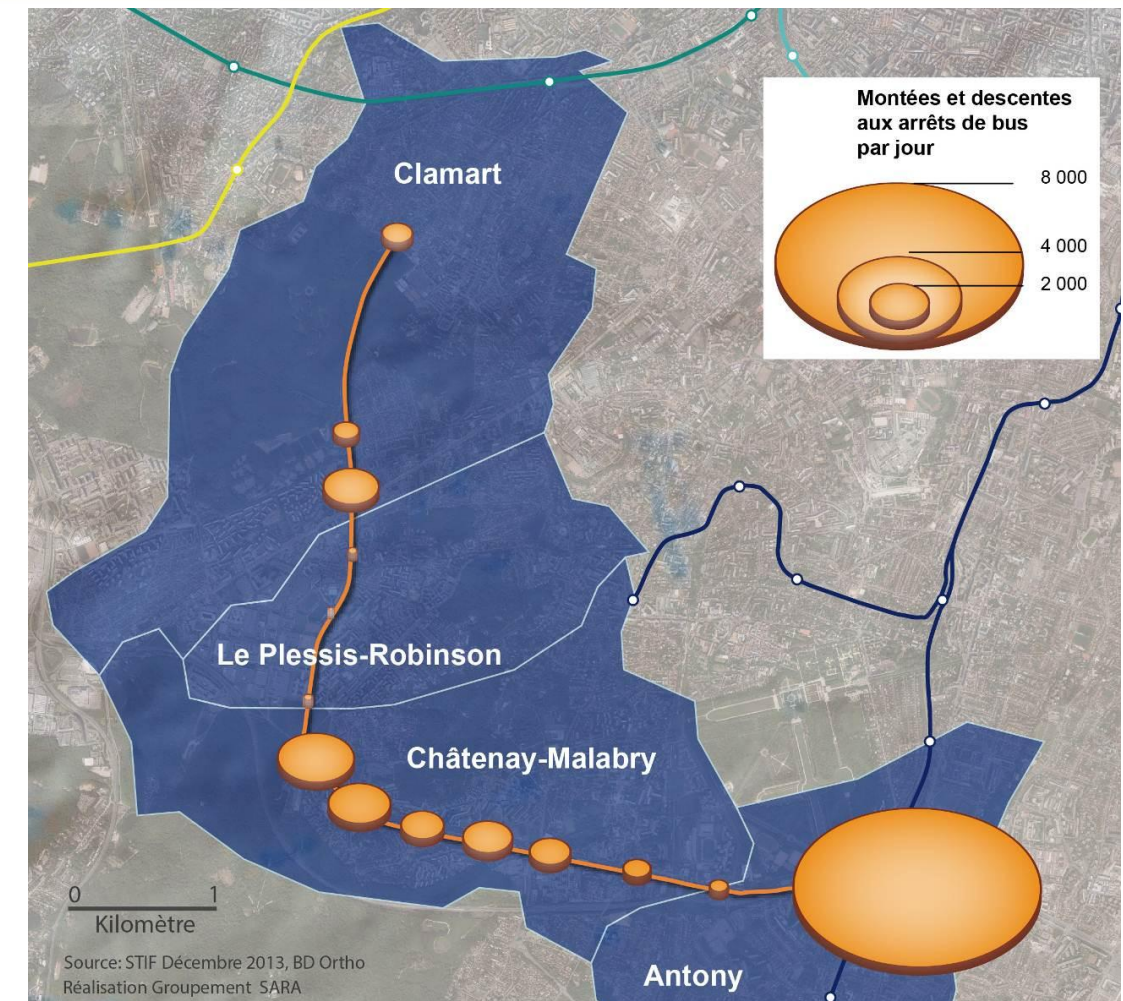


Illustration 158. Montées et descentes par jour aux arrêts de bus en lien avec les futurs arrêts du tramway, source : STIF

II.9.2.3.B.a Fréquentation par ligne de bus

Les **lignes de bus les plus fréquentées** parmi les lignes étudiées sont les lignes TVM (54 000 déplacements¹² par jour environ), 189 (20 000 déplacements par jour environ), 295 (18 000 déplacements), 194 (18 000 déplacements), 195 (14 000 déplacements) et 179 (14 000 déplacements par jour environ). Ces lignes assurent la connexion avec les réseaux lourds (M4, M9, M12, M13, RER B, RER C, Transilien N) et avec les principaux équipements et zones d'emploi (La Boursidière, ZA Meudon La Forêt, Centre commercial Vélizy 2, ...).

¹¹ Les déplacements correspondent au nombre cumulé de montées (ou de descentes) dans les deux sens.

¹² Les déplacements correspondent au nombre cumulé de montées (ou de descentes) dans les deux sens.

II.9.2.3.B.b Fréquentation par arrêt du réseau ferré structurant

Comme le montre la carte des montées/descentes ci-avant, la fréquentation la plus forte est enregistrée aux **connexions avec les réseaux structurants suivants** :

- arrêts du RER B Robinson et Croix de Berny en connexion avec le tramway.
- arrêt RER B à Antony, RER C à Issy Val de Seine, Ligne 13 à Châtillon, Ligne 12 à Mairie d'Issy à proximité de l'aire d'étude élargie .
- arrêts RER B à Bourg-la-Reine, RER C à Choisy-le-Roi et St-Maur, Ligne 9 à Porte de Saint Cloud, Ligne 4 à Porte d'Orléans et Ligne 12 à Corentin Celton hors de l'aire d'étude élargie .

Cette analyse témoigne d'un rabattement important vers les métros et les RER de l'aire d'étude élargie , assuré par les lignes de bus. En particulier, les gares Croix de Berny RER et Robinson RER, ainsi que la station Châtillon sur la ligne 13 présentent toutes plus de 10 000 montées et descentes cumulées par jour.

II.9.2.3.B.c Arrêts situés dans l'aire d'étude

Parmi les arrêts de bus situés sur les RD 2 et RD 986, la fréquentation est la plus forte pour l'arrêt Croix de Berny RER avec environ 12 600 passagers par jour tous sens confondus (7 100 montées et 5 500 descentes en cumulé sur les lignes 379, TVM et 396). En particulier, la majorité de ces déplacements correspondent à la ligne TVM (8 300 déplacements cumulés par jour).

La **fréquentation est modérée** (entre 2 000 et 3 000 montées et descentes en cumulé par jour) pour les arrêts situés sur la partie ouest de l'avenue de la Division Leclerc, et au niveau de la station Hôpital Bécclère. En particulier, les arrêts Cyrano de Bergerac et Ferme de Malabry, situés au niveau de la future station 11 Novembre, totalisent les montées et descentes les plus importantes de ce groupe (3 800 montées et descentes par jour en cumulé sur ces deux arrêts).

Enfin, la **fréquentation est faible** pour les arrêts situés sur l'avenue Paul Langevin et en particulier pour l'arrêt Parc des Sports, desservi uniquement par la ligne 395.

II.9.2.3.C Fréquentations sur les réseaux intra-agglomérations

La fréquentation journalière des Paladin, bus internes à l'agglomération des Hauts-de-Bièvre, a été étudiée pour les lignes suivantes : Paladin 4, Paladin 12 et Paladin 13. Les deux premières lignes ont une partie de leur tracé en commun avec la RD 986. Le Paladin 13 est quant à lui en correspondance à La Croix de Berny (terminus du tramway).

La fréquentation journalière des lignes Paladin 4 et Paladin 12 est comprise entre 1 200 et 1 300 personnes par jour et par sens (jour de semaine moyen). Les arrêts générant le plus de trafic sont les terminus de chacune de ces lignes, avec une concentration relativement importante au niveau de La Croix de Berny. Les correspondances à La Croix de Berny devront donc être traitées avec attention.

La ligne Paladin 13 présente une fréquentation journalière de 100 personnes environ par sens.

II.9.2.4 POLES D'ECHANGES

L'analyse de l'offre de bus permet en effet de mettre en évidence les principales zones de correspondances actuelles, à mettre en perspective de la fréquentation observée au paragraphe II.9.2.3.

II.9.2.4.A La Croix de Berny

La **Croix de Berny**, située au niveau du terminus du tramway et de la gare RER B, est la zone présentant les échanges les plus nombreux (plus de 12 000 montées + descentes sur les bus) mais aussi les plus complexes. En effet, de nombreux transports en commun sont disponibles à moins de 500 mètres du futur terminus : RER B, TVM, 4 lignes de bus RATP (379, 396, 197 et 297) et 3 lignes de bus Paladin (Paladin 4, Paladin 12 et Paladin 13).

Cette zone d'échanges s'organise autour de deux carrefours importants : le carrefour entre l'avenue du Général de Gaulle, l'avenue Léon Blum et l'avenue Le Brun (carrefour à l'ouest des voies de RER), et le carrefour entre l'avenue du Général de Gaulle, l'avenue du Docteur Ténine et la RD 920 (carrefour à l'est des voies de RER). Ces carrefours sont caractérisés par une forte circulation routière, ce qui complexifie les correspondances.



Illustration 159. Zone d'échanges de La Croix de Berny – bus RATP, source : RATP

La Croix de Berny assure une diversité de fonctions (transit, rabattement, activités, résidence, promenade...). Ce site désigne à la fois un nœud de transport important et un quartier. En position de carrefour, la Croix de Berny constitue un point d'étape pour des déplacements de banlieue à banlieue et de banlieue vers Paris.

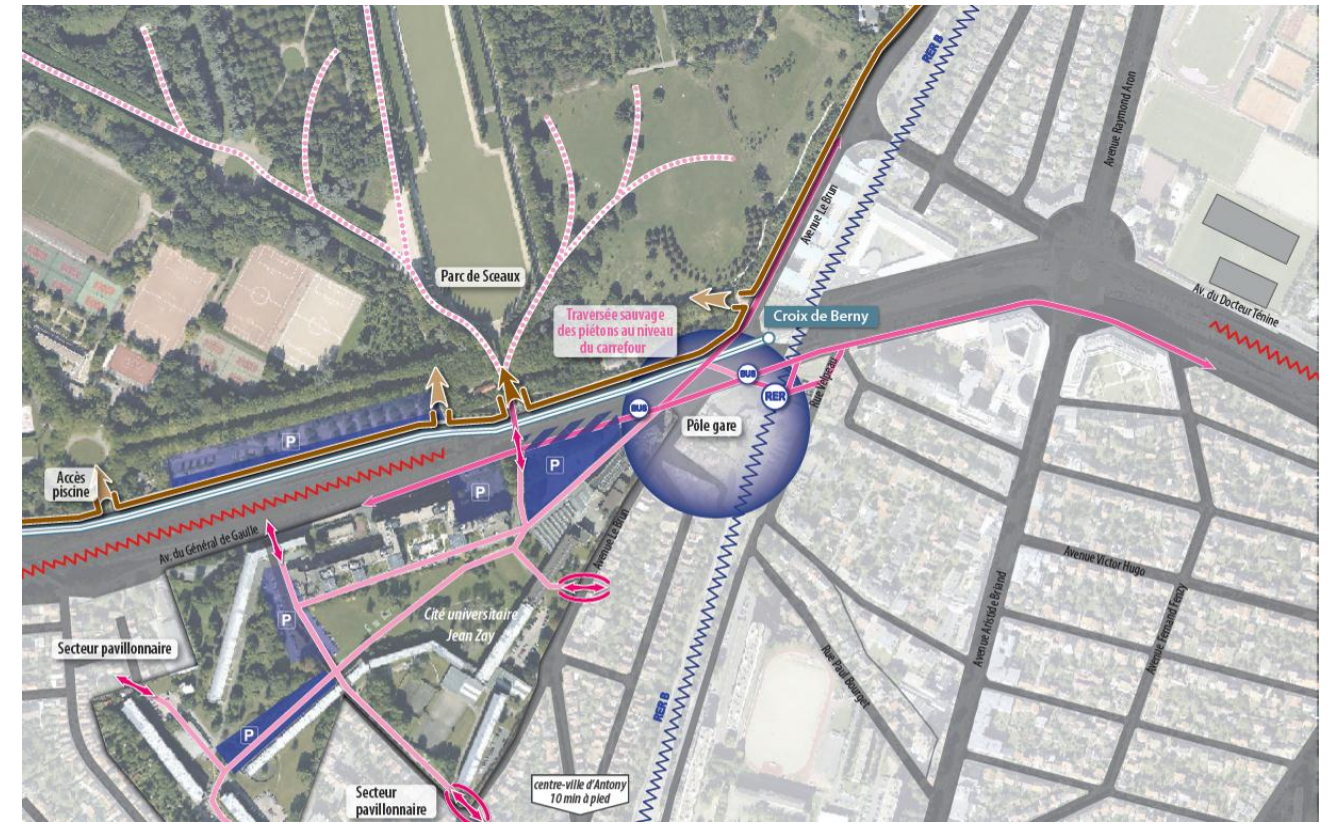
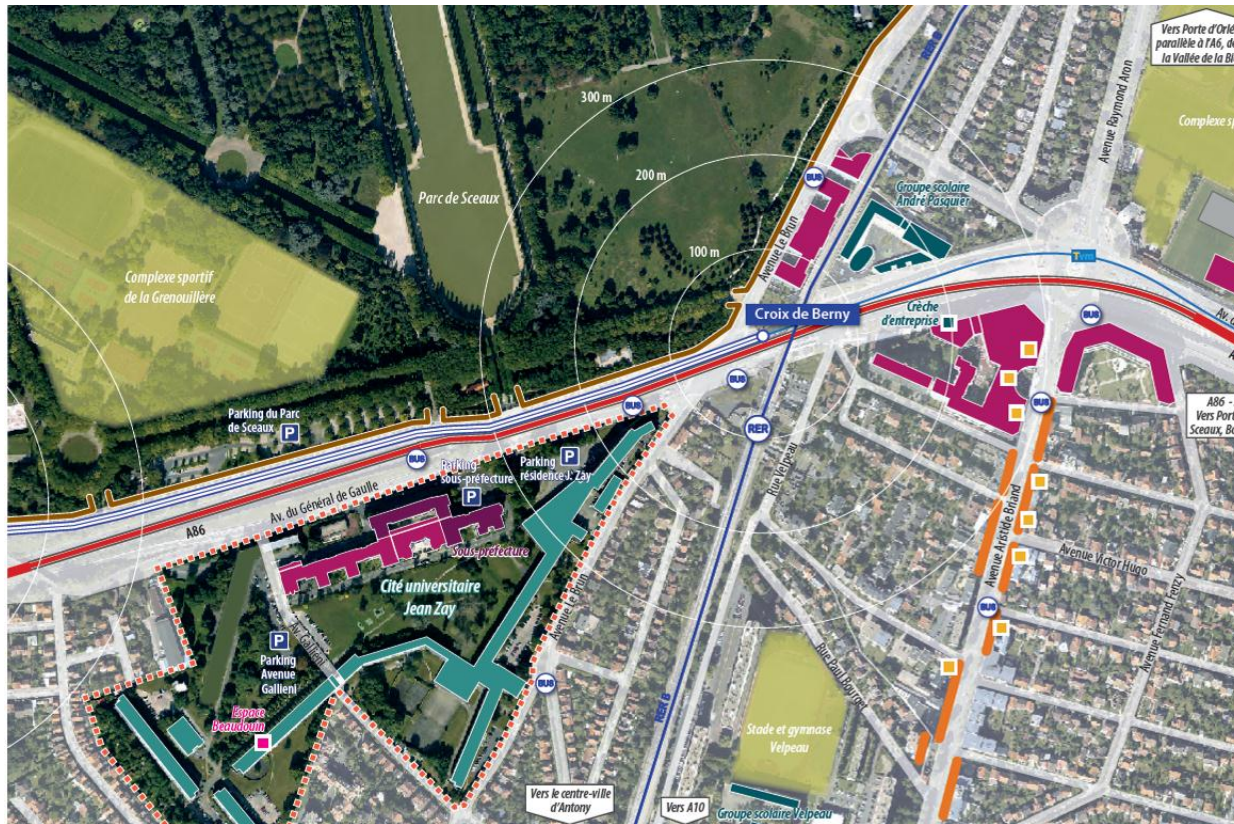


Illustration 160. Fonctionnement de La Croix-de-Berny, source : Diagnostic des usages et perceptions, STIF

II.9.2.4.B Les zones de correspondances secondaires

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

La zone d'échanges au niveau de **l'Hôpital Béclère** est rendue complexe par l'altimétrie du secteur. Les arrêts des lignes de bus et du T6 sont principalement situés sur l'avenue du Général de Gaulle qui est à niveau par rapport à l'hôpital mais en hauteur par rapport à l'avenue Paul Langevin. Actuellement, 3 lignes de bus ont des arrêts à proximité du futur tramway : 390 (Bourg-La-Reine / Vélizy), 295 (Porte d'Orléans / Vélizy 2), 190 (Mairie d'Issy / Vélizy 2). Deux lignes de bus supplémentaires ont des arrêts à moins de 500 mètres de l'avenue Paul Langevin : la ligne 475 (Elancourt / Porte d'Orléans) et la ligne 195 (Robinson RER – Châtillon Montrouge Ligne 13). Les arrêts de ces deux lignes sont situés au croisement de l'avenue du Général de Gaulle et de la rue de la Cavée. Selon les chiffres de fréquentation datant d'avant la mise en service du T6, ce pôle constitue le 3^e en termes de montées + descentes sur les arrêts de bus situés sur le tracé du T10.



Illustration 161. Zone d'échanges au niveau de l'Hôpital Béclère, source : RATP

La zone d'échanges **Place du Garde** permet actuellement des échanges avec 5 lignes de bus. Elle s'organise autour de deux places : la Place du Garde (terminus du futur tramway) et la Place Marquis, située à environ 250 mètres au nord de la Place du Garde. Sa fréquentation actuelle, en termes de montées + descentes, est moyenne (de l'ordre de 1 500 par jour).



Illustration 162. Zone d'échanges Place du Garde, source : RATP

II.9.3 Caractéristiques du réseau viaire

Le territoire bénéficie d'un réseau routier dense qui cumule différentes fonctions de desserte : transit et desserte du grand territoire pour l'A86 mais également pour les routes départementales du secteur (RD2, D986, D906...) qui ont pour fonction, par ailleurs, d'irriguer également les quartiers.

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

Les projets routiers du secteur devraient permettre de désengorger certains axes mais également générer du trafic supplémentaire.

II.9.3.1 HIERARCHISATION DU RESEAU VIAIRE

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

- un réseau à grande circulation, avec l'autoroute A 86 au sud, la nationale N118 à l'ouest, l'autoroute A6 à l'est du secteur et la RD 920 (ancienne RN 20), qui est un axe majeur de circulation dans le secteur, constituant un lien direct avec les portes de Paris.
- un réseau structurant, constitué par un maillage de routes départementales, dont certaines seront empruntées par le futur tramway (RD 986 et RD 2), d'autres seront intersectées par la ligne (RD 906, RD 60, RD 75, RD 63, RD128, RD 67, RD 77).

Principaux axes de circulation du secteur, ces deux catégories de routes assurent les liaisons structurantes à l'échelle du secteur.

Une partie de la RD 986 (entre La Croix de Berny et le carrefour de l'Europe à Antony) est classée voie à grande circulation car elle sert pour le délestage du tunnel de l'A 86 en cas d'accident.

Une voie/route à grande circulation est une route qui permet d'assurer la continuité des itinéraires principaux et, notamment le délestage du trafic, la circulation des transports exceptionnels, des convois et des transports militaires et la desserte économique du territoire, et qui justifie, à ce titre, des règles particulières en matière de police de la circulation.

- un réseau secondaire, composé d'une trame dense de routes communales, à vocation de desserte plus locale.



Illustration 163. RD 2 (avenue Paul Langevin) au Plessis-Robinson, source : Groupement SARA



Illustration 164. RD 986 (avenue de la Division Leclerc) à Châtenay-Malabry, source : Groupement SARA

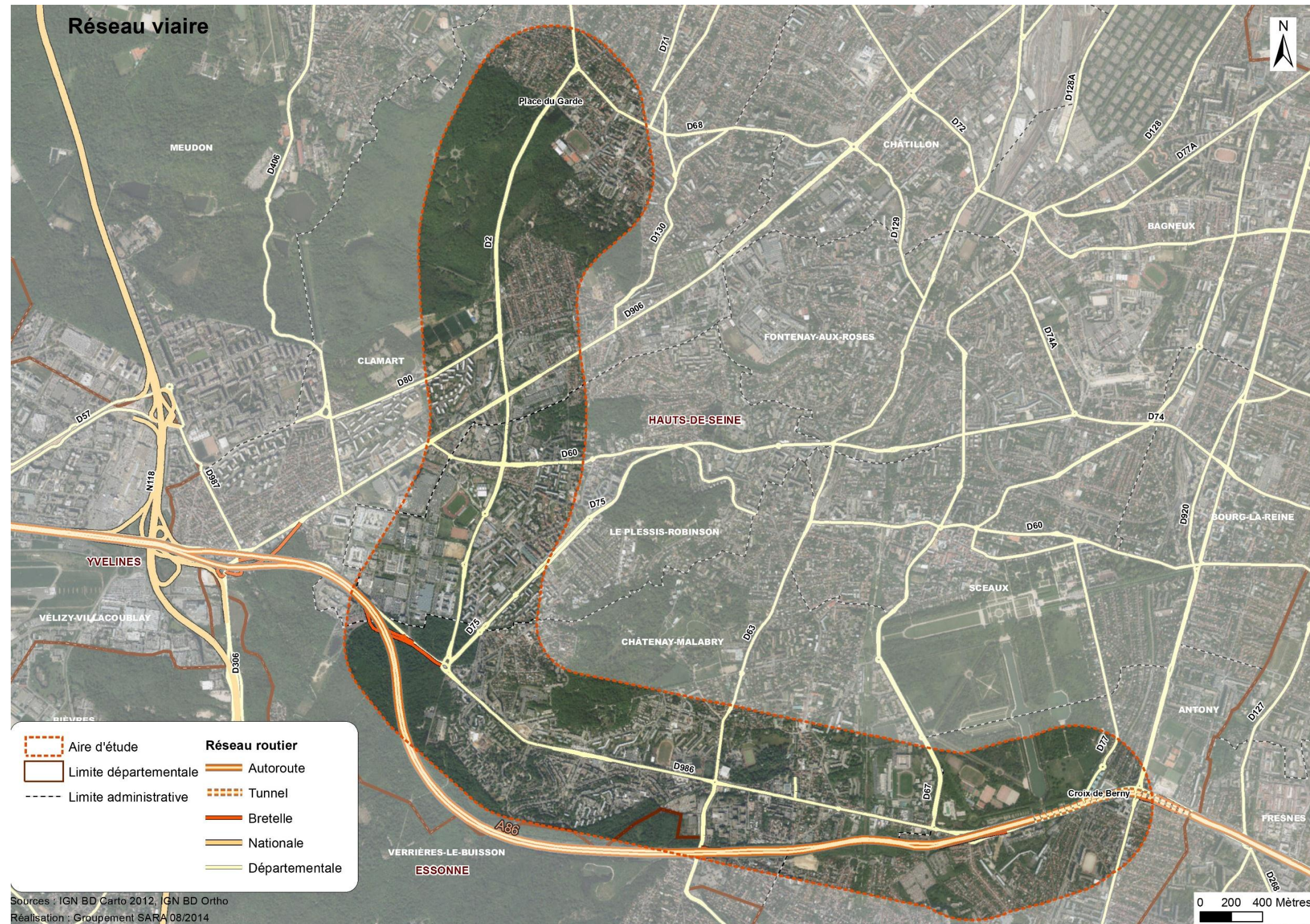


Illustration 165. Réseau viare dans l'aire d'étude, sources : BD carto, BD Ortho

II.9.3.2 ITINERAIRES DE CONVOIS EXCEPTIONNELS ET CIRCUITS SPECIFIQUES

La notion de transport exceptionnel (TE) s'applique aux marchandises, engins ou véhicules dont le poids ou les dimensions dépassent les limites réglementaires. De ce fait, les convois exceptionnels sont susceptibles de gêner la circulation ou de nuire à la sécurité. Des conditions strictes et des autorisations préalables s'appliquent à ce genre de convois. En fonction de leur dimension et de leur masse, on distingue trois catégories de convois de transports exceptionnels:

- convois exceptionnels de 1ère catégorie

Gabarit : L=20m / l=3m / Masse=48t

Les convois de ce type sont autorisés à circuler sur l'ensemble des voiries du département des Hauts-de-Seine.

- convois exceptionnels de 2ème catégorie

Gabarit : L=25m / l=4m / Masse=72t

Les convois de ce type sont autorisés à circuler sur les RD.

- convois exceptionnels de 3^{ème} catégorie

Gabarit : L>25m / l>4m / Masse>72t

Les convois de ce type sont autorisés à circuler sur le réseau routier dit «à grande circulation», et notamment les grandes routes départementales. Dans le périmètre proche du futur tramway, seule la RD 920 appartient à cette catégorie.

Des règles particulières de circulation, ainsi que des interdictions et des autorisations s'appliquent aux convois exceptionnels de façon stricte. Les grands principes de cette réglementation dans le périmètre étudié sont représentés sur la carte suivante.

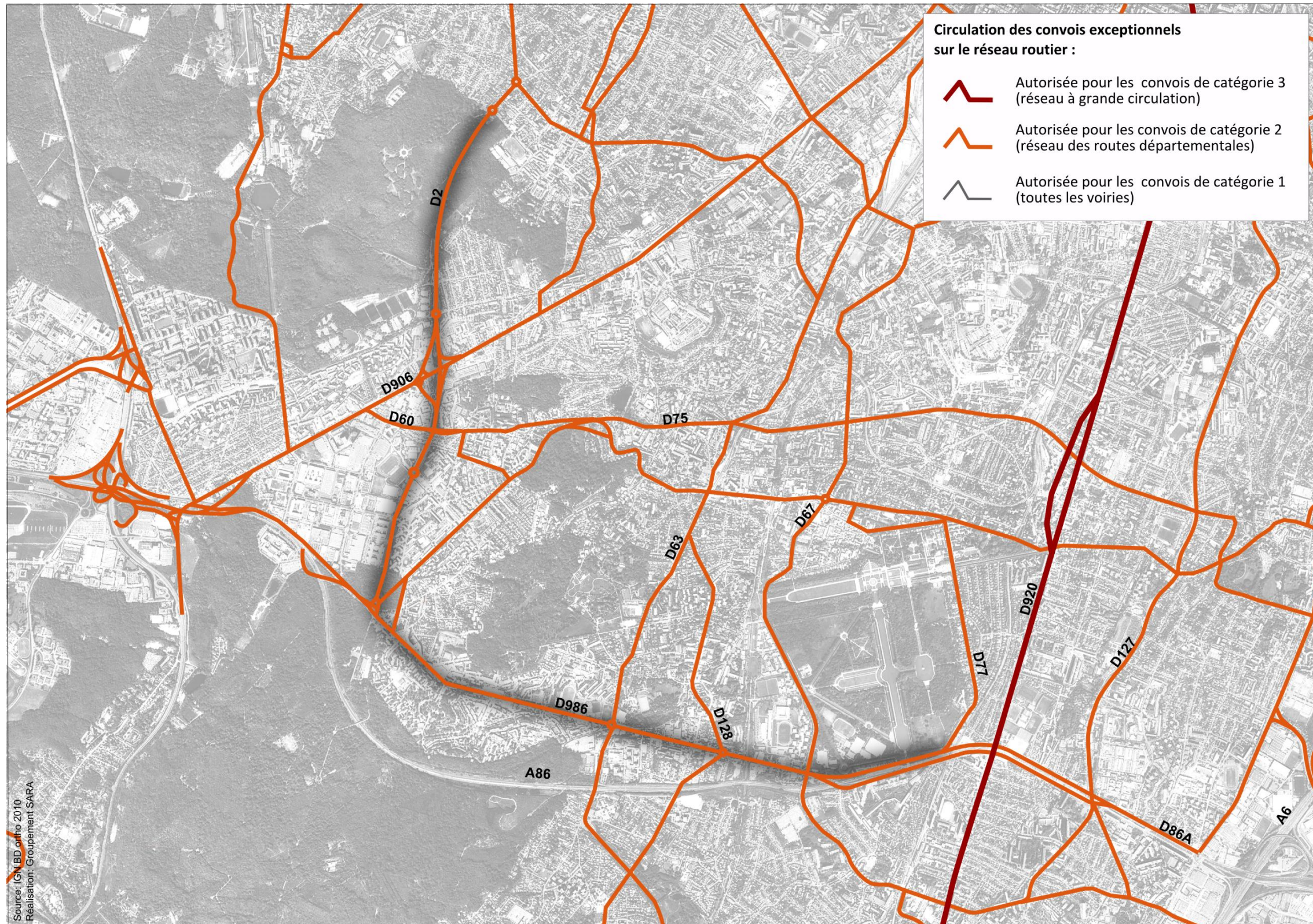


Illustration 166. Circulation des convois exceptionnels sur le réseau routier, source : Département Hauts-de-Seine

II.9.3.3 TRAFIC

II.9.3.3.A Actuel

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



Illustration 167. Charges de trafic actuelles à l'heure de pointe du matin, source : Département Hauts-de-Seine

A l'heure de pointe du matin, **la RD 2 est l'axe le plus chargé du secteur** avec plus 1000 uvp/h¹³ par sens sur la majeure partie du tracé.

¹³ uvp/h, unités de véhicules particuliers par heure, où : 1 véhicule léger (VL) = 1 uvp ; 1 poids-lourd (PL) = 2 uvp ; 1 bus = 2 uvp ; 1 deux-roues motorisés = 0,3 uvp ; 1 vélo = 0,3 uvp.

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

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

Dans cette zone, l'absence de sortie de l'A86 pour les automobilistes en provenance de l'est les conduit à emprunter le diffuseur de Châtenay-Malabry pour remonter la RD 986 jusqu'au parc NOVEOS. La création du demi-échangeur de la Boursidière devrait permettre de résoudre les pics de congestion observés dans ce secteur aux heures de pointe.

A l'heure de pointe du soir, la RD 2 supporte les mêmes volumes de trafic que le matin. En revanche, sur la RD 986, côté ouest, la balance est légèrement inversée avec un flux majoritaire dans le sens ouest-est. Le carrefour de La Croix de Berny reste fortement chargé.

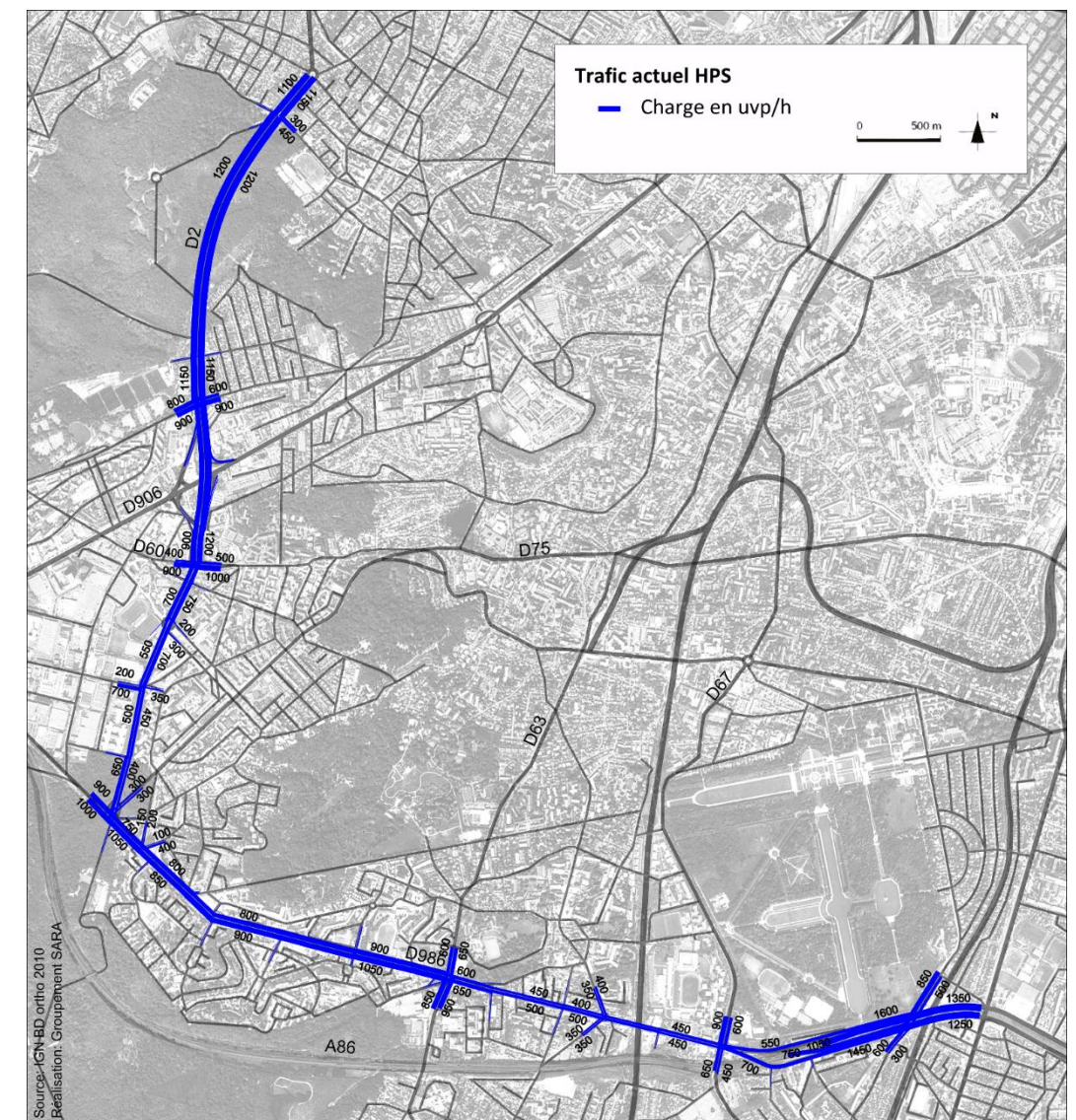


Illustration 168. Charges de trafic actuelles à l'heure de pointe du soir, source : Département Hauts-de-Seine

II.9.3.3.B A l'horizon de mise en service

Dans le cadre du projet de tramway T10, un modèle de trafic a été réalisé. Celui-ci permet de modéliser les situations futures à différents horizons, avec ou sans prise en compte des effets liés au projet de tramway T10.

Le scénario qui vise à modéliser le trafic sur le secteur sans prendre en compte le projet de tramway s'appelle le scénario de référence ou « fil de l'eau ». Celui-ci prend en compte dans la modélisation la réalisation d'autres aménagements et projets sur le secteur, non liés au projet du T10 : échangeur de la Boursidière, échangeur de Châtenay-Malabry, tramway T6, tunnel Sud de l'A86 à Antony (en 2030 uniquement).

Ainsi, en 2020, le trafic attendu au « fil de l'eau » est représenté sur la carte suivante :

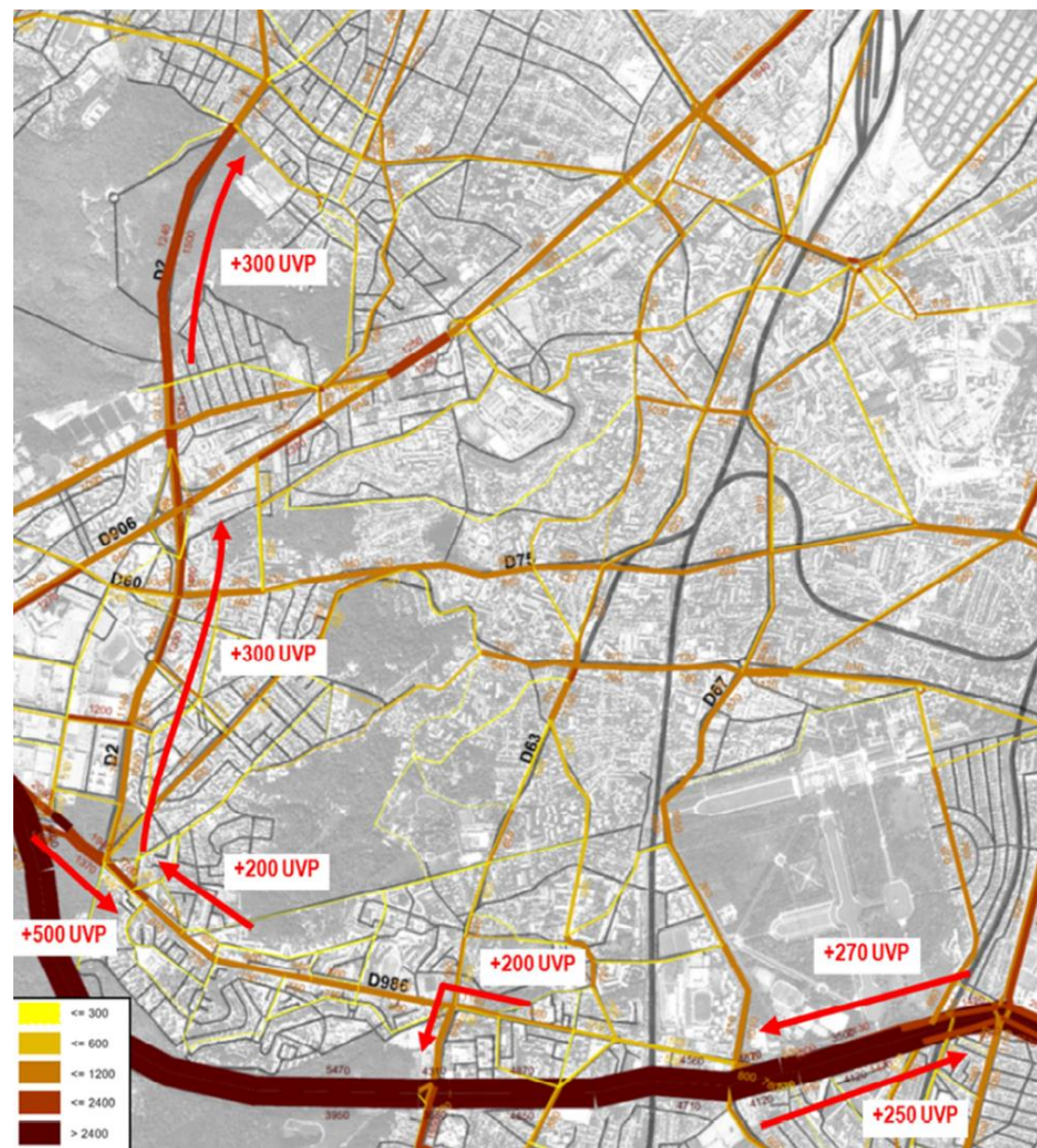


Illustration 169. Trafic 2020 en UVP – scénario de référence - heure de pointe du matin, source : Artélia

Par rapport à la situation actuelle, la situation de référence connaît les principaux effets suivants :

- Une hausse de trafic sur la D2 dans le sens Sud-Nord (+300 UVP soit ~+25%),
- Une hausse de trafic sur l'entrée ouest du carrefour du 11 Novembre en raison notamment de l'aménagement de l'échangeur de la Boursidière,
- Une hausse de trafic sur l'avenue du Général de Gaulle (~+20%),
- Une hausse de trafic vers l'échangeur de Châtenay-Malabry.

A l'heure de pointe du soir, le trafic attendu au « fil de l'eau » est représenté sur la carte suivante. Les flèches indiquent l'évolution du trafic par rapport à la situation actuelle.

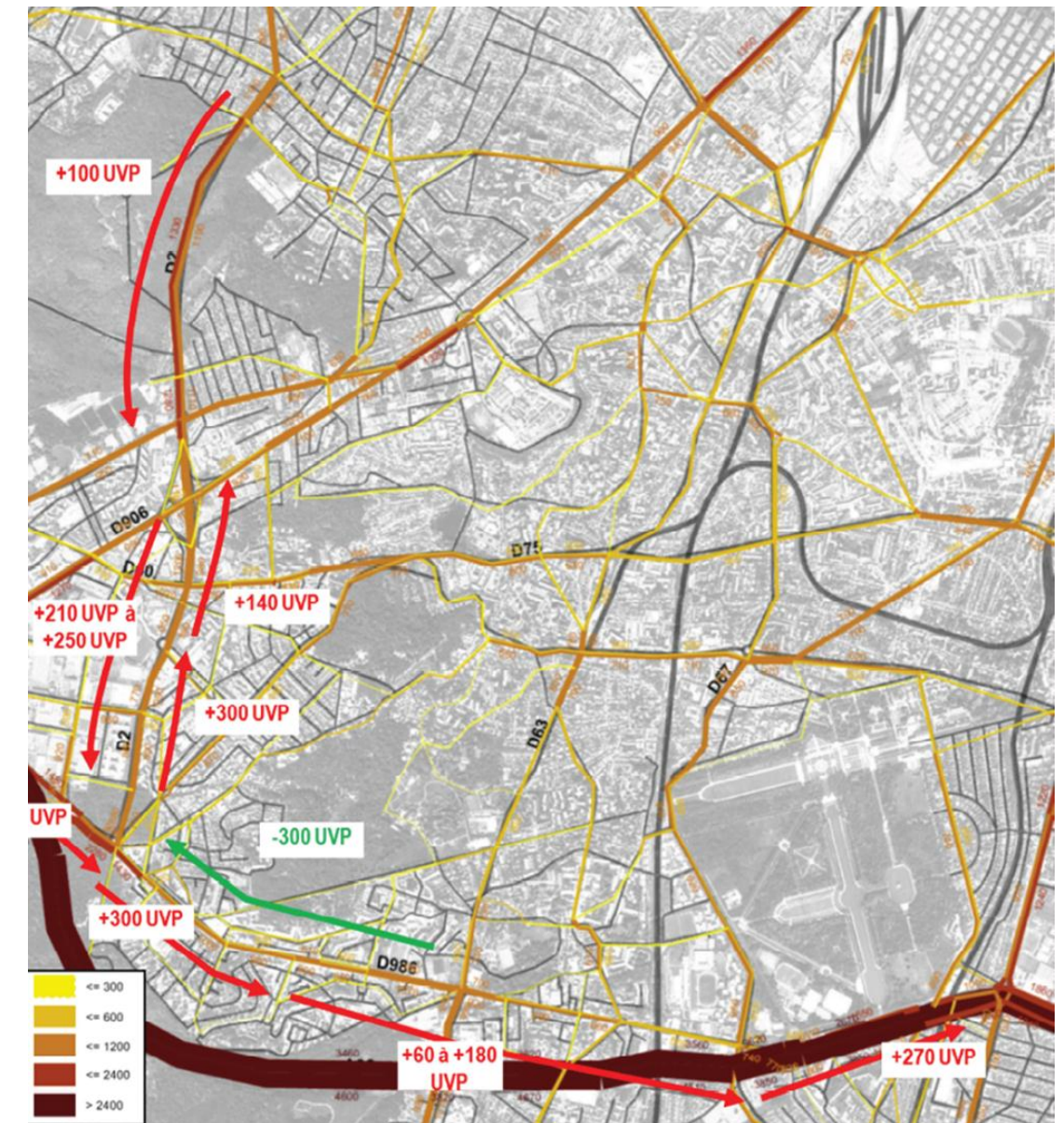


Illustration 170. Trafic 2020 en uvp – scénario de référence - heure de pointe du soir, source : Artélia

Par rapport à la situation actuelle, la situation de référence connaît les principaux effets suivants :

- Une hausse de trafic sur la RD2 dans le sens Sud>Nord (de 0 à 300 UVP selon les sections) et une hausse de trafic dans le sens Nord>Sud (de 100 à 250 UVP selon les sections)
- Une forte hausse de trafic sur l'entrée Ouest du carrefour du 11 Novembre en raison notamment de l'aménagement de l'échangeur de la Boursidière,
- Une baisse de trafic dans le sens Est>Ouest lié à l'échangeur de la Boursidière (report sur l'A86),
- Une hausse de trafic de l'ordre de 60 à 180 UVP dans le sens Ouest-Est.

A l'horizon 2030, sans le projet de tramway T10, par rapport à la situation de référence 2020, la situation 2030 connaît les principaux effets suivants :

A l'heure de pointe du matin :

- Un trafic quasi identique sur la RD2 et la RD986,
- Des augmentations de trafic de +100 à +500 UVP/h sur les voiries du réseau magistral (autoroutes).

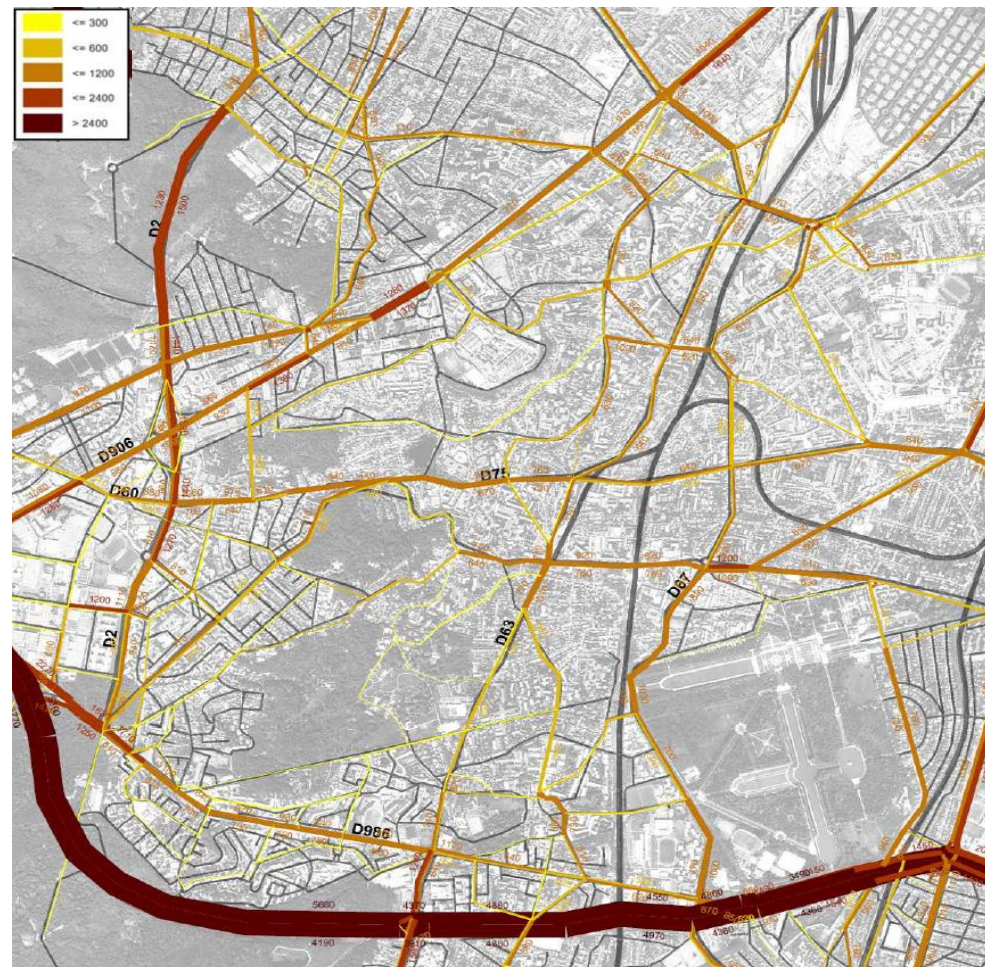


Illustration 171. Trafic 2030 en uvp – scénario de référence - heure de pointe du matin, source : Artélia

A l'heure de pointe du soir :

- Un trafic quasi identique sur la RD2
- Des augmentations de 20 à 130 UVP selon les sections sur la RD986,
- Des augmentations de trafic de +100 à +500 UVP/h sur les voiries du réseau magistral (autoroutes).

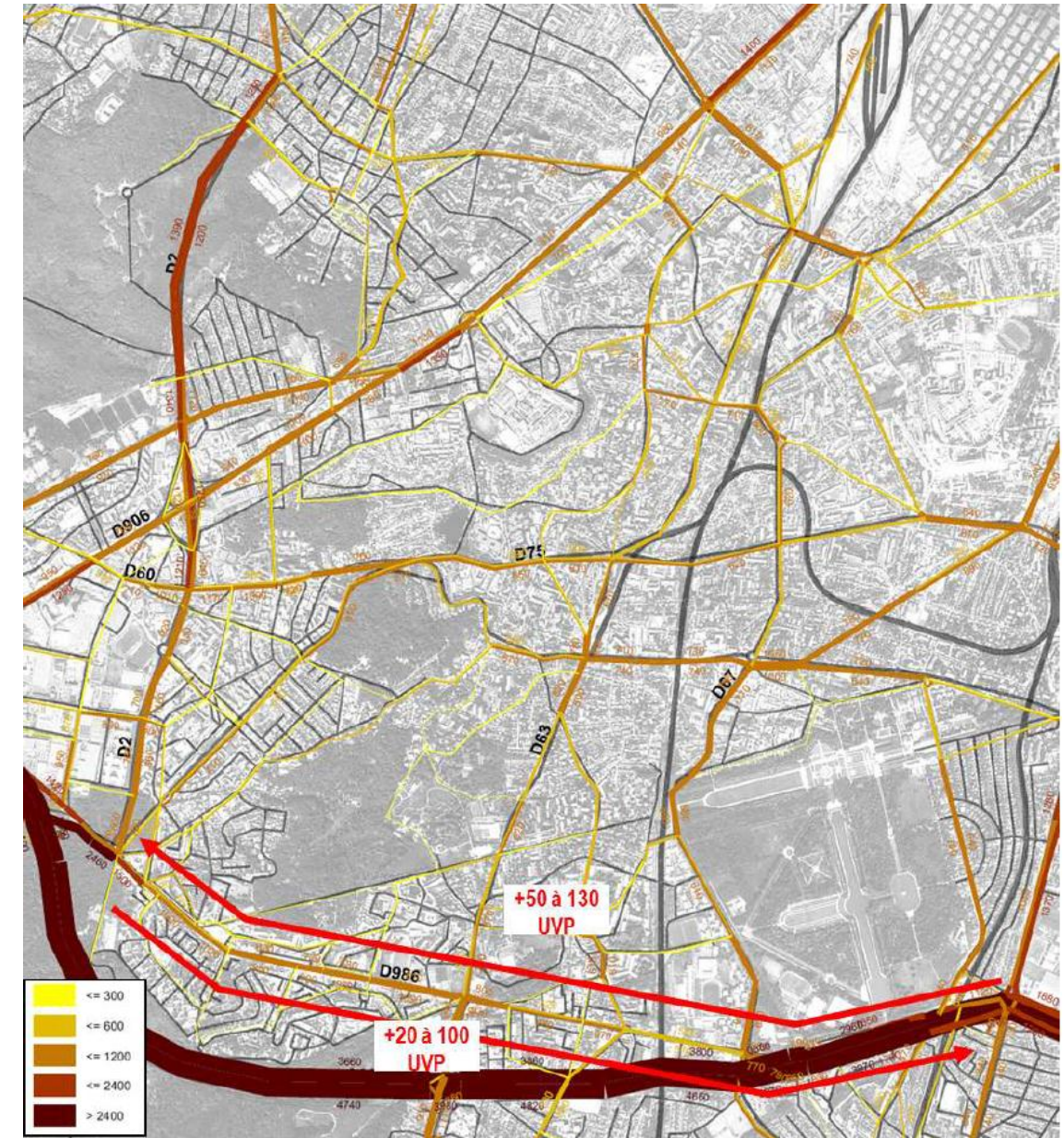


Illustration 172. Trafic 2030 en uvp – scénario de référence - heure de pointe du soir, source : Artélia

II.9.3.4 CONDITIONS DE CIRCULATION ROUTIERE

Une analyse du fonctionnement des carrefours à feux et des giratoires a été réalisée afin de comprendre les modalités d'écoulement des flux et de relever les éventuelles remontées de files et saturations. Pour cela, les réserves de capacité par branche ont été calculées sur la base de la méthode préconisée par le CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme, service dépendant du ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer) sur l'heure la plus chargée du matin et l'heure la plus chargée du soir de chacun des carrefours.

- Si toutes les branches ont des réserves de capacité supérieures à 10% (25% pour un fonctionnement en giratoire), les conditions de circulation sont dites acceptables.
- Si au moins une des branches a une réserve de capacité entre 0 et 10% (5 et 25% pour un giratoire), le carrefour est dit en limite de saturation, des difficultés d'écoulement ponctuels peuvent apparaître avec des créations de remontées de file.
- Et enfin, si au moins une des branches a une réserve de capacité négative, le carrefour est dit saturé, tous les véhicules ne s'écoulent pas en un cycle de feux (dans le cas des carrefours à feux) ce qui

En Heure de Pointe du Matin (HPM) :

- les conditions de circulation sont actuellement acceptables sur 15 carrefours à feux.
- 4 carrefours sont en limite de saturation :
 - C1, et notamment la rue du Président Roosevelt (RD 2 au nord de la place du Garde),
 - C12, et notamment l'avenue de la Division Leclerc (RD 986) ouest,
 - C19, et notamment l'avenue de la Division Leclerc (RD 986) ouest,
 - C36, et notamment l'avenue du Général de Gaulle (RD 986) est.
- 6 carrefours sont saturés :
 - C4, et notamment la rue de la Porte de Trivaux est,
 - C6, et notamment l'avenue Paul Langevin (RD 2) sud,
 - C7, et notamment l'avenue Edouard Herriot (RD 60) est,
 - C13, et notamment l'avenue de la Division Leclerc (RD 986) est, ainsi que l'avenue Henri de Latouche,
 - C26, et notamment la rue de Saclay (RD 128),
 - C37, et notamment l'avenue Léon Blum (RD 75).

Les remontées de file constatées en HPM vont de 30 à 200m.

En Heure de Pointe du Soir (HPS) :

- les conditions de circulation sont actuellement acceptables sur 22 carrefours à feux
- 2 carrefours sont en limite de saturation :
 - C19, et notamment l'avenue de la Division Leclerc (RD 986) est,
 - C21, et notamment l'avenue de la Division Leclerc (RD 986) ouest.
- 1 carrefour est saturé :
 - C13, à l'est du 11 novembre 1918.

Les engorgements routiers actuels concernent donc des zones ponctuelles mais bien identifiées.



Illustration 173. Place du Garde à Clamart (C1),
source : Groupement SARA



Illustration 174. Carrefour RD 2 avec RD 60 (C7),
source : Groupement SARA



Illustration 175. Carrefour du 11 novembre sur la RD 986 Châtenay-Malabry (C12), source : Groupement SARA



Illustration 176. Carrefour RD 986 avec RD 128 (C26),
source : Groupement SARA

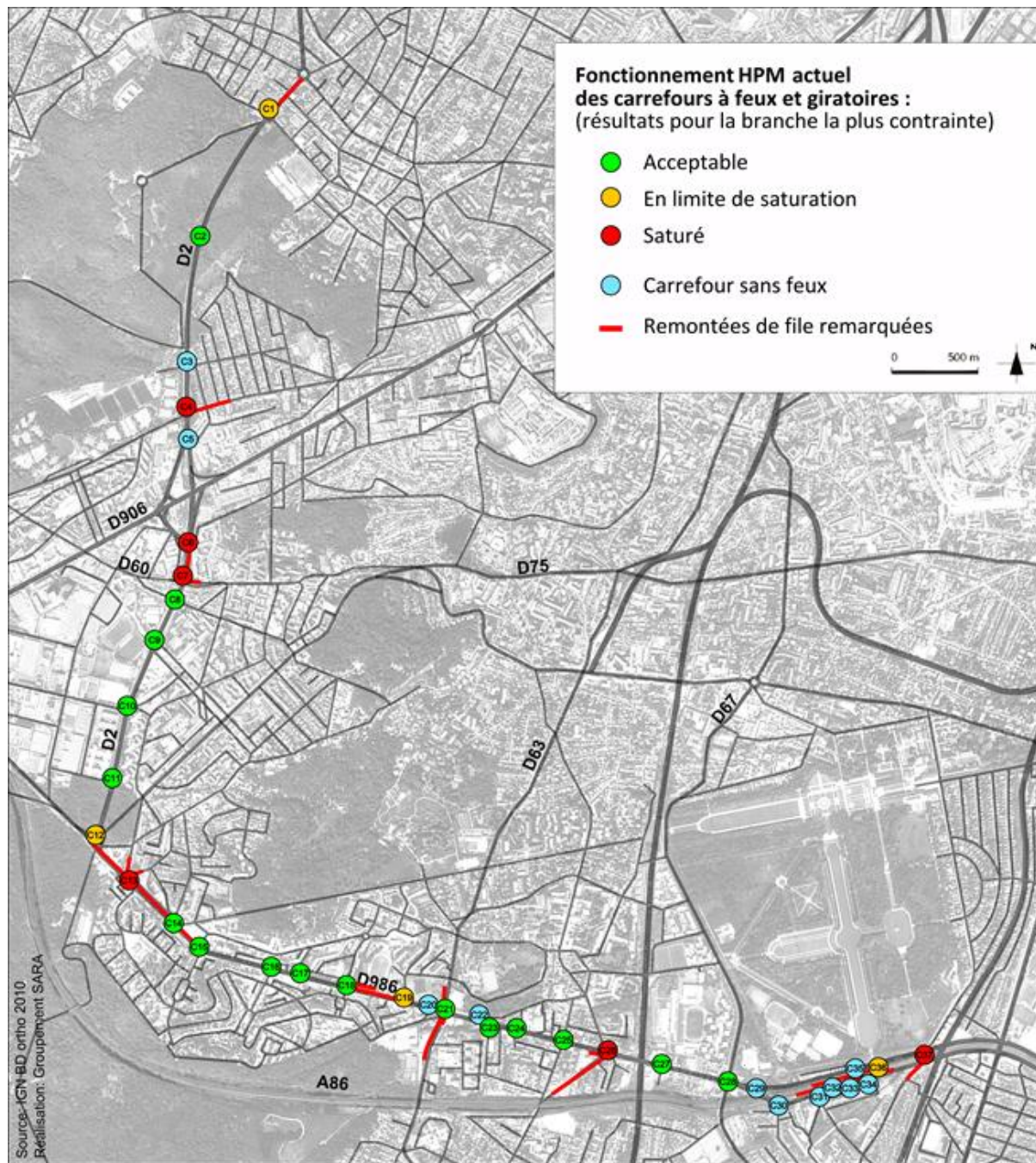


Illustration 177. Fonctionnement actuel à l'heure de pointe du matin, source : Département Hauts-de-Seine

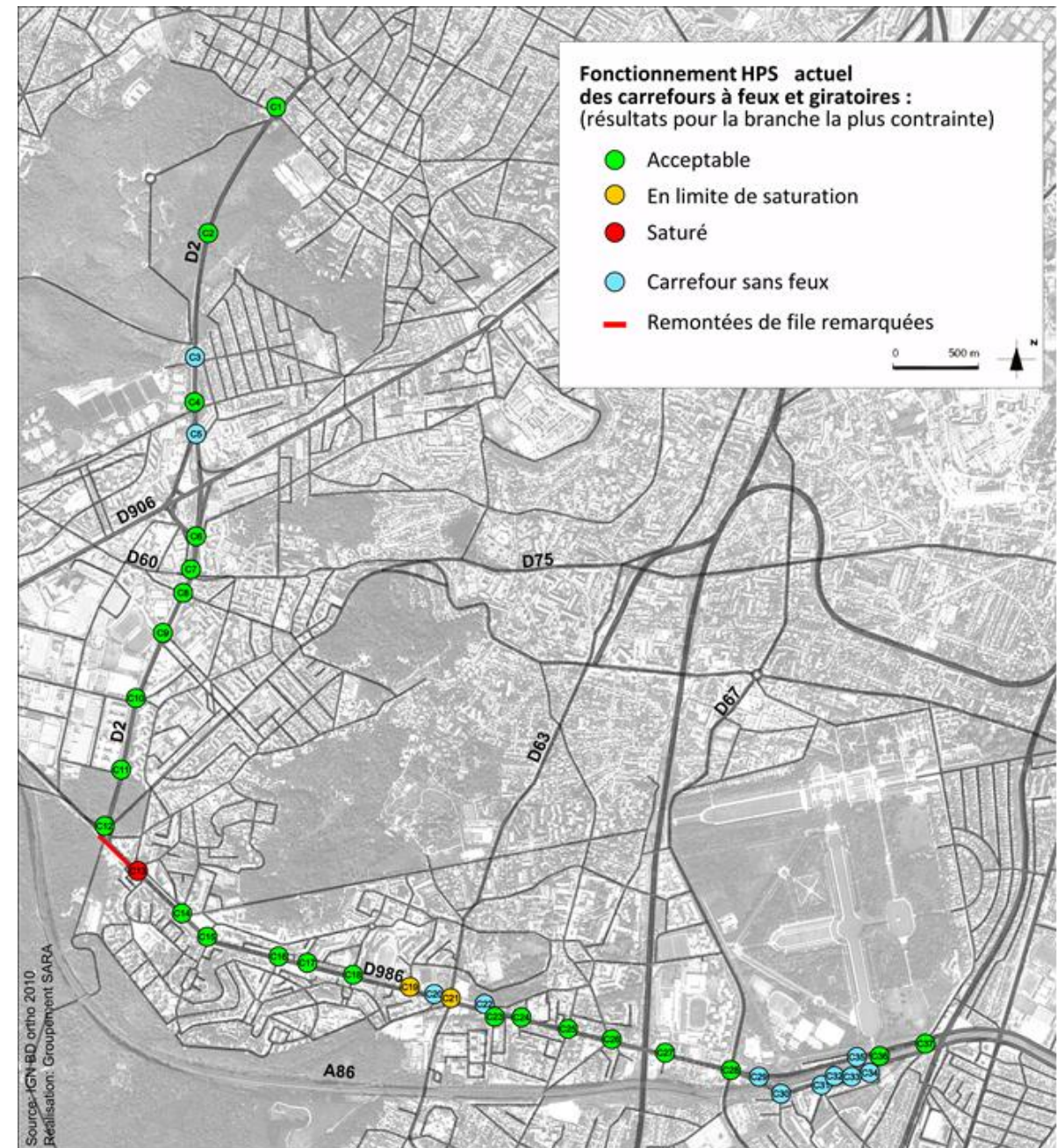


Illustration 178. Fonctionnement actuel à l'heure de pointe du soir, source : Département Hauts-de-Seine

II.9.3.5 SECURITE ROUTIERE ET ACCIDENTOLOGIE

L'analyse des données relatives à l'accidentologie a permis d'identifier les principaux lieux de concentration d'accidents sur le tracé du futur tramway. Le nombre d'accidents corporels en carrefour est égal ou supérieur à cinq sur 11 carrefours du tracé, définis comme accidentogènes et illustrés sur la carte suivante.

A Clamart, le carrefour de la Place du Garde, terminus du futur tramway, est aujourd'hui un carrefour accidentogène. Sur la RD 2, le carrefour avec l'avenue Edouard Herriot est le plus accidentogène de toute l'aire d'étude avec 18 accidents recensés entre 2008 et 2012.

A Châtenay-Malabry, la densité de circulation sur la RD 986 entraîne la génération de nombreuses situations accidentogènes, sur 7 carrefours différents. A Antony, c'est au niveau de la Croix de Berny que sont observés des accidents.

Parmi les accidents recensés sur la période étudiée sur les carrefours représentés ci-dessus, la majorité sont des accidents légers : 78%, contre 22% d'accidents graves. Aucun accident mortel n'a été recensé entre 2008 et 2012 sur les points d'échange du tracé du futur tramway, ni sur les carrefours cités ici comme accidentogènes, ni sur aucun autre carrefour étudié.

Les accidents qui ont lieu sur l'avenue de la Division Leclerc sont notamment dus à des excès de vitesse la nuit. La vitesse autorisée sur les voiries départementales présentes dans l'aire d'étude est de 50km/h en agglomération et de 70km/h hors agglomération (traversée de la forêt de Meudon).

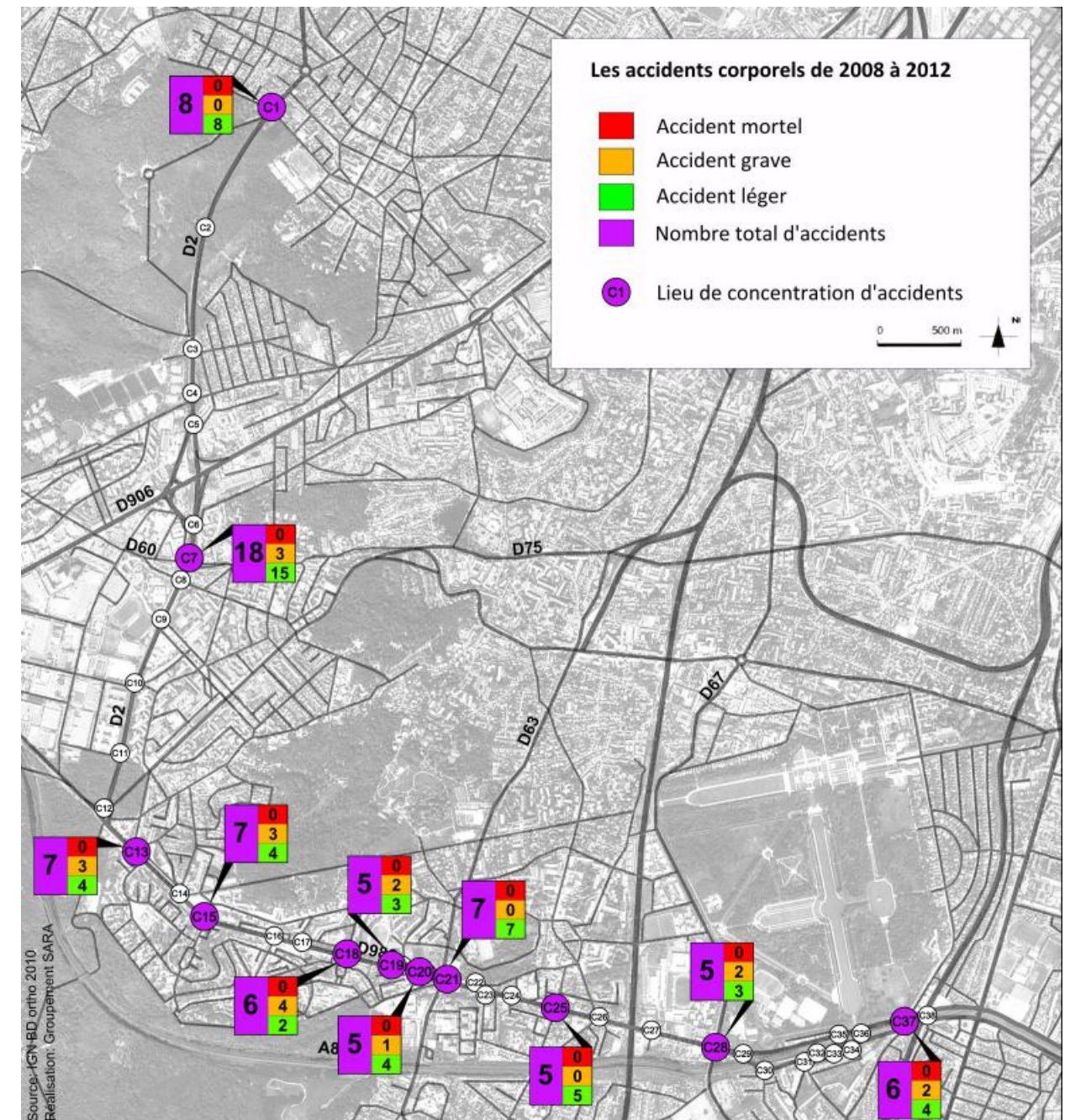


Illustration 179. Accidents corporels de 2008 à 2012, source : Département Hauts-de-Seine

II.9.3.6 PROJETS ROUTIERS

Plusieurs aménagements routiers récents ou à venir sont à noter sur le secteur.

II.9.3.6.A Demi-diffuseur de l'A86 au Plessis, dit échangeur de La Boursidière

Le projet a pour objet la réalisation d'un demi-diffuseur est entre l'A86 et la RD 986, sur les communes de Châtenay-Malabry et du Plessis-Robinson, qui complètera le demi-diffuseur ouest de la sortie Le Plessis-Clamart.

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

L'absence de sortie de l'A86 pour les automobilistes en provenance de l'est les conduit à emprunter le diffuseur de Châtenay-Malabry pour remonter la RD 986 jusqu'au parc NOVEOS, ce qui engendre un trafic important sur la RD 986, laquelle est configurée pour un trafic local et non un trafic de transit. La création du demi-échangeur de la Boursidière devrait permettre de résoudre les pics de congestion observés dans ce secteur aux heures de pointe.

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

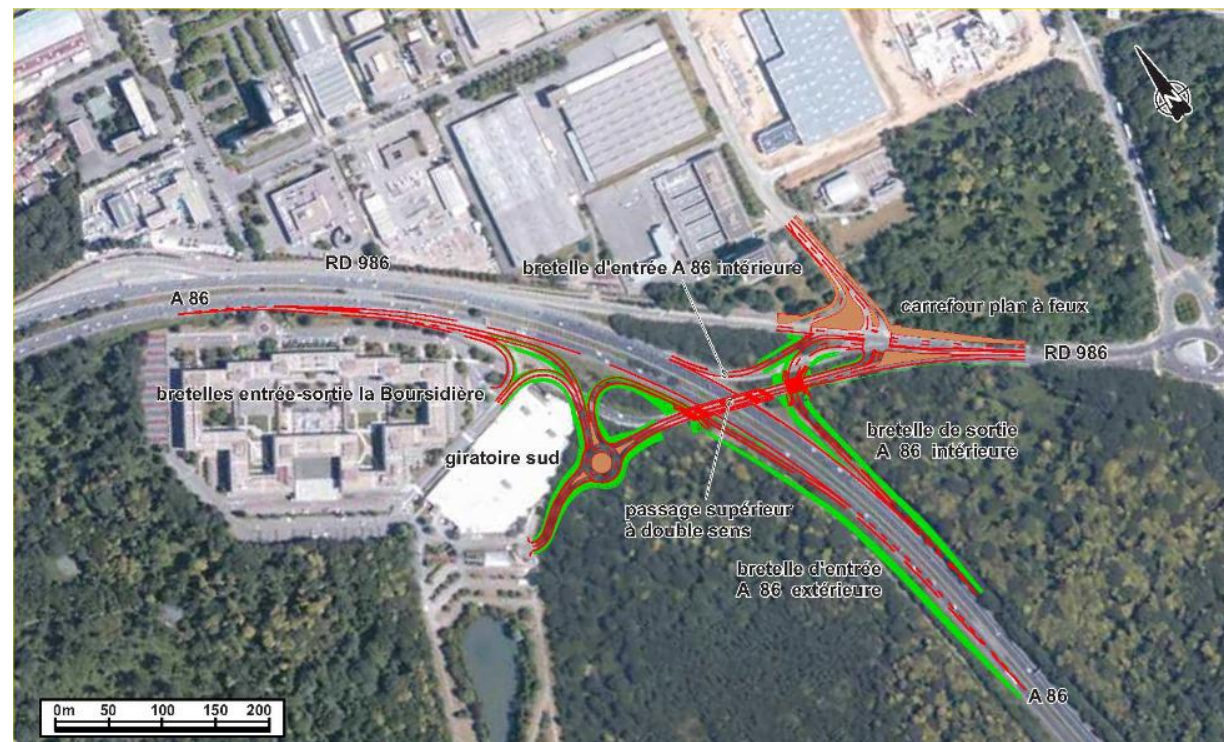


Illustration 180. Projet de demi-diffuseur de La Boursidière, source : Département Hauts-de-Seine

II.9.3.6.B Création du tube sud de l'A 86, au niveau de La Croix-de-Berny

Dans la situation actuelle à Antony, l'A 86 est exploitée à 2x2 voies dans un seul tube (le tube nord). En surface, la RD 986 a été rétablie de façon définitive ou provisoire selon les tronçons.

L'opération de création du tube sud, telle que définie initialement par l'Etat, consiste à positionner l'autoroute A 86 partiellement en tranchée couverte dans la traversée d'Antony pour le sens Ouest - Est, en empruntant l'actuel tracé de la RD 986 (ex RN 186).

Le projet doit permettre une mise à 2x2 voies de circulation sur l'A 86 qui sera couverte sur 850m dans sa traversée d'Antony ainsi qu'un rétablissement de la RD 986 de part et d'autres des trémies et sur la couverture entre le Domaine départemental de Sceaux et le carrefour de la Croix-de-Berny.

En plus de permettre un accroissement de la capacité à terme avec un passage de cette section à 2x3 voies, les travaux permettront à court terme de sécuriser le tunnel par la séparation des deux sens de circulation et par la création de bandes d'arrêt d'urgence dans les deux sens.

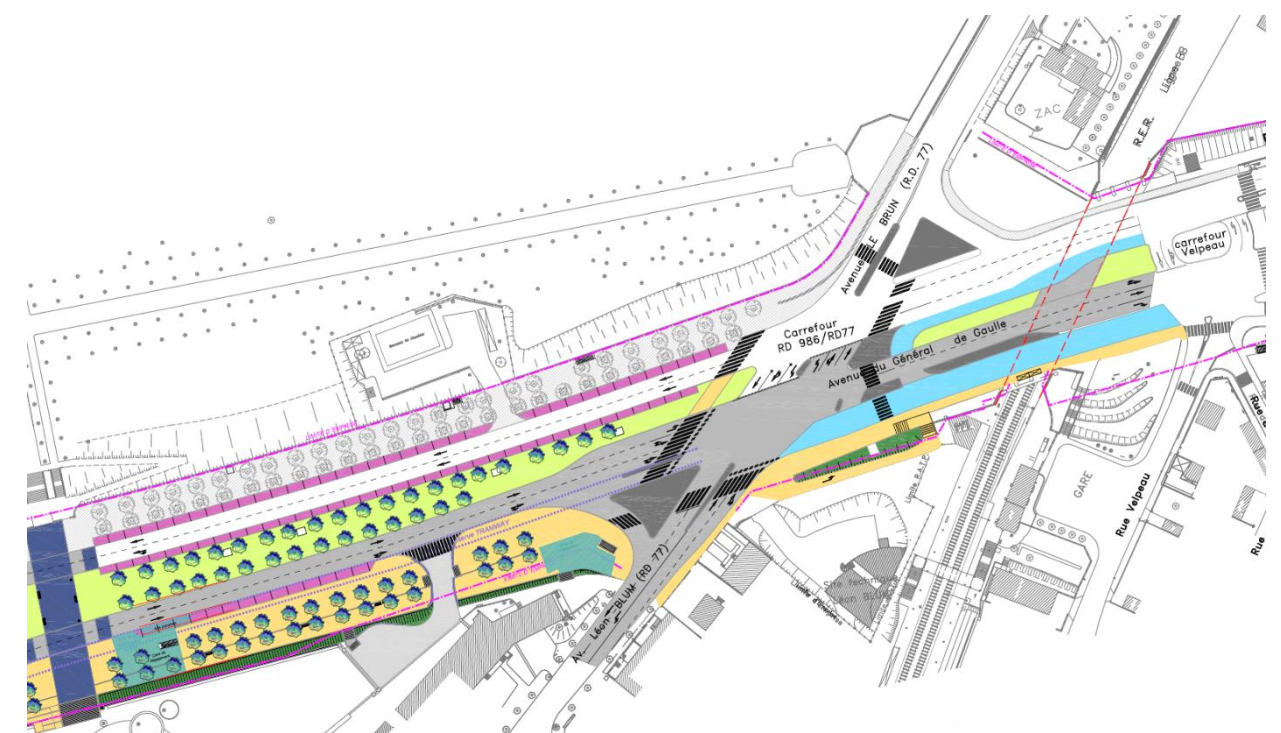


Illustration 181. Aménagements paysagers liés au projet de création du tube sud de l'A86, source : Département Hauts-de-Seine

L'A 86 sera raccordée au réseau local par 2 demi-diffuseurs en amont et en aval de la partie couverte. Ce projet de création du tube sud, porté par l'Etat, ne sera vraisemblablement pas réalisé avant 2020.

II.9.4 Stationnements

Sources : Ville de Clamart, Ville du Plessis-Robinson, Ville de Châtenay-Malabry, Ville d'Antony, site internet Autolib

II.9.4.1 OFFRE DE STATIONNEMENT

L'étude du stationnement sur le secteur a été réalisée sur la base d'une enquête tenue le mardi 17 décembre 2013. Celle-ci a permis d'identifier sur un corridor de 100 m autour du tracé :

- l'offre de stationnement par le relevé du nombre de places avec distinction des restrictions zone bleue, livraison, dépose minute, réservées aux personnes à mobilité réduite.
- l'occupation du stationnement sur 3 périodes horaires : heure creuse du matin (9h-11h), heure du midi (12h-14h), heure de nuit (21h-23h).

Sur l'ensemble du secteur étudié, il est relevé 2970 places de stationnement :

- 2865 places de stationnement sans restriction,
- 46 places de stationnement en zone bleue, localisées sur l'avenue de la Division Leclerc entre l'avenue Roger Salengro et la rue de Châtenay,
- 4 places de livraison, au niveau des commerces du quartier Justice de l'avenue de la Division Leclerc face à la Butte-Rouge,
- 14 places de dépose-minute,
- 41 places réservées aux personnes à mobilité réduite.

Sur l'emprise du tracé du tramway sujette à aménagements, 951 places de stationnement sont comptées dont 74 réglementées.



Illustration 182. Parking à la place du Garde à Clamart, source : Groupement SARA



Illustration 183. Parking au carrefour de la RD 2 et l'avenue de la Libération, source : Groupement SARA



Illustration 184. Stationnements le long de l'hôpital Béclère, source : Groupement SARA



Illustration 185. Stationnements le long de la RD 986 à Antony, source : Groupement SARA

II.9.4.2 OCCUPATION DU STATIONNEMENT

L'enquête a permis de mettre en évidence 3 indicateurs :

- le taux d'occupation, rapport entre le nombre de véhicules en stationnement autorisé et l'offre,
- le taux d'interdiction, rapport entre le nombre de véhicules en stationnement interdit et l'offre,
- le taux de congestion, rapport entre le nombre total de véhicules en stationnement (autorisé et interdit) et l'offre.

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

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

Une cartographie de la congestion a été réalisée pour chaque période horaire afin de mettre en relief les zones où il reste des places inoccupées et les zones où la demande est supérieure au nombre de places disponibles.

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

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

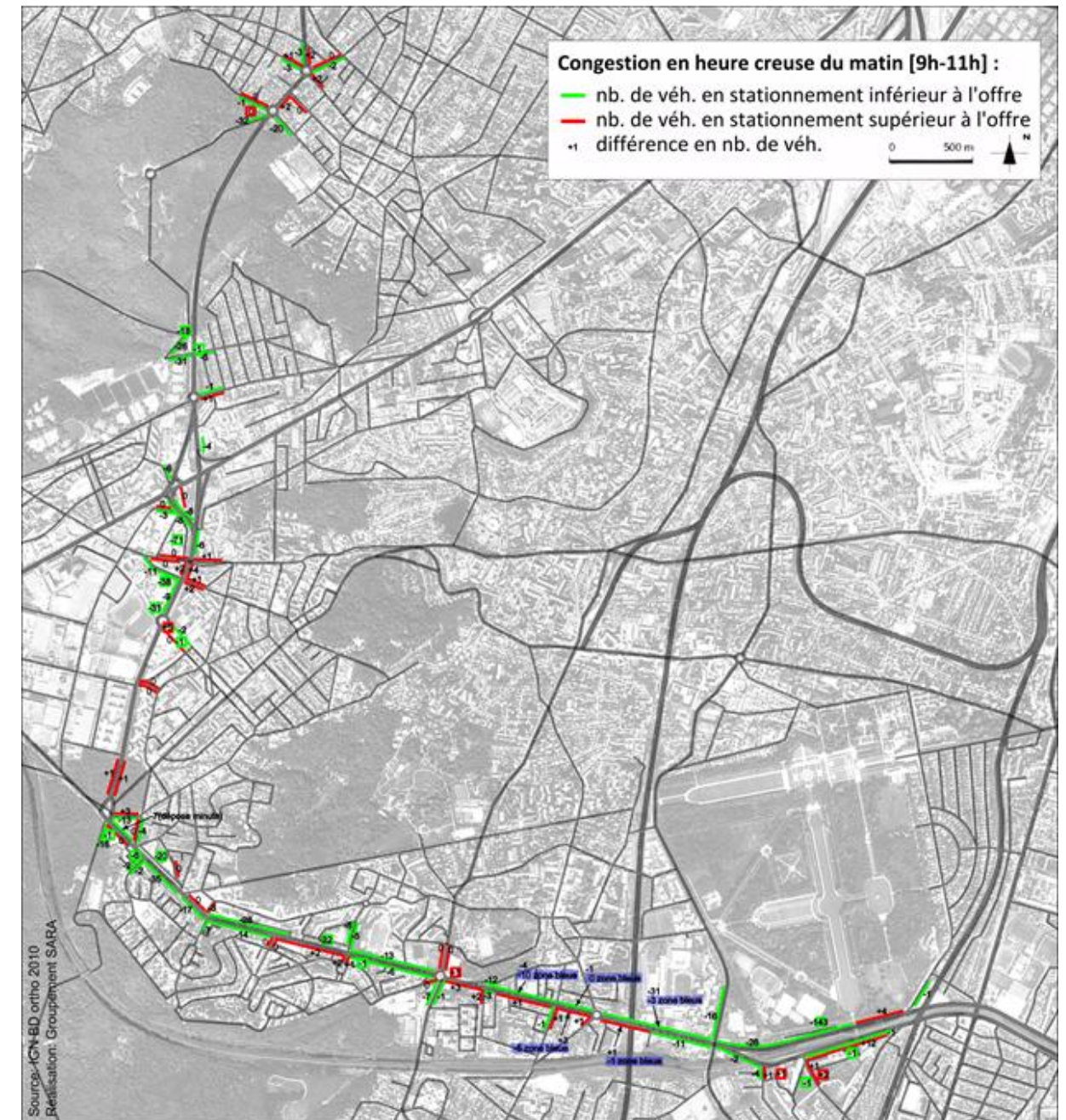


Illustration 187.

Congestion en heure creuse du matin, source : Groupement SARA

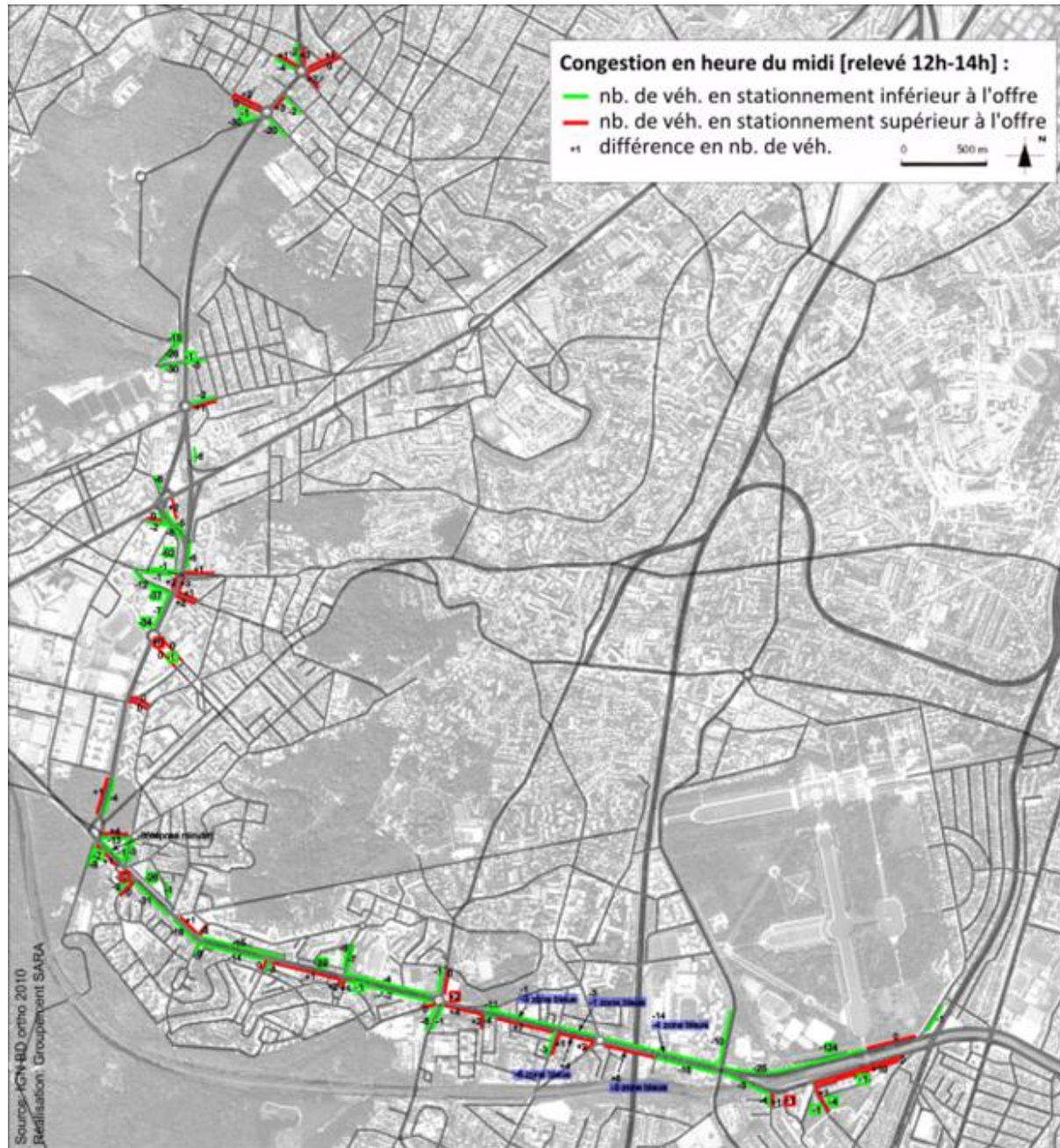


Illustration 188. Congestion à l'heure de midi, source : Groupement SARA

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

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

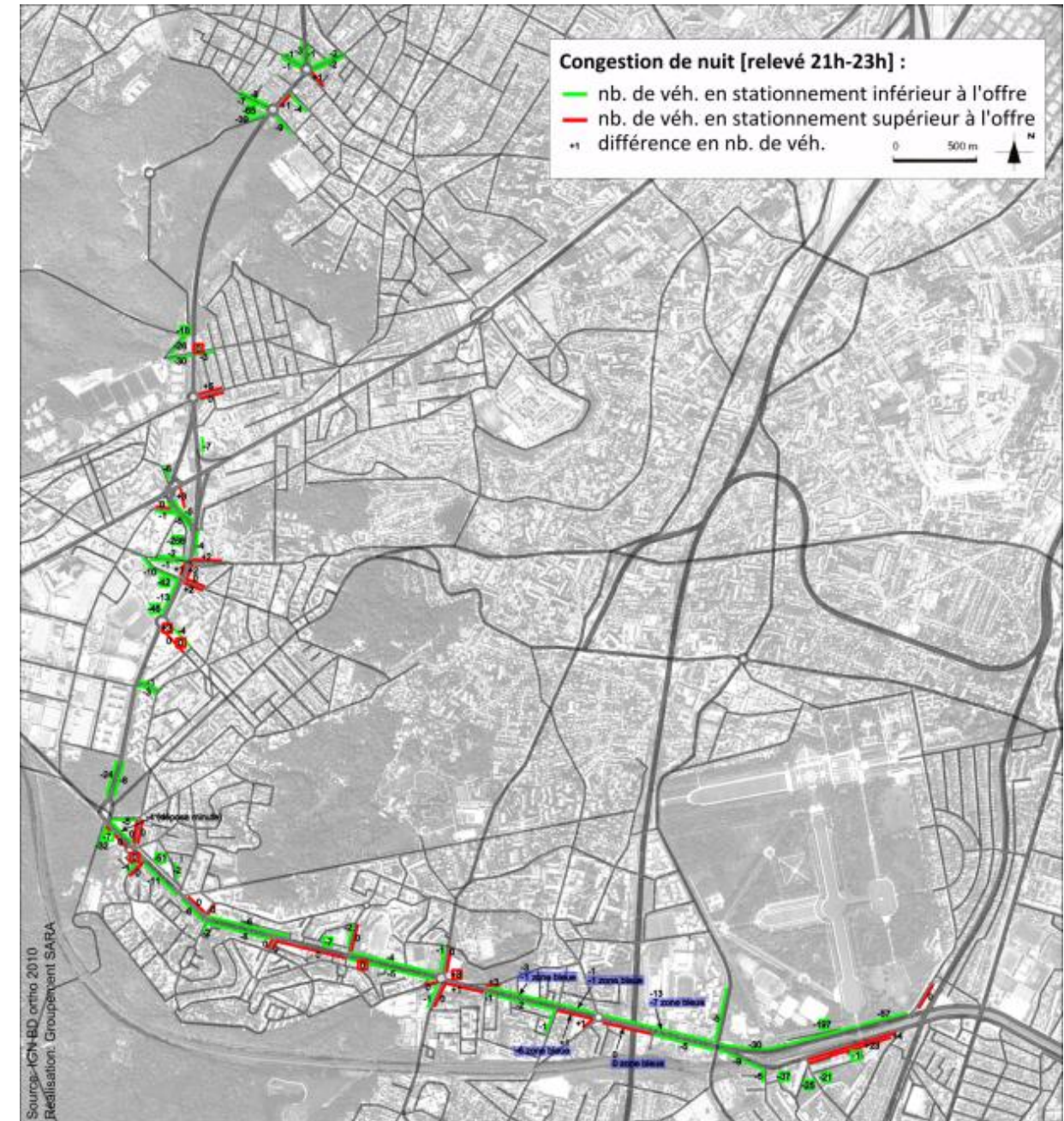


Illustration 189. Congestion de nuit, source : Groupement SARA

La nuit, la demande en stationnement est supérieure à l'offre principalement sur les secteurs :

- à l'ouest de la rue de Châtenay,
- à proximité de la Croix de Berny.

II.9.5 Autolib

Source : Département Hauts-de-Seine

L'aire d'étude est concernée par plusieurs stations Autolib :

- à Clamart :
 - 255 avenue Jean Jaurès.
- à Châtenay-Malabry
 - 215 avenue de la Division-Leclerc/avenue Roger Salengro,
 - 89 avenue de la Division-Leclerc,
 - 31 avenue Sully-Prudhomme/Grande Voie des Vignes.

Aucune station Autolib n'est présente dans l'aire d'étude dans les communes du Plessis-Robinson et Antony.

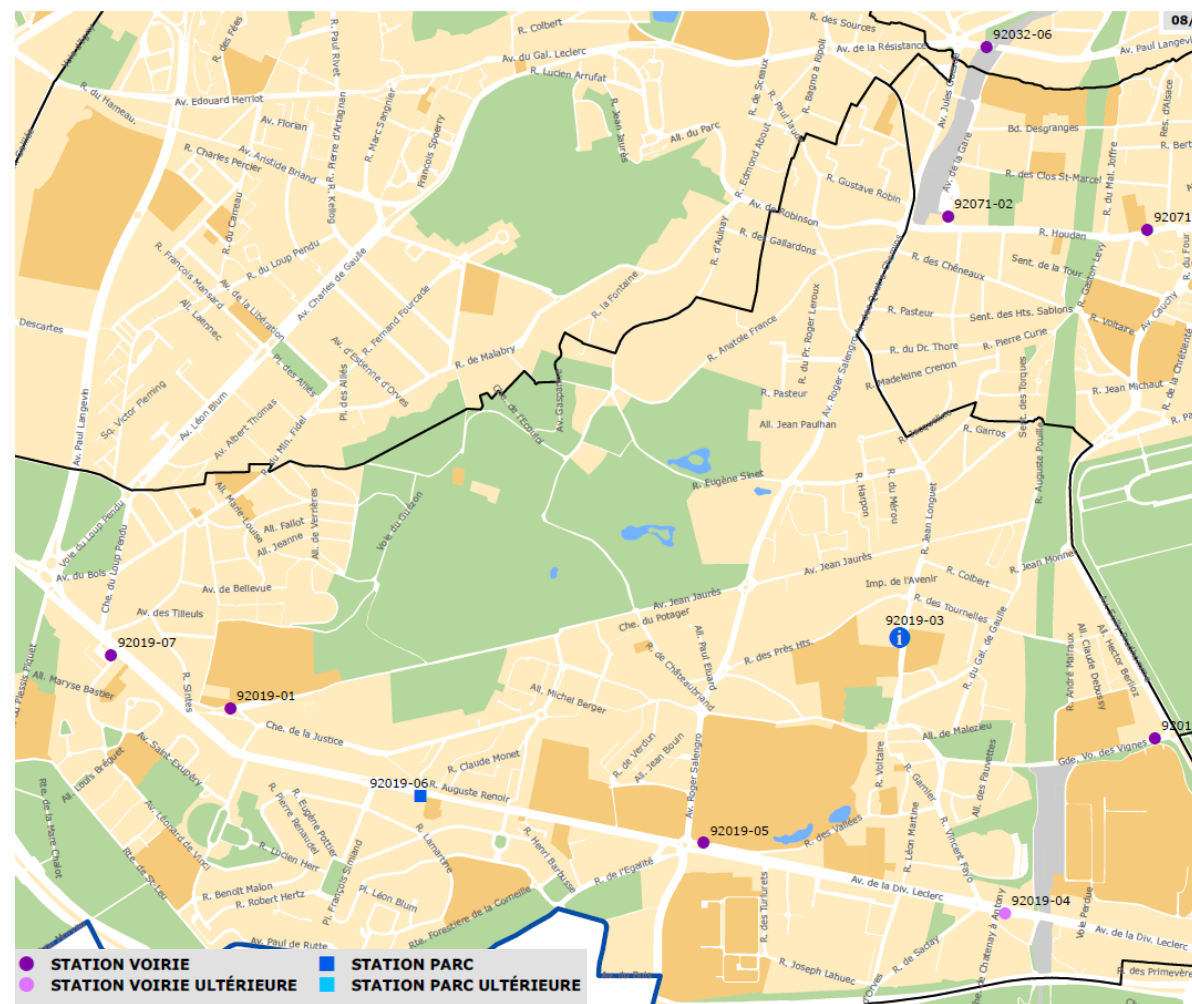


Illustration 190. Stations Autolib à Châtenay-Malabry, source : Syndicat Mixte Autolib

En revanche, plusieurs stations Autolib sont prévues au Plessis-Robinson dont 2 dans l'aire d'étude : sur le parking de la Saigi (parc Novéos) et sur l'avenue de la Libération à côté du Parc Hôtel.



Illustration 191. Propositions d'implantation de stations Autolib au Plessis-Robinson, source : Ville du Plessis-Robinson

II.9.6 Modes actifs

II.9.6.1 DOCUMENTS CADRES

Les documents qui cadrent les liaisons douces sur le secteur sont les suivants :

- le schéma départemental des circulations douces, Département des Hauts-de-Seine,
- le plan départemental des itinéraires de promenade et de randonnée, Département des Hauts-de-Seine,
- les parcours buissonniers des Hauts-de-Seine, Département des Hauts-de-Seine.

II.9.6.1.A Plan de développement des circulations douces

Le Plan de développement des circulations douces des Hauts-de-Seine, approuvé en juin 2000, a été élaboré dans le cadre de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) et du Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France (PDUIF) qui en découle, dont les objectifs sont la maîtrise de l'usage de l'automobile et le développement de l'usage des transports collectifs et des modes actifs de déplacement.

Véritable schéma global d'aménagement en faveur des circulations douces, le plan repose sur la définition d'un réseau d'aménagements cyclables, maillé et hiérarchisé, permettant de répondre prioritairement aux besoins de déplacements utilitaires quotidiens, les circulations douces pouvant constituer une alternative à l'usage de l'automobile, quand 20 % des déplacements en voiture font moins d'un kilomètre.

Ce réseau comporte quelques itinéraires possédant une double vocation, utilitaire et de loisirs, qui ont été mis en évidence, retenus et confortés dans le Schéma des parcours buissonniers. Ainsi, ces deux schémas sont totalement en cohérence et complémentaires l'un de l'autre.

Par ailleurs, le plan de développement des circulations douces des Hauts-de-Seine est cohérent avec le schéma régional des circulations douces. Ainsi, les itinéraires cyclables d'intérêt régional sont clairement identifiés dans le plan départemental.

II.9.6.1.B Schéma départemental des parcours buissonniers Hauts-de-Seine

Le schéma départemental des parcours buissonniers adopté le 11 avril 2008 permet de créer 500 km de promenades dans le Département des Hauts-de-Seine. Son objectif est de diffuser la nature au cœur des espaces les plus urbanisés et à terme, de permettre à tout habitant des Hauts-de-Seine d'avoir un espace de nature à moins de 15 minutes de chez lui. Cette trame verte et bleue reliera les principaux espaces de nature entre eux et à la Seine, par la réalisation des promenades vertes et d'une promenade bleue d'intérêt départemental, et à compléter ces itinéraires structurants par un maillage plus fin de promenades locales conçues à l'échelle de chacune des 36 communes du département pour plus de proximité.

II.9.6.1.C Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR)

Le Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR) adopté le 29 avril 2011 vient compléter le schéma départemental des parcours buissonniers des Hauts-de-Seine (Cf. paragraphe II.9.6.1.B) en offrant une nouvelle lecture par :

- la sélection d'itinéraires auxquels il est conféré un statut juridique dans un cadre normalisé et cohérent au niveau national. Toute opération publique d'aménagement foncier devra notamment

respecter le maintien de la continuité de ces sentiers (article L.316-1 du Code de l'Environnement),

- l'identification de parcours différenciés et adaptés pour les piétons, les cyclistes et les cavaliers.

Ce document identifie les cheminements de promenade pédestre, cycliste ou équestre empruntant aussi bien les voies publiques que les sentiers appartenant aux personnes publiques ou privées moyennant la conclusion de conventions avec ces personnes. Il convient aussi de souligner que le PDIPR est un instrument de protection forte puisque juridiquement opposable aux tiers.

Le PDIPR permet au Département de protéger ces espaces et de contribuer à leur aménagement pour les baliser et les ouvrir au public.

Ces itinéraires actuels sont intégrés dans le schéma des parcours buissonniers qui comptabilise déjà 374 km de promenades piétonnes praticables par les usagers.

Les nouvelles liaisons prévues au schéma pourront être ajoutées au PDIPR au fur et à mesure de leur réalisation.

II.9.6.2 RESEAU CYCLABLE

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

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

Quelques pistes orientées est-ouest existent également, comme par exemple celle entre la station RER de la Croix-de-Berny et Le Plessis-Robinson, sur la RD 986.



Illustration 192. Piste cyclable le long de la RD 986 en direction de l'A 86 à Chatenay-Malabry, source : Groupement SARA

Les aménagements cyclables sont aujourd'hui discontinus et hétérogènes, mais de nombreuses nouvelles portions cyclables sont en projet sur l'ensemble de l'aire d'étude.

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

II.9.6.3 LIAISONS PIETONNES

En complément des cheminements piétonniers longeant la plupart des voiries, l'aire d'étude dispose d'un réseau piétonnier très diversifié. La présence de nombreux parcs et forêts y crée un cadre propice à la valorisation de l'activité pédestre. Les itinéraires piétons évitent les axes routiers majeurs qu'ils croisent ou longent par endroit (Cf. Illustration 194).

Ils sont de différents types :

- les chemins forestiers, nombreux notamment dans les plus grandes forêts du secteur (forêts de Verrières et de Meudon), mais présents également au Domaine départemental de Sceaux.
- les chemins de grande randonnée, et notamment le GRP, le GR 11 et le GR 655 :
 - le GRP, sentier de Grande Randonnée de Pays de la Ceinture verte de l'Ile-de-France, traverse ici la forêt domaniale de Meudon pour rejoindre la partie nord du Domaine départemental de Sceaux.
 - le GR 11, sentier de Grande Randonnée n° 11 fait une grande boucle dans la région Ile-de-France. Cette boucle réalise un tour de 618 kilomètres, auquel on ajoute, depuis 2009, le départ depuis Paris, au pont d'Austerlitz. Le nouveau trajet suit le cours de la Bièvre et arrive à l'étang de la Geneste, à Buc dans les Yvelines. Il rejoint à cet endroit la grande boucle initiale. Sur le secteur, il traverse le Domaine départemental de Sceaux, le parc de la Roseraie et la forêt de Verrières.
 - le GR 655 relie la Belgique à Saint-Jacques de Compostelle. Dans le secteur, il suit la coulée verte, en longeant le Domaine départemental de Sceaux par l'ouest.
- les parcours buissonniers, qui constituent un maillage assez dense de sentiers sillonnant le secteur :
 - la promenade des quatre forêts des Hauts-de-Seine,
 - la promenade de la forêt de Verrières au bois de Boulogne,
 - la promenade des vallons de la Bièvre, qui longe le Domaine départemental de Sceaux à l'ouest,
 - la promenade villageoise de la Seine et de la Bièvre,
 - la promenade des princes.

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



Illustration 193. Chemin forestier dans la forêt de Meudon (Bois de Clamart), source : Groupement SARA

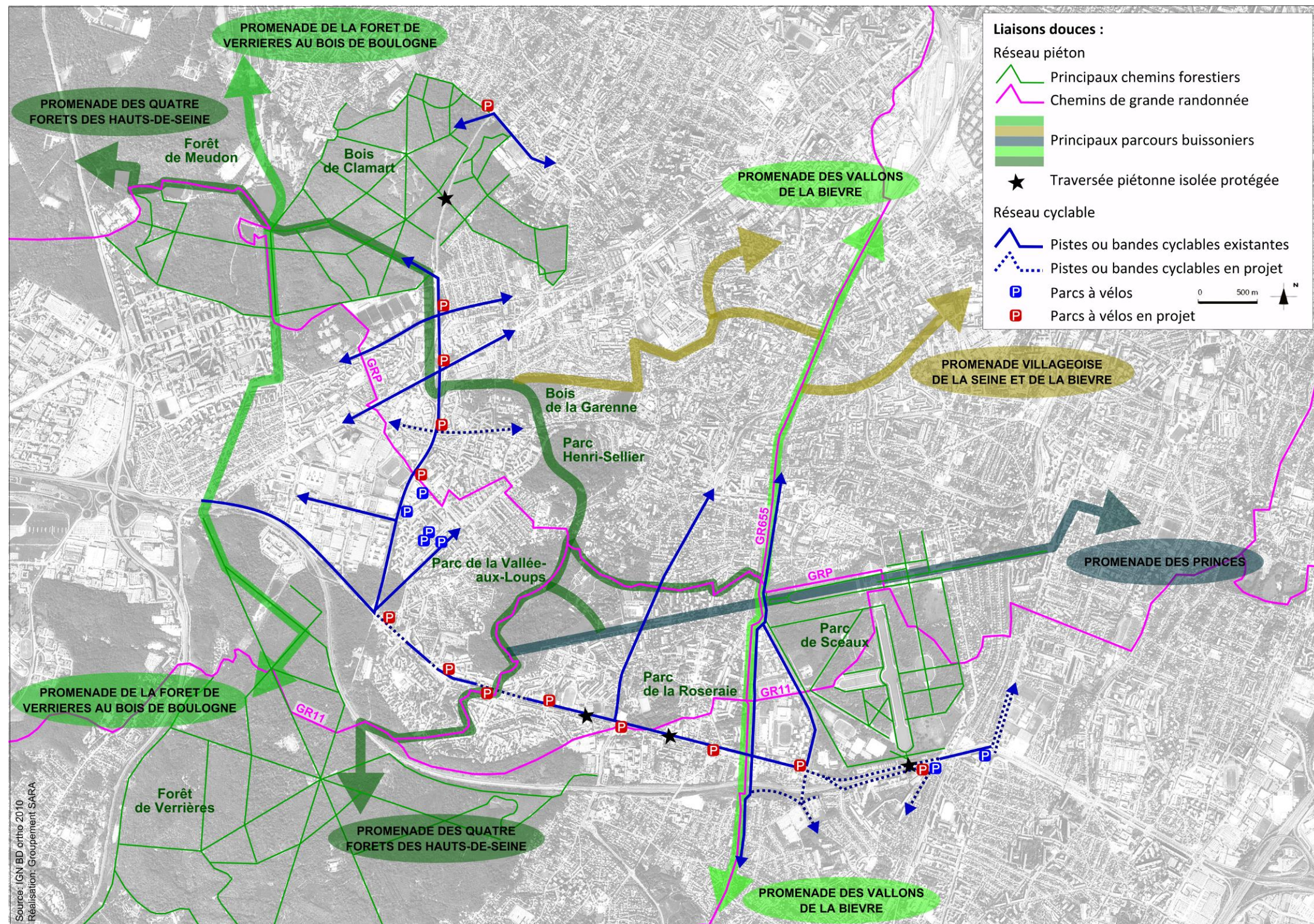


Illustration 194. Liaisons douces dans l'aire d'étude, source : Département Hauts-de-Seine

II.9.7 Synthèse de l'organisation des déplacements et infrastructures

Les communes concernées par ce projet sont caractérisées par un taux de motorisation élevé, supérieur à la moyenne départementale. Aujourd'hui, le mode de déplacement majoritaire pour les quatre communes et pour les trajets domicile-travail est l'automobile (entre 50 et 61 % selon les communes). L'utilisation des transports en commun pour ce type de déplacement est plus modérée (entre 27 et 41 % selon les communes). Pour les déplacements vers ou depuis Paris, le mode transport en commun est majoritaire. Ces déplacements sont nombreux et s'expliquent par la présence du RER B dans ou à proximité des communes étudiées. Pour les déplacements pendulaires, on constate peu de déséquilibre entre les flux entrants et sortants (53 000 personnes se déplacent vers la zone d'étude chaque jour, 73 000 personnes en sortent). Ces indicateurs révèlent un besoin fort en termes de déplacements, thématique, de ce fait, considérée comme un enjeu fort.

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

Des transports collectifs structurants sont présents sur le territoire, (RER, Transilien), mais ces derniers sont principalement organisés de façon à faciliter les liaisons vers Paris et se trouvent principalement en marge de l'aire d'étude. Les dessertes en transport collectif de « banlieue – banlieue » et à l'échelle des 4 communes desservies par le projet T10, sont donc assurées uniquement par le réseau bus et par le tramway T6.

Deux projets structurants concernent le territoire d'étude : le réseau du Grand Paris Express et le schéma directeur du RER B sud. Néanmoins ces opérations n'apporteront pas de réponses aux besoins de dessertes locales et de rabattement sur les modes structurants. Ces indicateurs révèlent donc un besoin fort en termes de déplacements.

L'enjeu lié aux stationnements est fort au vue de l'existence, dans l'aire d'étude, de secteurs (à proximité de la zone d'activités Novéos / Renault, le long de l'avenue de la Division Leclerc côté sud entre l'avenue Albert Thomas et la Clinique et à proximité de la Croix de Berny) où la demande en stationnement est supérieure à l'offre à l'heure creuse du matin, le midi et la nuit.

Au regard de la densité, dans l'aire d'étude, du réseau cyclable le long des routes départementales (RD 2, RD 986, RD 63, RD 67, etc.), des parcours buissonniers (promenade des quatre forêts des Hauts-de-Seine, promenade du Vallon de la Bièvre) et des chemins de grande randonnée, l'enjeu lié aux liaisons douces est considéré comme fort. Les modes actifs présentent des itinéraires aujourd'hui très discontinus et sont pénalisés par un fort usage de la voiture, qui engendre des volumes de flux de circulation et de stationnement importants.

II.10. SANTE PUBLIQUE

L'objet de cette partie est de présenter l'état initial de l'aire d'étude au regard des éléments de santé publique conformément aux réglementations.

Les premiers éléments de cette partie sont consacrés à l'environnement sonore et vibratoire. Puis une partie est consacrée à la qualité de l'eau, de l'air et au risque amiante. Les problématiques des pollutions lumineuses et des champs électromagnétiques sont aussi présentées dans cette partie.

La description de ces éléments de santé publique doit permettre d'analyser l'état initial de l'environnement sur ces thématiques en vue d'estimer les effets du projet sur la santé de l'homme et son environnement.

II.10.1 Environnement sonore

II.10.1.1 GENERALITES ET CADRE REGLEMENTAIRE

II.10.1.1.A Généralités

Le bruit est un phénomène complexe à appréhender : la sensibilité au bruit varie en effet selon un grand nombre de facteurs liés aux bruits eux-mêmes (l'intensité, la fréquence, la durée...), mais aussi aux conditions d'exposition (distance, hauteur, forme de l'espace, autres bruits ambiants) et à la personne qui les entend (sensibilité personnelle, état de fatigue...).

Les niveaux de bruit sont exprimés en décibels (dB) et sont éventuellement pondérés selon les différentes fréquences, par exemple le dB(A) pour exprimer le bruit effectivement perçu par l'oreille humaine.

Le niveau d'un bruit de circulation varie constamment, il ne peut donc être décrit aussi simplement qu'un bruit continu. Il faut pourtant le caractériser afin de prévoir la gêne des riverains. Pour cela, on utilise le niveau équivalent exprimé en dB(A), noté LAeq, qui représente le niveau de pression acoustique d'un bruit stable de même énergie que le bruit réellement perçu pendant la durée d'observation.

II.10.1.1.B Cadre réglementaire et normatif

L'étude relative à la ligne de tramway est menée en application des textes réglementaires suivants :

- articles L571-9 à L571-10-1 du Code de l'Environnement relatifs aux aménagements et infrastructures de transports terrestres,
- articles R571-44 à R571-52-1 du Code de l'Environnement relatifs à la limitation du bruit des aménagements, infrastructures et matériels de transports terrestres,
- arrêté du 5 mai 1995, relatif au bruit des infrastructures routières,
- arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transport terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit,
- circulaire n°97-110 du 12 décembre 1997 relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national,
- arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires,
- circulaire du 28 février 2002 relative aux politiques de prévention et de résorption du bruit ferroviaire et sa pièce jointe « Instruction relative à la prise en compte du bruit dans la conception, l'étude et la réalisation de nouvelles infrastructures ferroviaires ou l'aménagement d'infrastructures ferroviaires existantes ».

- directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil, du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement,
- circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres,
- décret 2006-361 du 24 mars 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le Code de l'Urbanisme,
- arrêté du 3 septembre 2013 illustrant par des schémas et des exemples les articles 6 et 7 de l'arrêté du 30 mai 1996 modifié relatif aux modalités de classement.

Les mesures de bruit pour le projet T10 se sont déroulées selon les principes de la norme NF S 31-085 "Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier".

Les méthodes de modélisation et de calcul sont conformes aux dispositions de la norme NF S 31-133 en date de février 2011 relative à la méthode de calcul de propagation du bruit incluant les effets météorologiques (méthode dite Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit – version 2008 ou NMPB 2008).

Les cartographies de bruit qui sont établies dans le cadre de cette étude respecteront la prescription de la norme NF S 31-130 relative à la cartographie de bruit en milieu extérieur, à l'élaboration des cartes et à la représentation graphique.

L'étude relative au SMR est menée en application du texte réglementaire suivant :

- arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

Le contexte normatif pour ce qui concerne les mesures et la modélisation acoustique est le suivant :

- norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits dans l'environnement,
- norme ISO 9613-2:1996 - Acoustique - Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre -- Partie 2: Méthode générale de calcul pour des sources de bruit autres que des transports terrestres,
- norme NF S 31-133 en date de février 2011 relative à la méthode de calcul de propagation du bruit incluant les effets météorologiques (méthode dite Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit – version 2008 ou NMPB 2008) pour tout ce qui concerne les circulations à faible vitesse des rames de tramway dans l'enceinte du SMR.

II.10.1.1.C Le classement des infrastructures de transport

Les infrastructures de transports terrestres sont classées par le préfet de département en 5 catégories selon le niveau de bruit qu'elles génèrent, la catégorie 1 étant la plus bruyante (L571-10 du Code de l'Environnement). Des zones affectées par le bruit (dont la largeur dépend de la catégorie) sont délimitées de part et d'autre de ces infrastructures : 300 m en catégorie 1, 250 m en catégorie 2, 100 m en catégorie 3, 30 m en catégorie 4 et 10 m en catégorie 5. Le tableau ci-dessous présente les classements en fonction des niveaux sonores.

CATÉGORIE DE L'INFRASTRUCTURE	NIVEAU SONORE DE RÉFÉRENCE LAEQ* (6H-22H) EN DB(A)	NIVEAU SONORE DE RÉFÉRENCE LAEQ (22H-6H) EN DB(A)	LARGEUR MAXIMALE DES SECTEURS AFFECTÉS PAR LE BRUIT DE PART ET D'AUTRE DE L'INFRASTRUCTURE
1	L > 81	L > 76	D = 300 m
2	76 < L < 81	71 < L < 76	D = 250 m
3	70 < L < 76	65 < L < 71	D = 100 m
4	65 < L < 70	60 < L < 65	D = 30 m
5	60 < L < 65	55 < L < 60	D = 10 m

* Le L_{Aeq} est établi en façade d'habitation à 10 m de l'infrastructure

Tableau 43. Tableau issu de l'arrêté du 30 mai 1996

Ces dispositions ne constituent pas des servitudes ; autour de ces voies bruyantes, la construction n'est pas interdite. En revanche, les constructeurs de bâtiments ont l'obligation de prendre en compte le bruit engendré par les voies existantes ou en projet, par une protection des constructions en fonction de leur exposition sonore au moyen d'écrans, de protection de façade (Article R571-42 du Code de l'Environnement).

Dans le cadre de l'application de la Directive Européenne 2002/49/CE, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, les grandes agglomérations et grandes infrastructures de transports doivent faire l'objet de Cartes Stratégiques du Bruit et de Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (dits PPBE).

Les textes de transposition dans le droit français, décret du 24 mars 2006 et arrêté du 4 avril 2006, précisent les modalités d'application de la Directive Européenne. Sont notamment visés par les textes les infrastructures routières supportant un trafic annuel de plus de 6 millions de véhicules et celles de plus de 3 millions de véhicules par an.

Le Préfet des Hauts-de-Seine a pris différents arrêtés de classement sonore des infrastructures de transport :

- Pour le trafic routier : l'arrêté préfectoral DDE - SEU/SE n°2010.054 du 27 avril 2010 porte approbation de la carte de bruit relative aux infrastructures routières et autoroutières non concédées dont le trafic annuel est supérieur à 6 millions de véhicules, sur le territoire du département des Hauts-de-Seine.
- Pour le trafic ferroviaire :
 - l'arrêté préfectoral DDE-SG/SEU/SE n° 2009.135 du 28 septembre 2009 porte approbation de la carte de bruit relative aux infrastructures de RFF dont le trafic est supérieur à 60 000 passages de trains, sur le territoire du département des Hauts-de-Seine.
 - l'arrêté préfectoral DRIEA IDF 2011-2-007 du 3 février 2011 porte approbation de la carte de bruit relative aux infrastructures de la RATP dont le trafic est supérieur à 60 000 passages de trains, sur le territoire du département des Hauts-de-Seine.

- Environnement sonore des infrastructures routières et ferroviaires dans l'aire d'étude

Sources : PLU Clamart, PLU Le Plessis-Robinson, PLU Châtenay-Malabry et PLU Antony.

Les infrastructures de transports terrestres sont classées par le préfet de département en 5 catégories selon le niveau de bruit qu'elles génèrent, la catégorie 1 étant la plus bruyante (L571-10 du Code de l'Environnement) (Cf. paragraphe II.10.1.1.C).

Dans l'aire d'étude, les voies routières et ferrées les plus bruyantes sont classées de la manière suivante :

- catégorie sonore 1 (largeur de nuisance de 300 m) :
 - A86 (périphérique de l'Ile-de-France) à Châtenay-Malabry.
- catégorie sonore 2 (largeur de nuisance de 250 m) :
 - intersection RD 986 et A 86 (sur la limite communale ouest) à Châtenay-Malabry,
 - ligne TGV Atlantique à Châtenay-Malabry.
- catégorie sonore 3 (largeur de nuisance de 100 m) :
 - RD 2 (avenue Claude Trébignaud) à Clamart, au Plessis-Robinson et à Châtenay-Malabry,
 - RD 906 à Clamart,
 - RD 60 et RD 75 au Plessis-Robinson,
 - RD 75 à Châtenay-Malabry,
 - RD 986 à Châtenay-Malabry et Antony,
 - RD 63 partiellement à Châtenay-Malabry,
 - RD 128 à Châtenay-Malabry,
 - RATP RER B à Antony,
 - RD 920 à Antony,
 - RD 67 partiellement à Châtenay-Malabry et sur la portion avenue de la Division Leclerc-rue Velpeau à Antony.
- catégorie sonore 4 (largeur de nuisance de 30 m) :
 - RD 68 à Clamart,
 - RD 63 et RD 67 partiellement à Châtenay-Malabry,
 - RD 67, RD 77, RD 128 et RD 63 à Antony.



Illustration 195. RD 2 à Clamart devant l'hôpital Bécèle, source : Groupement SARA



Illustration 196. RD 906 enjambant la RD 2 à Clamart, source : Groupement SARA



Illustration 199. RD 986 devant le quartier de la Butte-Rouge à Châtenay-Malabry, source : Groupement SARA



Illustration 200. RD 986 enjambant l'ouvrage de la LGV Atlantique à Châtenay-Malabry, source : Groupement SARA



Illustration 197. RD 2 à Châtenay-Malabry, source : Groupement SARA



Illustration 198. RD 986 en direction de l'A86 à Châtenay-Malabry, source : Groupement SAR



Illustration 201. RD 986 dans les 2 sens à la Croix de Berny à Antony, source : Groupement SARA



Illustration 202. A 86 passant sous la RD 986 à Antony, Source : Groupement SARA

II.10.1.1.D Plan de prévention des infrastructures routières de l'Etat dans les Hauts-de-Seine

La directive européenne 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement vise à éviter, prévenir ou réduire en priorité, les effets nocifs de l'exposition au bruit sur la santé humaine. Elle prévoit l'élaboration de cartes de bruit et de Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE). Les cartes de bruit donnent une vision globale de l'exposition sonore du territoire alors que les PPBE identifient les zones calmes et développent des mesures pour traiter les zones fortement exposées au bruit. L'ambition d'une telle réglementation est aussi de garantir une information des populations sur le niveau d'exposition et les effets du bruit sur la santé.

Dans l'aire d'étude, il existe le PPBE des Hauts-de-Seine approuvé par arrêté préfectoral DRIEA IDF 2013-2-009 le 22 janvier 2013. Il concerne toutes les infrastructures routières et autoroutières dont le

trafic annuel est supérieur à 6 millions de véhicules. Seules les infrastructures routières de l'État dans le département des Hauts-de-Seine sont visées, les données ferroviaires n'étant pas disponibles au moment de la rédaction du document.

II.10.1.1.E La limitation du bruit des infrastructures

Les articles R571-44 et suivants du Code de l'Environnement précisent que la réglementation «s'applique aux infrastructures de transports terrestres nouvelles et aux modifications ou transformations significatives d'une infrastructure de transports terrestres existante». Ils précisent également «la conception, l'étude et la réalisation d'une infrastructure de transports terrestres nouvelle et la modification significative d'une infrastructure de transports terrestres existante sont accompagnées de mesures destinées à éviter que le fonctionnement de l'infrastructure ne crée de nuisances sonores excessives».

L'arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires définit les indicateurs permettant d'évaluer la gêne due au bruit des projets d'infrastructures ferroviaires nouvelles ou aménagées. Il précise les niveaux maximum admissibles.

L'article 1er précise les deux périodes à distinguer dans l'évaluation de la gêne aux riverains. Pour la période diurne, de 06h à 22h, le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A retenu pour la contribution sonore de l'infrastructure concernée est noté avec l'indicateur LAeq (06h-22h).

Pour la période nocturne, de 22 heures à 6 heures, le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A retenu pour la contribution sonore de l'infrastructure concernée est noté avec l'indicateur LAeq (22h-6h). Les niveaux sonores sont notés «L», de l'anglais Level et «eq» pour équivalent.

Dans le cas d'une transformation significative de voie existante (impact prévisible de la transformation supérieure à 2 dB(A)), le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs du tableau ci-dessous, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux,
- dans le cas contraire, la contribution sonore, après travaux, ne devra pas dépasser celle avant travaux sans pouvoir toutefois excéder 68 dB(A) le jour et 63 dB(A) la nuit, exprimés en termes de LAeq.

L'article 2 du même arrêté définit les niveaux admissibles à considérer en fonction de la nature des locaux exposés et de l'ambiance sonore préexistante avant mise en oeuvre d'un projet d'infrastructure ferroviaire. Le tableau ci-après présente ces niveaux sonores admissibles.

USAGE ET NATURE DES LOCAUX	NIVEAUX SONORES ADMISSIBLES POUR LA CONTRIBUTION SONORE DES PROJETS ROUTIERS ET FERROVIAIRES À 2 M DEVANT LES FAÇADES DU BATI	
	LAeq (6H-22H) EN DB(A)*	LAeq (22H-6H) EN DB(A)*
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale**	60*	55
Etablissement d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée***	60	55
Autres logements (en zone d'ambiance sonore non modérée)	65	60
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65	-

* Le décibel, notée dB, est une unité relative de l'intensité acoustique. Pour prendre en compte la sensibilité de l'oreille humaine par rapport aux fréquences, on utilise le décibel pondéré A, dB(A).

Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

** Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ce niveau est abaissé à 57 dB(A).

*** Une zone est dite d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant, avant la construction de la voie nouvelle, à 2 mètres en avant des façades des bâtiments est tel que LAeq (6h-22h) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A).

Tableau 44. Niveaux sonores admissibles en fonction de la nature des locaux, source : arrêté du 5 mai 1995

La définition des Points Noirs de Bruit (PNB) est donnée par la circulaire du 25 mai 2004. Un Point Noir de Bruit ou PNB est un bâtiment sensible, qui est localisé dans une zone de bruit critique engendrée par au moins une infrastructure de transport terrestre, des réseaux routier ou ferroviaire nationaux, et qui répond aux critères acoustiques présentés dans le tableau ci-dessous.

VALEURS LIMITES RELATIVES AUX CONTRIBUTIONS SONORES DB(A) EN FAÇADE (SI UNE SEULE DE CES VALEURS EST DÉPASSÉE, LE BÂTIMENT PEUT ÊTRE QUALIFIÉ DE POINT NOIR BRUIT)			
INDICATEUR DE BRUIT	ROUTE ET/OU LIGNE A GRANDE VITESSE	VOIE FERRÉE CONVENTIONNELLE	CUMUL ROUTE ET/OU LIGNE A GRANDE VITESSE + VOIE FERRÉE CONVENTIONNELLE
LAeq (6h-22h)*	70	73	73
LAeq (22h-6h)*	65	68	68
Lden**	68	73	73
Lnight**	62	65	65

* calculés en façade, correspond aux indicateurs de la réglementation française actuelle

** calculés hors façade selon la définition des nouveaux indicateurs européens.

Tableau 45. Valeurs limites des points noirs bruit (PNB), source : circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres

Notons que Lden est l'indice acoustique Jour Soirée Nuit, c'est-à-dire la «dose de bruit» reçue en une journée, mais le bruit de soirée et de nuit est ajouté avec une pénalité. L'indicateur Lnight est équivalent au LAeq (22h-6h) à la réflexion de façade près.

Les **seuils de résorption** de ces points noirs bruit sont de 68 dB(A) en LAeq (6h-22h) et de 63 dB(A) en LAeq (22h-6h) en contribution du bruit ferroviaire.

II.10.1.1.F La limitation du bruit des ICPE

Dans le cadre de l'aménagement prévu sur le SMR, celle-ci est soumise aux exigences de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif au bruit dans l'environnement émis par les installations classées soumises à autorisation.

La réglementation impose le respect d'un critère **d'émergence** variable en fonction de la période et du niveau de bruit ambiant, dans les Zones dites à Emergence Réglementée (ZER).

L'émergence est définie comme la différence entre les niveaux de bruit équivalents installation en marche (niveau de bruit ambiant) et installation arrêtée (niveau de bruit résiduel).

Ces émergences admissibles sont définies dans le tableau ci-dessous :

NIVEAU DE BRUIT AMBIANT EXISTANT DANS LES ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE (INCLUANT LE BRUIT DE L'INSTALLATION)	EMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PERIODE ALLANT DE 7H A 22H, SAUF DIMANCHES ET JOURS FERIES	EMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PERIODE ALLANT DE 22H A 7H, AINSI QUE LES DIMANCHES ET JOURS FERIES
Supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 46. Emergences maximales admissibles dans les zones réglementées, source : étude bruit Iris Conseil

Les différents types de zone à émergence réglementée sont définis ci-après :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse).
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation.
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

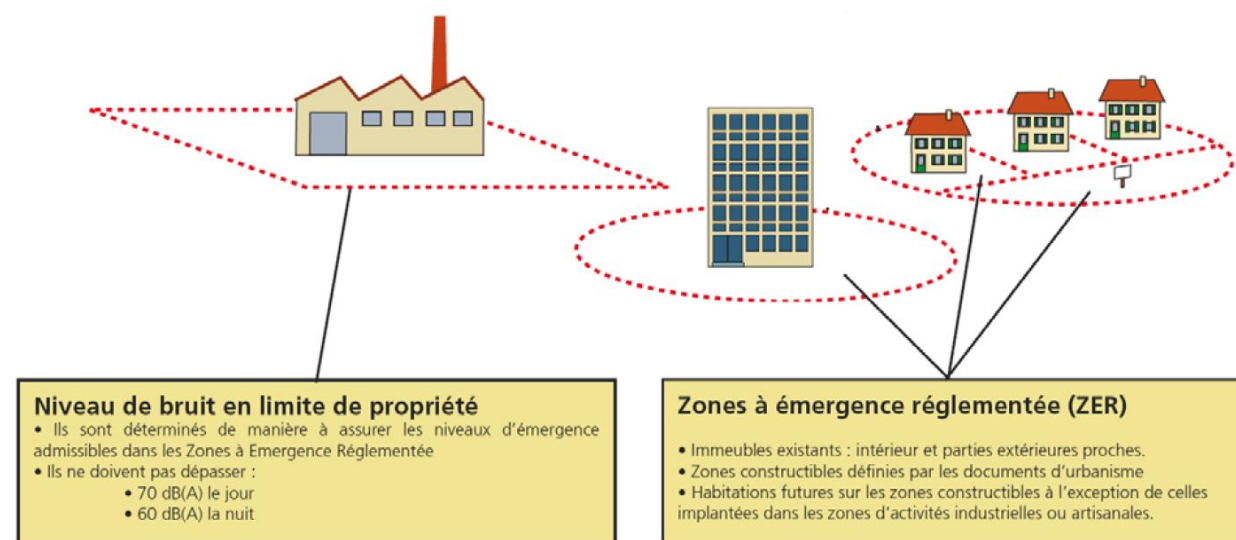


Illustration 203. Différents types de Zone à Emergence Réglementée (ZER), source : étude bruit Iris Conseil

Dans le cadre de l'étude acoustique sur le SMR, il s'agit de déterminer la contribution sonore du SMR sur chacune des périodes réglementaires (la période de 7h à 22h, sauf dimanche et jours fériés et la période de 22h à 7h ainsi que les dimanches et jours fériés) afin de respecter une émergence de 5 dB(A) le jour et 3 dB(A) la nuit.

II.10.1.2 DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE LE LONG DU TRACE

L'approche méthodologique de l'étude bruit réalisée entre le 25 mars et le 5 avril 2013 et du 7 au 9 avril 2014 par Iris Conseil est détaillée dans le chapitre 8 de l'étude d'impact.

II.10.1.2.A Définition des sections homogènes de trafic

Avant la campagne de mesures acoustiques, 6 sections homogènes de trafic ont été identifiées le long du tracé du tramway Antony - Clamart. Un ou plusieurs points fixes de 24h ont été positionnés sur chaque section homogène de trafic. Ces sections homogènes de trafic sont :

- section 1 : avenue Claude Trébignaud entre la Place du Garde et la rue de la Porte de Trivaux,
- section 2 : avenue Claude Trébignaud entre la rue de la Porte de Trivaux et l'avenue Edouard Herriot,
- section 3 : avenue Paul Langevin entre l'avenue Edouard Herriot et le carrefour du 11 Novembre,
- section 4 : avenue de la Division Leclerc entre le carrefour du 11 Novembre et l'avenue Roger Salengro,
- section 5 : avenue de la Division Leclerc entre l'avenue Roger Salengro et l'avenue Sully Prudhomme,
- section 6 : avenue du Général de Gaulle entre l'avenue Sully Prudhomme et l'avenue le Brun.

La carte ci-après illustre les sections homogènes de trafic.

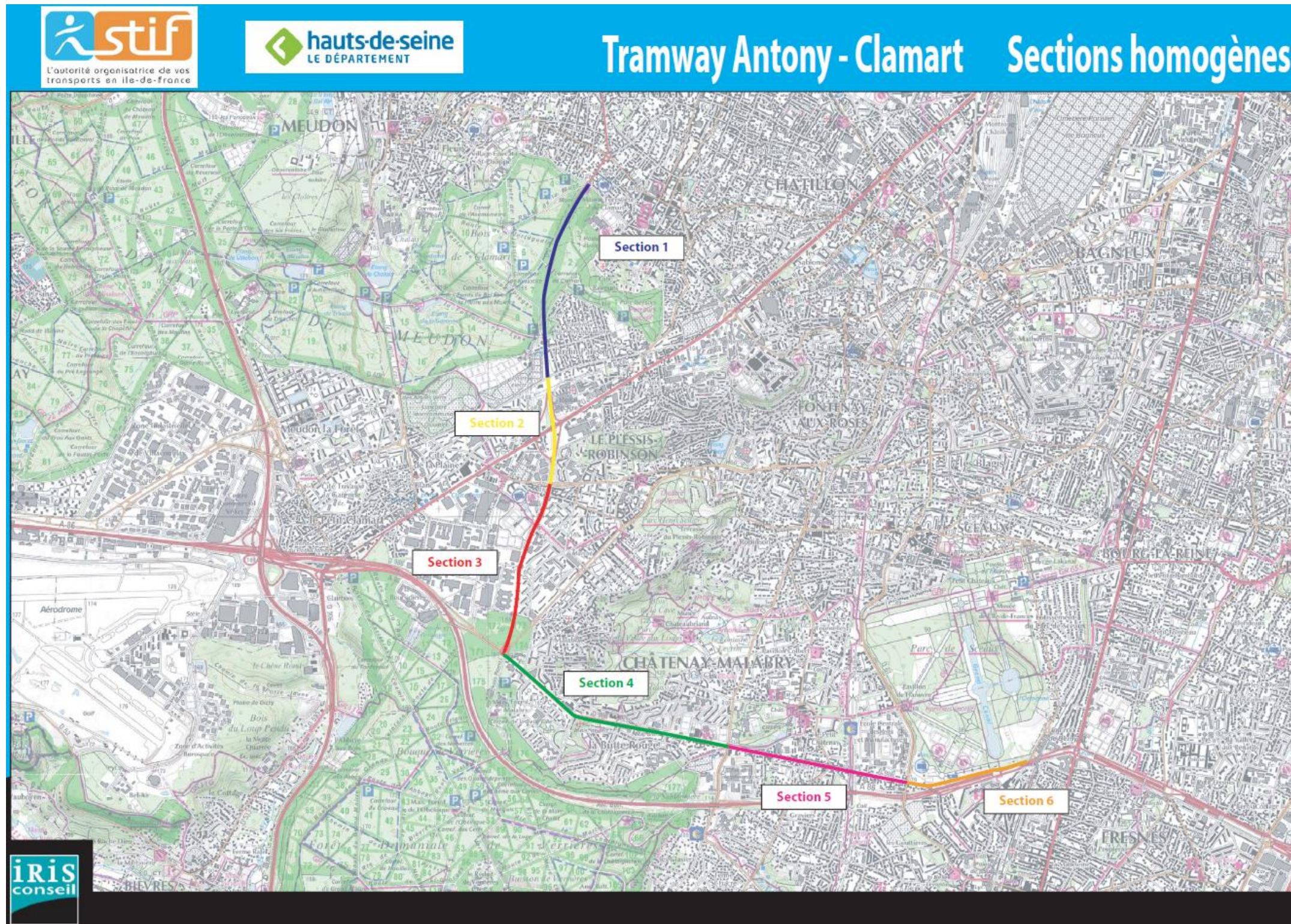


Illustration 204. Définition des sections homogènes de trafic, source : étude Bruit Iris Conseil

II.10.1.2.B Mesures acoustiques

II.10.1.2.B.a Conditions des mesures

Les mesures se sont déroulées du 25 mars au 5 avril 2013, du 4 au 5 juin 2013 et des mesures complémentaires du 7 au 9 avril 2014 selon les principes de la norme NF S 31-085 «caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier». Un sonomètre équipé d'un microphone et d'un préamplificateur microphone installé à 2 mètres en avant de la façade d'un bâtiment, à une hauteur variable (rez-de-chaussée ou étage) a enregistré toutes les secondes le niveau de bruit ambiant.

En 2013, ont été réalisés :

- 11 Points Fixes (PF) : acquisitions successives de mesures de durée une seconde pendant 24 heures qui permettent de calculer les indicateurs LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h),
- 20 Prélèvements (Pr) : acquisitions successives de mesures de durée une seconde pendant une demi-heure concomitante au point fixe. Ces mesures sont corrélées au point fixe afin de calculer les indicateurs LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) correspondant,
- 3 Sondages : acquisitions successives de mesures de durée une seconde pendant une demi-heure. On calcule les indicateurs LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) correspondant par le biais des trafics observés sur la demi-heure de mesure et les trafics sur les périodes 6h-22h et 22h-6h issus des comptages routiers. Les sondages ne sont pas corrélés aux points fixes car les sondages ne sont pas exposés à la même source de bruit que les points fixes.

En 2014, ont été réalisés :

- 4 Points Fixes (PF).

Afin d'obtenir une répartition spatiale des niveaux sonores, des mesures de courte durée (prélèvements) sont réalisées en différents endroits du site.

Ces points permettent de voir l'atténuation des niveaux sonores en fonction de la distance, du contexte géographique et des différents obstacles à la propagation du bruit rencontrés sur le site.

Pour ceux réalisés à proximité d'un point de longue durée et soumis aux mêmes nuisances sonores, les résultats obtenus sont comparés à ceux mesurés au point fixe durant la même période.

Les LAeq (6h-22h) attribués à ces prélèvements sont obtenus en corrigeant le LAeq (6h-22h) du point fixe, de la différence constatée pour chaque point.

Les mesures de bruit ont été accompagnées de la collecte des données météorologiques sur la station Météo France de Villacoublay ainsi que des comptages de trafic.

L'appareillage de mesures utilisé (microphones et sonomètres) est certifié conforme aux classes de précision relatives aux types d'enregistrement réalisés.

II.10.1.2.B.b Résultats des mesures 2013 et 2014

L'emplacement ainsi que les résultats des mesures sont précisés dans les cartes ci-après.

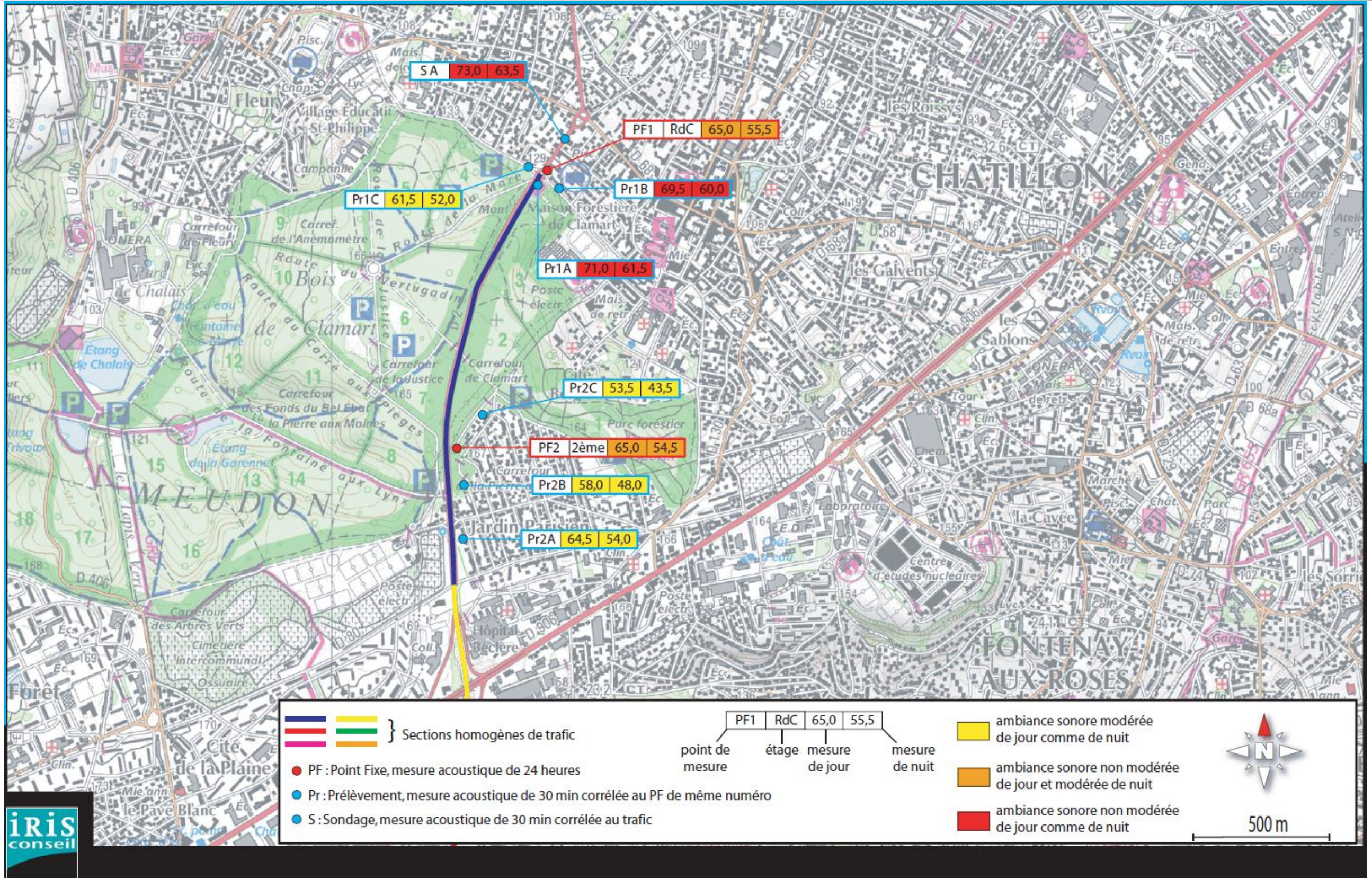


Illustration 205. Localisation et résultats des mesures acoustiques 2013 et 2014 (1/3), source : étude Bruit Iris Conseil

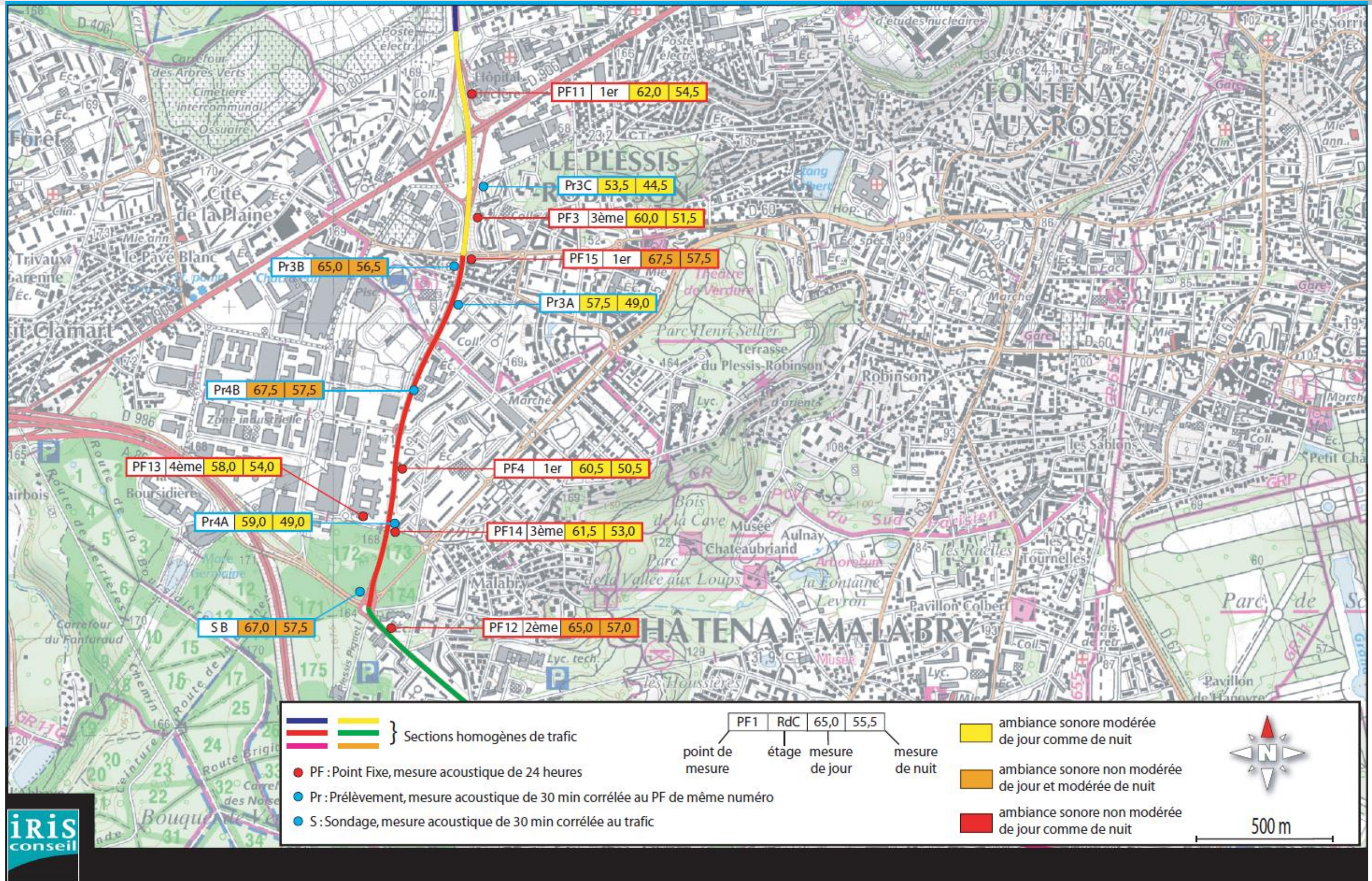


Illustration 206. Localisation et résultats des mesures acoustiques 2013 et 2014 (2/3), source : étude Bruit Iris Conseil

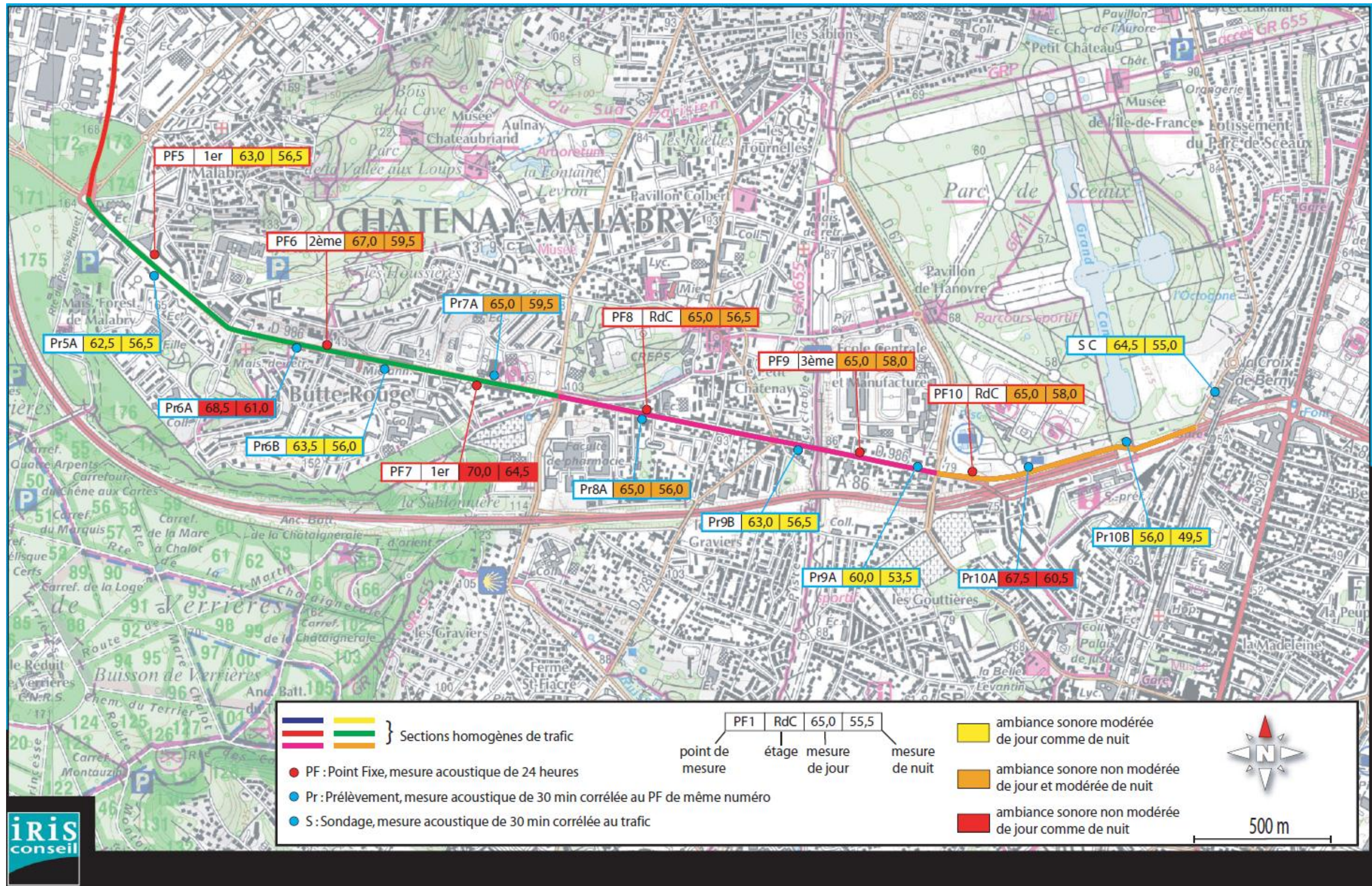


Illustration 207. Localisation et résultats des mesures acoustiques 2013 et 2014 (3/3), source : étude Bruit Iris Conseil

POINTS DE MESURE (ANNEE DE MESURE)	NIVEAUX DE BRUIT MESURES		ZONE D'AMBIANCE	
	PERIODE DIURNE (6H-22H) (SEUIL REGLEMENTAIRE < 65 DB(A))	PERIODE NOCTURNE (22H-6H) (SEUIL REGLEMENTAIRE < 60 DB(A))	PERIODE DIURNE (6H-22H)	PERIODE NOCTURNE (22H-6H)
PF1 (2013)	65 dB(A)	55,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr1A (2013)	71 dB(A)	61,5 dB(A)	Non modérée	Non modérée
Pr1B (2013)	69,5 dB(A)	60 dB(A)	Non modérée	Non modérée
Pr1C (2013)	61,5 dB(A)	52 dB(A)	Modérée	Modérée
PF2 (2013)	65 dB(A)	54,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr2A (2013)	64,5 dB(A)	54 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr2B (2013)	58 dB(A)	48 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr2C (2013)	53,5 dB(A)	43,5 dB(A)	Modérée	Modérée
PF3 (2013)	60 dB(A)	51,5 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr3A (2013)	57,5 dB(A)	49 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr3B (2013)	65 dB(A)	56,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr3C (2013)	53,5 dB(A)	44,5 dB(A)	Modérée	Modérée
PF4 (2013)	60,5 dB(A)	50,5 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr4A (2013)	59 dB(A)	49 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr4B (2013)	67,5 dB(A)	57,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
PF5 (2013)	63 dB(A)	56,5 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr5A (2013)	62,5 dB(A)	56,5 dB(A)	Modérée	Modérée
PF6 (2013)	67 dB(A)	59,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr6A (2013)	68,5 dB(A)	61 dB(A)	Non modérée	Non modérée
PF7 (2013)	70 dB(A)	64,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr7A (2013)	65 dB(A)	59,5 dB(A)	Non modérée	Modérée

POINTS DE MESURE (ANNEE DE MESURE)	NIVEAUX DE BRUIT MESURES		ZONE D'AMBIANCE	
	PERIODE DIURNE (6H-22H) (SEUIL REGLEMENTAIRE < 65 DB(A))	PERIODE NOCTURNE (22H-6H) (SEUIL REGLEMENTAIRE < 60 DB(A))	PERIODE DIURNE (6H-22H)	PERIODE NOCTURNE (22H-6H)
PF8 (2013)	65 dB(A)	56,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr8A (2013)	65 dB(A)	56,5 dB(A)	Non modérée	Modérée
PF9 (2013)	65 dB(A)	58 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr9A (2013)	60 dB(A)	53,5 dB(A)	Modérée	Modérée
Pr9B (2013)	63 dB(A)	56,5 dB(A)	Modérée	Modérée
PF10 (2013)	65 dB(A)	58 dB(A)	Non modérée	Modérée
Pr10A (2013)	67,5 dB(A)	60,5 dB(A)	Non modérée	Non modérée
Pr10B (2013)	56 dB(A)	49,5 dB(A)	Modérée	Modérée
PF11 (2013)	62 dB(A)	54,5 dB(A)	Modérée	Modérée
PF12 (2014)	65 dB(A)	57 dB(A)	Non modérée	Modérée
PF13 (2014)	58 dB(A)	54 dB(A)	Modérée	Modérée
PF14 (2014)	61,5 dB(A)	53 dB(A)	Modérée	Modérée
PF15 (2014)	67,5 dB(A)	57,5 dB(A)	Non modérée	Modérée

Tableau 47. Résultats de mesures de bruit 2013 et 2014, source : étude Bruit Iris Conseil

Pour rappel, une zone est dite d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant à 2 mètres en avant des façades des bâtiments est tel que LAeq (6h-22h) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A).

Sur la section 4 qui comprend trois points fixes (PF5, PF6 et PF7), les résultats des niveaux de bruit varient jusqu'à 7 dB(A). Ceci s'explique par la localisation du point fixe par rapport au bord de la route et du volume de trafic. Le PF5 est à 28 m du bord de l'avenue avec un trafic de 1 110 véh/h sur la période diurne. Le PF6 est à 25 m du bord de l'avenue avec un trafic de 1 210 véh/h sur la période diurne. Le PF7 est à 8 m du bord de l'avenue avec un trafic de 1 210 véh/h sur la période diurne.

La majorité des résultats montrent que l'ambiance sonore le long des routes départementales est non modérée sur la période diurne et modérée sur la période nocturne. Les résultats de la campagne 2014 sont conformes aux résultats de la campagne de mars-avril 2013.

II.10.1.3 DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE DU SITE DE MAINTENANCE ET DE REMISAGE

L'approche méthodologique de l'étude bruit réalisée du 7 au 9 avril 2014 par Iris Conseil est détaillée dans le chapitre 8 de l'étude d'impact.

II.10.1.3.A Mesures acoustiques

II.10.1.3.A.a Conditions des mesures

L'étude acoustique de l'implantation du SMR sera dans un premier temps basée sur une campagne de mesure de bruit à proximité du site SMR.

Les mesures acoustiques seront du type **Point Fixe** implanté au plus près du SMR et sur des logements qui sont des Zones à Emergence Réglementée. Un Point Fixe est une mesure de 24 heures.

L'analyse des résultats d'une mesure de 24 heures permet d'évaluer les niveaux de bruit résiduel sur les deux périodes réglementaires 7h-22h et 22h-7h.

Les mesures seront effectuées selon les principes de la norme NF S 31-085 "caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier". Un microphone installé à 2 mètres en avant de la façade d'un bâtiment, à une hauteur variable (rez-de-chaussée ou étage) enregistre toutes les secondes le niveau de bruit ambiant.

Deux points fixes (acquisitions successives de mesures de durée une seconde pendant 24 heures) qui permettent de calculer les indicateurs LAeq (7h-22h) et LAeq (22h-7h) ont été réalisés.

Les mesures de bruit sont accompagnées de la collecte des données météorologiques sur la station Météo France d'Orly ainsi que des comptages de trafic.

II.10.1.3.A.b Résultats des mesures

L'emplacement de mesures est précisé sur la carte ci-après.

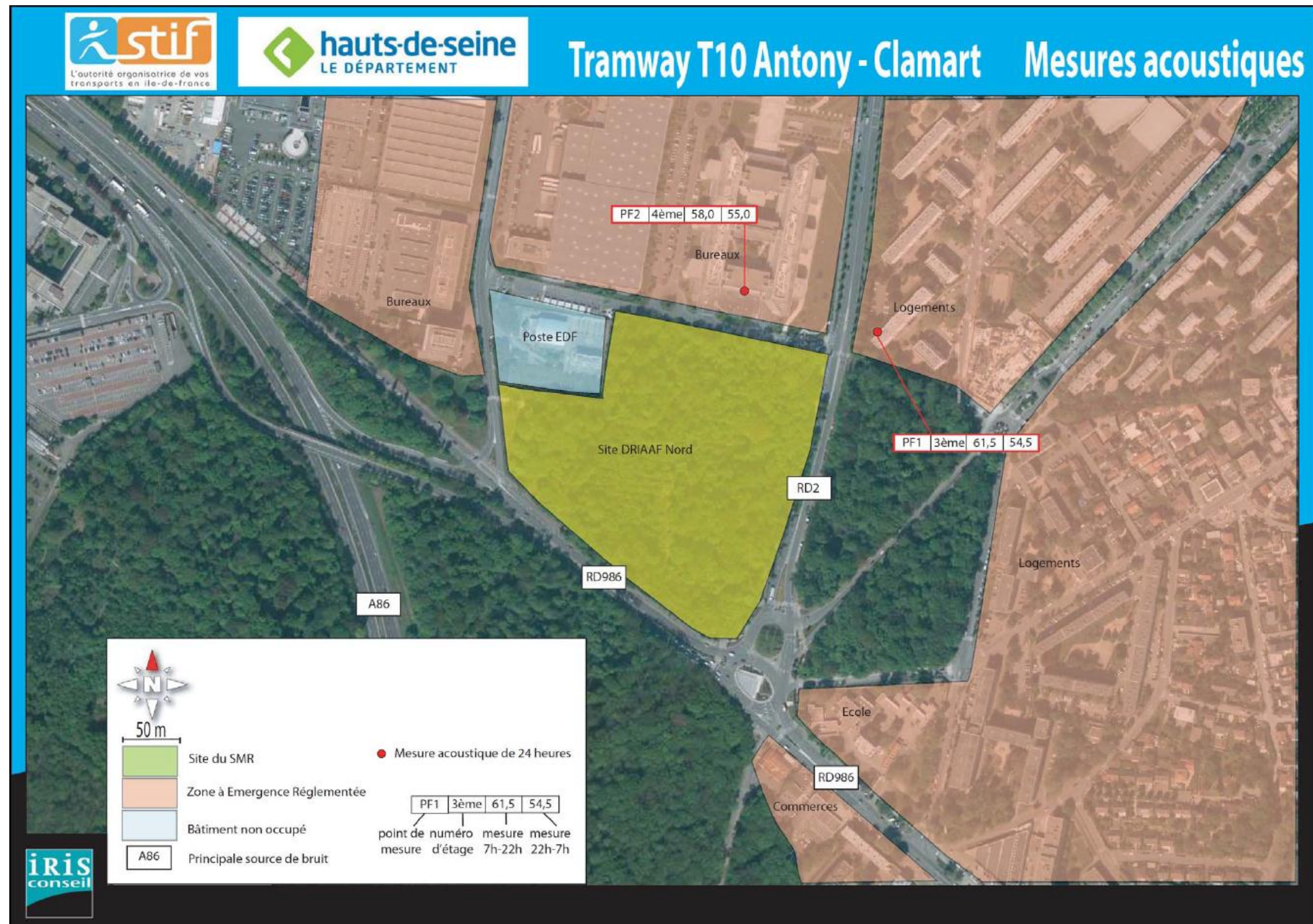


Illustration 208. Localisation des mesures acoustiques au niveau du SMR, source : étude Bruit Iris Conseil

POINTS DE MESURE	PERIODE DIURNE (7H-22H)			PERIODE NOCTURNE (22H-7H)		
	LAEQ	L50	LAEQ-L50	LAEQ	L50	LAEQ-L50
PF1	61,5 dB(A)	59 dB(A)	2,5 dB(A)	54,5 dB(A)	51 dB(A)	3,5 dB(A)
PF2	58 dB(A)	57 dB(A)	1,0 dB(A)	55 dB(A)	54,5 dB(A)	0,5 dB(A)

Tableau 48. Résultats de mesures de bruit, source : étude Bruit Iris Conseil

La majorité des résultats montre que l'ambiance sonore est modérée de jour (7h-22h) comme de nuit (22h-7h) au niveau de Renault sur l'avenue Paul Langevin et d'un square en face de Renault : niveaux sonores inférieurs à 65 dB(A) sur la période diurne et également inférieurs à 60 dB(A) sur la période nocturne.

II.10.1.3.B Bilan des mesures acoustiques

Pour chacun des deux points et sur chacune des périodes, la différence (L_{Aeq} - L₅₀) est inférieure à 5 dB(A), dans ce cas c'est le L_{Aeq} qui est retenu pour définir le calcul de l'émergence.

D'après les niveaux acoustiques mesurés qui sont supérieurs à 45 dB(A), les émergences tolérées sont de 5 dB(A) sur la période diurne et 3 dB(A) sur la période nocturne.

D'après les résultats des mesures, il est retenu les niveaux de bruit les plus pénalisants, à savoir ceux du PF2 car ces valeurs sont inférieures à ceux du PF1.

Sont définis les niveaux de bruit ambiant comprenant le bruit du SMR plus protecteurs pour les riverains du SMR.

Les valeurs retenues sont donc : 58,0 dB(A) pour la période de jour et 55,0 dB(A) pour la période de nuit.

Ces valeurs retenues correspondent aux niveaux acoustiques sans le SMR (= bruit résiduel).

Le bruit ambiant comprenant le bruit du SMR sera égal au bruit résiduel augmenté de l'émergence.

En tenant compte des émergences tolérées (5 dB(A) de jour et 3 dB(A)), le bruit ambiant avec le SMR en fonctionnement ne devra pas dépasser :

- en période diurne 63,0 dB(A) (=58,0 + 5),
- en période nocturne 58,0 dB(A) (=55,0 + 3).

II.10.2 Environnement vibratoire

II.10.2.1 GENERALITES ET CADRE REGLEMENTAIRE

La circulation de convois sur une voie ferrée entraîne, outre l'émission de bruits, la génération de vibrations au contact du rail. Le roulement fer/fer (rail/roue) génère des vibrations liées à l'excitation dynamique de la roue sur le rail due à des irrégularités souvent très faibles situées dans la zone de contact rail/roue.

Les vibrations se transmettent au matériel roulant et à la plateforme voies ferrées et se propagent dans le sol jusqu'aux immeubles riverains de l'infrastructure de transport, pouvant ainsi provoquer des nuisances (impact acoustique et vibratoire sur le confort des habitants, mais aussi impact sur les structures bâties).

Pour établir le contexte vibratoire pour la réalisation du Tramway T10, un diagnostic vibration est réalisé.

II.10.2.2 ETUDE VIBRATOIRE

L'étude vibratoire a été réalisée sur la base d'une insertion latérale du carrefour avec l'avenue Herriot au Plessis-Robinson au carrefour avec la rue Appert à Châtenay-Malabry, solution plus pénalisante en termes de vibrations que l'insertion axiale sur cette section présentée à l'enquête.

L'approche méthodologique de l'étude vibratoire réalisée par ME2i est détaillée dans le chapitre 8 de l'étude d'impact.

Afin de caractériser l'état initial en matière de vibrations, deux étapes ont été nécessaires :

- le recensement des sites sensibles aux vibrations aux abords du tracé du futur tramway et du site de maintenance et de remisage (SMR),
- la réalisation des mesures de vibration sur les sites recensés lors de l'étape précédente.

II.10.2.2.A Etape 1 - Recensement des sites sensibles aux vibrations sur le tracé du futur tramway

II.10.2.2.A.a Sites recensés sur le tracé

Du fait de l'impossibilité de visiter les différentes constructions, les seuls critères utilisés pour la détermination des sites sensibles sont les suivants :

- type d'occupation des constructions.
- usage des constructions.
- état extérieur des constructions.
- méthode de construction et nature des matériaux.
- forme des constructions et nombre d'étages.
- les vibrations actuelles liées à la circulation et aux activités de voisinage.

L'analyse ne considère pas les critères suivants :

- état intérieur des constructions,
- type de fondation,
- données géologiques et géotechniques et capacité des terrains à atténuer les vibrations.

Pour l'estimation de l'impact réel des vibrations sur une construction et ses occupants, il faut disposer de toutes ces données qui permettent la caractérisation de la transmission des contraintes dans le sol et des données liées à la source.

II.10.2.2.A.b Sites sensibles retenus pour les essais vibratoires

Parmi les constructions sensibles répertoriées précédemment le long du fuseau du projet et à proximité du SMR, un certain nombre de sites sensibles ont été retenus pour la réalisation des essais vibratoires au regard des critères suivants :

- la distance séparant la ligne du tramway aux bâtiments,
- l'environnement du bâtiment,
- l'usage des bâtiments,
- le type de construction des bâtiments,
- l'état des bâtiments.
- la présence d'équipements sensibles dans les bâtiments,

- les conditions géotechniques,
- la présence de réseau de grand diamètre à proximité des bâtiments.

Ainsi, ces critères ont permis de déterminer les 11 sites les plus sensibles pour la réalisation des mesures et l'estimation des impacts des vibrations du futur tramway :

N°	ADRESSE	DISTANCE SITE/PLATEFORME	OCCUPATION	EQUIPEMENTS SENSIBLES	GEOLOGIE	SOURCES VIBRATOIRES ACTUELLES	RESEAUX D'EAU
1	134 avenue du Général de Gaulle (RD 986) à Antony	8,5 m	Pavillon	Non	Argile Verte	Faible	?
2	57 avenue de la Division Leclerc (RD 986) à Châtenay-Malabry	12,2 m	Clinique de l'Amandier	Non	Sable de Fontainebleau	Importante (TGV)	Oui
3	73 avenue de la Division Leclerc (RD 986) à Châtenay-Malabry	8,5 m	Immeuble de 4 étages (logements)	Non	Sable de Fontainebleau	Importante (TGV)	Oui
4	164 avenue de la Division Leclerc (RD 986) Châtenay-Malabry	11,8 m	Ecole Pierre Mendès France	Non	Sable de Fontainebleau	Faible	Oui
5	254 avenue de la Division Leclerc (RD 986)	18 m	Conservatoire/théâtre La Piscine	Non	Sable de Fontainebleau	Faible	Oui
6	416, avenue de la Division Leclerc (RD 986) à Châtenay-Malabry	3,5 m	Immeuble de 4 étages (bureaux)	Non	Argile à Meulière	Faible	?
7	418, avenue de la Division Leclerc (RD 986) Châtenay-Malabry	3,5 m	Hôtel Le Chateaubriand	Non	Argile à Meulière	Faible	?
8	40 rue Amédée Usséglio au Plessis-Robinson	7,1 m	Pavillon	Non	Limon des Plateaux	Faible	Non
9	Hôpital Béclère à Clamart	20 m	Bâtiment François Brenot	Gammacaméra, Scanner, Endoscopie	Limon des Plateaux	Moyen (D2)	Oui
10	109 rue du Parc à Clamart	10,5 m	Pavillon	Non	Argile à Meulière	Faible	?
11	place du Garde à Clamart	7 m	Maison forestière	Non	Sable de Fontainebleau	Faible	Non

? : aucune information concernant les réseaux.

Tableau 49. Récapitulatif des sites de mesures de vibration le long du tracé du TAC, source : étude vibratoire ME2i

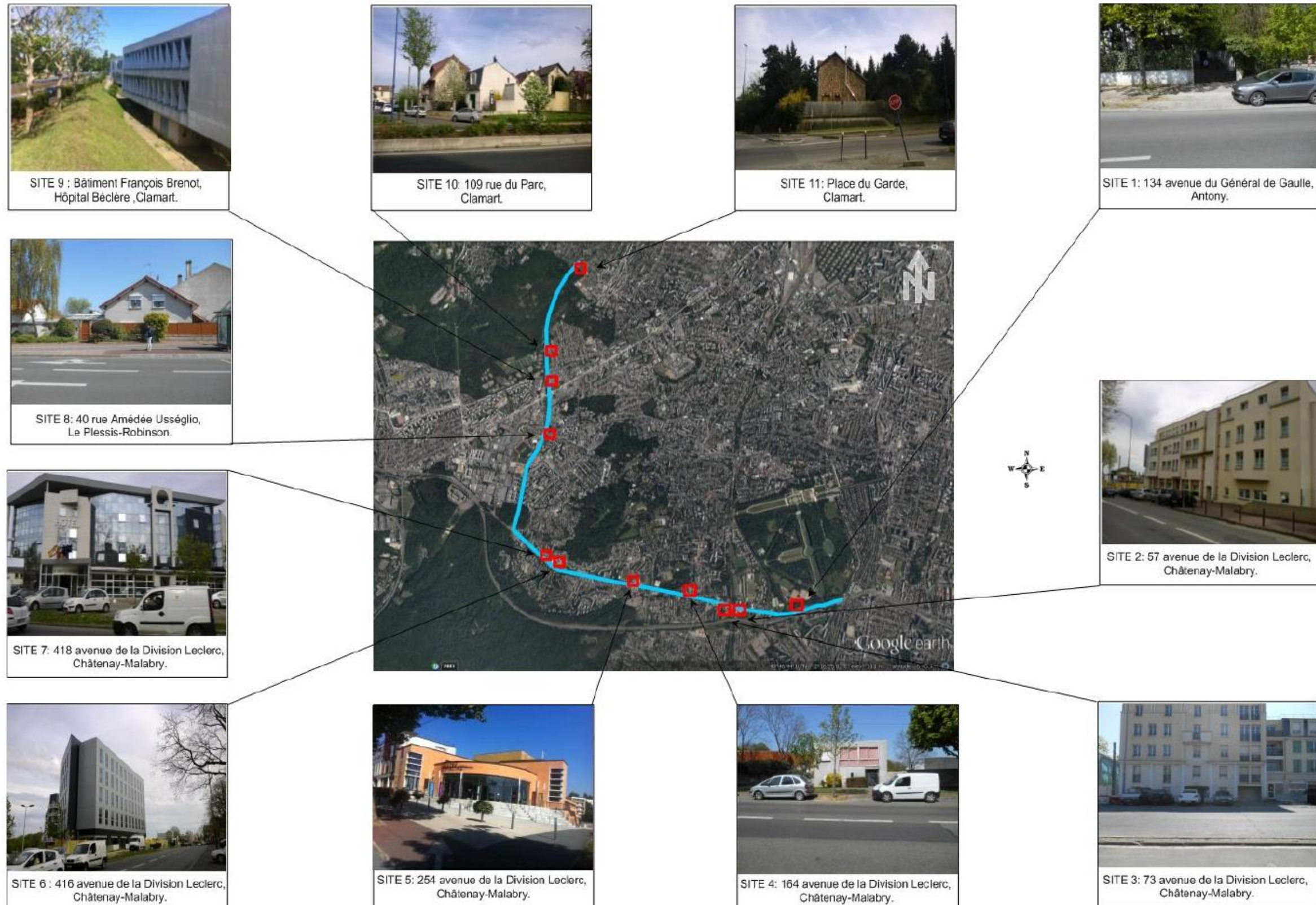


Illustration 209. Sites sensibles recensés pour les mesures de vibration sur l'ensemble du tracé T10, source : étude vibratoire ME2i

II.10.2.2.B Etape 2 - Réalisation des mesures de vibrations d'ambiance

Des mesures pour la quantification des niveaux vibratoires actuels (mesures de vibrations d'ambiance) dans les 11 constructions recensées sont réalisées. Ces mesures ont comme objectif la détermination d'une référence (état zéro) : appréciation des effets des vibrations liées à l'activité, au voisinage de chaque construction (circulation ferroviaire, routière...), en dehors des travaux et avant la mise en circulation du tramway.

Pour chaque construction étudiée, la détermination des emplacements des points de mesure se fait aux endroits les plus sensibles et en fonction de la forme de la construction à ausculter.

Pour chaque site, les mesures ont été réalisées de jour pendant une durée représentative de l'activité d'ambiance (1 heure environ).

II.10.2.2.C Résultats des mesures vibratoires

L'examen de l'ensemble des résultats obtenus permet de mettre en évidence les points suivants :

- les courbes de variation de la vitesse particulière 0-crête mettent en évidence des pics qui correspondent aux passages des véhicules lourds de type camions et bus.
- les amplitudes de vibration sont faibles et correspondent aux niveaux des vibrations d'ambiance couramment rencontrés en site urbain (comprises entre 0,015 mm/s et 0,275 mm/s). Les amplitudes maximales sont provoquées par le passage de quelques poids lourds sur la voie la plus proche du site. Ils ont une durée très limitée de quelques secondes.
- les fréquences de vibration observées sur toutes les constructions sont comprises dans la gamme allant de 3 Hz à 120 Hz, avec des fréquences principales inférieures à 15 Hz.
- pour les constructions : les amplitudes des vibrations mesurées sont largement en deçà des seuils limites (amplitude maximale égale à 0,275 mm/s pour un seuil le plus bas de 3 mm/s).
- pour les occupants des bâtiments : les amplitudes observées sont inférieures à 0,30 mm/s. Elles sont en général inférieures ou voisines du seuil de perception des vibrations par les personnes (égal à 0,15 mm/s).

Site	Lieu	Occupation	Capteur C3			Capteur C4		
			V	L	T	V	L	T
1	134, avenue du Général de Gaulle, Antony	Pavillon	0,154	0,125	0,129	-	-	-
2	57, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Clinique de l'Amandier	0,115	0,059	0,196	0,177	0,068	0,275
3	73, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Bâtiment R+4 (Logement)	0,154	0,072	0,052	-	-	-
4	164, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	École Pierre Mendès France	0,112	0,086	0,131	-	-	-
5	254, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Conservatoire/ Théâtre La Piscine	0,041	0,029	0,015	0,110	0,053	0,074
6	416, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Bâtiment R+4 (Bureau)	0,114	0,077	0,086	-	-	-
7	418, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Hôtel Le Chateaubriand	0,095	0,034	0,040	-	-	-
8	40 rue Amédée Usséglio, Le Plessis-Robinson	Pavillon	0,093	0,031	0,096	-	-	-
9	Hôpital Béclère, Clamart	Bâtiment François Brenot	0,073	0,081	0,051	0,075	0,020	0,027
10	109 rue du Parc, Clamart	Pavillon	0,081	0,048	0,130	-	-	-
11	Place du Garde, Clamart	Maison forestière	0,106	0,030	0,076	-	-	-

Illustration 210. Vibrations d'ambiance. Amplitudes maximales 0-crête de la vitesse particulière (mm/s).

Site	Lieu	Occupation	Capteur C3			Capteur C4		
			V	L	T	V	L	T
1	134, avenue du Général de Gaulle, Antony	Pavillon	[9 ; 14] 10 ; 11	[10 ; 22] 11	[9 ; 26] 11			
2	57, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Clinique de l'Amandier	[5 ; 20] 11	[3 ; 21] 6 ; 10	[5 ; 120] 6 ; 11 ; 16 ; 18	[8 ; 21] 11 ; 18	[4 ; 21] 6	[5 ; 18] 6 ; 9
3	73, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Bâtiment R+4 (Logement)	[5 ; 20] 9	[6 ; 21] 11 ; 15	[5 ; 21] 9 ; 18			
4	164, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	École Pierre Mendès France	[7 ; 20] 10 ; 18	[8 ; 20] 10 ; 18	[8 ; 19] 10 ; 18			
5	254, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Conservatoire/ Théâtre La Piscine	[5 ; 20] 9	[4 ; 24] 11	[3 ; 22] 6	[5 ; 21] 9	[7 ; 12] 6	[5 ; 13] 9
6	416, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Bâtiment R+4 (Bureau)	[6 ; 17] 10	[8 ; 36] 11	[8 ; 19] 10			
7	418, avenue de la Division Leclerc, Châtenay-Malabry	Hôtel Le Chateaubriand	[3 ; 48] 3 ; 12 ; 19 ; 26	[3 ; 31] 4 ; 11 ; 19	[3 ; 31] 4 ; 12 ; 29			
8	40 rue Amédée Usséglio, Le Plessis-Robinson	Pavillon	[9 ; 23] 10	[5 ; 20] 10	[10 ; 64] 10 ; 46			
9	Hôpital Béclère, Clamart	Bâtiment François Brenot	[4 ; 20] 6 ; 10	[3 ; 17] 5 ; 11	[8 ; 16] 10	[5 ; 32] 5 ; 12 ; 14	[3 ; 27] 6 ; 14 ; 25	[4 ; 28] 5 ; 14 ; 25
10	109 rue du Parc, Clamart	Pavillon	[2 ; 51] 3 ; 10 ; 22	[3 ; 46] 3 ; 10 ; 22	[9 ; 100] 11 ; 17			
11	Place du Garde, Clamart	Maison forestière	[3 ; 20] 4 ; 10	[4 ; 22] 4 ; 10	[4 ; 23] 5 ; 10			

Illustration 211. Vibration d'ambiance. Fréquences de vibration (Hz).

II.10.3 Qualité de l'eau

Aucun captage (y compris de captage en aval hydraulique) ne se situe dans et à proximité de l'aire d'étude et aucun périmètre de captage n'intercepte l'aire d'étude (Cf. paragraphe II.2.3.4)

II.10.4 Qualité de l'air

Source : Airparif

Une étude air et santé est réalisée dans le cadre du projet de création de la ligne de tramway entre Antony (La Croix-de-Berny) et Clamart (place du Garde). Une première campagne de mesures de la qualité de l'air a été effectuée sur la période estivale, entre le 3 et le 17 septembre 2013, puis une campagne de mesures a été réalisée sur la période hivernale, entre le 27 novembre et le 11 décembre 2013, par le bureau d'étude Iris Conseil.

Cette campagne de mesure a pour but de caractériser la qualité de l'air actuelle dans les zones concernées par l'étude. Si celle-ci représente l'essentiel des mesures qui permettent d'apprécier la qualité de l'air, il faut, cependant garder à l'esprit les contraintes et caractéristiques qui la définissent, notamment la faible durée de la campagne. Il convient de noter par ailleurs que l'exploitation des résultats des mesures est une opération délicate. En effet, les polluants étudiés ne sont pas exclusivement la conséquence des infrastructures routières (sources industrielles et agricoles).

II.10.4.1 CRITERES GENERAUX

L'Union Européenne conduit depuis plusieurs années une politique ambitieuse dans le domaine de la qualité de l'air ambiant : l'objectif affiché est d'amener la qualité de l'air à un niveau tel qu'il ne produise pas d'effet néfaste pour la santé des populations, y compris les populations les plus sensibles, et sur l'environnement.

Plusieurs textes communautaires importants ont été adoptés :

- la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe fixe un cadre général pour le contrôle de la qualité de l'air ainsi que des objectifs locaux et régionaux. Elle définit notamment un système d'évaluation communs de la qualité de l'air. Elle prévoit aussi des plans de qualité de l'air qui fixent des objectifs de qualité et prévoient des programmes de surveillance.
- une autre directive en découlant définit des valeurs en concentration à ne pas dépasser pour certains polluants :
 - Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant

Les autres axes de la réglementation communautaire sont les suivants :

- instauration de plafonds nationaux d'émissions (directive 2001/81/CE du 23 octobre 2001) pour le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les composés organiques volatils et l'ammoniac,
- révision périodique des valeurs limites d'émissions par grands secteurs industriels (grandes installations de combustion, incinération...) ou par catégorie de polluants (COV).

Les articles L. 220-1 et 2, L. 221-1 à L. 221-6, L. 224-4, L. 222-1 à L. 222-7, L. 223-1 et 2, L. 228-1 et 2, L. 224-1, 2 et 4, L. 225-1 et 2, L. 226-1 à L. 226-11 du Code de l'Environnement, relatifs à la Loi sur l'Air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 et ses décrets d'application, visent à réglementer les émissions des polluants dans l'atmosphère, à prendre en compte lors des études

d'impact les effets du projet sur la santé, les mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible compenser les dommages engendrés par le projet sur l'environnement et la santé.

Conformément à l'article L. 122-3 du Code de l'Environnement, l'étude d'impact pour le projet de Tramway T10, infrastructures de transport comprendra une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité ainsi qu'une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter.

II.10.4.2 DIFFERENTS POLLUANTS

Les principaux polluants réglementés sont :

- **les oxydes d'azote (NOx)** : les émissions d'oxydes d'azote (monoxyde d'azote + dioxyde d'azote) apparaissent dans toutes les combustions, à haute température, de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole, etc.). Le monoxyde d'azote (NO) n'est pas toxique pour l'homme aux concentrations auxquelles on le rencontre dans l'environnement, toutefois le dioxyde d'azote (NO₂) est un gaz irritant pour les bronches.

Le trafic routier est responsable de plus de la moitié des émissions de NOx (les moteurs diesel en rejettent deux fois plus que les moteurs à essence catalysés), tandis que le chauffage en est responsable de 20 %.

- **les particules en suspension (PM)** : les microparticules, de la taille du micromètre (µm, un million de fois plus petit qu'un mètre) ne sont pas visibles à l'œil nu. Ce sont celles qui sont mesurées dans l'air à travers :
 - les particules PM10, de taille inférieure à 10 µm (6 à 8 fois plus petites que l'épaisseur d'un cheveu ou de la taille d'une cellule) et qui pénètrent dans l'appareil respiratoire.
 - les particules fines ou PM2,5, inférieures ou égales à 2,5 µm (taille d'une bactérie) et qui peuvent se loger dans les ramifications les plus profondes des voies respiratoires (alvéoles).

Ces particules ont des effets sur la santé, principalement au niveau cardiovasculaire et respiratoire.

Elles ont trois origines :

- les rejets directs dans l'atmosphère : en France, les secteurs émetteurs par ordre de prédominance sont l'industrie manufacturière, le résidentiel/tertiaire, l'agriculture/sylviculture, le transport routier et les autres transports,
 - les remises en suspension des particules qui s'étaient déposées au sol sous l'action du vent ou par les véhicules le long des rues,
 - la transformation chimique de gaz : par exemple, dans certaines conditions, le dioxyde d'azote pourra se transformer en particules de nitrates et le dioxyde de soufre en sulfates,
 - ces deux dernières sources donnent lieu à des transports de particules à travers l'Europe, comme pour l'ozone. Ce sont à la fois les plus difficiles à quantifier et celles sur lesquelles il est le plus compliqué d'agir pour faire baisser les niveaux de particules dans l'air.
- **le dioxyde de soufre (SO₂)** : les émissions de dioxyde de soufre dépendent de la teneur en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon, etc.). Ce gaz irrite les muqueuses de la peau et des voies respiratoires supérieures.

A plus de 50 % il est rejeté dans l'atmosphère par les activités industrielles, dont celles liées à la production d'énergie comme les centrales thermiques. Mais il est également émis par le chauffage résidentiel, commercial ou des entreprises.

- **l'ozone (O₃)** : c'est un polluant de l'atmosphère principalement estival, dit secondaire, qui résulte de la transformation photochimique des polluants primaires tels que les oxydes d'azote (NOx, issus principalement des transports) et de composés organiques volatils (COV, émis par l'utilisation de solvants et des carburants) sous l'action des rayons ultra-violet. Lors de journées de forte chaleur, très ensoleillées et avec des conditions anticycloniques, la pollution automobile peut se transformer en pollution photo oxydante (brouillard ou smog d'ozone), avec des teneurs en ozone qui peuvent atteindre, voire dépasser, les seuils réglementaires.

Si en altitude, l'ozone est salubre pour la vie car il protège des rayonnements ultraviolets, une trop forte concentration d'ozone dans l'air que nous respirons peut provoquer des irritations oculaires dans un premier temps, puis, des problèmes respiratoires.

- **les Composés Organiques Volatils (COV)** : ils sont libérés lors de l'évaporation des carburants, par exemple lors du remplissage des réservoirs, ou par les gaz d'échappement. Ils provoquent des irritations et une diminution de la capacité respiratoire, et certains composés sont considérés comme cancérigènes comme le benzo(a)pyrène. Plusieurs familles de polluants font partie des COV :
 - les BTEX (benzène, toluène, éthyl benzène, m+p xylène et ortho xylène), autrement appelés HAM (Hydrocarbures aromatiques monocycliques),
 - les HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques), notamment le benzo(a)pyrène,
 - les aldéhydes, dont le formaldéhyde, polluant principalement relevé en air intérieur.

Les COV sont émis par le trafic automobile, par les processus industriels, par le secteur résidentiel, par l'usage domestique de solvants, mais également par la végétation.

Le monoxyde de carbone (CO) : Les émissions de monoxyde de carbone sont liées à des combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois), elles proviennent majoritairement des gaz d'échappement des véhicules. A fortes teneurs, le monoxyde de carbone peut provoquer des intoxications. En concentration élevée, il peut se fixer sur l'hémoglobine et se substituer à l'oxygène, ce qui arrête la circulation du sang et donc l'oxygénation des cellules.

- **les métaux lourds** : cette famille comprend le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Les métaux proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels.

Depuis sa suppression en 2000, l'essence plombée ne génère plus de pollution de l'air.

Les critères nationaux d'évaluation sont définis aux articles R221-1 et suivants du Code de l'Environnement (codifiant le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites). L'arrêté du 17 août 1998 fixe également des valeurs de référence concernant les seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte.

Les **objectifs de qualité** correspondent à un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

Les valeurs limites se définissent comme un niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé ou l'environnement.

Les seuils d'alerte sont un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation pour l'environnement, à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

Enfin, **un seuil d'information** a été défini à un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère dont le dépassement engendre des effets limités et transitoires sur la santé de catégories de la population particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée. Les principales valeurs de référence nationales et européennes sont présentées dans le tableau suivant (Source : Art. R221-1 du Code de l'Environnement).

POLLUANTS	OBJECTIFS DE QUALITÉ	VALEURS LIMITES POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE	SEUIL D'ALERTE	SEUIL D'INFORMATION
Dioxyde d'azote (NO ₂)	40 µg/m ³ : moyenne annuelle Niveau critique annuel pour la protection de la végétation : 30 µg/m ³ d'Oxydes d'azote	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ En moyenne horaire : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an	400 µg/m ³ moyenne horaire, dépassé pendant 3 h consécutives 200 µg/m ³ : moyenne horaire pour le jour J si dépassement de ce seuil à J-1 et risque pour J+1	200 µg/m ³ : moyenne horaire
Particules (PM10)	30 µg/m ³ : moyenne annuelle	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ en 2005 En moyenne journalière : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par an	80 µg/m ³ : moyenne journalière	50 µg/m ³ : moyenne journalière
Particules (PM2,5)	10 µg/m ³ : En moyenne annuelle.	En moyenne annuelle : 25 µg/m ³ en 2014 et 2015.	-	-
Ozone (O ₃)	Seuil de protection de la santé, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m ³ pendant une année civile. Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m ³ .h	Valeur cibles : Seuil de protection de la santé : 120 µg/m ³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est applicable à compter de 2010. Seuil de protection de la végétation : AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m ³ .h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est applicable à compter de 2010	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m ³ sur 1 heure Seuil d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m ³ dépassé pendant trois heures consécutives 2ème seuil : 300 µg/m ³ dépassé pendant 3 heures consécutives 3ème seuil : 360 µg/m ³ en moyenne horaire	180 µg/m ³ : moyenne horaire
Dioxyde de soufre (SO ₂)	50 µg/m ³ : moyenne annuelle.	En moyenne annuelle et en moyenne hivernale (pour la végétation) : 20 µg/m ³ En moyenne journalière : 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 fois par an. En moyenne horaire : 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 fois par an	500 µg/m ³ : moyenne horaire, dépassé pendant trois heures consécutives	300 µg/m ³ : moyenne horaire
Plomb (Pb)	0,25 µg/m ³ : moyenne annuelle.	En moyenne annuelle : 0,5 µg/m ³	-	-
Monoxyde de carbone (CO)	-	En moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m ³	-	-
Benzène	2 µg/m ³ : moyenne annuelle.	En moyenne annuelle : 5 µg/m ³ à partir de 2010	-	-

AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 ppb ou partie par milliard) et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures.

Tableau 50. Valeur des seuils d'alerte concernant la qualité de l'air, sources : décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010, arrêté du 17 août 1998

II.10.4.3 QUALITE DE L'AIR DANS LES HAUTS-DE-SEINE

Dans les Hauts-de-Seine, pour le dioxyde de carbone, la valeur limite annuelle est dépassée en proximité du trafic routier sur les trois sites de mesure du département (RD 7 à Courbevoie, RN 20 à Montrouge, RD 910 à Sèvres) ainsi que sur la station de fond de Neuilly-sur-Seine. Cette valeur est dépassée dans tous les départements en situation de proximité, et sur certaines stations de fond à Paris. Les niveaux des Hauts-de-Seine sont comparables aux niveaux parisiens, et supérieurs à la moyenne de l'agglomération parisienne.

Pour les PM10, les PM 2,5 et le benzène, les seuils réglementaires ne sont dépassés qu'en situation de proximité au trafic. Le seuil de la valeur limite journalière en PM10 est cependant atteint sur une des stations de fond du département.

Les niveaux d'ozone dépassent les objectifs de qualité, mais pas les valeurs cibles. Ces dépassements sont généralisés à l'ensemble de la région.

Les autres polluants (SO₂...) ont des niveaux très inférieurs aux seuils réglementaires, dans les Hauts-de-Seine.

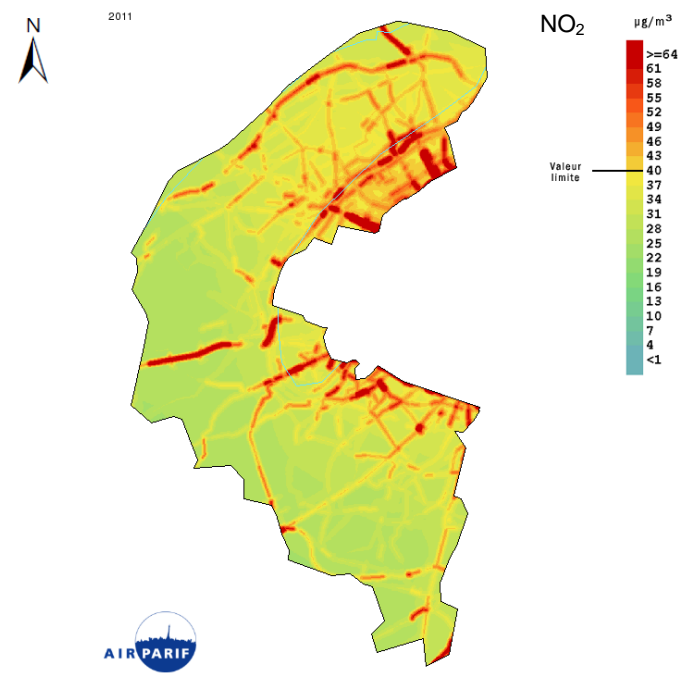
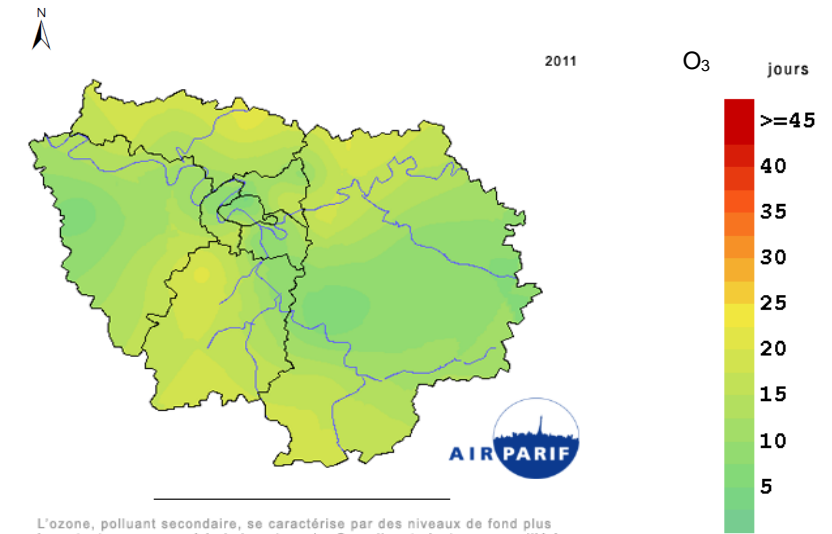


Illustration 212. Carte du niveau moyen annuel de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2011 sur les Hauts-de-Seine, source : Airparif



L'ozone, polluant secondaire, se caractérise par des niveaux de fond plus importants en zones périurbaine et rurale. Ce polluant n'est pas surveillé à proximité immédiate du trafic routier, les teneurs y étant faibles en raison de transformations chimiques. Pour bien illustrer ce comportement spatial de l'ozone, les cartes sont présentées à l'échelle régionale.

Illustration 214. Carte du niveau moyen annuel de O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2011 sur l'Ile-de-France, source : Airparif

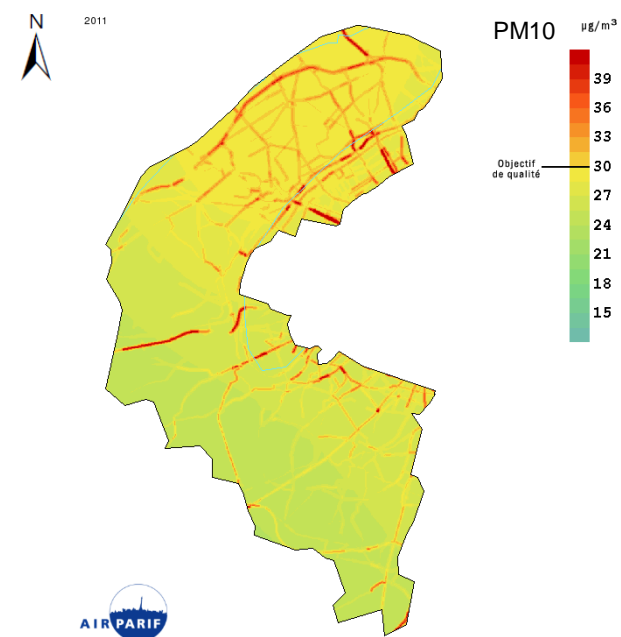


Illustration 213. Carte du niveau moyen annuel de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2011 sur les Hauts-de-Seine, source : Airparif

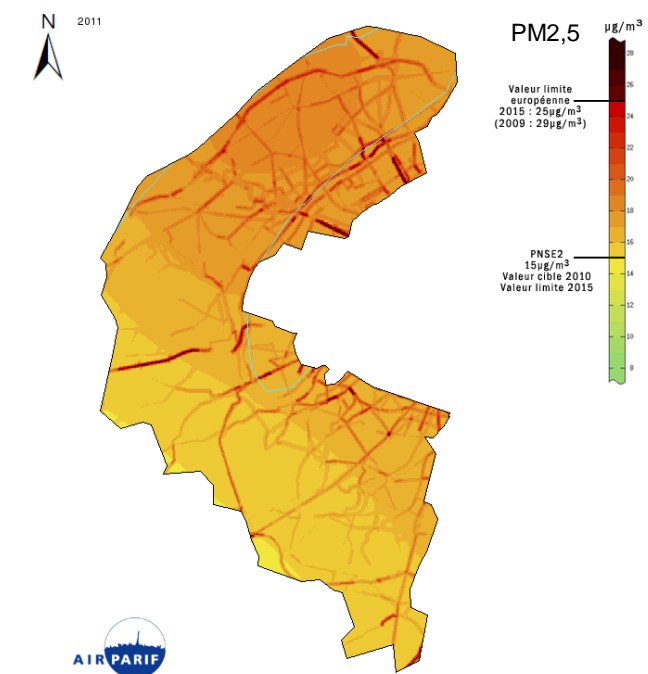


Illustration 215. Carte du niveau moyen annuel de $\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2011 sur les Hauts-de-Seine, source : Airparif

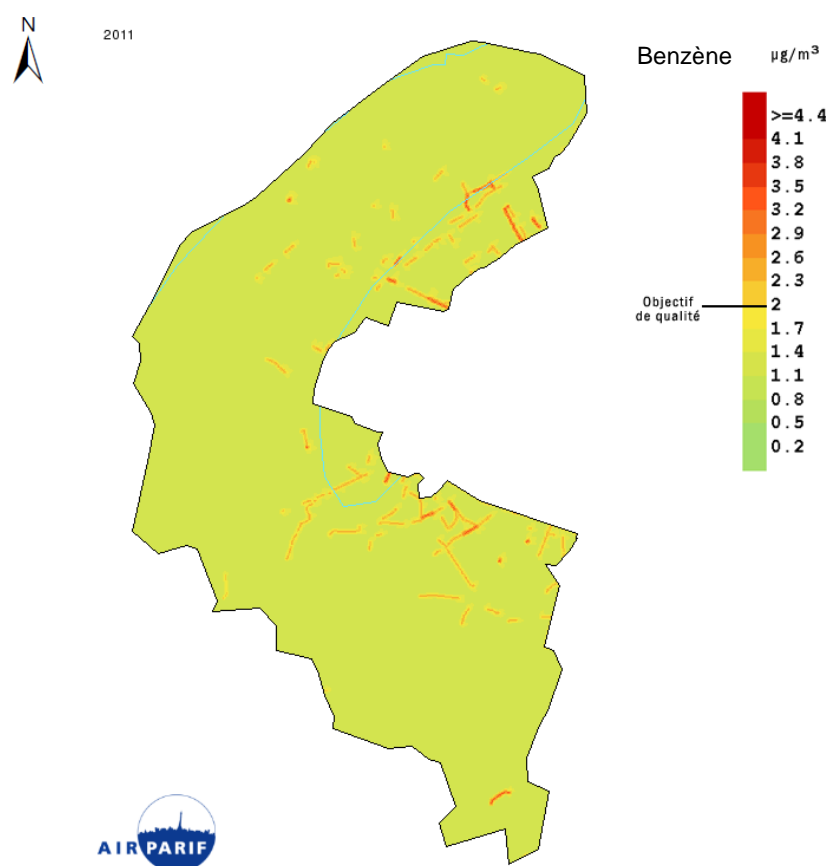


Illustration 216. Carte du niveau moyen annuel de PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2011 sur les Hauts-de-Seine, source : Airparif

II.10.4.4 PLANS DE MAITRISE DE LA QUALITE DE L'AIR

La loi sur l'air et sur l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE), loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air (codifiée aux articles L. 220-1 et suivants du Code de l'Environnement), a rendu obligatoire pour la région Ile-de-France l'élaboration de trois documents :

- le Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA), remplacé par le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) créé par la Loi Grenelle 2 (loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010),
- le Plan de Déplacements Urbains (traité dans le chapitre II.7.1.2),
- le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA),

Le SRCAE vaut schéma régional des énergies renouvelables prévu par l'article 19 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009, dite Grenelle 1. Il est décrit comme un document d'orientation, non prescriptif, qui fixe 17 objectifs et 58 orientations stratégiques pour le territoire régional en matière de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de la qualité de l'air, de développement des énergies renouvelables et d'adaptation aux effets du changement climatique. Le SRCAE d'Ile-de-France a été approuvé par le Conseil Régional le 23 novembre 2012 et arrêté par le préfet de la région Ile-de-France le 14 décembre 2012.

Le PPA et le PDU d'Ile-de-France permettent de définir des objectifs et des seuils à respecter, afin de réduire significativement les émissions polluantes.

Le PPA, dont la révision a été approuvée par arrêté inter-préfectoral le 25 mars 2013, se compose de mesures réglementaires et d'actions incitatives, dans l'objectif d'agir sur tous les secteurs responsables d'émissions polluantes en Ile-de-France afin de rendre possible un retour de la région sous les seuils réglementaires de pollution atmosphérique à l'horizon 2020.

Le PCET, quant à lui, est un projet territorial de développement durable dont la finalité première est la lutte contre le changement climatique, il est compatible avec le SRCAE et constitue un cadre d'engagement pour le territoire. Le PCET vise deux objectifs :

- l'atténuation, il s'agit de limiter l'impact du territoire sur le climat en réduisant les émissions de gaz à effet de serre dans la perspective du facteur 4 (diviser par 4 ces émissions d'ici 2050),
- l'adaptation, il s'agit de réduire la vulnérabilité du territoire puisqu'il est désormais établi que les impacts du changement climatique ne pourront plus être intégralement évités.

Le Plan Climat Energie Territorial (PCET) des Hauts-de-Seine est en cours d'élaboration donc non validé, un avant-projet du document a été réalisé.

II.10.4.5 ETUDE AIR

L'approche méthodologique de l'étude air réalisée entre le 3 et 17 septembre 2013 et le 27 novembre et le 11 décembre 2013 est détaillée dans le chapitre 8 de l'étude d'impact.

Au regard de la densité de population maximale (supérieure à 10 000 habitants par km^2) et du trafic (supérieur à 25 000 véhicules par jour), le type d'étude est de niveau I.

II.10.4.5.A Mesures de l'air

II.10.4.5.A.a Campagne de mesures in situ

Le dioxyde d'azote (NO_2) et les hydrocarbures aromatiques monocycliques dits BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène) s'avèrent être de bons indicateurs de la pollution automobile. Ils ont été mesurés sur une période de deux semaines à l'aide d'échantillonneurs passifs (ou tubes à diffusion passive).

La méthode d'échantillonnage par diffusion passive repose sur le prélèvement spécifique des polluants gazeux au moyen de tubes sélectifs. Ils sont placés à l'air libre sur une période d'exposition variable. La vitesse de captation est contrôlée par diffusion à travers une membrane. La masse de polluants prélevés, mesurée à l'analyse, est corrélée au gradient de concentration dans la zone de diffusion.

II.10.4.5.A.b Matériels et méthodes

Les tubes à diffusion ont été fournis et analysés par le laboratoire PASSAM AG (accrédité ISO/IEC 17025).

Les échantillonneurs sont placés dans des boîtes supports afin de les préserver des intempéries et de diminuer l'influence du vent.

Deux types de tubes ont été utilisés pour mesurer respectivement les concentrations en dioxyde d'azote et en Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène (BTEX).

II.10.4.5.A.c Tubes passifs à NO_2

Ce sont des tubes en polypropylène de 7,4 cm de longueur et de 9,5 mm de diamètre, exposés à l'air ambiant. Leur fonctionnement repose sur la diffusion passive des molécules de dioxyde d'azote sur un absorbant, le triéthanolamine (TEA). La quantité de NO_2 absorbée est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant.

Après exposition, le NO₂ est extrait et dosé par colorimétrie selon une variante de la réaction Gries Saltzman (ISO 6768, 1985). Cette méthode fournit des estimations des concentrations assez précises, avec une erreur relative de 25 % en moyenne pour des niveaux entre 20 et 40 µg/m³ et une limite de détection de 0,64 µg/m³ pour une exposition de 14 jours.

II.10.4.5.A.d Tubes passifs à BTEX

Ce sont des tubes de verre ouverts aux extrémités, contenant du tétrachloroéthylène, absorbant efficace des BTEX. Après exposition, les BTEX sont extraits au sulfure de carbone et dosés par chromatographie en phase gazeuse. Cette méthode fournit des estimations moyennes des concentrations, avec une erreur relative de 32 % en moyenne pour des niveaux entre 1 et 5 µg/m³ et une limite de détection de 0,4 µg/m³ pour une exposition de 14 jours.

II.10.4.5.A.e Localisation des points de mesure

Dans le cadre du projet de création du Tramway T10, deux campagnes de mesure de la qualité de l'air ont été réalisées :

- une campagne de mesure air pour la période d'été réalisée sur 15 jours entre le 3 et 17 septembre 2013.
- une deuxième campagne de mesure air pour la période d'hiver réalisée sur 15 jours entre le 27 novembre et le 11 décembre 2013.

Le dispositif de mesure est composé de 45 sites. Chaque site comporte 2 tubes de dioxyde d'azote NO₂. Parmi les 45 sites, 15 sites incluent un tube de BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylène). Les emplacements des points de mesures sont les mêmes pour les deux campagnes (hivernale et estivale) ainsi que le mode opératoire.

Les cartes suivantes présentent la localisation des points de mesures des polluants atmosphériques.

Il existe différents types de mesures :

- point site sensible : mesure effectuée à proximité écoles, petites enfance, établissements de santé et maisons de retraite, établissements sportif,
- point trafic : mesure effectuée à proximité d'un axe routier (-5m bord du chaussée),
- point de fond : mesure effectuée loin de toute source de pollution.

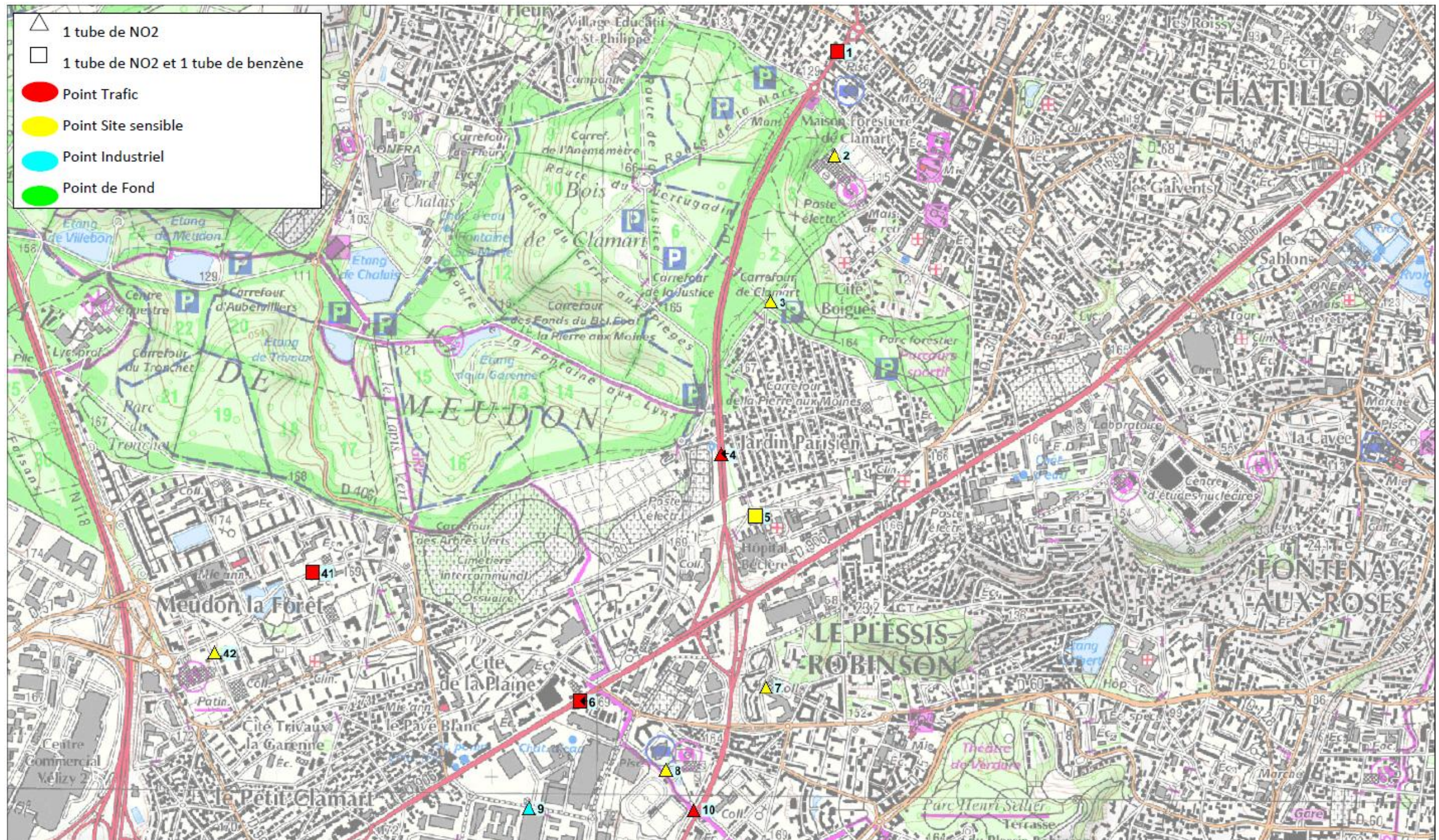


Illustration 217. Localisation des points de mesure de l'air (1/2), source : étude Air Iris Conseil

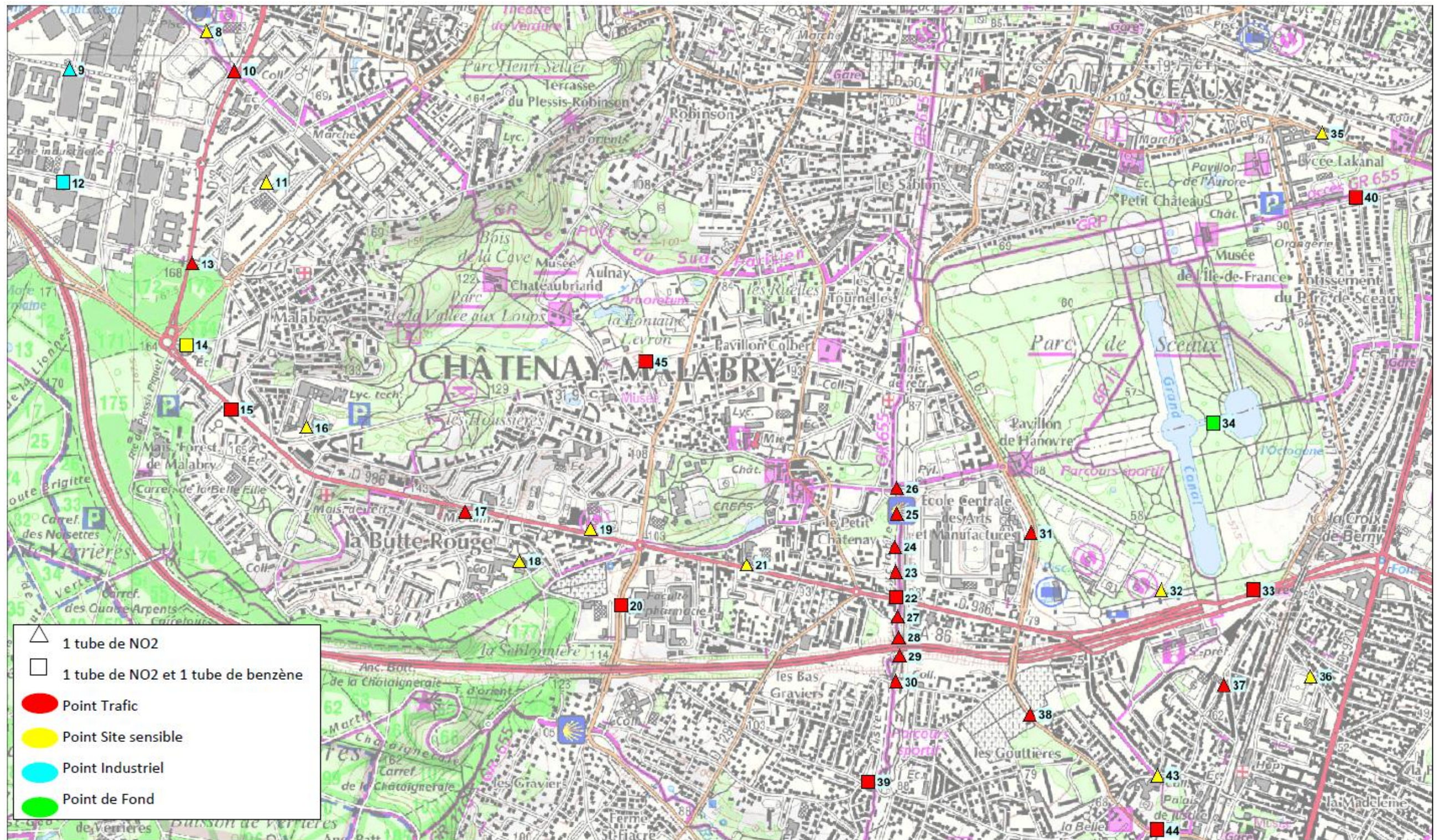


Illustration 218. Localisation des points de mesure de l'air (2/2), source : étude Air Iris Conseil

II.10.4.5.B Bilan des mesures d'air

Les résultats des concentrations de dioxyde d'azote et de benzène mesurées in situ pour les campagnes de mesure hivernale et estivale sont présentés sur les Illustration 223 et Illustration 224.

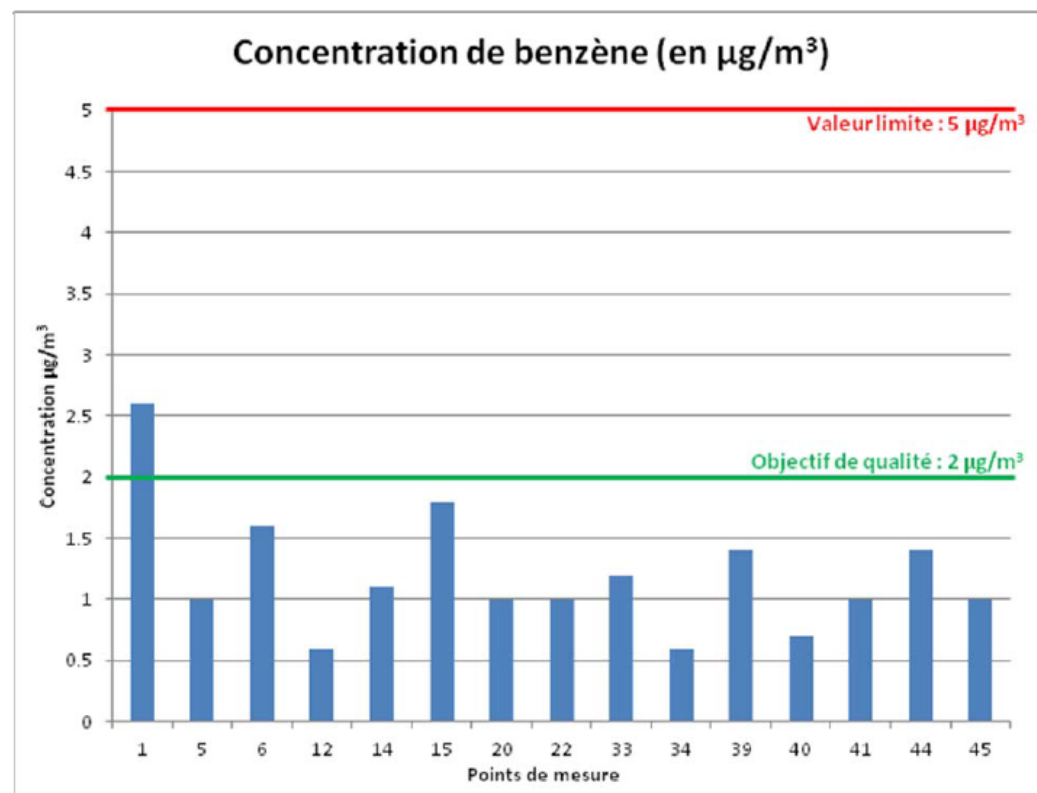
II.10.4.5.B.a Bilan de la campagne de mesure été

Les conditions météorologiques observées sur la période de mesure sont conformes aux conditions saisonnières attendues.

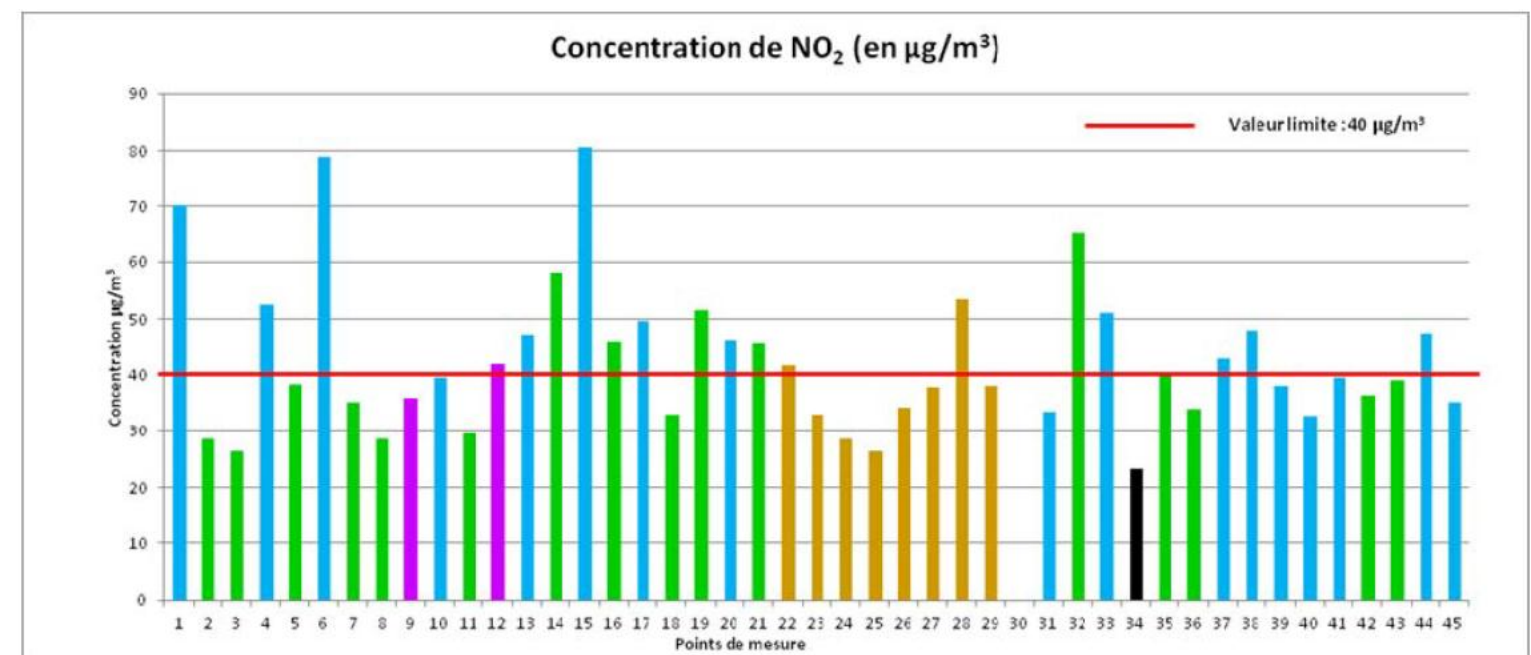
Les concentrations relevées par analyse des tubes passifs lors de cette campagne montrent, dans le cas du dioxyde d'azote, pour 19 points de mesures, les concentrations de NO₂ obtenues dépassent le seuil réglementaire fixé à 40.0 µg/m³. La concentration moyenne relevée pour l'ensemble des points est de 42,3 µg/m³ : **cette moyenne est supérieure au seuil réglementaire.**

La valeur limite et l'objectif de qualité sont dépassés sur la plupart des grands axes routiers (RD 2, RD 986, RD 63...).

Les mesures de concentrations en benzène ne révèlent pas de dépassement de la valeur limite de 5 µg/m³. Seul le point numéro situé place du Garde à Clamart dépasse le seuil de qualité fixé à 2 µg/m³.



*La boîte du site numéro 41 n'a pas été retrouvée



*La boîte du site numéro 30 n'a pas été retrouvée

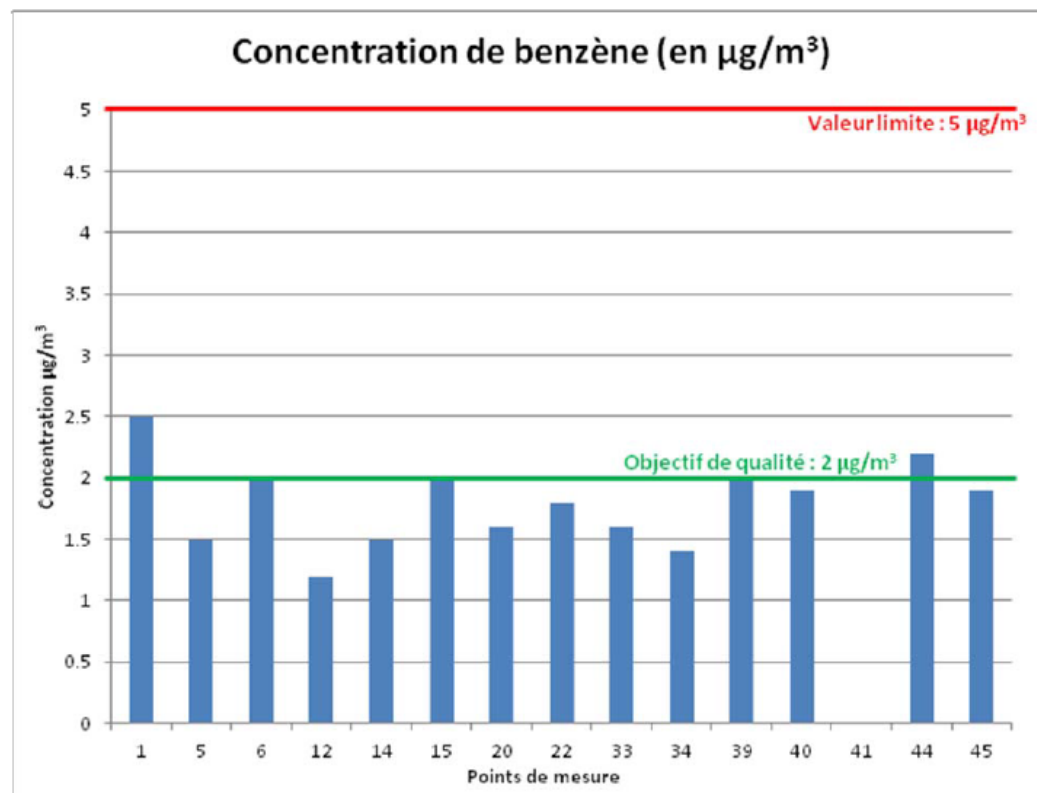
Illustration 219. Graphique des résultats des concentrations de benzène mesurées in situ, pour la campagne de mesure été, source : étude air Iris Conseil

Illustration 220. Graphique des résultats des concentrations de dioxyde d'azote mesurées in situ pour la campagne été, source : étude air Iris Conseil

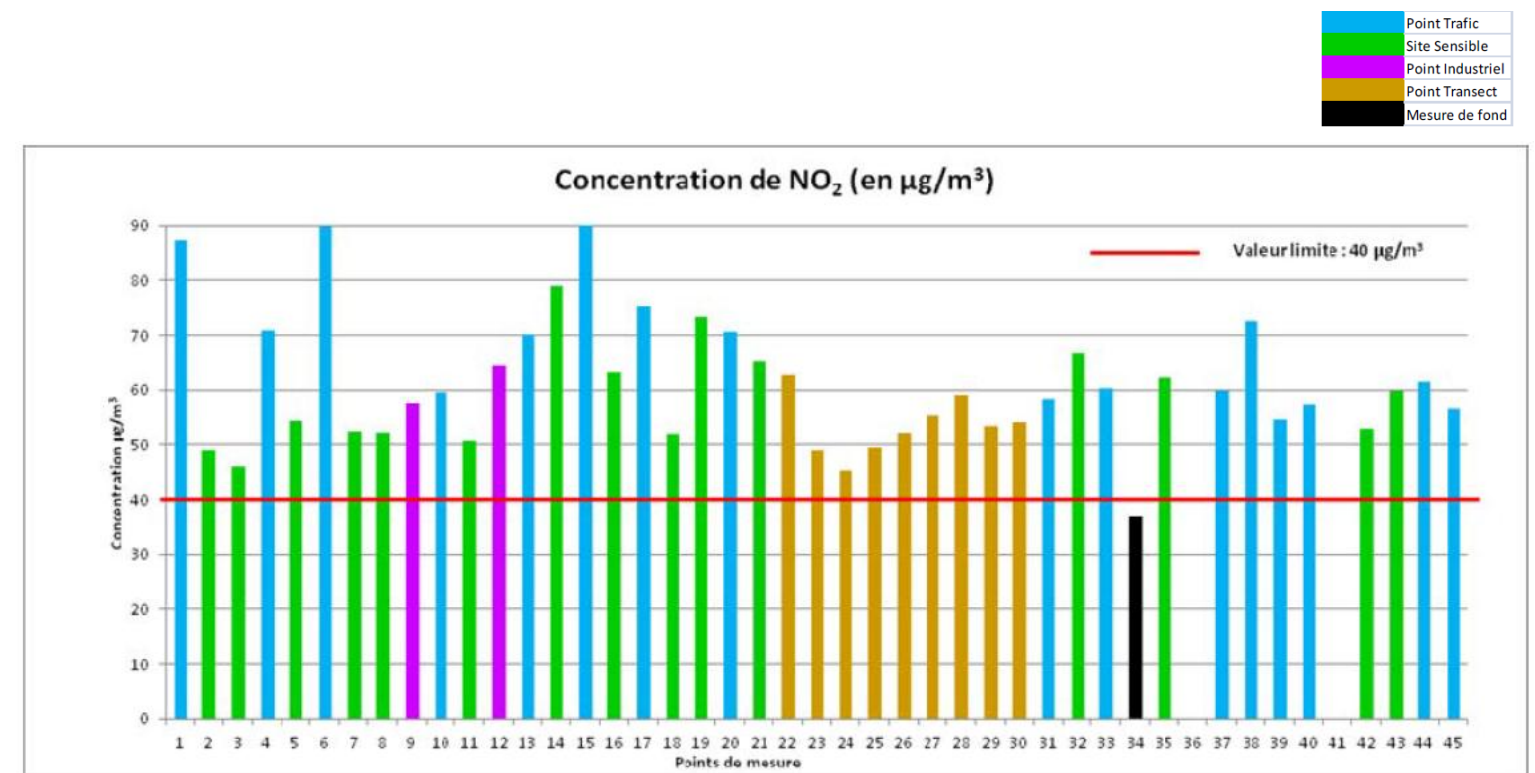
II.10.4.5.B.b Bilan de la campagne de mesure hiver

Concernant le dioxyde de carbone, pour la totalité des points de mesure, les concentrations obtenues dépassent le seuil réglementaire fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La moyenne des concentrations relevées est de $60,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$: cette valeur est **nettement supérieure au seuil réglementaire**. Seul le point situé au centre du Domaine départemental de Sceaux correspondant à la mesure de pollution de fond **est inférieur au seuil réglementaire** avec une mesure indiquant une concentration de $36,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans le cas du benzène, les mesures de concentrations en benzène ne révèlent pas de dépassement de la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Néanmoins, on observe une concentration supérieure ou égale au seuil de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les points situés à la place du Garde et à Antony-RER B. La moyenne des concentrations en benzène est de $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



*La boîte du site numéro 41 n'a pas été retrouvée



*Les boîtes des sites numéros 36 et 41 n'ont pas été retrouvées

Illustration 221. Graphique des résultats des concentrations de benzène mesurées in situ pour la campagne de mesure hiver, source : étude air Iris Conseil

Illustration 222. Graphique des résultats des concentrations de dioxyde d'azote mesurées in situ pour la campagne de mesure hiver, source : étude air Iris Conseil

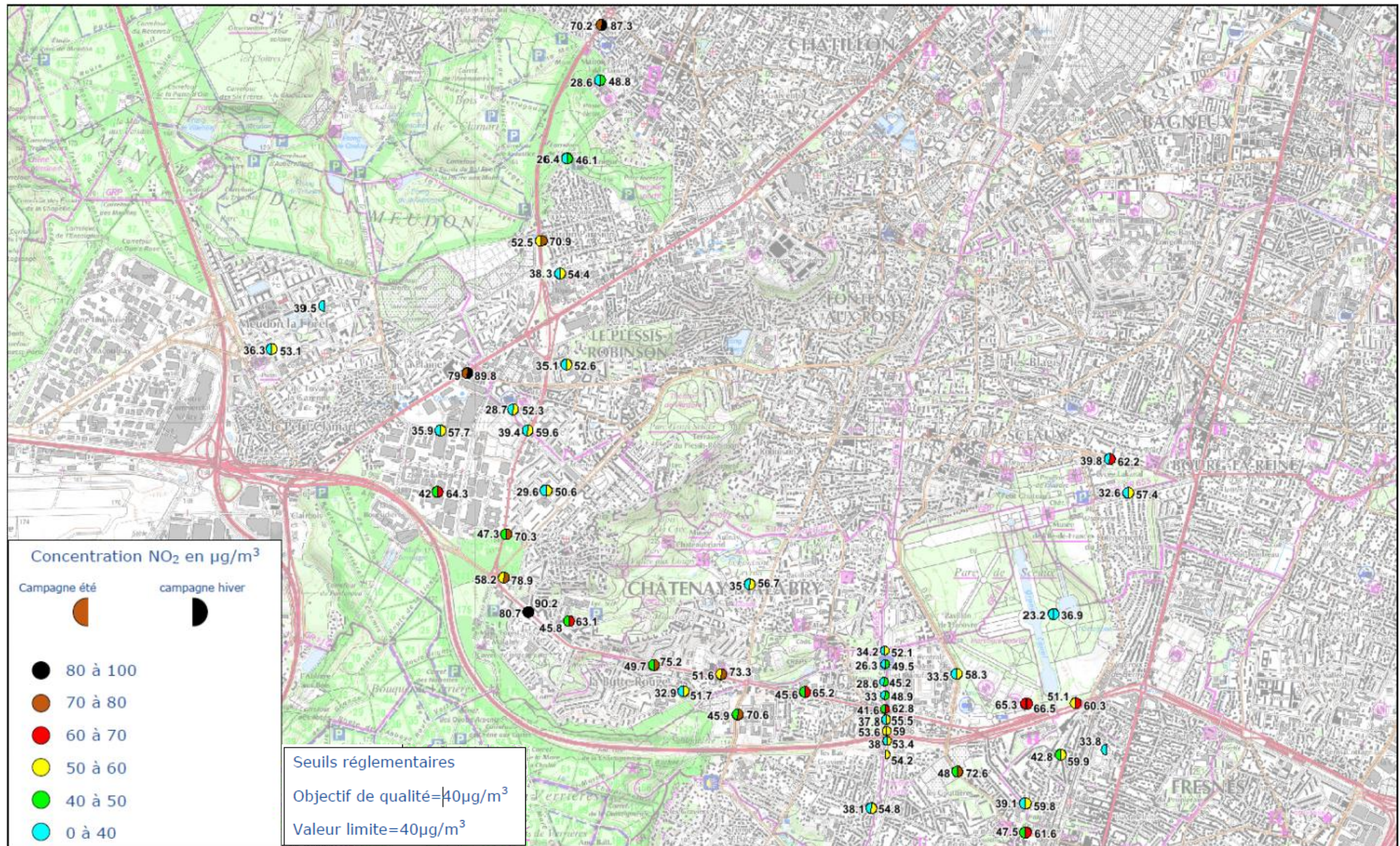


Illustration 223. Concentrations de dioxyde d'azote mesurées in situ pour les campagnes de mesure hivernale et estivale, source : étude Air Iris Conseil

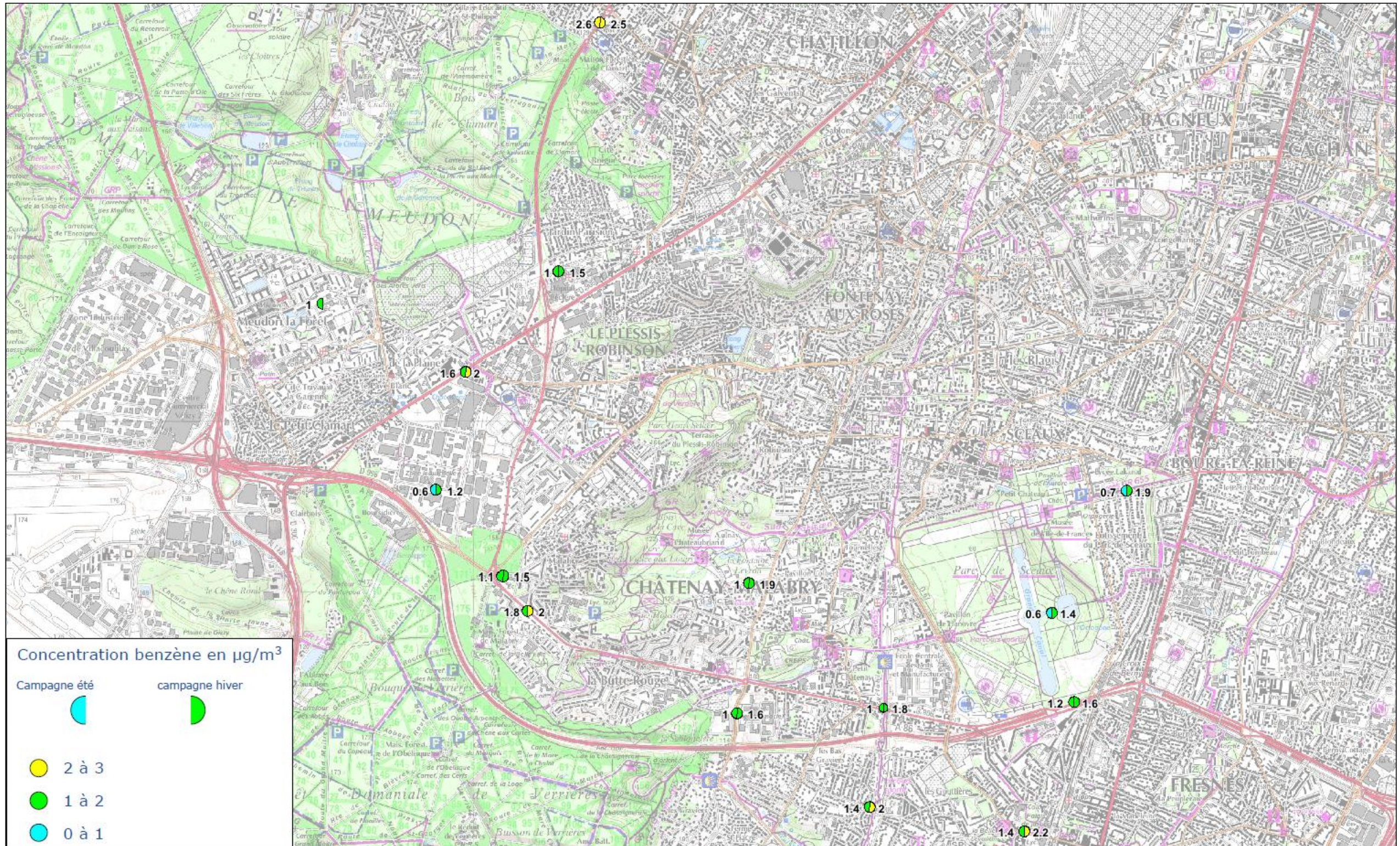


Illustration 224.

Concentrations de benzène mesurées in situ pour les campagnes de mesure hivernale et estivale, source : étude Air Iris Conseil

II.10.4.5.B.c Comparaison des campagnes hivernale et estivale

Concernant le dioxyde d'azote, la comparaison des résultats de la campagne hiver à ceux de la campagne été montre une augmentation des concentrations.

En effet, la moyenne des concentrations mesurées a augmenté de $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit un accroissement de 44 % par rapport à la campagne été.

De même, la concentration de la pollution de fond a accru de $13,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit une progression de 59 % par rapport à la campagne estivale.

Cette élévation de la concentration en hiver s'explique principalement par le chauffage résidentiel et tertiaire. Toutes combustions (bois et énergies fossiles) sont des sources d'émission de dioxyde d'azote.

Concernant le benzène, la comparaison des résultats de la campagne hiver à ceux de la campagne été montre une augmentation des concentrations.

En effet, la moyenne des concentrations mesurées a augmenté de $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit un accroissement de 50 % par rapport à la campagne été.

De même, la concentration de la pollution de fond a accru de $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit une progression de 133 % par rapport à la campagne estivale.

Cette élévation de la concentration en hiver s'explique principalement par le chauffage résidentiel et tertiaire. La combustion du bois et d'énergies fossiles est une source d'émission de benzène.

Les résultats des campagnes de mesures in situ (NO_2 et benzène) sont supérieurs aux données Airparif (Cf. paragraphe II.10.4.3). Cette différence peut s'expliquer par le fait que les résultats d'Airparif proviennent d'une modélisation réalisée sur tout le département à partir d'hypothèses de trafic en moyenne annuelle. Alors que les résultats des mesures sont des données terrain obtenues sur une période relativement courte (15 jours). Les résultats Airparif et les mesures in situ ne sont pas comparables. Les cartes Airparif donnent des ordres d'idée en termes de concentration sur un large secteur ; tandis que les mesures sur site donnent des résultats représentatifs du secteur étudié à une période donnée.

II.10.4.6 BILAN CARBONE

Une évaluation carbone pour le projet de Tramway T10 est réalisée, sur la base des éléments disponibles à ce stade des études du projet. La méthode et les résultats sont présentés respectivement dans les chapitres 8 « Méthodes utilisées » et 10 « Chapitre spécifique aux infrastructures de transport ».

II.10.5 Risque amiante

L'exposition au risque amiante persiste lors de travaux de maintenance ou de rénovation de voirie ou dans des sites industriels.

L'amiante a principalement été incorporé sous forme d'amiante-ciment (conduits, plaques ondulées, ardoises...) et dans des liants (colles, peintures, joints...) (Cf. paragraphe II.6.3.4)

Toute intervention sur ces matériaux peut émettre des poussières dangereuses. Inhalées, elles peuvent se déposer au fond des poumons et provoquer des maladies respiratoires graves : plaques pleurales, fibroses pleurales, asbestose, voire un cancer des poumons ou de la plèvre (mésothéliome). Certaines maladies peuvent survenir après de faibles expositions, mais la répétition de l'exposition augmente la probabilité de tomber malade. Les effets sur la santé d'une exposition à l'amiante surviennent souvent plusieurs années, voire dizaine d'années, après le début de l'exposition.

Des sondages ont mis en évidence la présence d'amiante en plusieurs points de la voirie de l'aire d'étude (Cf. paragraphe II.6.3.4).

II.10.6 Pollutions lumineuses

II.10.6.1 EMISSIONS LUMINEUSES ET REGLEMENTATION

II.10.6.1.A Des émissions lumineuses à la pollution lumineuse

II.10.6.1.A.a Définition

Le terme «d'émissions lumineuses» stricto sensu représente la luminosité générée par plusieurs sources d'énergies d'origine anthropique.

La notion de «pollution lumineuse» a été introduite du fait d'une dégradation rapide de l'environnement nocturne. Il s'agit de l'excès d'éclairage artificiel visible en extérieur.

Cette lumière artificielle, de plus en plus utilisée notamment pour mettre en valeur les villes, est remise en question à cause des effets qu'elle engendre notamment le gaspillage d'énergie et la perte de la visibilité du ciel avec la présence de «halo lumineux» autour des villes ou des grands centres commerciaux.

Les études réalisées démontrent que 20 % de la planète subit une pollution lumineuse. Le halo lumineux en Europe augmente de 5 % par an.

II.10.6.1.A.b Origines du phénomène

L'origine de la pollution lumineuse repose essentiellement sur la présence et le choix des éclairages artificiels. La recherche de prestige d'une ville mettant en lumière un maximum de bâtiments ou de sites, la recherche d'esthétisme au détriment de l'efficacité, la création d'un sentiment de sécurité sont autant de raisons pour lesquelles l'éclairage artificiel est utilisé.

II.10.6.1.A.c Causes

La pollution lumineuse est principalement le résultat d'un facteur naturel conjugué à un phénomène artificiel. La lumière est réfléchiée par le sol et les bâtiments puis diffusée par les gouttes d'eau, les particules de poussières et les aérosols en suspension dans l'atmosphère.

La pollution lumineuse est ainsi amplifiée par les conditions naturelles telles que l'humidité ou la présence de surface réfléchissantes (glace ou la neige par exemple). Elle peut aussi être accentuée par la présence de polluants : microparticules des gaz d'échappement.

II.10.6.1.A.d Conséquences

Plusieurs types de conséquences ont été identifiés.

- Sur la santé humaine

Le phénomène de lumière intrusive est clairement souligné. Il s'agit d'une mauvaise maîtrise de la lumière engendrant une fuite de celle-ci vers des zones inutilement éclairées. Cette nuisance génère des perturbations sur le sommeil et la santé des occupants d'une pièce concernée par la lumière intrusive (Cf. illustration ci-dessous).

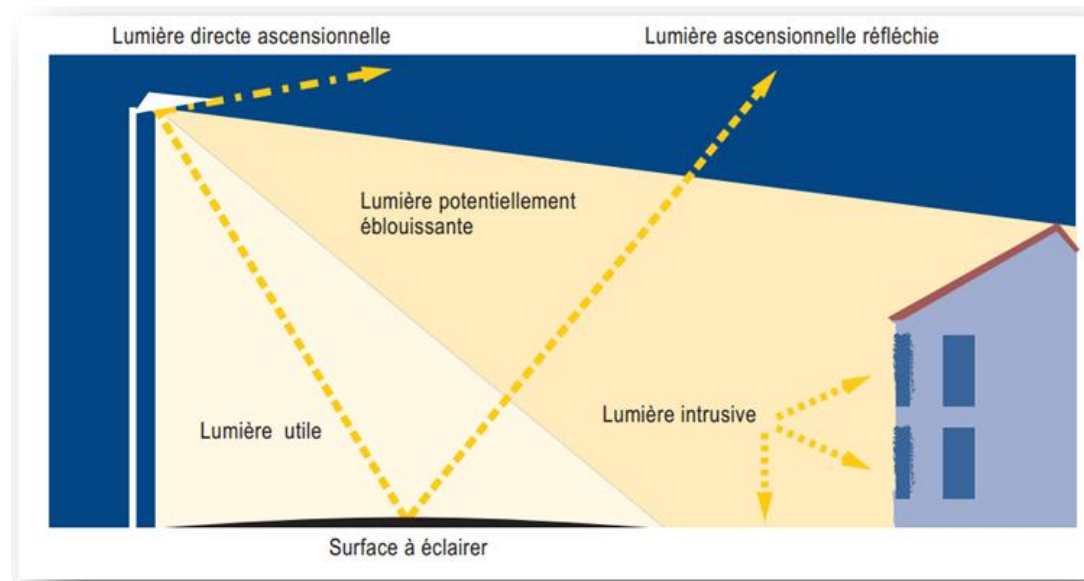


Illustration 225. La lumière intrusive, source : anpcen

- Sur la faune et la flore

La pollution lumineuse affecte les équilibres des écosystèmes et perturbe ainsi la chaîne alimentaire.

Les insectes (qui représentent 80 % des espèces animales) sont attirés par la lumière jusqu'à une distance de 500 mètres. Une étude réalisée dans le Nord de la France a permis de constater qu'après 2 ans de fonctionnement continu, un point d'éclairage éliminait la quasi-totalité des insectes nocturnes dans un périmètre de 200 mètres par épuisement, prédation ou désertion (étude du Conseil régional Nord Pas de Calais).

Le problème de repérage dans l'espace et le temps est reconnu chez les oiseaux notamment pour les oiseaux migrateurs dont le sens d'orientation est perturbé. Les conséquences sur la faune seront variables en fonction des capacités de résistance des espèces.

- Autres secteurs concernés

La pollution lumineuse engendre des conséquences sur d'autres domaines tels que :

- l'économie : l'éclairage artificiel a un coût qui est porté par les collectivités locales,
- l'astronomie : par la perte de visibilité du ciel,
- le réchauffement climatique : indirectement la production d'éclairage artificiel engendre une augmentation des émissions de CO2 (production hydroélectrique / nucléaire).

II.10.6.1.B Réglementation

Source : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

La problématique de la pollution lumineuse a été prise en compte par les pouvoirs publics français dès 2007. L'article 41 de la loi Grenelle 1 qui décline les 4 grands objectifs de la loi énonce que :

«Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou

empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation.»

Cette notion est reprise dans l'article 173 de la loi Grenelle 2. Il détaille la manière selon laquelle ces objectifs peuvent être atteints et a inscrit la prévention des nuisances lumineuses dans le code de l'environnement. Ainsi, en 2011, le décret n° 2011-831 du 12 juillet relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses a été approuvé. Un chapitre spécifique aux nuisances lumineuses a été ajouté dans la partie réglementaire du code de l'environnement regroupé dans les articles R. 583-1 à R. 583-7.

La réglementation précise que pour réduire les dangers ou troubles excessifs aux personnes et à l'environnement causés par les émissions de lumière artificielle et limiter des consommations d'énergie, des prescriptions peuvent être imposées, pour réduire ces émissions sans compromettre les objectifs de sécurité.

Les prescriptions techniques sont définies en fonction de l'implantation des installations lumineuses et sont relatives aux niveaux d'éclairage, puissances lumineuses ... Elles peuvent s'appliquer sur les installations électriques suivantes :

éclairage extérieur destiné à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens et le confort des usagers sur l'espace public ou privé, en particulier la voirie, à l'exclusion des dispositifs d'éclairage et de signalisation des véhicules,

- éclairage de mise en valeur du patrimoine, tel que défini à l'article L. 1 du code du patrimoine, du cadre bâti, ainsi que des parcs et jardins,
- éclairage des bâtiments, recouvrant à la fois l'illumination des façades des bâtiments et l'éclairage intérieur émis vers l'extérieur de ces mêmes bâtiments,
- éclairage des parcs de stationnements non couverts ou semi-couverts,
- éclairage de chantiers en extérieur.

II.10.6.2 CONTEXTE REGIONAL

L'analyse de l'état initial des pollutions lumineuses s'appuie sur les cartes «pollutions lumineuses de France» produites par l'association AVEX.

Etant la propriété de la société AVEX, il n'est pas possible de la présenter dans le cadre d'un document à destination du public.

D'après ces cartes, l'ensemble de la région Ile-de-France est fortement concerné par des pollutions lumineuses.

II.10.6.3 CONTEXTE DE L'AIRE D'ETUDE

Le paragraphe suivant présente l'analyse des pollutions lumineuses au droit de l'aire d'étude.

L'aire d'étude traverse un territoire très fortement concerné par les émissions lumineuses liées à plusieurs facteurs :

- la présence de grandes agglomérations,
- la proximité de l'aire d'étude avec certaines zones d'activités,
- les infrastructures routières,
- les pôles générateurs de trafics tels que les centres commerciaux, les gares, salles de concert, les hôpitaux...,
- l'étalement urbain des communes.



Illustration 226. Hôpital Bécélère, une véritable ville animée dans le territoire, source : Groupement SARA

A noter que les éléments d'infrastructures ferroviaires n'apparaissent pas comme source de pollution car les voies ne sont pas éclairées.

Dans l'aire d'étude, l'ensemble des routes concernées par le projet sont éclairées y compris la RD 2 en traversée de la forêt de Meudon (bois de Clamart).

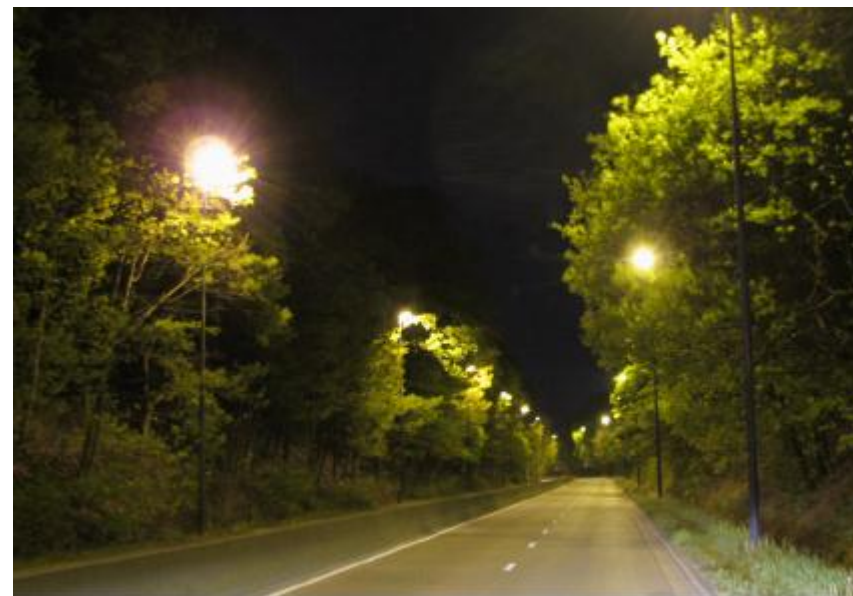


Illustration 227. RD 2 en traversée de la forêt de Meudon (bois de Clamart), fortement éclairée, source : Groupement SARA

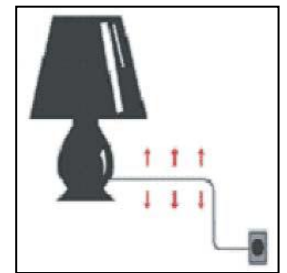
II.10.7 Electromagnétisme

II.10.7.1 GENERALITES SUR LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES

Un champ électromagnétique apparaît dès lors que des charges électriques sont en mouvement. Ces ondes se déplacent à la vitesse de la lumière. Toute installation électrique peut créer dans son voisinage un champ électrique, un champ magnétique et/ou un champ électromagnétique, combinaison des deux.

La plupart des matériaux de construction protègent un peu contre les champs électriques, mais ne réduisent pas l'intensité des champs magnétiques. De même, le champ magnétique traverse le corps humain alors que le champ électrique ne pénètre pas la peau. Par cette propriété, le champ magnétique serait susceptible de produire des effets sur la santé.

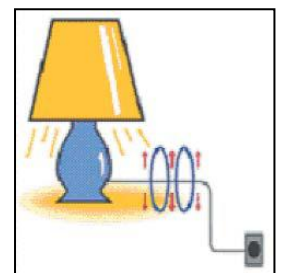
Les champs électriques sont produits par des variations du voltage : plus le voltage est élevé, plus le champ qui en résulte est intense. Ils surviennent même si le courant ne passe pas. Au contraire, les champs magnétiques apparaissent lorsque le courant circule ; ils sont d'autant plus intenses que le courant est élevé. Ainsi, lorsqu'on a un courant électrique, l'intensité du champ magnétique varie selon la consommation d'électricité, alors que l'intensité du champ électrique reste constante. L'intensité d'un champ diminue rapidement lorsqu'on s'écarte de sa source.



II.10.7.2 QUELQUES DEFINITIONS

Champ électrique (E) : Lorsqu'une lampe de chevet est branchée, c'est-à-dire reliée au réseau électrique par la prise, il y a uniquement un champ électrique. On peut comparer le champ électrique à la pression présente dans un tuyau d'arrosage lorsqu'il est raccordé au système de distribution et que le robinet est fermé. Le champ électrique est lié à la tension dont l'unité est le Volt. Il est généré par la présence de charges électriques et se mesure en Volts par mètre (V/m). Plus la tension d'alimentation d'un appareil est grande, plus le champ électrique qui en résulte est intense.

Champ magnétique : Lorsque la lampe est allumée, c'est-à-dire lorsque le courant passe dans le câble d'alimentation, il existe à la fois un champ électrique et un champ magnétique. Le champ magnétique est lié au passage du courant (c'est-à-dire le mouvement des électrons) à travers le fil électrique. Dans l'exemple du tuyau d'arrosage, le champ magnétique correspondrait au passage de l'eau à travers le tuyau. L'unité de l'intensité du champ magnétique est exprimée en ampères par mètre (A/m). L'unité du champ d'induction magnétique est le Tesla (T). Toutefois les champs magnétiques que nous mesurons habituellement sont de l'ordre du microtesla (μT) soit un millionième de Tesla.



Pour caractériser un champ électromagnétique, on utilise notamment sa fréquence ou encore la longueur d'onde du rayonnement qui lui est associé (voir encadré ci-après). La fréquence et la longueur d'onde dépendent l'une de l'autre : plus la fréquence est élevée, plus la longueur d'onde est courte. Etant donné que les ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière dans l'air, le vide et les gaz, la longueur d'onde des champs électriques et magnétiques de fréquence 50 Hz est de 6 000 km.

Fréquence : La fréquence d'un phénomène est le nombre de cycles qui se produisent durant une seconde. L'unité de la fréquence est l'Hertz (Hz). Le courant alternatif transporté par les réseaux très

haute tension, haute tension et domestique, mais aussi le courant alimentant la traction électrique des trains, tramways et métro ont une fréquence de 50 Hz. Cela signifie que les électrons qui créent le courant changent de direction 100 fois par seconde.

II.10.7.3 VALEURS LIMITES RECOMMANDEES

La recommandation du Conseil Européen du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (1999/519/CE) fixe des restrictions de base et des niveaux de référence.

Les restrictions de base sont fondées directement sur des effets avérés sur la santé et des considérations biologiques.

Les niveaux de référence sont fournis aux fins de l'évaluation de l'exposition dans la pratique pour déterminer si les restrictions de base risquent d'être dépassées.

Restriction de base : Pour la gamme de fréquence allant de 4 à 1 000 Hz, la restriction de base est de 2 mA/m². Cette valeur correspond à la valeur efficace d'une densité de courant

Niveaux de référence : Le tableau ci-dessous présente les niveaux de référence de la gamme de fréquence correspondant à 50 Hz.

	E : INTENSITE DE CHAMP ELECTRIQUE (V/M)	B : DENSITE DE FLUX MAGNETIQUE (MT)
Champs naturels	200	70 (champ magnétique terrestre)
Energie électrique (dans les foyers éloignés des lignes à haute tension)	100	0
Energie électrique (sous les lignes à haute tension)	10 000	20
Trains électriques et tramways	300	50
Ecrans de télévision et d'ordinateurs (au niveau de l'utilisateur)	10	0,7

E : intensité de champ électrique, en V/m ; H : intensité de champ magnétique, en A/m ; B : induction magnétique ou densité de flux magnétique, en Teslas (T). En espace libre et dans les matières biologiques, l'induction magnétique et l'intensité du champ magnétique peuvent être utilisés indifféremment selon l'équivalence 1 A/m=4^π.10⁻⁷ T.

Tableau 51. Niveaux de référence pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques, source : recommandation du conseil européen du 12 juillet 1999

Le décret du 3 mai 2002, relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques, intègre ces recommandations du conseil européen : les mêmes valeurs ont été conservées.

Ces recommandations indiquent qu'au-dessous d'un certain seuil, l'exposition à un champ électromagnétique ne comporte pas de risque dans l'état actuel des connaissances. Il n'en résulte pas automatiquement qu'au-dessus de ce seuil, de cette limite, l'exposition soit dangereuse.

Ces valeurs s'inspirent des recommandations émises par la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (CIPRNI). Cette organisation non-gouvernementale, qui est officiellement reconnue par l'OMS, examine les données scientifiques émanant de tous les pays du monde et établit des limites d'exposition recommandées.

A titre de comparaison, le tableau ci-dessus indique les sources les plus courantes de champs électromagnétiques autour de nous. Il constitue des repères par rapport aux valeurs données précédemment. Toutes les valeurs indiquées représentent les limites maximales d'exposition du public.

E : intensité de champ électrique, en V/m ; H : intensité de champ magnétique, en A/m ; B : induction magnétique ou densité de flux magnétique, en Teslas (μT) ; f : fréquence

	E (V/M)	H (A/M)	B (MT)
Recommandation 0,025 - 0,8kHz	250/f	4/f	5/f
Soit pour 50 Hz	5 000	80	100

Tableau 1. Limites maximales d'exposition aux champs magnétiques des sources les plus courantes, source : Bureau régional OMS de l'Europe

On constate que les valeurs d'exposition aux champs magnétiques engendrées par les trains électriques restent en-deçà des niveaux de références fixées par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002.

II.10.7.4 PARTICULARITES DU SYSTEME DE TRANSPORT

Des études médicales ont été conduites, en France et dans le monde (Etats- Unis, Europe, Japon) afin d'apprécier les effets éventuels des champs électromagnétiques sur l'organisme humain, notamment dans le cadre des activités professionnelles, où l'homme peut être soumis à des champs très importants sur des valeurs de temps longues et répétées (en France, certains personnels d'EDF par exemple).

Aucune conclusion n'a été tirée démontrant que ce type de champs électromagnétiques, liés au courant électrique industriel ou à sa distribution, avaient des effets sur la santé humaine.

Pour les voies ferrées, les valeurs en cause sont bien inférieures. En effet, les champs électromagnétiques s'atténuant très rapidement en fonction de la distance, les riverains d'une ligne ferroviaire électrifiée ne sont soumis qu'à des flux très faibles, voire nuls, comme le montrent les lignes électrifiées actuelles.

II.10.7.4.A Système de traction électrique

Pour fonctionner, les systèmes ferroviaires utilisent des réseaux électriques nécessitant des puissances élevées et des systèmes électroniques.

L'énergie de traction est fournie par le réseau national. Les points de raccordement au réseau sont appelés sous-stations. A partir des sous-stations, l'énergie est transmise au véhicule par une ligne aérienne souple suspendue appelée caténaire.

Un dispositif articulé monté sur une locomotive (appelé pantographe) est mis en contact avec le caténaire et permet d'alimenter son moteur. En général, le courant retourne à la sous-station d'alimentation par les rails, ou par la terre.

II.10.7.4.B Sources et valeurs de champ électromagnétique

Les trains disposent d'une ou de plusieurs motrices qui sont séparées des voitures de voyageurs. L'exposition des voyageurs est principalement due à l'alimentation électrique du train. Dans les voitures de voyageurs, le champ magnétique au niveau du plancher peut atteindre plusieurs centaines de microteslas (μT), la valeur étant plus faible (quelques dizaines de microteslas) dans le reste du compartiment. L'intensité du champ électrique peut atteindre 300 V/m.

Les personnes qui résident à proximité des lignes de chemin de fer peuvent se trouver en présence de champs magnétiques générés par le câble aérien d'alimentation très inférieurs à l'intensité de ceux que produisent les lignes à haute tension.

D'autres sources de champ électromagnétique existent et notamment dans l'aire d'étude :

- le réseau ferré national existant ainsi que les postes électriques,
- le réseau France Télécom,
- le réseau de transport d'électricité comme la ligne HT passant à proximité de l'hôpital Béclère à Clamart (Cf. paragraphe 0),
- les transformateurs d'éclairage public tels qu'à Clamart dans la rue Andras Beck,
- les conduites de gaz et oléoducs (Cf. paragraphe II.7.3.2)
- les installations de télécommunication des riverains.

II.10.7.5 EQUIPEMENTS SENSIBLES AUX ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Certains appareils situés à l'hôpital Béclère pourraient être sensibles aux ondes électromagnétiques. Néanmoins la nature et les caractéristiques des équipements utilisés sur ce site n'a pas pu être obtenue à la date de l'étude.

II.10.8 Nuisances olfactives

La loi du 19 juillet 1976 prévoit un classement de tout type d'installation selon le degré de nuisances, de dangers ou d'inconvénients qu'elles présentent «soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments». Cette loi en direction des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement constitue le fondement des prescriptions sur les pollutions olfactives.

Selon le Code de l'Environnement, il y a pollution odorante, si l'odeur est perçue comme «une nuisance olfactive excessive».

Aucune réglementation ne s'applique en termes d'odeurs au domaine ferroviaire. Une réglementation est néanmoins présente pour les activités susceptibles de générer des odeurs.

A l'échelle de l'aire d'étude, aucun site majeur pouvant apporter une forte nuisance olfactive n'est identifié (station d'épuration, déchetterie, usine d'incinération, etc.). Nous entendons par « forte nuisance olfactive », une pollution importante en termes d'odeur et pouvant engendrer une gêne constante.

Toutefois, les sites industriels ainsi que la circulation routière peuvent engendrer des émanations d'odeurs localisées. Néanmoins, celle-ci ne sont pas constantes.

II.10.9 Synthèse des enjeux de santé publique

La majorité des résultats montre que l'ambiance sonore :

- en bordure de la future ligne de tramway est modérée sur la période nocturne (de 22h à 6h) et non modérée sur la période diurne (de 6h à 22h) notamment à proximité de la place du Garde sur l'avenue Claude Trébignaud (RD 2 à Clamart) et l'avenue de la Division Leclerc (RD 986 à Châtenay-Malabry).
- est modérée de jour (7h-22h) comme de nuit (22h-7h) au niveau de Renault sur l'avenue Paul Langevin et d'un square en face de Renault : niveaux sonores inférieurs à 65 dB(A) sur la période diurne et également inférieurs à 60 dB(A) sur la période nocturne.

De plus, l'aire d'étude est située principalement en milieu urbain avec une forte densité de population. L'enjeu de préservation des habitants envers les nuisances sonores est fort.

Les amplitudes de vibration sont faibles et correspondent aux niveaux des vibrations d'ambiance couramment rencontrés en site urbain. Les amplitudes des vibrations mesurées sont largement en deçà des seuils limites pour les constructions et en général inférieures ou voisines du seuil de perception des vibrations par les personnes. De plus, l'aire d'étude est située principalement en milieu urbain. L'enjeu y est donc fort.

Aucun captage d'alimentation en eau potable (y compris en aval hydraulique) n'est situé dans l'aire d'étude, l'enjeu est donc faible.

La qualité de l'air est encadrée par le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) et le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) qui définissent des orientations visant à l'amélioration de la qualité de l'air. Le projet est en accord avec les principes définis.

Les concentrations de dioxyde d'azote relevées lors de la campagne estivale aux abords de la RD 2 et la RD 986 sont supérieures à la valeur limite et l'objectif de qualité. En revanche, lors de la campagne hivernale, le seuil réglementaire ($40 \mu g/m^3$) est dépassé pour l'ensemble des points de mesures à l'exception du point de mesure de la pollution de fond (situé au centre du Domaine départemental de Sceaux).

Les résultats sont identiques lors des campagnes estivale et hivernale pour le benzène : les concentrations relevées à la place du Garde sont légèrement supérieures à l'objectif de qualité ($2 \mu g/m^3$). Quant aux autres concentrations, elles sont toutes inférieures à la valeur limite ($5 \mu g/m^3$). L'enjeu de préservation de la qualité de l'air voire de son amélioration est fort.

Le risque amiante est fort dans les chaussées de l'aire d'étude au regard des sondages qui ont mis en évidence la présence d'amiante en plusieurs points de la RD 2 autour de la place du Garde à Clamart et de la RD 986 à Châtenay-Malabry (avenue de la Division Leclerc).

L'aire d'étude est dans un territoire très fortement concerné par les émissions lumineuses dues à l'étalement urbain et issues de l'éclairage des routes départementales y compris la RD 2 en traversée de la forêt de Meudon (bois de Clamart), des hôpitaux, des zones d'activités ainsi que de l'éclairage des grandes agglomérations. L'enjeu de réduction des pollutions lumineuses est fort.

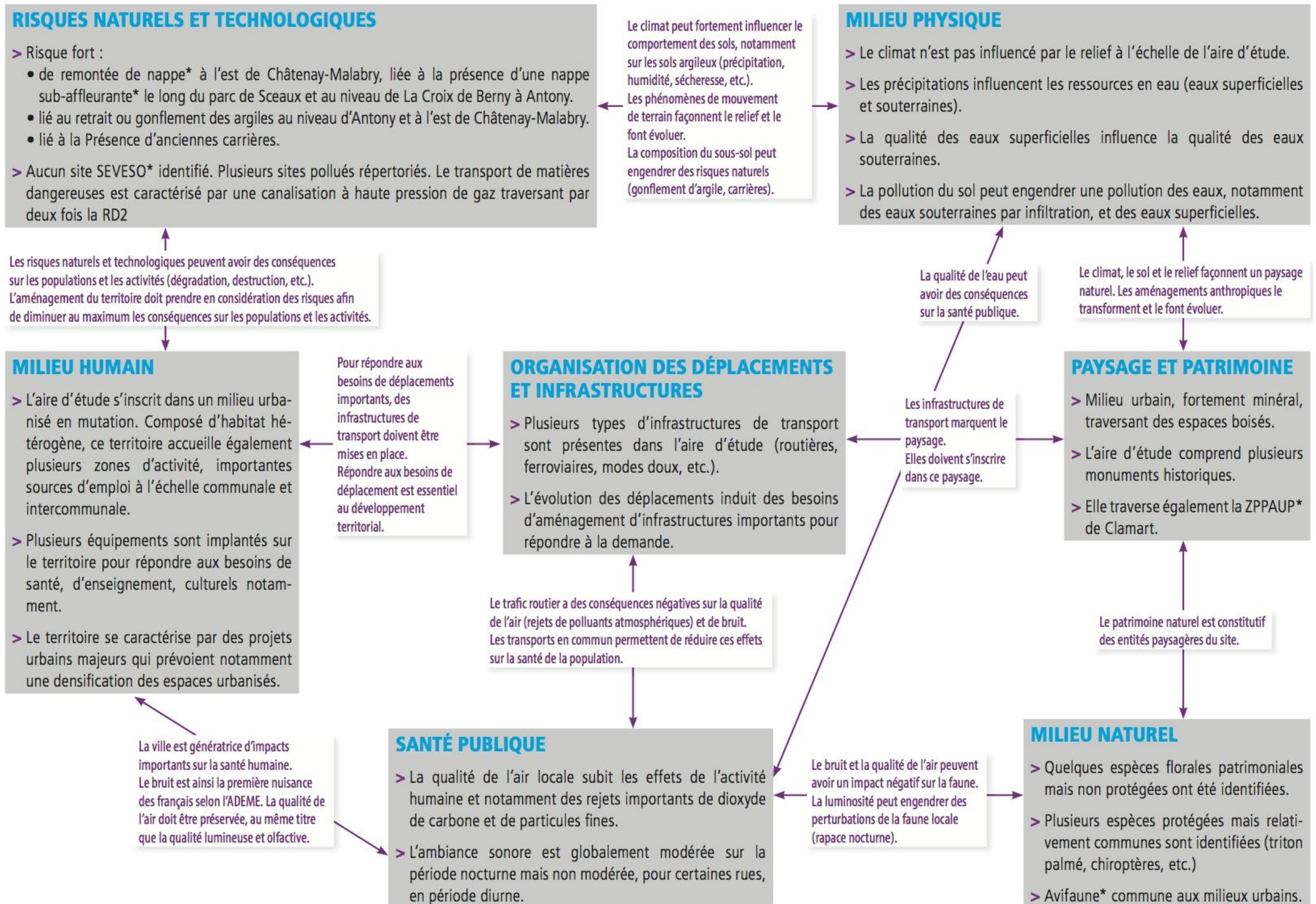
De nombreuses sources de champ électromagnétique existent dans l'aire d'étude (installations de télécommunication des riverains, transformateurs d'éclairage public tels qu'à Clamart dans la rue Andras Beck, réseau de transport d'électricité...). En l'absence de données concernant la présence d'équipements potentiellement sensibles aux ondes électromagnétiques à l'hôpital Béclère, l'enjeu lié aux perturbations électromagnétiques est donc considéré a priori comme faible et sera à confirmer lors de l'obtention de ces données.

De manière générale, l'enjeu sur la santé publique est élevé car l'aire d'étude est située dans un milieu urbain dans lequel l'objectif est de garantir la préservation et l'amélioration de la qualité de vie des habitants.

II.11. INTERRELATIONS ENTRE LES ELEMENTS DE L'ETAT INITIAL

Le décret n° 2011-2019 précise que l'étude d'impact doit comporter «une analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet, portant notamment sur la population, la faune et la flore, les habitats naturels, les sites et paysages, les biens matériels, les continuités écologiques telles que définies par l'article L.371-1, les équilibres biologiques, les facteurs climatiques, le patrimoine culturel et archéologique, le sol, l'eau, l'air, le bruit, les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, ainsi que les interrelations entre ces éléments».

La présente partie a pour objectif de mettre en évidence les relations pouvant exister entre les thématiques de l'état initial de l'aire d'étude. Seules les relations directes entre les thèmes et liées au site sont mentionnées.



II.12. SYNTHÈSE DES ENJEUX

Les enjeux correspondent aux valeurs environnementales sur la base de critères tels que la rareté (espèces animales ou végétales rares, habitats remarquables, etc.), l'intérêt esthétique (paysage) ou patrimonial (archéologie, monuments historiques, etc.), etc.

Les enjeux sont, par définition, indépendants de la nature du projet. Il en résulte donc une approche objective de l'environnement.

Les enjeux sont établis pour chacun des thèmes et classés suivant deux catégories : moyen à faible et fort :

- un enjeu fort est attribué en chaque point de l'aire d'étude pour lequel une valeur environnementale est incompatible ou difficilement compatible avec toute modification : secteurs réglementairement protégés, zones de grand intérêt patrimonial ou naturel, etc.
- un enjeu moyen à faible est attribué en chaque point de l'aire d'étude pour lequel une valeur environnementale est présente mais n'entraîne pas de difficultés majeures ou dans les zones où les valeurs environnementales ne sont pas incompatibles avec une modification.
 - Les enjeux forts dans l'aire d'étude
- présence d'une nappe associée aux sables de Fontainebleau et aux meuliers de Montmorency localement à faible profondeur, perméable et donc vulnérable aux pollutions
- présence de zones sujettes au risque fort de remontée de nappe (à l'est de Châtenay-Malabry voire présence d'une nappe sub-affleurante (le long du Domaine départemental de Sceaux et au niveau de la Croix de Berny à Antony)
- risque fort lié au retrait-gonflement des argiles au niveau d'Antony et à l'est de Châtenay-Malabry
- périmètre de zones à risques liées à la présence d'anciennes carrières au niveau de la place du Garde à Clamart et au sud de l'avenue du Général de Gaulle à Antony
- présence de forêts domaniales (forêts de Meudon et de Verrières)
- présence d'espèces faunistiques (avifaune, chiroptères, amphibiens) protégées telles que les tritons palmés et le pouillot fitis
- présence de deux réservoirs de biodiversité, le Domaine départemental de Sceaux et la forêt de Meudon (SRCE)
- présence de la RD 2 identifiée dans le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) comme une coupure du réservoir de biodiversité qu'est la forêt de Meudon et à traiter prioritairement en la réaménageant ou en la restaurant de façon à améliorer sa transparence pour la faune et prévenir les risques de collision.
- croissance démographique et fort taux d'emplois
- présence de nombreux équipements, générateurs de déplacements et de zones d'habitat aggloméré : habitats individuels, collectifs, Cité-jardin
- densification des espaces urbanisés par de nombreux projets urbains et de transport en commun dimensionnant (réseau du Grand Paris Express et le schéma directeur du RER B Sud)
- présence d'amiante dans la chaussée en plusieurs points de la RD 2 autour de la place du Garde à Clamart et de la RD 986 à Châtenay-Malabry (avenue de la Division Leclerc)
- contraintes d'urbanisme (incompatibilité des documents d'urbanisme, alignements d'arbres, Espace Boisé Classé (EBC))

- canalisation haute pression de gaz peu profonde
- réseau Véolia au niveau de l'avenue Charles Lebrun en limite du Domaine départemental de Sceaux et au niveau du carrefour de la Croix de Berny à l'angle de l'avenue du Général de Gaulle et l'avenue Léon Blum
- lignes électriques aériennes à haute tension à Clamart
- présence du végétal, de points de vue remarquables et de perspectives sur le grand paysage au niveau de la descente vers la place du Garde et le long de l'avenue de la Division Leclerc
- plusieurs monuments historiques et sites classés et inscrits,
- présence de Zones de Protection de la Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) à Clamart
- besoin actuel fort en termes de déplacements (taux de motorisation élevé, utilisation forte de la voiture pour les déplacements domicile – travail, routes départementales fréquentées et carrefours saturés) malgré l'offre de transports collectifs relativement importante dans l'aire d'étude, particulièrement en liaisons lourdes de Paris à banlieue
- nombreuses infrastructures de transport routières et ferroviaires très fréquentées
- demande en stationnement supérieure à l'offre à l'heure creuse du matin, le midi et la nuit
- densité du réseau cyclable et des parcours buissonniers
- présence de zones dont l'ambiance sonore est non modérée en période diurne (seuil réglementaire dépassé)
- présence d'équipements sensibles et publics (hôpital Béclère, établissements scolaires, etc.)
- qualité de l'air mauvaise avec des dépassements des seuils réglementaires pour le dioxyde de carbone
- les amplitudes des vibrations mesurées sont largement en deçà des seuils limites pour les constructions et en général inférieures ou voisines du seuil de perception des vibrations par les personnes
 - Les enjeux moyens à faibles dans l'aire d'étude
- relief relativement marqué du fait des pentes maximales d'environ 6% sur la RD 2, en traversée du bois de Clamart
- formations géologiques dominantes dans l'aire d'étude présentant un intérêt, situées profondément et en surface ; probable présence de remblais d'origine anthropique (mauvaise qualité du sol)
- présence des zones humides au niveau de la forêt de Verrières et au sud de la forêt de Meudon, le long de la RD 2
- présence d'un réseau principalement en mode séparatif plutôt qu'en mode unitaire
- secteurs concernés par le risque de débordement du réseau d'assainissement en cas de fortes précipitations (RD 986 à Châtenay-Malabry et à Antony, RD 2 Clamart et Plessis-Robinson) mais travaux d'optimisation projetés du réseau par le Département des Hauts-de-Seine et le SIAAP au niveau de la RD 986
- classement de l'aire d'étude en zone très faible pour le risque sismique et l'aléa feu de forêt
- présence de Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique et Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et II

- présence d'habitat présentant une richesse spécifique faible sans espèce remarquable
- habitats caractéristiques de zone humide de valeur écologique moyenne au niveau de la forêt de Verrières et au sud de la RD 2 à Clamart (état de conservation insuffisant pour offrir un habitat à une flore ou une faune inféodée à ce type de milieu)
- présence d'espèces floristiques présentant une valeur patrimoniale moyenne non protégée en France et en Ile-de-France
- présence de zones d'activités d'intérêt communal (Novéos, centre de technologie Schlumberger, etc.)
- présence d'installations à risque moyen (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement soumises (ICPE) à autorisation)
- existence de 2 Installations Nucléaires de Base (INB) au Commissariat à l'Energie Atomique de Fontenay-aux-Roses situé à 3 kilomètres de l'aire d'étude
- pollution potentielle par d'anciens sites industriels
- mobilier urbain dans l'aire d'étude non maîtrisé mais ne présentant pas d'intérêt patrimonial ou culturel
- zones potentiellement sensibles (d'après bibliographie) d'un point de vue archéologique dans la forêt de Verrières et celle de Meudon dont les sols n'ont pas été remaniés et aux abords des voies antiques reliant Paris à Orléans et Paris à Chartres (Boursillière, Croix-de-Berny)
- existence de phénomènes climatiques liés au climat de type océanique dégradé restant exceptionnels

II.13. SYNTHÈSE DES SENSIBILITÉS

La sensibilité d'un élément de l'environnement exprime le risque de perte de tout ou partie de la valeur de son enjeu en raison de la réalisation du projet. Pour apprécier le niveau de sensibilité, on tient compte:

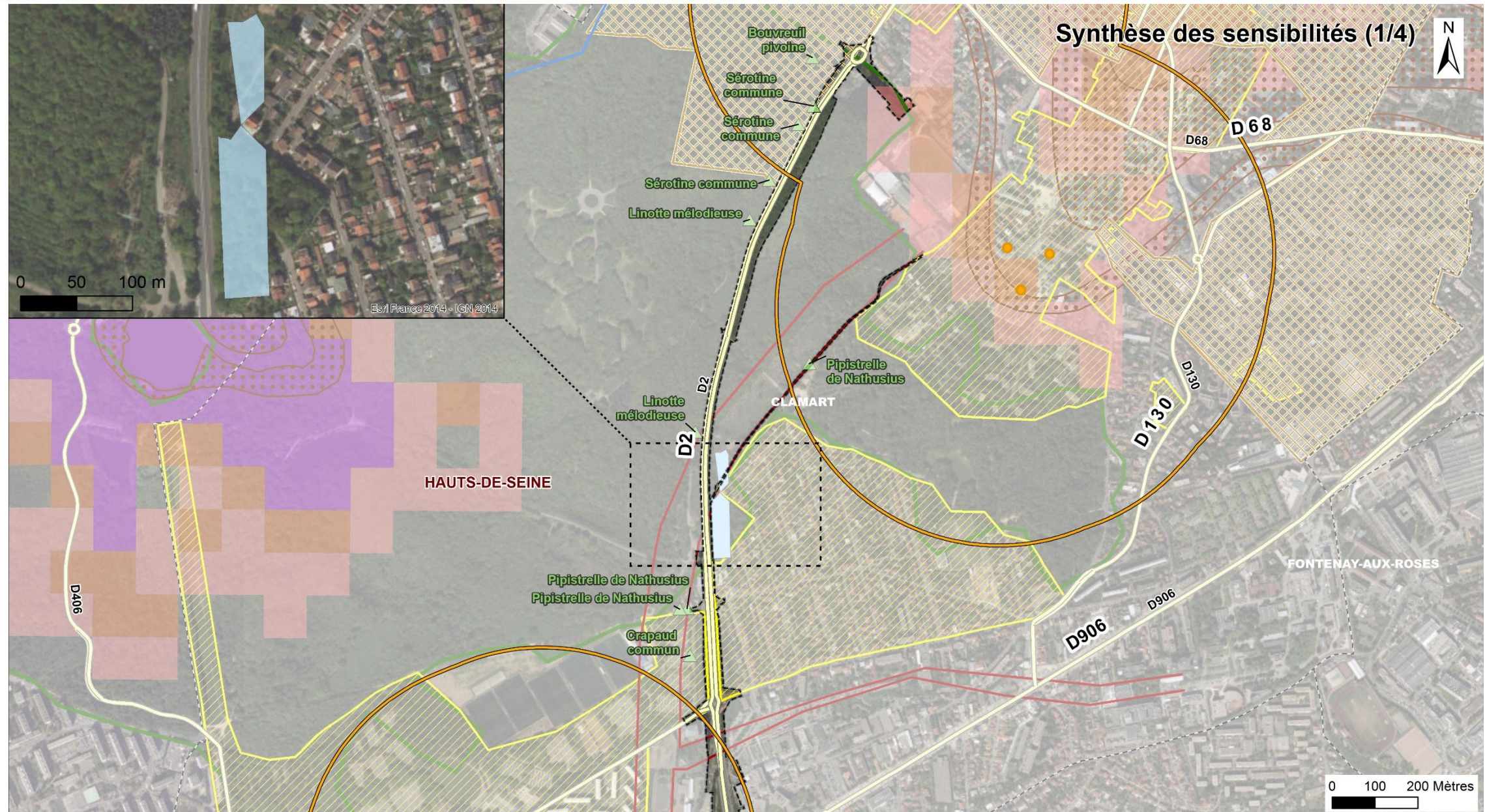
- de la valeur de ce que l'on risque de perdre, c'est-à-dire de l'enjeu,
- de la probabilité que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet.

Ainsi, contrairement aux enjeux pour lesquels seule la valeur intrinsèque de l'élément est prise en compte, **les sensibilités sont directement liées au projet.**

En prémisses de l'analyse des impacts et mesures du projet (partie 3 de l'étude d'impact), la carte de synthèse des sensibilités ci-dessous présente et localise les éléments environnementaux à fort enjeux au regard du projet.

En raison du caractère diffus des préoccupations concernant la qualité de l'air, les équipements publics, les habitats et l'acoustique, ces thématiques ne figurent pas sur la carte de synthèse.

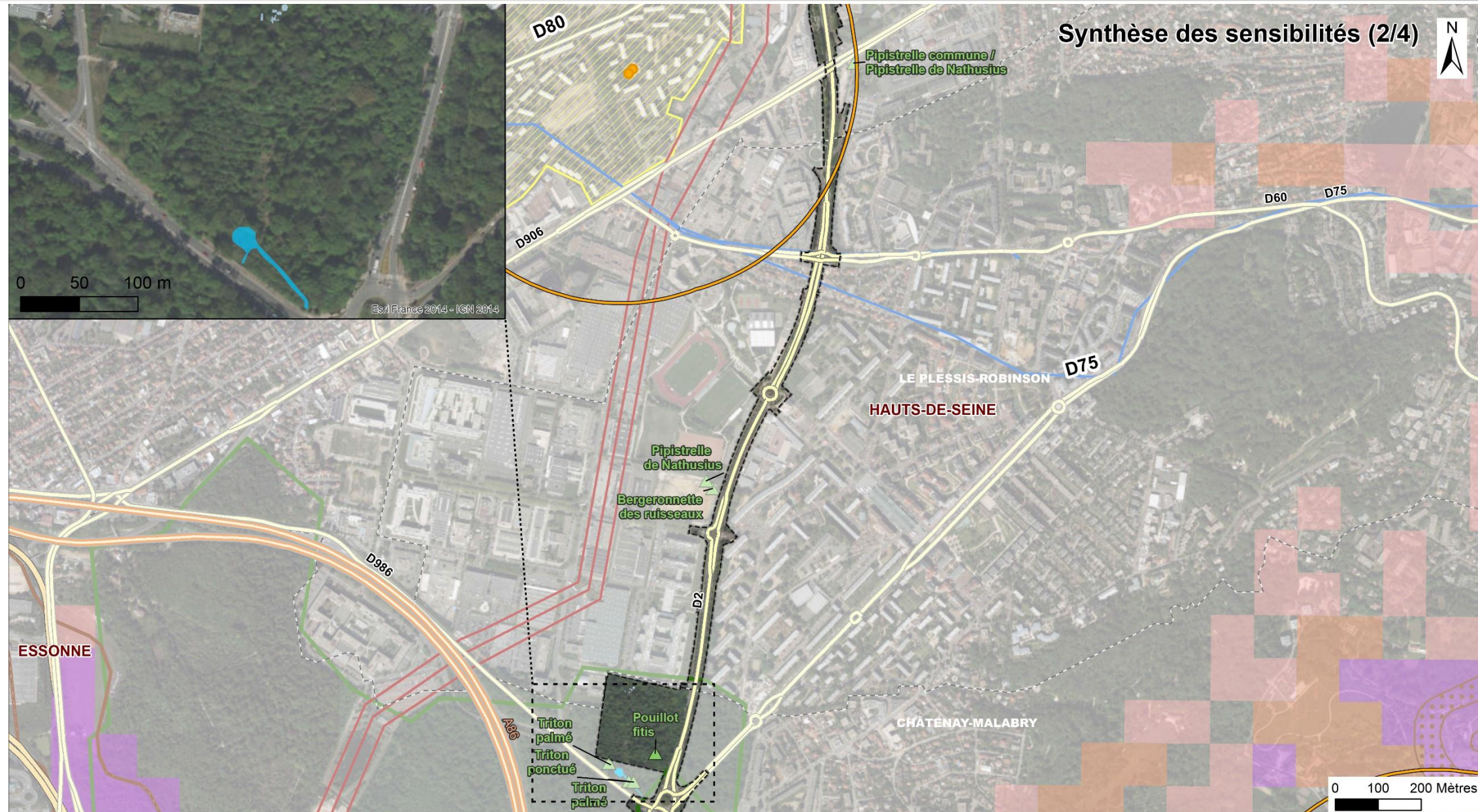
De la même manière, les problématiques conceptuelles, paysagères et de cohérence avec les projets connexes à l'opération, ne peuvent être cartographiées.



Emprise du projet	Réseau	Ressource en eau	Milieu naturel	Aléa retrait/gonflement des argiles
Limite administrative	Ligne électrique aérienne à haute tension	Nappe sensible vulnérable aux pollutions et localement peu profonde	Espèces protégées patrimoniales	Aléa fort de retrait-gonflement des sols argileux
Limite départementale	Canalisation de gaz	Zones humides de l'étude pédologique du CERE	Forêt domaniale	Risque lié à la présence de carrières et de cavités
Déplacement et infrastructure	Patrimoine et servitude	Zone humide de faible valeur écologique	Risque naturel	Périmètre de prévention des risques de mouvement de terrain liés aux anciennes carrières
Autoroute	Monument historique	Zone humide de valeur écologique moyenne	Inondation par remontée de nappe	
Tunnel	Périmètre de protection des MH		Nappe sub-affleurante	
Nationale	ZPPAUP de Clamart		Sensibilité très forte	
Départementale	Site classé		Sensibilité forte	

Sources : IGN BD Carto 2012, IGN BD Ortho, Atlas des patrimoines, BRGM, Département 92, DRIEE, CERE, GEOLIA, BOUYGUES, Mairies de : Châtenay-Malabry, Antony, Clamart, Le Plessis-Robinson
Réalisation : Groupement SARA 10/2014

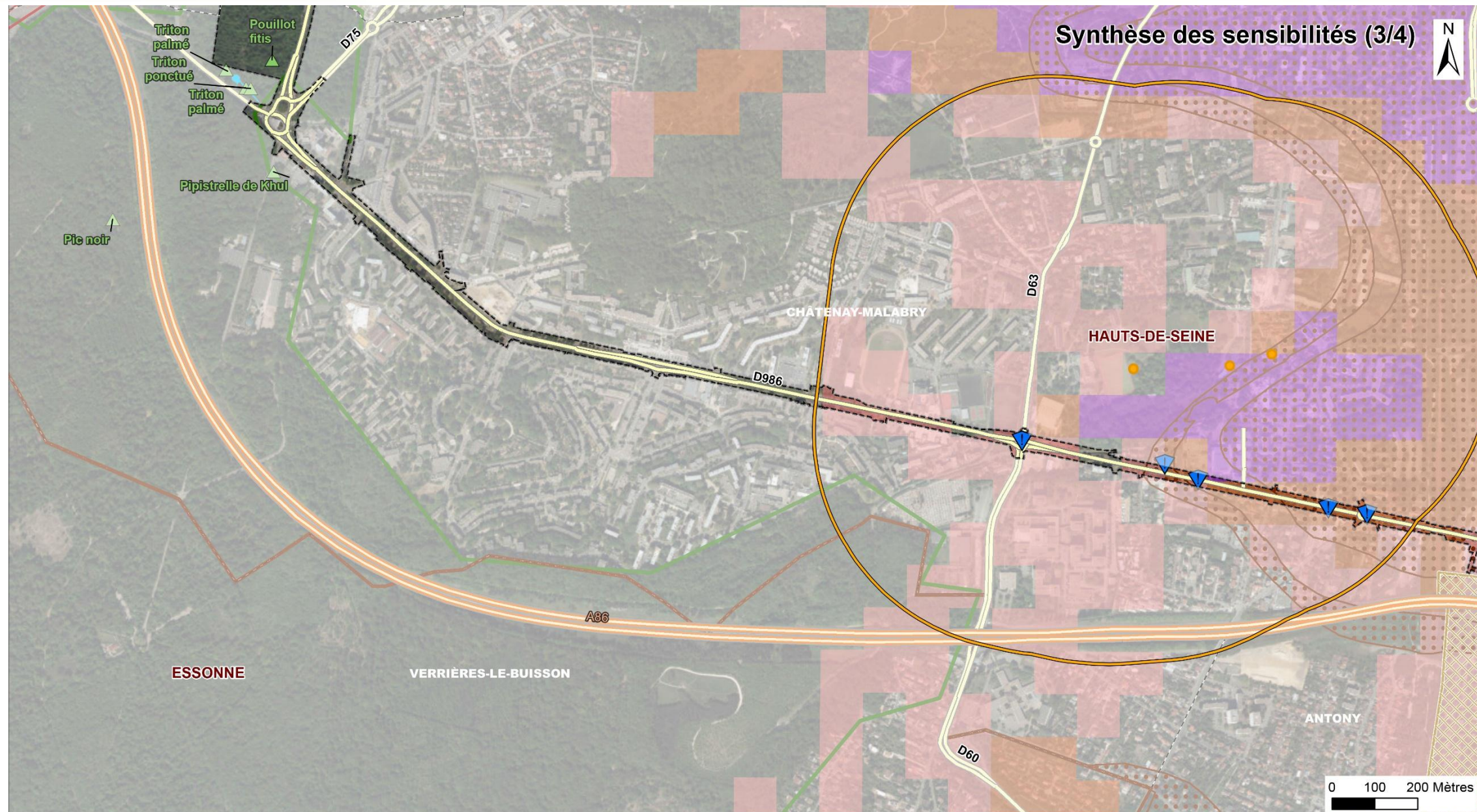
Illustration 228. Carte de synthèse des sensibilités (1/4), sources : Département des Hauts-de-Seine, Géolia, BRGM, PLU Clamart, PLU Le Plessis-Robinson, PLU Châtenay-Malabry, PLU Antony, SRCE Ile-de-France, CERE, Bouygues, atlas des patrimoines, DRIEE, BD ortho, BD Carto



<p> Emprise du projet</p> <p> Limite administrative</p> <p> Limite départementale</p> <p>Déplacement et infrastructure</p> <p> Autoroute</p> <p> Tunnel</p> <p> Nationale</p> <p> Départementale</p>	<p>Réseau</p> <p> Ligne électrique aérienne à haute tension</p> <p> Canalisation de gaz</p> <p>Patrimoine et servitude</p> <p> Monument historique</p> <p> Périmètre de protection des MH</p> <p> ZPPAUP de Clamart</p> <p> Site classé</p>	<p>Ressource en eau</p> <p> Nappe sensible vulnérable aux pollutions et localement peu profonde</p> <p>Zones humides de l'étude pédologique du CERE</p> <p> Zone humide de faible valeur écologique</p> <p> Zone humide de valeur écologique moyenne</p>	<p>Milieu naturel</p> <p> Espèces protégées patrimoniales</p> <p> Forêt domaniale</p> <p>Risque naturel</p> <p> Inondation par remontée de nappe</p> <p> Nappe sub-affleurante</p> <p> Sensibilité très forte</p> <p> Sensibilité forte</p>	<p>Aléa retrait/gonflement des argiles</p> <p> Aléa fort de retrait-gonflement des sols argileux</p> <p>Risque lié à la présence de carrières et de cavités</p> <p> Périmètre de prévention des risques de mouvement de terrain liés aux anciennes carrières</p>
---	---	--	---	--

Sources : IGN BD Carto 2012, IGN BD Ortho, Atlas des patrimoines, BRGM, Département 92, DRIEE, CERE, GEOLIA, BOUYGUES, Mairies de : Châtenay-Malabry, Antony, Clamart, Le Plessis-Robinson
Réalisation : Groupement SARA 10/2014

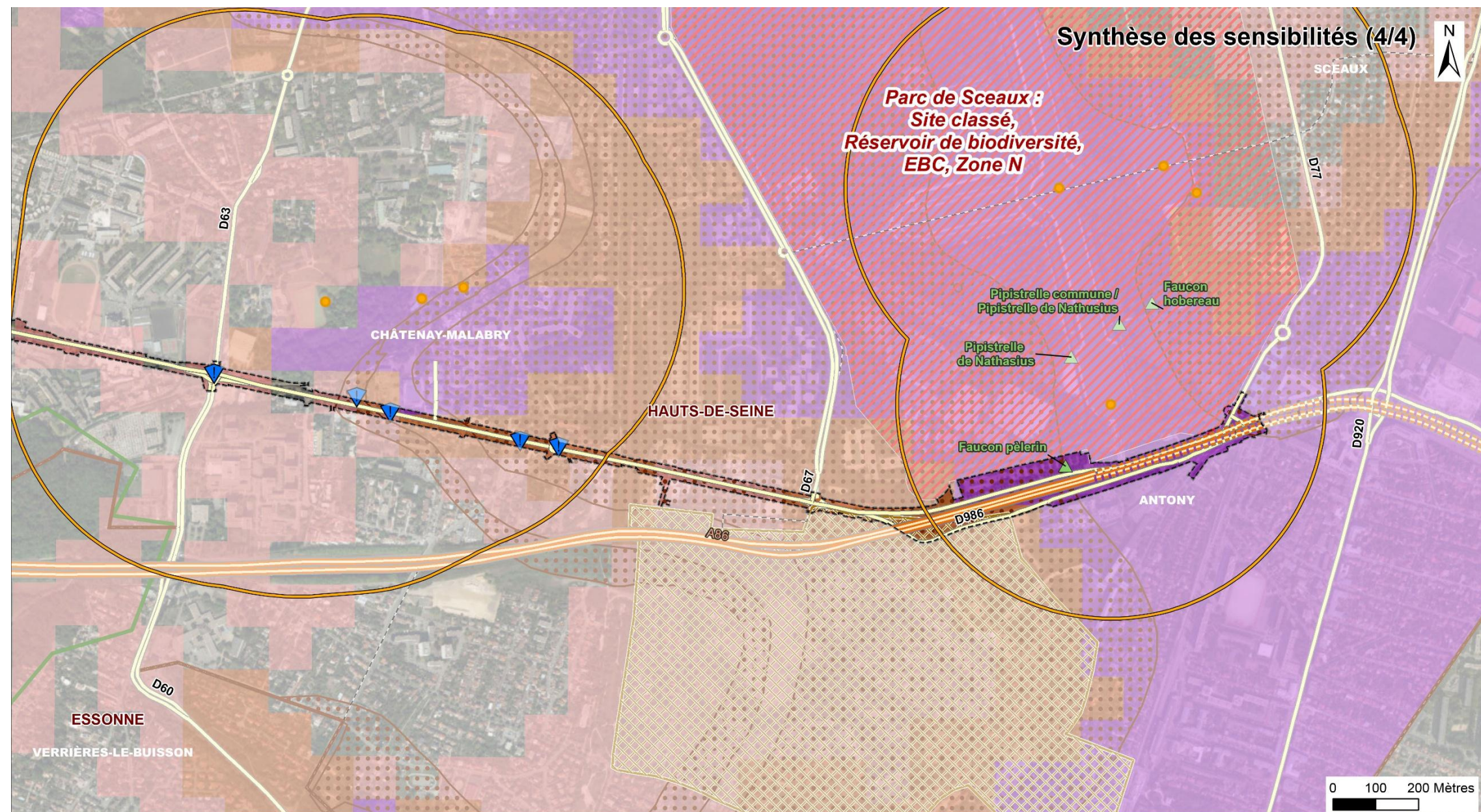
Illustration 229. Carte de synthèse des sensibilités (2/4), sources : Département des Hauts-de-Seine, Géolia, BRGM, PLU Clamart, PLU Le Plessis-Robinson, PLU Châtenay-Malabry, PLU Antony, SRCE Ile-de-France, CERE, Bouygues, atlas des patrimoines, DRIEE, BD ortho, BD carto



<p> Emprise du projet</p> <p> Limite administrative</p> <p> Limite départementale</p> <p>Déplacement et infrastructure</p> <p> Autoroute</p> <p> Tunnel</p> <p> Nationale</p> <p> Départementale</p>	<p>Réseau</p> <p> Ligne électrique aérienne à haute tension</p> <p> Canalisation de gaz</p> <p>Patrimoine et servitude</p> <p> Monument historique</p> <p> Périmètre de protection des MH</p> <p> ZPPAUP de Clamart</p> <p> Site classé</p>	<p>Ressource en eau</p> <p> Nappe sensible vulnérable aux pollutions et localement peu profonde</p> <p>Zones humides de l'étude pédologique du CERE</p> <p> Zone humide de faible valeur écologique</p> <p> Zone humide de valeur écologique moyenne</p>	<p>Milieu naturel</p> <p> Espèces protégées patrimoniales</p> <p> Forêt domaniale</p> <p>Risque naturel</p> <p><i>Inondation par remontée de nappe</i></p> <p> Nappe sub-affleurante</p> <p> Sensibilité très forte</p> <p> Sensibilité forte</p>	<p><i>Aléa retrait/gonflement des argiles</i></p> <p> Aléa fort de retrait-gonflement des sols argileux</p> <p><i>Risque lié à la présence de carrières et de cavités</i></p> <p> Périmètre de prévention des risques de mouvement de terrain liés aux anciennes carrières</p>
---	---	--	---	--

Sources : IGN BD Carto 2012, IGN BD Ortho, Atlas des patrimoines, BRGM, Département 92, DRIEE, CERE, GEOLIA, BOUYGUES, Mairies de : Châtenay-Malabry, Antony, Clamart, Le Plessis-Robinson
Réalisation : Groupement SARA 10/2014

Illustration 230. Carte de synthèse des sensibilités (3/4), sources : Département des Hauts-de-Seine, Géolia, BRGM, PLU Clamart, PLU Le Plessis-Robinson, PLU Châtenay-Malabry, PLU Antony, SRCE Ile-de-France, CERE, Bouygues, atlas des patrimoines, DRIEE, BD ortho, BD carto



<ul style="list-style-type: none"> Emprise du projet Limite administrative Limite départementale <p>Déplacement et infrastructure</p> <ul style="list-style-type: none"> Autoroute Tunnel Nationale Départementale 	<p>Réseau</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligne électrique aérienne à haute tension Canalisation de gaz <p>Patrimoine et servitude</p> <ul style="list-style-type: none"> Monument historique Périmètre de protection des MH ZPPAUP de Clamart Site classé 	<p>Ressource en eau</p> <ul style="list-style-type: none"> Nappe sensible vulnérable aux pollutions et localement peu profonde <p>Zones humides de l'étude pédologique du CERE</p> <ul style="list-style-type: none"> Zone humide de faible valeur écologique Zone humide de valeur écologique moyenne 	<p>Milieu naturel</p> <ul style="list-style-type: none"> Espèces protégées patrimoniales Forêt domaniale <p>Risque naturel</p> <ul style="list-style-type: none"> Inondation par remontée de nappe Nappe sub-affleurante Sensibilité très forte Sensibilité forte 	<p>Aléa retrait/gonflement des argiles</p> <ul style="list-style-type: none"> Aléa fort de retrait-gonflement des sols argileux <p>Risque lié à la présence de carrières et de cavités</p> <ul style="list-style-type: none"> Périmètre de prévention des risques de mouvement de terrain liés aux anciennes carrières
---	---	--	---	--

Sources : IGN BD Carto 2012, IGN BD Ortho, Atlas des patrimoines, BRGM, Département 92, DRIEE, CERE, GEOLIA, BOUYGUES, Mairies de : Châtenay-Malabry, Antony, Clamart, Le Plessis-Robinson
Réalisation : Groupement SARA 10/2014

Illustration 231. Carte de synthèse des sensibilités (4/4), sources : Département des Hauts-de-Seine, Géolia, BRGM, PLU Clamart, PLU Le Plessis-Robinson, PLU Châtenay-Malabry, PLU Antony, SRCE Ile-de-France, CERE, Bouygues, atlas des patrimoines, DRIEE, BD ortho, BD carto

