



POLYTECH[®]
TOURS

Département Aménagement



UNIVERSITÉ
FRANÇOIS - RABELAIS
TOURS

Restructuration de l'avenue Jean Jaurès

Résolution des problèmes de congestion et de conflits entre usagers

PARIS – Paris – 75



CHICHE Théodore
Stage de découverte
DA3 – 2013

Tuteur : MAÏZIA Mindjid



POLYTECH[®]
TOURS

Département Aménagement



UNIVERSITÉ
FRANÇOIS - RABELAIS
TOURS

Restructuration de l'avenue Jean Jaurès

Résolution des problèmes de congestion et de conflits entre usagers

PARIS – Paris – 75

CHICHE Théodore
Stage de découverte
DA3 – 2013

Tuteur : MAÏZIA Mindjid

Avertissement

- Le PIND est un premier test qui permet à l'élève ingénieur de s'évaluer (et d'être évalué par les enseignants), de prendre conscience des connaissances acquises mais également de la marge de progression et des éléments qui lui restent à acquérir.

- Le PIND est un espace de liberté (le seul dans la formation) qui mesure la motivation de l'élève ingénieur pour l'aménagement.

- Le PIND est un exercice qui doit permettre de problématiser un sujet en s'appuyant sur des recherches bibliographiques, d'élaborer un diagnostic orienté et d'émettre des propositions.

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement plusieurs personnes sans qui ce projet n'aurait pas été possible.

- Mon tuteur, M. Mindjid Maïzia, qui a été présent pour moi et m'a guidé au cours de ce projet.
- M. Yacine Chaouat, adjoint au maire du 19^{ème} arrondissement, qui m'a permis d'orienter mon sujet.
- Mon ami, M. Abdallah Ben Abdallah, qui m'a soutenu et m'a aidé à plusieurs étapes.

Sommaire

Introduction.....	6
I. Paris, des conditions de circulation difficiles.....	7
1. Une circulation problématique	7
2. Des problèmes similaires sur l'avenue Jean Jaurès.....	13
II. Approche méthodologique du projet.....	18
1. L'analyse des conflits par croisements de flux.....	18
2. L'analyse de la congestion selon Greenshields	22
III. Un projet de grande ampleur	26
1. Création d'un métro aérien.....	26
2. Un tunnel qui fluidifie le trafic.....	27
3. Une modification de la circulation extérieure.....	29
Conclusion	32
Bibliographie.....	33
Index des sigles.....	34
Annexes	35
Table des illustrations.....	40
Table des matières	41

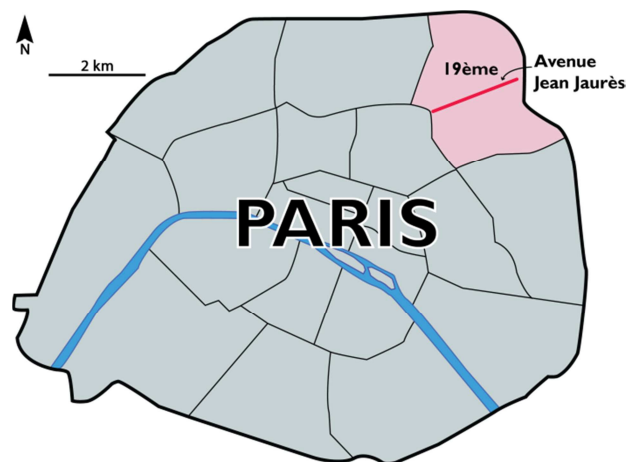
Introduction

La ville de Paris, à la fois commune et département (75), se situe en région Ile-de-France. Capitale française, c'est une métropole attractive, à la fois la capitale économique et politique du pays. En 2009, on recensait plus de deux millions d'habitants à Paris sur une superficie 105,4 km², ce qui en fait la commune la plus densément peuplée de France. Toutefois, son influence est bien plus grande et son aire urbaine s'étend sur un peu plus de 17 000 km² et réunit 12 millions d'habitants.

La population parisienne est en grande majorité jeune et active, elle génère alors un nombre très important de flux. Ces derniers se font en grande partie grâce au réseau de transports en commun de la ville qui dessert efficacement l'ensemble du territoire. Cependant, une part importante de ces déplacements est effectuée en voiture, ce qui pose de nombreux problèmes.

La multiplication des flux en ville augmente le risque d'accidents. Les piétons y sont davantage représentés, tout comme les cyclistes, et ce sont les usagers les plus sensibles aux différentes collisions. Un autre problème est celui de la congestion automobile. En effet, malgré des politiques récentes, la ville de Paris souffre encore d'un trafic ralenti, notamment aux heures de pointe.

Le 19^{ème} arrondissement de Paris se situe au nord-est de la ville, il est bordé par les 10^{ème}, 18^{ème} et 20^{ème} arrondissements et par les communes d'Aubervilliers, de Pantin, du Pré-Saint-Gervais et des Lilas. Troisième plus grand arrondissement de la capitale, sa situation en périphérie fait de lui un lieu de passage entre le centre de la ville et sa banlieue. L'avenue Jean Jaurès traverse cet arrondissement et le divise en deux moitiés. De la place Stalingrad à la porte de Pantin, cette avenue est un accès au périphérique, c'est un lieu d'échange de flux entre Paris et la banlieue. On y retrouve alors, à une échelle réduite, les mêmes problèmes de circulation que ceux évoqués à Paris. Le but de ce projet est donc de tenter d'apporter des solutions concrètes à ces problèmes sur l'avenue Jean Jaurès.



CARTE 1 : LOCALISATION DU 19EME ARRONDISSEMENT ET DE L'AVENUE JEAN JAURES

Pour y parvenir, il conviendra de s'intéresser dans un premier temps au contexte actuel de la circulation à Paris puis, plus précisément, sur l'avenue Jean Jaurès afin de souligner les principaux enjeux en termes de déplacements relatifs à ce projet. Une analyse plus précise des conflits et du trafic de l'avenue permettra ensuite de dresser un bilan de la situation. C'est à partir de modélisations mathématiques que cette étude sera réalisée dans les deux cas. Enfin, la dernière partie sera consacrée à la présentation du projet et à l'analyse de ses impacts.

I. Paris, des conditions de circulation difficiles

Afin de mieux comprendre les enjeux relatifs au projet, les différents éléments de contexte de la circulation à Paris seront présentés. L'analyse de l'accidentologie permettra de concevoir l'importance des problèmes de conflits dans la capitale et le bilan des déplacements, de saisir les différentes tendances de la circulation.

1. Une circulation problématique

a. Un bilan d'accidentologie élevé en 2011

Chaque année, la préfecture de police de Paris publie son bilan de la sécurité routière et d'accidentologie concernant l'agglomération parisienne. C'est un document d'analyse statistique qui présente les différentes données concernant les accidents sur une année. Cet aspect est à prendre en compte dans le cadre de ce projet lié aux conflits. Les chiffres présentés dans ce rapport sont tous issus du bilan de l'année 2011.

Premier constat, Paris est le département d'Ile-de-France où le plus d'accidents ont été recensés en 2011, avec 36 % du total des accidents. Ces résultats sont d'autant plus importants qu'ils sont en hausse par rapport à l'année précédente. Si en 2010, 43 personnes avaient trouvé la mort suite à un accident à Paris, en 2011, ils étaient au nombre de 50. Un même constat est fait à propos du nombre total d'accidents à Paris qui a augmenté de 1,1 % entre 2010 et 2011. Au total, on recense 7 239 accidents corporels, 50 personnes tuées et 8 329 blessés. Suivant un indicateur plus précis, le nombre de tués par millions d'habitants, Paris est placé en deuxième position des départements au taux le plus élevé en 2010.

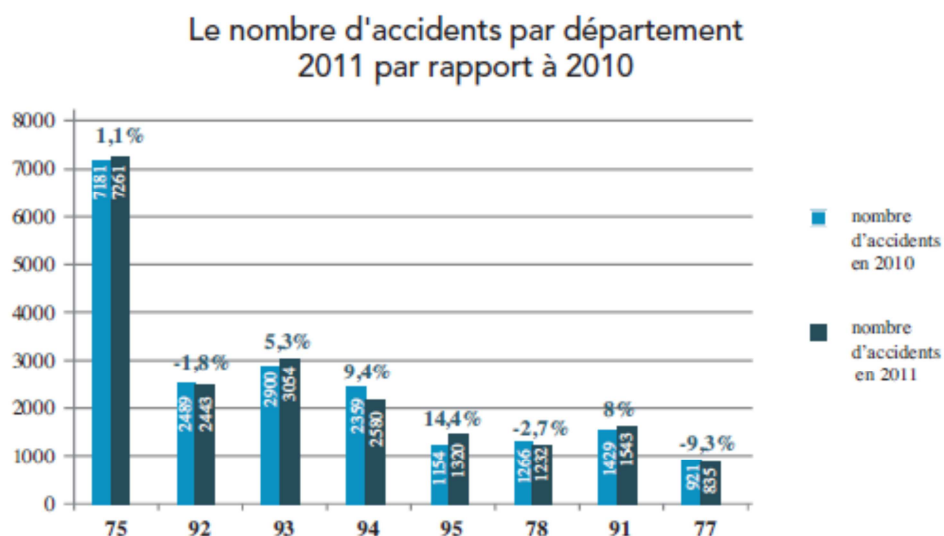


FIGURE 1 : NOMBRE D'ACCIDENTS PAR DEPARTEMENT EN 2010 ET 2011 EN ILE-DE-FRANCE¹

Selon la gravité de l'accident, la répartition par mode de déplacement est différente. Concernant les personnes tuées en 2011, plus de la majorité d'entre elles, 54 %, sont les piétons. Ils sont suivis par les deux-roues, puis les quatre-roues avec respectivement 32 % et 14 %. Le bilan note qu'en 2011, aucun cycliste n'a été tué, alors que ce mode de déplacement est de plus en plus utilisé. La répartition des personnes blessées n'est pas identique. Ici, ce sont en majorité les deux-roues qui sont le plus exposés aux accidents avec 51 %, suivis par les piétons, les quatre-roues et les cyclistes.

Ces données permettent de comprendre l'importance des accidents à Paris encore aujourd'hui. La population étant très importante, le nombre de flux et d'utilisateurs différents qui circulent dans la capitale l'est tout autant. C'est donc un point essentiel dans le développement de la ville.

b. Des problèmes de congestion importants

La circulation à Paris est souvent représentée comme difficile, c'est une ville où il est presque impossible de circuler compte tenu du nombre important d'automobilistes. Ce constat est confirmé par les résultats de 2012 de l'INRIX, une entreprise américaine qui fournit régulièrement des relevés statistiques du trafic routier. Son rapport sur l'état de la circulation établit le classement des pays les plus « concernés par l'engorgement du trafic » en 2011. Paris serait la quatrième ville la plus touchée par les embouteillages en Europe après Milan, Bruxelles et Anvers. A l'échelle de l'Ile-de-France, l'étude fait état d'une perte par les automobilistes de 58 heures par an dans la circulation, et plus particulièrement au cours de la plage horaire du vendredi entre 17h et 18h.

Le problème de congestion dans la capitale est donc réel, mais l'analyse des déplacements permet de mieux comprendre leur origine. En 2011, on estime que 41 millions de déplacements ont été réalisés par les Franciliens en Ile-de-France chaque jour, avec une moyenne de 3,9 déplacements en semaine. Une étude de l'INSEE sur

¹ La Préfecture de police de Paris.- *Bilan 2011 et grandes tendances de la décennie*.- f. 6.

l'analyse des différents modes de transport lors des déplacements atteste que les transports en commun sont le plus utilisé à Paris, 64 %, contre seulement 9,8 % dans les grandes agglomérations de province.

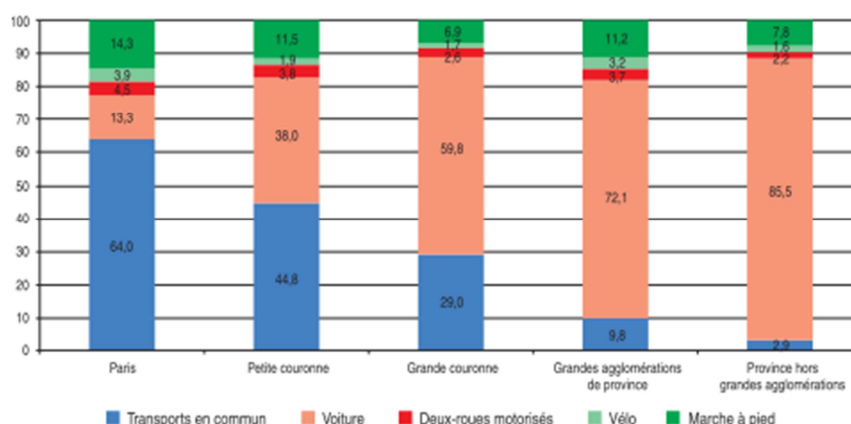


FIGURE 2 : REPARTITION DES MODES DE DEPLACEMENT EN 2008²

Le bilan des déplacements à Paris en 2011, publié par la mairie de Paris, confirme cette tendance. En effet, l'utilisation en semaine de la voiture ne représente que 16,0 % des différents modes de déplacement. On note tout de même que ce taux augmente de 10,1 points le samedi et double presque le dimanche, au détriment des transports en commun, tandis que les déplacements à pied restent à peu près stables.

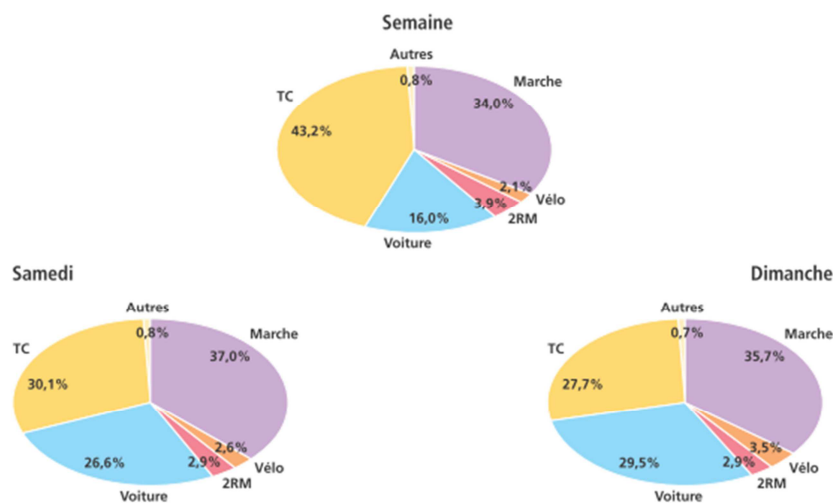


FIGURE 3 : REPARTITION MODALE DES DEPLACEMENTS A PARIS EN 2011 SELON LE JOUR DE LA SEMAINE³

Cela est rendu possible dans l'agglomération parisienne grâce au dense réseau de transports en commun, constitué à la fois d'un métro, de plusieurs lignes de RER, de bus et de tramways. Toutefois, il est également probable que cela soit la cause des

² CAENEN, Yann.- *Les Franciliens utilisent autant les transports en commun que la voiture pour se rendre au travail*. Ile-de-France à la page, n°353, avril 2011. p. 3.

³ Mairie de Paris, L'observatoire des déplacements à Paris.- *Le bilan des déplacements en 2011 à Paris*.- p. 6.

difficultés de circulation. En effet, les Franciliens, conscients de ce problème, ne se risquent donc pas à utiliser leur véhicule, préférant prendre les transports en commun. En fin de compte, en termes de déplacements, la voiture n'apparaît pas comme le mode de transport privilégié à Paris.

Cependant, la répartition par mode de déplacement n'est pas réellement significative de la composition du trafic. En effet, un bus dans la circulation représente un nombre bien plus important de déplacements qu'une voiture. Il faut alors s'intéresser à la composition du trafic de Paris intra-muros qui montre un autre aspect de la capitale. Alors que les véhicules particuliers représentent 57 % de la composition totale du trafic, la circulation des bus est de 1 %. Comparé aux données précédentes, cela montre le contraste entre le nombre de déplacements effectués en transports en commun et l'état du trafic.

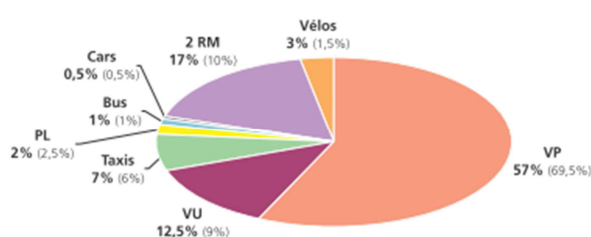


FIGURE 4 : COMPOSITION DU TRAFIC A PARIS EN 2011⁴

Si l'on s'intéresse désormais plus précisément à la circulation automobile dans Paris, le bilan 2011 montre que la distance parcourue sur le réseau instrumenté, c'est-à-dire celui où des capteurs sont placés pour connaître les chiffres du trafic, a diminué fortement depuis 2001. On est passés de 2 082 véhicules kilomètres par heure entre 7h et 21h à 1 590 en 2011. Pour autant, cette diminution de la circulation dans la ville n'a pas eu d'influence positive sur les vitesses moyennes qui ont variées, mais sans lien direct avec la circulation.

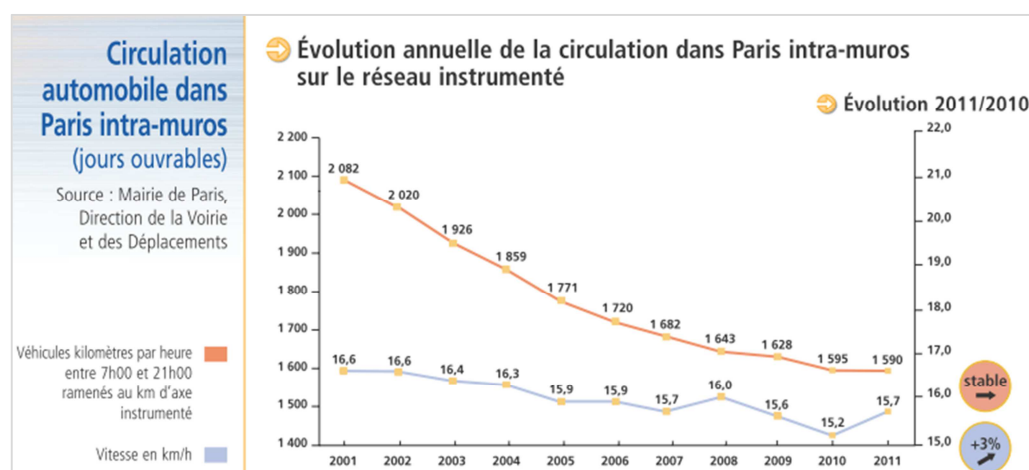


FIGURE 5 : EVOLUTION ANNUELLE DE LA CIRCULATION A PARIS INTRA-MUROS SUR LE RESEAU INSTRUMENTE⁵

⁴ Idem.- p. 27.

Au final, il ressort de ces différentes données que les problèmes de circulation à Paris ne sont pas dus à des comportements qu'il faut changer. En effet, on voit bien que les transports en commun représentent déjà une majorité des déplacements. Certes, si 100 % d'entre eux étaient effectués en transports en commun, le trafic serait plus fluide, mais cela ne résout pas tout. Le problème de congestion s'explique surtout par la très forte population en Ile-de-France, Paris offre de nombreuses opportunités de travail ce qui génère toujours davantage de déplacements.

L'avenue Jean Jaurès étant un axe central du 19^{ème} arrondissement parisien, il est important d'en savoir plus sur les déplacements liés à ce dernier. Une enquête globale du transport effectuée entre 2009 et 2011, réalisée par le STIF et la DRIEA, fournit des informations concernant les déplacements à Paris par arrondissement. On peut alors voir qu'en moyenne, un parisien effectue 4,15 déplacements par jour, tandis que pour un habitant du 19^{ème} arrondissement, ce nombre est de 3,45. C'est le taux le plus bas de Paris intra-muros et le seul en dessous de 4 déplacements quotidiens avec le 13^{ème} arrondissement, tous deux étant des arrondissements périphériques. C'est aussi le deuxième arrondissement où le pourcentage de déplacements en transports en commun est le plus fort, avec 37,1 % des déplacements quotidiens. On constate donc que l'arrondissement n'est pas celui qui génère le plus de déplacements à Paris.

Il est toutefois plus intéressant d'observer les flux de déplacements par arrondissement. Sur la Figure 6, on voit que le 19^{ème} émet ou reçoit 803 000 déplacements par jour. Parmi eux, on constate que 33 % sont internes à l'arrondissement, 40 % internes au département et 27 % externes au département. De plus, sur un créneau de 5h à 11h, alors que la plupart des territoires de Paris sont récepteurs de déplacements, le 19^{ème} fait partie des deux arrondissements les plus émetteurs, c'est-à-dire que lorsqu'il émet un déplacement, il en reçoit entre 0,75 et 1,00. On remarque donc que les déplacements concernant le 19^{ème} arrondissement de Paris sont majoritairement extérieurs, les gens vont travailler dans le centre de Paris ou en banlieue et le territoire attire moins que d'autres.

⁵ Idem.-p. 23.

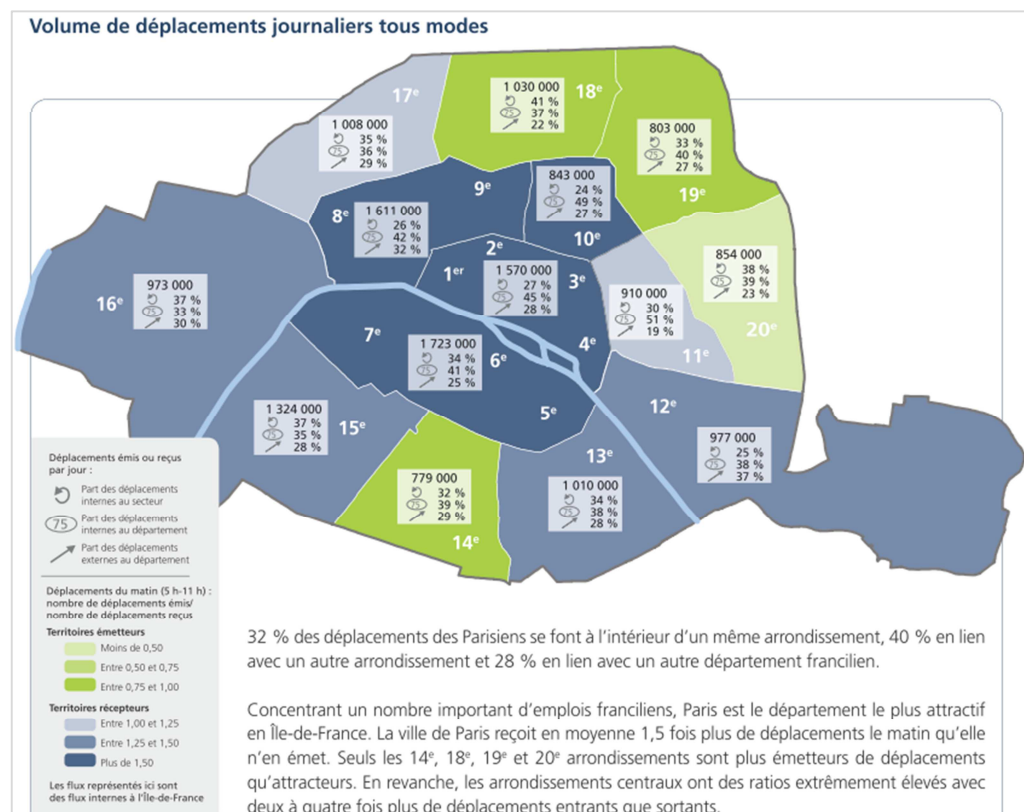


FIGURE 6 : VOLUME DE DEPLACEMENTS JOURNALIERS A PARIS PAR MODE ENTRE 2009 ET 2011⁶

c. Des enjeux et des politiques liés

Afin de mieux comprendre les différents enjeux auxquels sont liés le projet, il est important de connaître les orientations prises par la ville de Paris en termes de déplacements. Ces tendances sont évoquées dans le PADD, mais sont développées et expliquées plus en détails dans le PDU. Celui-ci, relatif à la région Ile-de-France, a été adopté pour la première fois en 2000. Le document étudié ici est la version révisée en 2012, réalisée par le STIF et la région.

A la lecture du PDU, il ressort qu'un des enjeux concernant la mobilité à Paris est de favoriser des déplacements en accord avec un développement durable. Cette démarche est précisée par un plan d'actions présenté sous forme de 9 défis qui seront à mettre en place d'ici les années à venir. Cela souligne la volonté de redonner une place importante aux déplacements actifs, que ce soit le vélo ou la marche. De cette façon, l'usage de l'automobile devrait diminuer et ainsi réduire les problèmes de pollution actuels.

Cette direction prise par la région Ile-de-France s'illustre aussi par la place accordée aux vélos dans les ambitions du PDU. Il faut créer des bandes et pistes cyclables au maximum afin de favoriser ce mode de transport. L'initiative Vélib', mise en service depuis 2007, était déjà un premier pas dans cette démarche. Ces aménagements de nouveaux itinéraires cyclables doivent permettre de constituer un réseau qui

⁶ OMNIL, STIF, IUA.- *Enquête globale transport : La ville de Paris.* - p. 3.

couvrirait suffisamment de territoire pour desservir la majorité de l'Ile-de-France. De la même façon, la région espère aussi pouvoir rendre les transports en commun plus attractifs, toujours dans une optique de développement durable. De même que pour le vélo, il est ici important de former un réseau capable de desservir les principales destinations de façon efficace. Cela passe par l'amélioration de tous les réseaux existants que sont les bus, métros, RER, trains de banlieue, tramways et même les navettes fluviales. Récemment, les plans présentés dans la perspective du Grand Paris Express atteste cette ambition de développer ces réseaux sur tout le territoire.

Enfin, on pourra aussi retenir une idée importante du PDU qui associe d'une certaine manière cette volonté de développer les itinéraires cyclables et les transports en commun. Le développement des réseaux doit privilégier un partage multimodal de la voirie. Ce partage tient compte du type de réseau, celui-ci étant hiérarchisé en trois parties ; le réseau à caractère magistral, structurant et local. Chaque type de réseau doit alors évoluer selon des caractéristiques précises. Le développement du réseau tient aussi compte de sa localisation ; une zone de centre-ville ou de pôle gare ne disposera pas des mêmes fonctions qu'une zone résidentielle.

On constate que Paris souhaite suivre une voie de ville durable, la place accordée à l'automobile n'est plus celle qu'elle était dans les années 60-70. Pour cela, les politiques globales visent à développer les autres modes de transport, qui doivent prendre la place de la voiture sur les routes, tentant ainsi de faire changer les mentalités. Le point clé de ces actions est celui du partage de la voirie, cela permet de faire le lien entre toutes les ambitions de la région en termes de déplacements.

2. Des problèmes similaires sur l'avenue Jean Jaurès

a. Un axe important pour la ville et l'arrondissement

L'avenue Jean Jaurès est un axe important pour l'arrondissement et même à l'échelle de Paris, car elle traverse de nombreux équipements importants. D'une longueur de 1,8 km et d'une largeur environ égale à 31 m, elle traverse le 19^{ème} arrondissement en le séparant en deux moitiés, rejoignant d'un côté la place Stalingrad et de l'autre, la porte de Pantin, un accès direct sur le boulevard périphérique de Paris. C'est un axe qui permet à la fois l'entrée et la sortie de Paris, et donc soumis à un trafic important, notamment au niveau de la porte de Pantin. Il est également, depuis 2006, un espace civilisé de Paris, statut donné aux grands axes de la ville qui ont été réaménagés afin d'offrir un cadre agréable à tous.

D'après la hiérarchisation des voiries en Ile-de-France, c'est un réseau à caractère structurant, c'est-à-dire qu'il a pour vocation des déplacements automobiles de moyenne distance, qu'il doit pouvoir être le support des modes de transport structurants, tels que les tramways ou les bus et permettre le passage des poids lourds. En zone urbaine, il est également le support des déplacements à vélo ou à pied. Le PDU explique donc que c'est « sur ce réseau que l'enjeu de partage de la voirie est le plus fort puisque tous les modes de déplacement sont amenés à l'utiliser »⁷. C'est pourquoi on retrouve tout le long de l'avenue des voies cyclables.

⁷ STIF, Conseil régional d'Ile-de-France.- *Plan de déplacements urbains d'Ile-de-France*.- f. 61.

Cet axe est aussi emprunté par deux bus, le bus 48 du réseau RATP sur une petite portion de son extrémité sud-ouest et le bus 60 sur une portion centrale. Ce dernier est d'ailleurs l'une des lignes de bus les plus fréquentées avec plus de 35 000 passagers quotidiens en moyenne.

 Lignes de bus les plus fréquentées Moyenne journalière de mardi à vendredi (sauf juillet, août et vacances scolaires)			
2010	Moyenne journalière	2011	Moyenne journalière
62	56 140	62	54 870
PC3	45 030	PC3	45 710
26	37 960	26	43 560
95	37 170	95	39 980
91	36 740	91	36 520
PC2	36 500	60	36 085
60	35 840	96	35 600
96	35 090	PC2	35 370
31	34 540	80	34 800
80	33 540	31	33 250

FIGURE 7 : LIGNES DE BUS LES PLUS FREQUENTEES EN 2011⁸

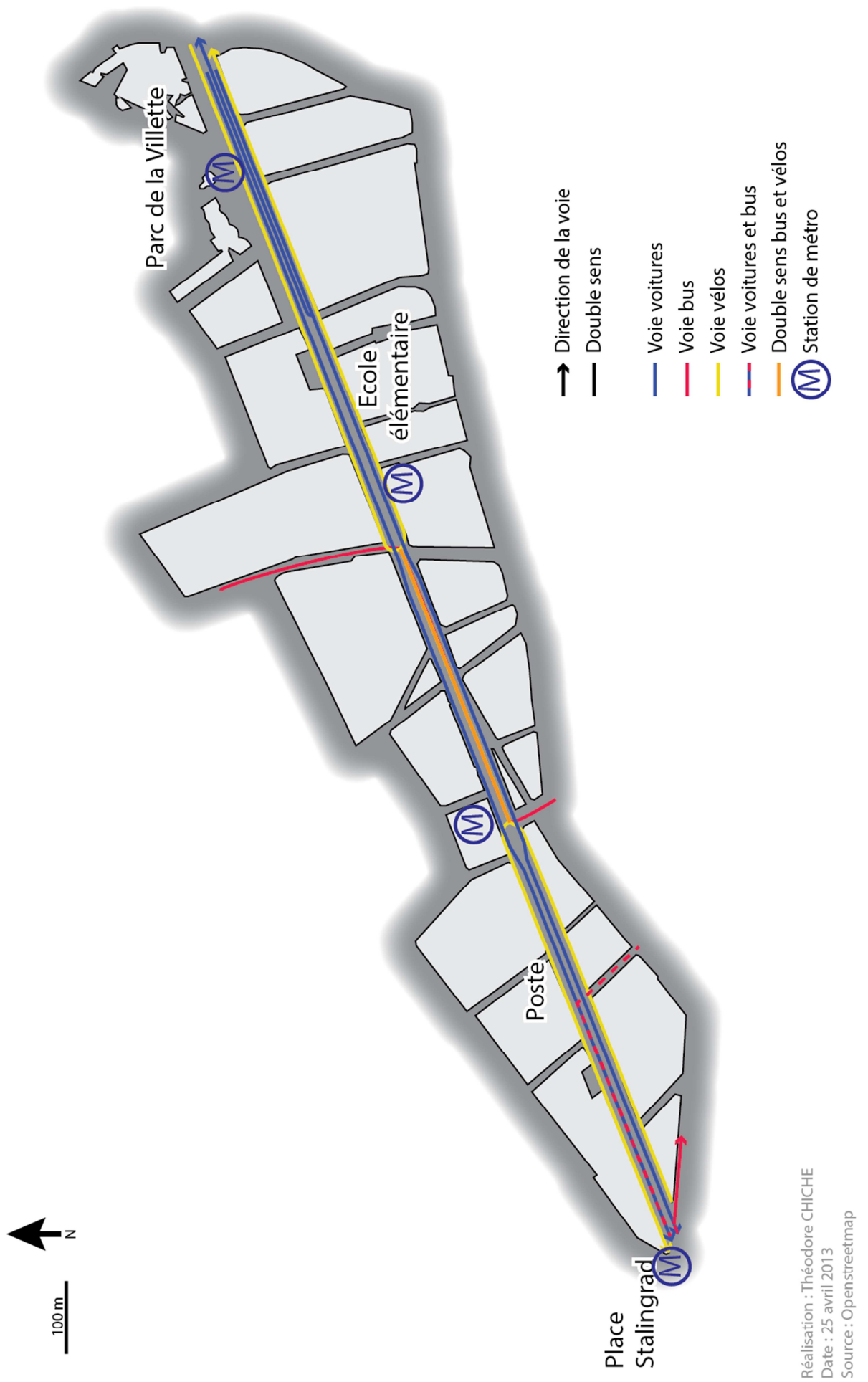
L'avenue accueille donc de nombreux usagers différents, dont la répartition est représentée sur la Carte 2. Elle est aussi longée par la ligne 5 de métro, desservant quatre stations, Jaurès, Laumière, Ourcq et Porte de Pantin. Enfin, à son extrémité nord-est, on retrouve depuis fin 2012 un arrêt du tramway 3b qui longe à l'est les limites de Paris. L'avenue Jean Jaurès est donc soumise à de nombreux passages du fait de la diversité de l'offre de déplacements.

Au niveau justement de la porte de Pantin, on retrouve une des dessertes principales du parc de la Villette de Paris. Ce parc est l'un des plus grands de la capitale et accueille également la Cité des sciences et de l'industrie, établissement qui réunit près de 3 millions de visiteurs par an, soit le 7^{ème} site culturel le plus visité de Paris en 2011. C'est aussi là qu'on retrouve le Zénith de Paris d'une capacité d'environ 6 000 places. Il accueillera le Philharmonique de Paris en 2014. On retrouve également à proximité les quais du canal de l'Ourcq, réaménagés récemment, et qui accueillent deux cinémas MK2. Enfin, à caractère moins touristique mais tout de même générateurs de flux, l'avenue accueille entre autres une école élémentaire, l'école des cours Florent, un bureau de poste et de nombreux commerces tels qu'un Monoprix.

C'est donc une avenue qui par sa longueur relie plusieurs points essentiels du 19^{ème} arrondissement, mais fait aussi la connexion entre Paris et sa banlieue grâce à son accès au périphérique. Son importance vient également de ses nombreux équipements qui font d'elle un axe de passage privilégié à Paris.

⁸ Mairie de Paris, L'observatoire des déplacements à Paris.- *Le bilan des déplacements en 2011 à Paris*.- p. 9.

Résumé des données de circulation et lieux de passages principaux de l'avenue Jean Jaurès (75019)



Réalisation : Théodore CHICHE
Date : 25 avril 2013
Source : Openstreetmap

CARTE 2: RESUME DES DONNEES DE CIRCULATION ET LIEUX DE PASSAGES PRINCIPAUX DE L'AVENUE JEAN JAURES

b. Des risques de conflits importants

L'avenue Jean Jaurès accueille en tant que réseau structurant de Paris de nombreux usagers, notamment des voitures, des vélos, des bus et des piétons. Tous ces usagers traversent l'avenue sur près de deux kilomètres d'une façon non linéaire. En effet, comme indiqué Carte 2, les voies de vélo et les voies de bus s'intercalent entre les deux voies de voitures sur une portion de l'avenue. L'avenue voit aussi apparaître vers son extrémité nord-est une double voie pour les voitures se dirigeant vers la porte de Pantin.

De plus, tout au long de l'avenue, ce sont 17 intersections qui permettent aux différents usagers d'entrer ou sortir. Parmi les rues adjacentes, beaucoup d'entre elles sont en sens unique, mais il arrive de croiser des doubles sens. Ces rues accueillent aussi souvent un contre-sens cyclable. Ainsi, toutes ces intersections, liées aux nombreux modes de transports, augmentent le risque de croisements de flux et donc de conflits. Pour avoir une meilleure idée de la diversité de ces risques sur l'avenue, l'illustration en Annexe 1 représente différentes topologies d'intersections que l'on peut rencontrer. Les flux y sont représentés sans prendre en compte les différents feux rouges qui gèrent actuellement toutes les intersections afin de mieux illustrer les conflits.

On remarque donc que dans la plupart des cas, les croisements de flux sont très nombreux le long de l'avenue Jean Jaurès. Les risques que présentent ces conflits sont pour le moment gérés par le système de feux, mais certains conflits continuent d'avoir lieu, ce qui constitue un risque. Il faut donc chercher à réduire leur nombre.

c. Une gêne causée par des embouteillages

L'autre objectif du projet étant de régler les difficultés de circulation sur l'avenue Jean Jaurès, il faut avant tout prouver qu'un tel problème existe. Pour cela, plusieurs outils vont servir de preuves.

Dans un premier temps, l'outil utilisé pour démontrer un problème de fluidité concernant l'avenue Jean Jaurès est le site SYTADIN (www.sytadin.fr). Ce site est géré par la DiRIF qui appartient plus généralement à la DRIEA Ile-de-France, service déconcentré de l'Etat créé en 2010. Elle a pour but de gérer les réseaux structurants et les routes accueillant les trafics à longue distance. Le site a pour but d'informer en temps réel et 24h/24 les usagers des conditions du trafic de ces réseaux, en informant sur les différents travaux, accidents, mais surtout sur l'état des vitesses et des bouchons. Ces informations sont collectées « à partir de la détection des véhicules par les boucles électromagnétiques du réseau SIRIUS implantées à environ 7 cm sous la chaussée »⁹. SYTADIN ne donne pas ces informations à propos de toutes les rues de Paris intra-muros, mais l'avenue Jean Jaurès est considérée comme un réseau à caractère structurant et l'information est donc assez précise pour avoir une idée de la qualité du trafic sur l'avenue. Cependant, l'information n'existe que pour la voie se dirigeant de Paris vers le périphérique, les informations concernant l'autre sens de circulation n'étant pas indiquées.

⁹ SYTADIN [2 avril 2013], <http://www.sytadin.fr/pratique/faq.html>

Pour obtenir une idée objective de l'état de congestion de l'avenue, plusieurs captures d'écran ont été prises à différents moments de la journée, tout au long du mois d'avril et d'une partie du mois de mai, et à des heures différentes. Cette période est considérée comme un échantillon représentatif, car elle couvre une période hors vacances scolaires et une autre au cours des vacances de printemps de la zone C, qui commencent le 27 avril 2013 et se terminent le 13 mai 2013. A partir de ces différentes captures, on peut déjà avoir une idée de l'état de congestion de l'avenue Jean Jaurès. SYTADIN représente en rouge sur la carte les tronçons où de forts embouteillages sont constatés. La date et l'heure auxquelles ont été prises les captures sont indiquées en haut à gauche et l'avenue Jean Jaurès a été mise en valeur par un cadre jaune. Ci-dessous est présenté un exemple d'une capture d'écran prise le 16 avril 2013 à 14h36. Le reste des captures est disponible sur l'Annexe 2.

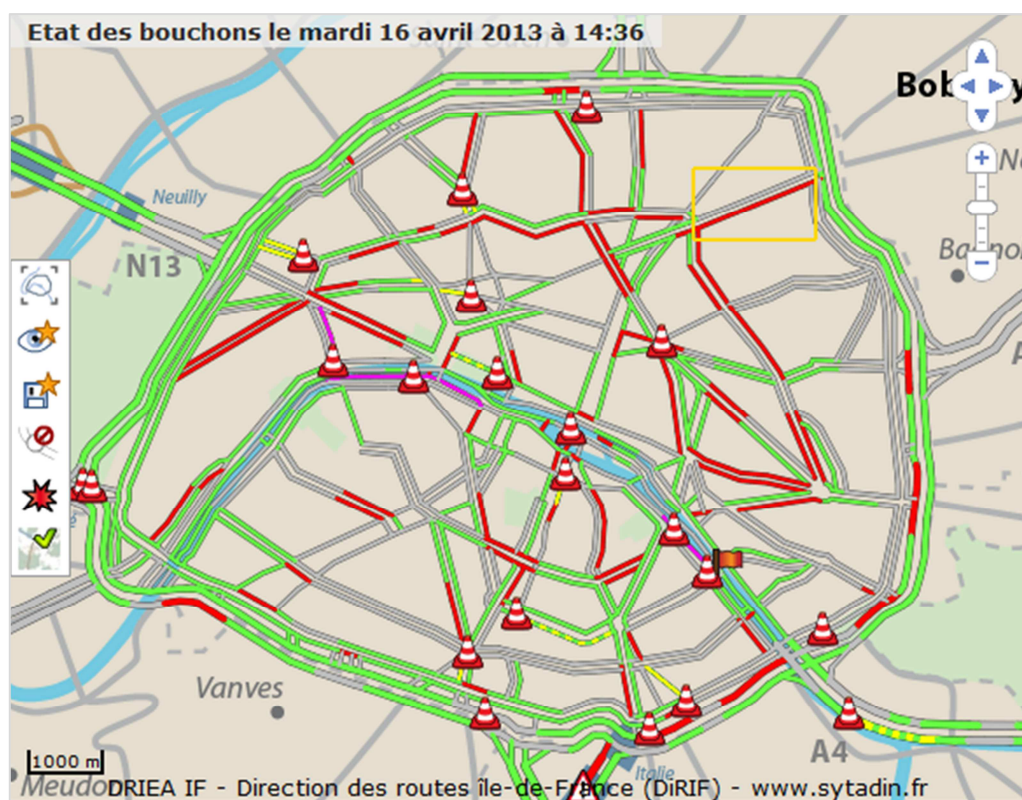


FIGURE 8: EXEMPLE DE CAPTURE D'ECRAN SYTADIN¹⁰

L'outil SYTADIN apporte donc des preuves relatives au problème de congestion observé. Il permet aussi de constater que si l'avenue souffre d'un problème de congestion, c'est en général la partie proche de la porte de Pantin la plus concernée. On peut donc obtenir grâce à cette méthode des preuves concernant le problème observé et à résoudre dans le cadre de ce projet. Pour autant, cette méthode seule ne permet pas de conclure totalement à l'existence de problèmes de congestion sur l'avenue Jean Jaurès.

Afin de s'assurer des données obtenues grâce à l'outil SYTADIN, il a été nécessaire de se rendre directement sur le terrain et de prendre des photos de l'avenue à

¹⁰ SYTADIN [avril-mai 2013], <http://www.sytadin.fr/>

différents moments de la journée, tout au long du mois d'avril 2013. Les bouchons sont alors clairement présentés par des files de voitures plus ou moins longues qui encombrent l'avenue. Cette méthode est complémentaire de la précédente car elle apporte en précision. En effet, les lieux où les photos ont été prises sont indiqués sur une carte disponible en Annexe 3, ce qui permet de se faire une meilleure idée de l'état de l'avenue Jean Jaurès. Sont indiquées sur la carte les dates auxquelles ont été prises les photographies afin de montrer que l'échantillon retenu de photos est représentatif.

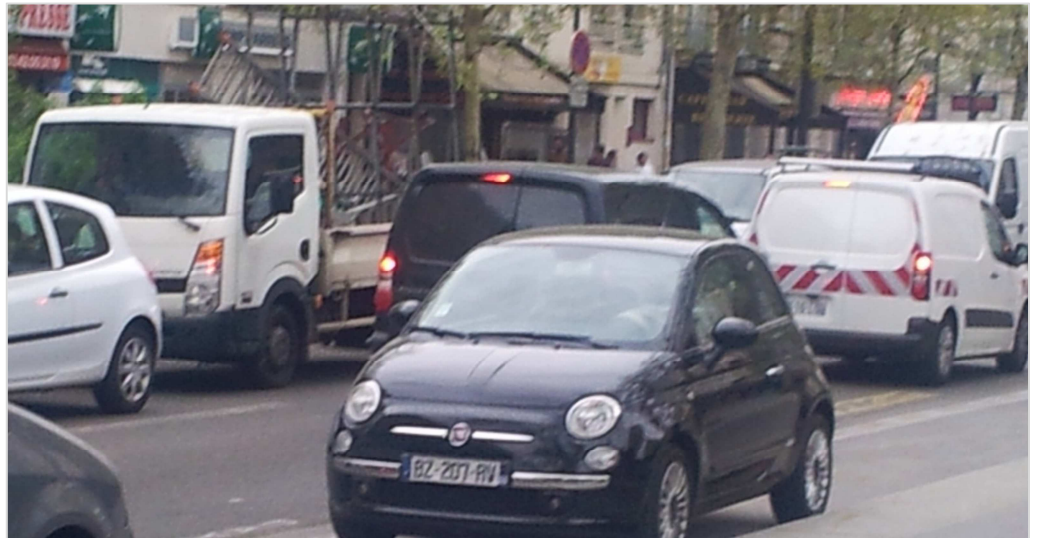


FIGURE 9 : EXEMPLE DE PHOTOGRAPHIE DE L'AVENUE JEAN JAURES

Grâce à ces documents, on constate que le problème de bouchons sur l'avenue Jean Jaurès est réel. Si sur certaines photos, ce problème n'apparaît pas, l'échantillon révèle tout de même une majorité de photos où l'on constate des embouteillages. Encore une fois, le problème est plus récurrent sur la portion de l'avenue du côté de la porte de Pantin, à proximité du boulevard périphérique.

II. Approche méthodologique du projet

1. L'analyse des conflits par croisements de flux

Dans le cadre de ce projet, on appelle un conflit tout croisement possible entre deux ou plusieurs flux d'utilisateurs. Un flux est défini par un vecteur possédant une origine et une destination, et auquel est attribué une valeur, le débit, mesuré en nombre d'utilisateurs par heure. Les flux sont considérés comme étant ceux autorisés par le code de la route pour chaque utilisateur. Cela a pour but d'en simplifier l'analyse ; on considère par exemple que pour tourner à gauche, une voiture se place dans la file de gauche si elle en a la possibilité. Cette technique a aussi pour but d'éviter les flux aléatoires, comme ceux des piétons traversant hors des passages piétons.

La méthode d'analyse des points de conflits a été inspirée par les tracés de Camillo Sitte dans son ouvrage *L'art de bâtir les villes*, mais également par le guide *Carrefours urbains* publié par le Certu. L'application de cette méthode permet de déterminer le nombre de conflits entre les différents utilisateurs à une intersection. La méthode sera

appliquée à une intersection représentative et les résultats seront généralisés à l'ensemble de l'avenue.

La démarche du projet ne se contente pas de compter les conflits présents, elle cherche aussi à les quantifier, à connaître l'importance de chaque conflit afin de les hiérarchiser. La méthode employée, conseillée par M. Maïzia, consiste à multiplier entre eux les flux qui se croisent pour quantifier le conflit. Ainsi, si un flux AB d'un débit de 10 usagers/heure rencontre un flux CD de 12 usagers/heure, le conflit entre les deux a un poids de 120 usagers²/heure.

Dans ce projet, cette méthode a été réalisée grâce au logiciel Matlab. A partir de la carte analysant les flux et les conflits, les flux ont été regroupés dans un tableau indiquant leur origine, leur destination et le débit mesuré. Dans un autre tableau ont été réunis les conflits suivant les origines et les destinations des flux qui se rencontrent. Une fois que le programme a récupéré ces différentes données, une matrice est créée associant les flux des différentes origines et destinations. Si à une intersection, un flux existe, la valeur est celle du débit mesuré. S'il n'y a pas de flux, cela est représenté par la valeur infinie.

Cette matrice est alors utilisée pour en former une plus importante, où tous les flux sont multipliés entre eux ; c'est la matrice des conflits théoriques. Il faut ensuite générer la matrice des conflits réels. Pour cela, on utilise le second tableau, chargé au début du programme, et on récupère les coordonnées de chaque conflit. Une fois identifiés, on crée une matrice de même taille que la matrice des conflits théoriques, en la remplissant avec des 1 si un conflit a vraiment lieu, et avec des 0 si le conflit n'existe pas. Enfin, en multipliant ces deux matrices, on obtient celle des conflits réels.

Pour analyser les résultats, les conflits réels sont triés par ordre décroissant puis représentés par un graphique qui illustre leur distribution.

Pour ce projet, c'est l'intersection entre l'avenue Jean Jaurès et l'avenue de Laumière qui a été choisie. Cela a été motivé par le nombre important de conflits constatés et par la complexité des trajectoires des flux. En effet, à cette intersection, on remarque l'apparition d'une ligne de bus sur l'avenue Jean Jaurès et également un changement de voies des itinéraires cyclables.

Au final, l'analyse de la carte des flux et conflits permet de recenser un total de 85 conflits à cette intersection, tous représentés dans la Carte 3. Concernant les débits des flux, ceux-ci ont été relevés le mardi 7 mai 2013 entre 18h05 et 19h20. La distribution des conflits est alors donnée par le graphique ci-dessous. Le calcul du poids total des conflits est de 752 328 usagers²/h².

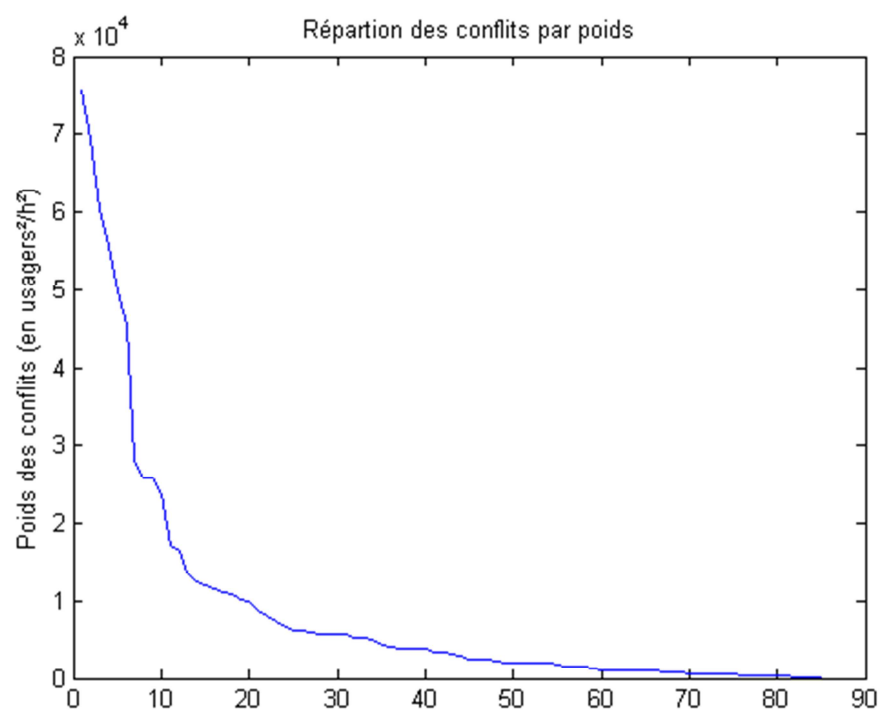
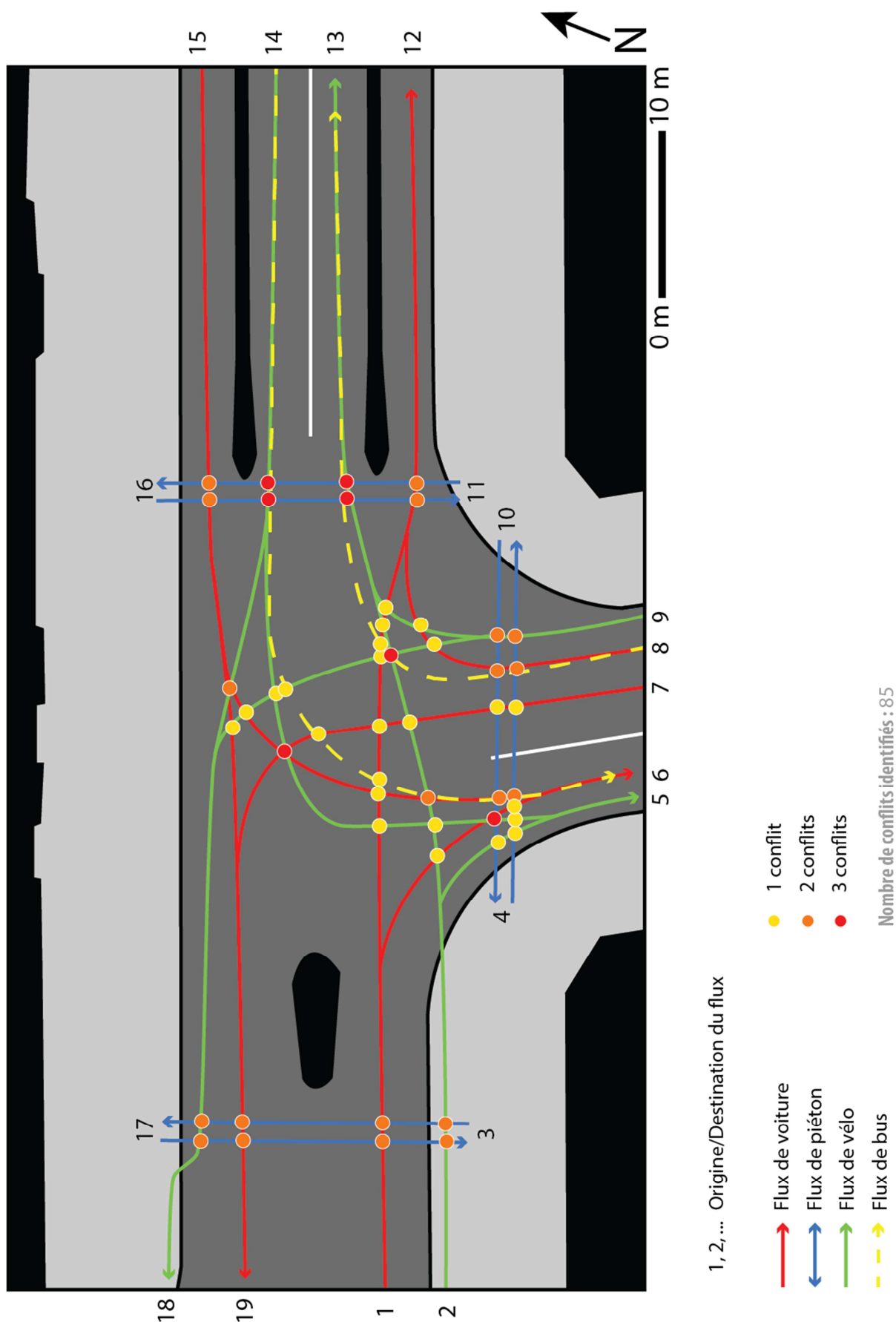


FIGURE 10: REPARTITION DES CONFLITS PAR POIDS

L'analyse des conflits met également en avant que les plus importants, et donc les plus dangereux, sont ceux entre les piétons et les voitures traversant l'avenue Jean Jaurès.

Ensemble des flux et conflits au croisement de l'avenue Jean Jaurès et l'avenue de Laumière



Réalisation : Théodore CHICHE
Date : 6 mai 2013
Source : Mairie de Paris

CARTE 3 : FLUX ET CONFLITS AU CROISEMENT DE L'AVENUE JEAN JAURES ET L'AVENUE DE LAUMIERE

2. L'analyse de la congestion selon Greenshields

Il existe de nombreuses méthodes d'analyse des écoulements du trafic, parmi lesquelles on trouve plusieurs théories de modélisations mathématiques. Celles-ci permettent de quantifier et de représenter le comportement des véhicules et leurs déplacements. Elles comportent de nombreuses approximations en grande partie dues au caractère imprévisible des automobilistes, mais parviennent néanmoins à fournir des résultats corrects qui permettent alors d'envisager plusieurs possibilités d'aménagement.

Toutes les bases utilisées ici sont tirées de l'ouvrage *Ingénierie du trafic routier* écrit par Simon Cohen et publié en 1990. La théorie utilisée au cours de ce projet est celle de Greenshields datant de 1935. Ce modèle utilise des unités et des variables récurrentes dans les analyses de trafic. Par exemple, l'unité de véhicule particulier, dite uvp, est utilisée pour normaliser les différents types de véhicules étudiés. Cela permet de ne pas séparer en trois l'analyse du flux des voitures, des poids lourds et des deux-roues. Le tableau de conversion ci-dessous donne les équivalences de chaque véhicule en uvp.

Type de véhicule	Nombre d'uvp
Véhicule léger ou camionnette	1 uvp
Poids lourd de 5 tonnes et plus	2 uvp
Deux-roues	0.3 uvp

TABLEAU 1 : EQUIVALENCE DES VEHICULES EN UVP

De plus, la modélisation mathématique se sert de plusieurs variables dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Le débit, noté D : c'est le nombre de véhicules passant à un endroit x pendant un instant t . Il se mesure en uvp/s et se calcule à partir de la formule suivante :

$$D(x, t) = \frac{N(x, t)}{dt}$$

- La concentration, notée C : c'est le nombre de véhicules présents sur un intervalle x au temps t . Il se mesure en uvp/m et se calcule ainsi :

$$C(x, t) = \frac{N(x, t)}{dx}$$

- La vitesse instantanée moyenne, notée V : c'est la dérivée de la position x par rapport au temps t , elle se mesure en m/s. La définition donne donc la formule :

$$V = \frac{dx}{dt}$$

Ainsi, à partir de ces différentes formules, on peut trouver une relation fondamentale qui relie ces trois variables entre elles.

$$V = \frac{dx}{dt} = \frac{N(x, t)}{C(x, t)} * \frac{D(x, t)}{N(x, t)} = \frac{D(x, t)}{C(x, t)} \Rightarrow D = CV \quad (1)$$

Une fois ces valeurs définies, le modèle de Greenshields exprime une relation qui lie la concentration à la vitesse. Celle-ci est alors une fonction linéaire de la concentration. En effet, si la concentration est faible, alors la vitesse des automobilistes sera forte, tandis que si la concentration est élevée, la vitesse sera ralentie et presque nulle. Cette relation est représentée par le graphique ci-dessous et s'exprime de la façon suivante :

$$V = aC + b \quad (2)$$

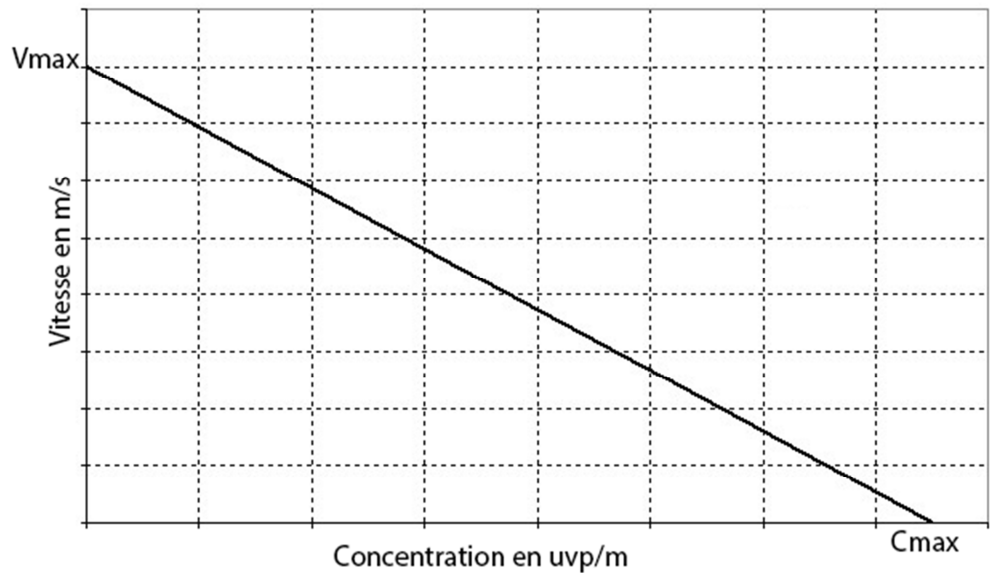


FIGURE 11 : LIEN ENTRE LA CONCENTRATION ET LA VITESSE SELON GREENSHIELDS

Grâce aux deux relations (1) et (2), on obtient une relation qui lie la concentration et le débit, et qui s'écrit comme suit :

$$D = aC^2 + bC$$

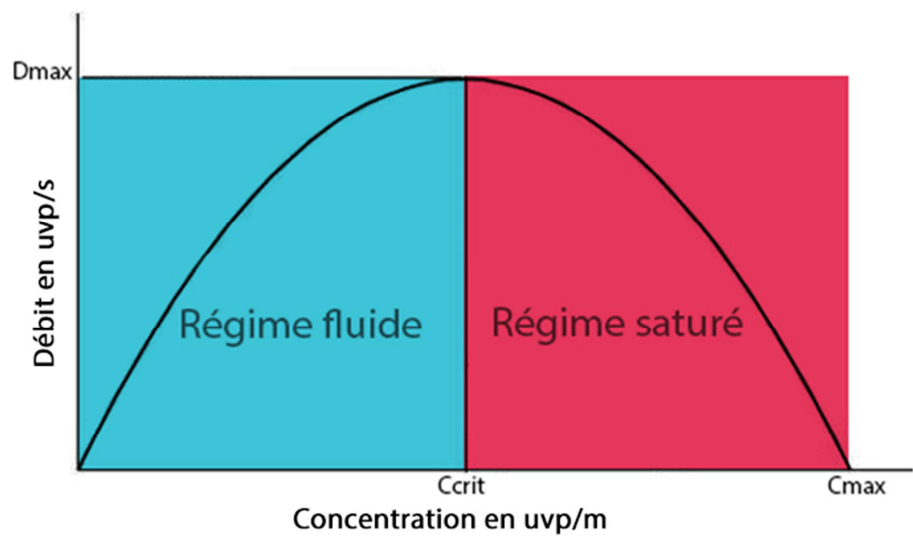


FIGURE 12 : LIEN ENTRE LA CONCENTRATION ET LE DEBIT

La relation représentée ci-dessus sépare la courbe en deux parties. En effet, le modèle du trafic utilisé explique qu'il existe une concentration critique, C_{crit} , pour laquelle on passe d'un régime fluide à un régime saturé. Le but de ce projet est donc de permettre de trouver un lien entre la concentration et le débit pour obtenir un régime fluide sur l'avenue Jean Jaurès.

Afin d'appliquer cette théorie au cas de l'avenue Jean Jaurès, il faut connaître plusieurs valeurs afin de paramétrer la courbe. La concentration maximale sur l'avenue est définie par le nombre maximal d'unités de véhicule particulier sur un kilomètre. En choisissant une largeur de 5 m pour chaque uvp, la concentration maximale vaut alors 200 uvp/km.

Il faut également connaître le débit maximal sur l'avenue. Dans un rapport de l'agence d'urbanisme du Grand Lyon sur le profil en travers des voiries urbaines, datant de 2010, il est précisé que le trafic sur l'avenue Jean Jaurès est de 24 000 véhicules/jours. Il est alors possible de retrouver le débit maximal à partir de cette donnée. En effet, une théorie conseillée par M. Maïzia exprime que les fluctuations du trafic sont similaires pour toutes les voies. En se basant sur l'évolution du débit par tranche d'heure sur une journée d'une route autre que l'avenue Jean Jaurès, le débit maximal de l'avenue Jean Jaurès peut être calculé.

Pour cela, le rapport *Topologie urbaine : L'énergie de la ville* datant de 2009 de M. Maïzia donne la courbe du débit horaire de la N186. L'intégrale de cette courbe équivaut à un débit journalier de 18 670 uvp/jour. On fait alors un ratio entre les deux données qui permet de trouver le débit maximal. Sur la courbe du débit de la N186, celui-ci vaut 1 900 uvp/h et le rapport entre les débits journaliers de l'avenue Jean Jaurès et celui de la nationale est d'environ 1,29. Cela permet d'obtenir un débit maximal de l'avenue Jean Jaurès d'environ 2 442 uvp/h. Une fois ces informations obtenues, les paramètres a et b sont calculés et on obtient le graphique ci-dessous qui représente la variation du débit en fonction de la concentration de l'avenue Jean Jaurès selon la théorie de Greenshields.

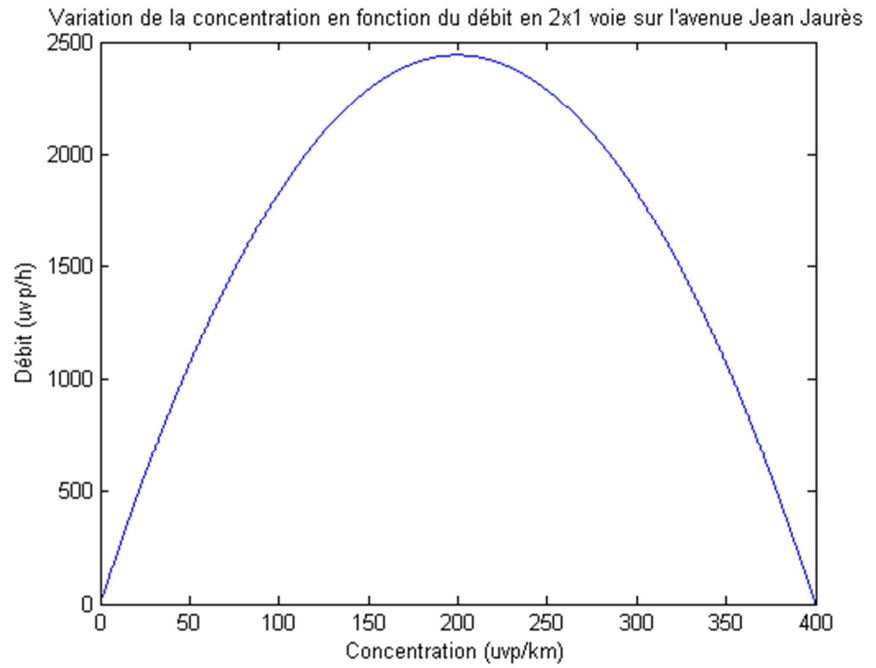


FIGURE 13 : VARIATION DU DEBIT EN FONCTION DE LA CONCENTRATION SUR L'AVENUE JEAN JAURES

Ensuite, considérant les fluctuations du débit journalier, le projet porte sur l'analyse un cycle de six heures autour du débit maximal. Pour cela, on fait l'hypothèse, conseillée par M. Maïzia, de considérer la variation de la concentration dans ce cycle comme une courbe sinusoïdale. Grâce aux paramètres a et b déjà calculés, on peut retrouver l'évolution du débit sur ce cycle. Le constat est donc qu'actuellement, l'avenue Jean Jaurès voit passer un total de 5 644 uvp en six heures. On obtient alors les graphiques ci-dessous pour la concentration et le débit, le détail des calculs étant disponible en annexe.

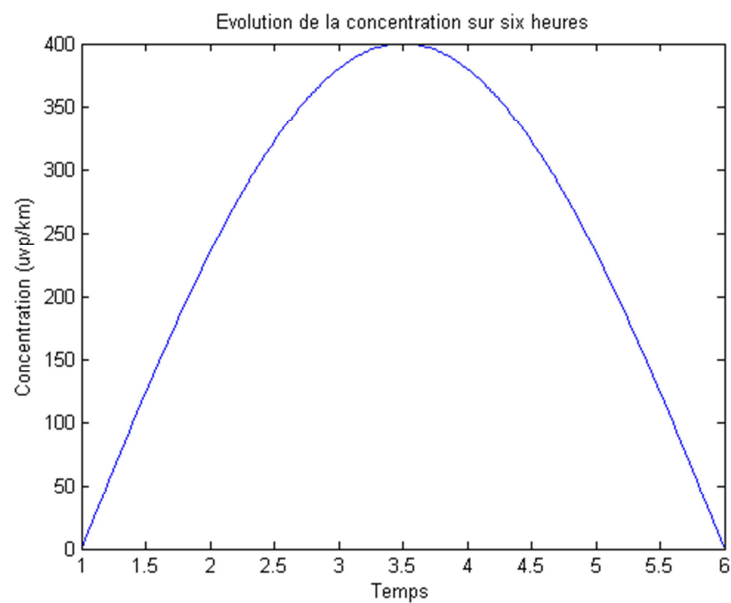


FIGURE 14 : VARIATION DE LA CONCENTRATION SUR UNE TRANCHE DE SIX HEURES

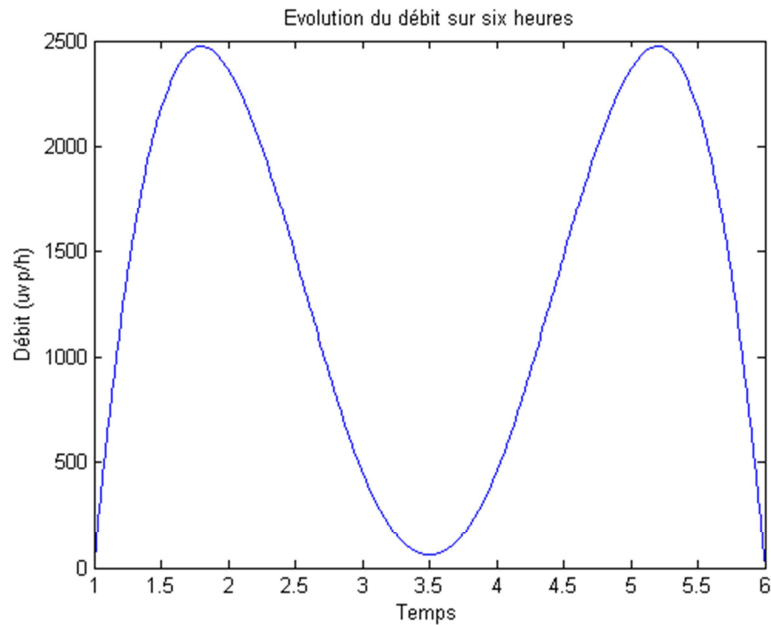


FIGURE 15 : VARIATION DU DEBIT SUR UNE TRANCHE DE SIX HEURES

III. Un projet de grande ampleur

Les contraintes budgétaires n'entrant pas en compte dans la conception de ce projet, celui proposé peut paraître ambitieux mais reste réaliste et réalisable.

1. Création d'un métro aérien

La solution la plus évidente, concernant le problème de congestion sur l'avenue, est d'augmenter la concentration maximale en réduisant la taille des trottoirs. Cependant, cela n'est pas envisageable ici, compte tenu des différentes ambitions relatives aux déplacements de la ville de Paris. La démarche est d'accorder une place importante aux modes actifs et non pas de la réduire. Pour y parvenir sans agir sur l'espace réservé aux piétons et aux vélos, on utilise les voies du métro déjà existantes pour créer un tunnel, doublant la capacité maximale. Les stations du métro longeant l'avenue Jean Jaurès sont mises à l'extérieur, à l'instar des portions des lignes 2, 5 et 6 du métro parisien actuel.

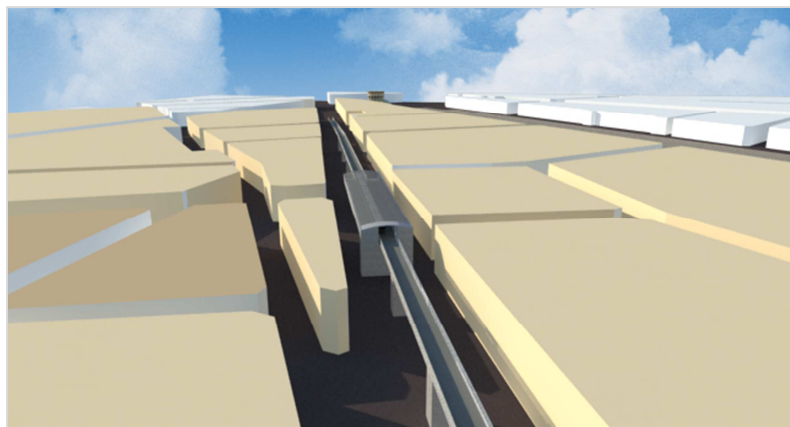


FIGURE 16 : MODELISATION 3D DU PROJET

Pour savoir si les dimensions de l'avenue Jean Jaurès permettent d'accueillir un métro aérien, ce projet se base sur des études réalisées en 2008 pour la mise en place d'une infrastructure similaire à Los Angeles. Ce projet était envisagé sur une avenue d'une largeur de 100 feet, soit environ 30,5 mètres, ce qui correspond à la largeur de l'avenue Jean Jaurès. Il est donc possible pour l'avenue d'accueillir une telle infrastructure. Concernant les pentes nécessaires, celles-ci sont inspirées de la portion aérienne de la ligne 2. Il faut environ 300 mètres pour permettre aux trains d'arriver à 10 m d'altitude, et cela est possible sur cet axe. Les stations prennent légèrement plus de place, mais la largeur de l'avenue permet également de les accueillir.

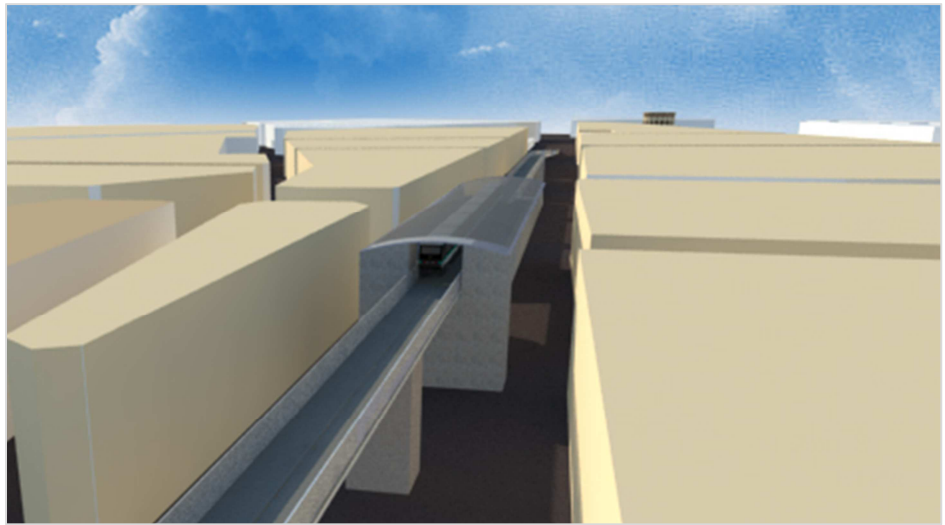


FIGURE 17 : MODELISATION 3D DU PROJET

2. Un tunnel qui fluidifie le trafic

La mise en place du métro permet l'installation d'un tunnel comportant 2x2 voies sur presque toute la longueur de l'avenue Jean Jaurès. La capacité maximale en souterrain est alors doublée, elle atteint 800 uvp/km. L'augmentation de cette capacité joue un rôle dans l'amélioration des problèmes de congestion. Pour constater cela, il faut étudier à nouveau le cycle pris en exemple lors du diagnostic. Une hypothèse émise par M. Maïzia définit que lorsque la concentration maximale est multipliée par 2, le débit maximal est multiplié par 1,7, et donc, alors qu'il était de 2 442 uvp/h auparavant, celui-ci vaut maintenant environ 4 151 uvp/h. La courbe ci-dessous représente la nouvelle courbe de variation du débit en fonction de la concentration sur le tunnel de l'avenue Jean Jaurès.

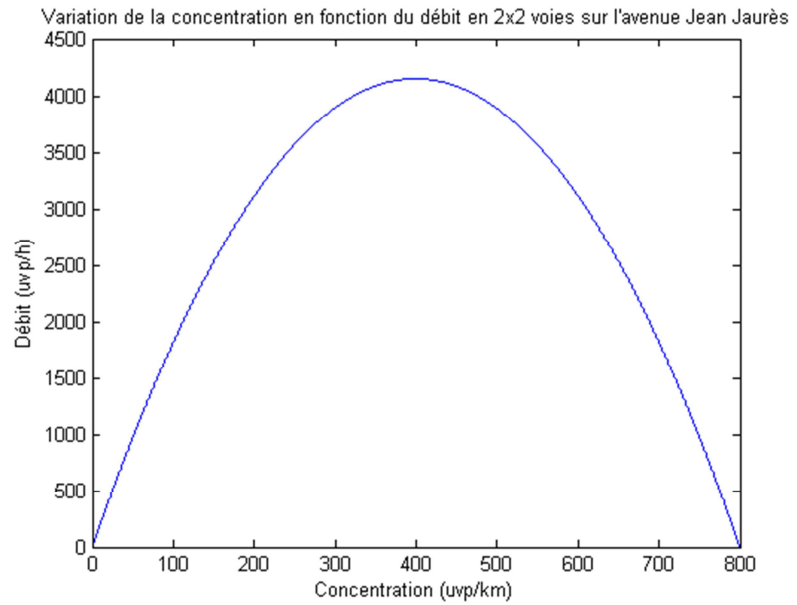


FIGURE 18 : EVOLUTION DE LA CONCENTRATION DU PROJET DANS LE TUNNEL

En réutilisant la même démarche que pour le diagnostic, il est possible de comparer le débit sur le cycle avant et après l'installation du tunnel. Celui-ci était de 5644 uvp en 2x1 voies et avec l'installation du tunnel, ce sont environ 9 594 voitures qui peuvent traverser l'avenue Jean Jaurès durant cette période. Cela correspond à une augmentation du débit de près de 70 %. On constate toujours une baisse significative du débit à l'heure de pointe, mais dans l'ensemble, l'étude de ce cas permet de montrer que le trafic sur l'avenue Jean Jaurès a été largement amélioré par la création du tunnel.

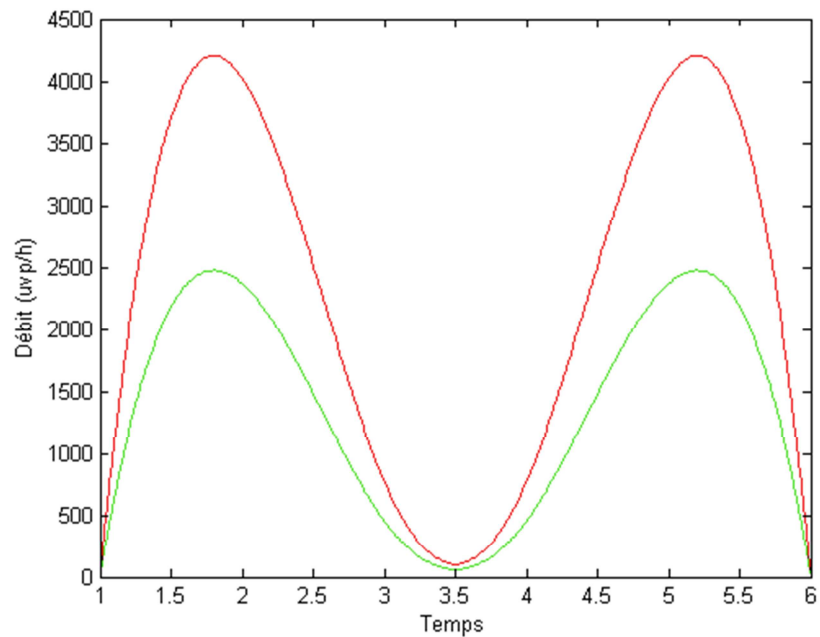


FIGURE 19 : COMPARAISON DU DEBIT SUR UN CYCLE DE SIX HEURES AVANT (EN VERT) ET APRES (EN ROUGE) LE PROJET

3. Une modification de la circulation extérieure

L'emprise au sol occupée par le métro supprimant la circulation sur certaines portions de l'avenue, des rampes d'entrées et de sorties depuis le tunnel sont également construites dans les rues adjacentes. Ces rampes permettent alors de conserver une circulation perpendiculaire à l'avenue Jean Jaurès au niveau où celle-ci n'est plus possible à l'extérieur.

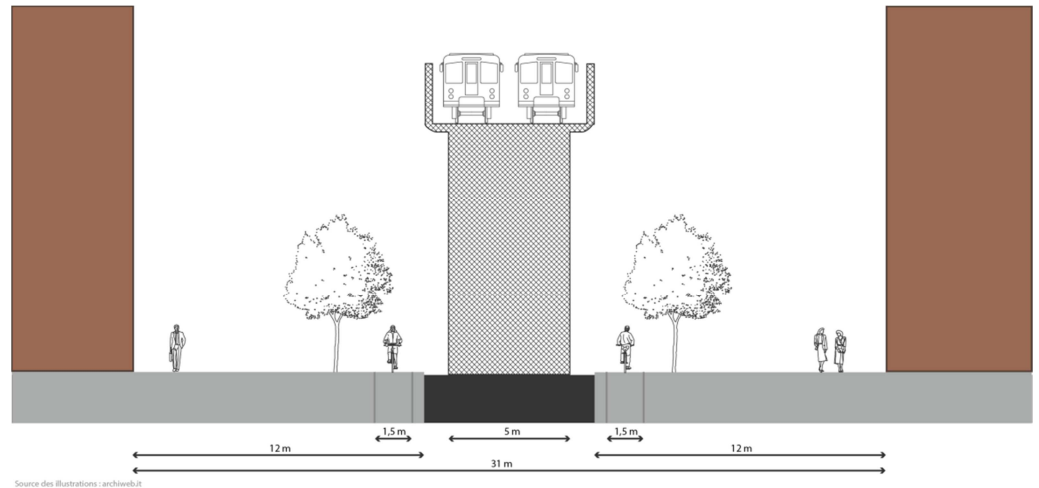


FIGURE 20 : PROFIL DE L'AVENUE JEAN JAURES OU LA CIRCULATION EST SUPPRIMEE

Cependant, entre l'avenue de Laumière et la rue de l'Ourcq, les trottoirs sont d'une largeur de 8 m, ce qui permet alors de conserver une circulation de part et d'autre de la ligne de métro. Pour diminuer les conflits à cet endroit, le projet mélange les flux de voitures et de bus sur ces voies, ce qui a pour impact d'éliminer tous les conflits entre ces flux ; ils ne se croisent plus. De plus, l'occupation au centre de la chaussée par le métro permet de redonner aux bandes cyclables un trajet rectiligne le long de l'avenue. Les cyclistes n'ont alors plus à traverser de nombreux flux lorsque cela ne leur est pas nécessaire.

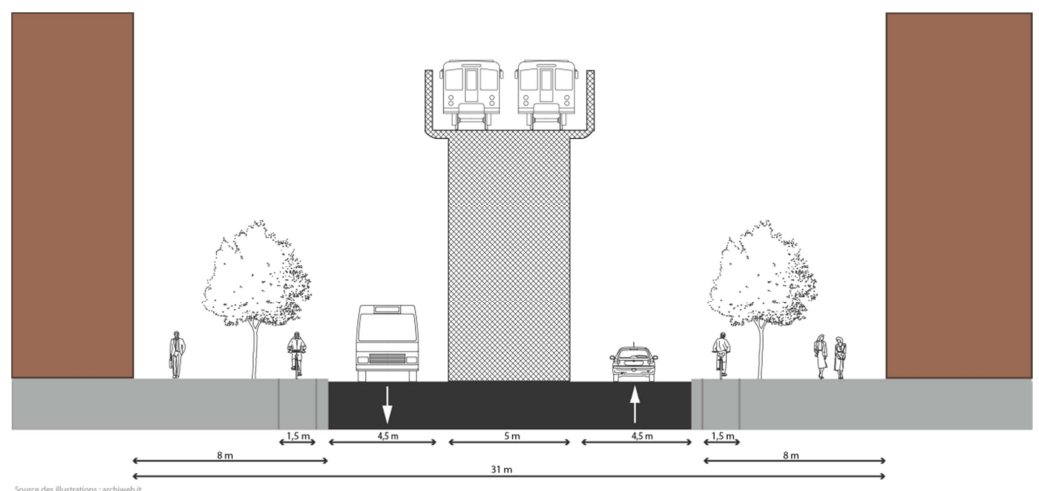


FIGURE 21 : PROFIL DE L'AVENUE JEAN JAURES OU LA CIRCULATION EST CONSERVEE

Pour constater l'amélioration des conflits grâce au projet, il faut également reprendre l'exemple de l'intersection entre l'avenue Jean Jaurès et l'avenue de

Laumière. Après les différents aménagements, on compte seulement 39 conflits potentiels entre usagers, ce qui équivaut à une réduction d'environ 54 % des conflits. Au niveau du poids des conflits, les flux en provenance ou en direction de l'extrémité sud-ouest de l'avenue n'étant plus possibles, ceux-ci sont également fortement diminués. Le poids total des conflits sur l'avenue après le projet est de 150 552 usagers²/h², ce qui correspond à une réduction de près de 80 % du poids des conflits. Le graphique ci-dessous compare la répartition du poids des conflits avant (en vert) et après le projet (en rouge). Cette méthode s'applique donc à l'ensemble des intersections de l'avenue et montre bien que ce projet participe à la diminution des conflits sur l'avenue Jean Jaurès.

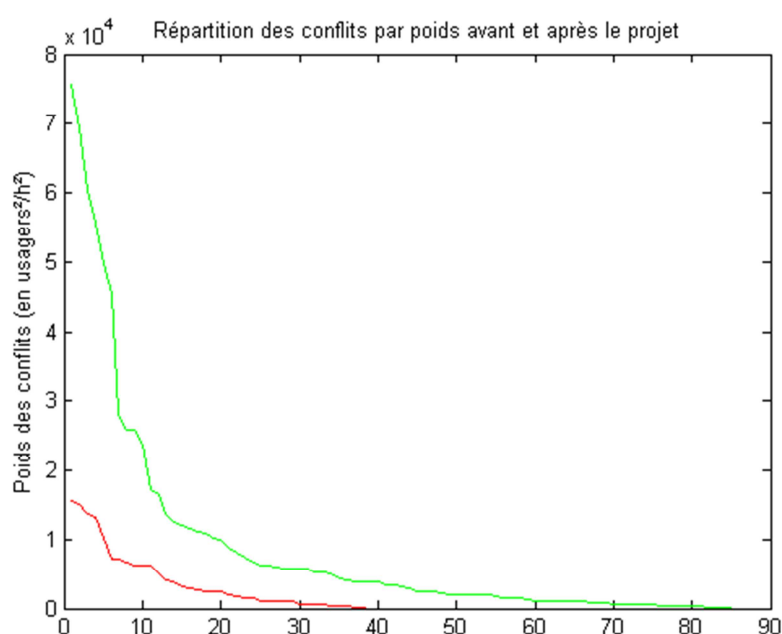
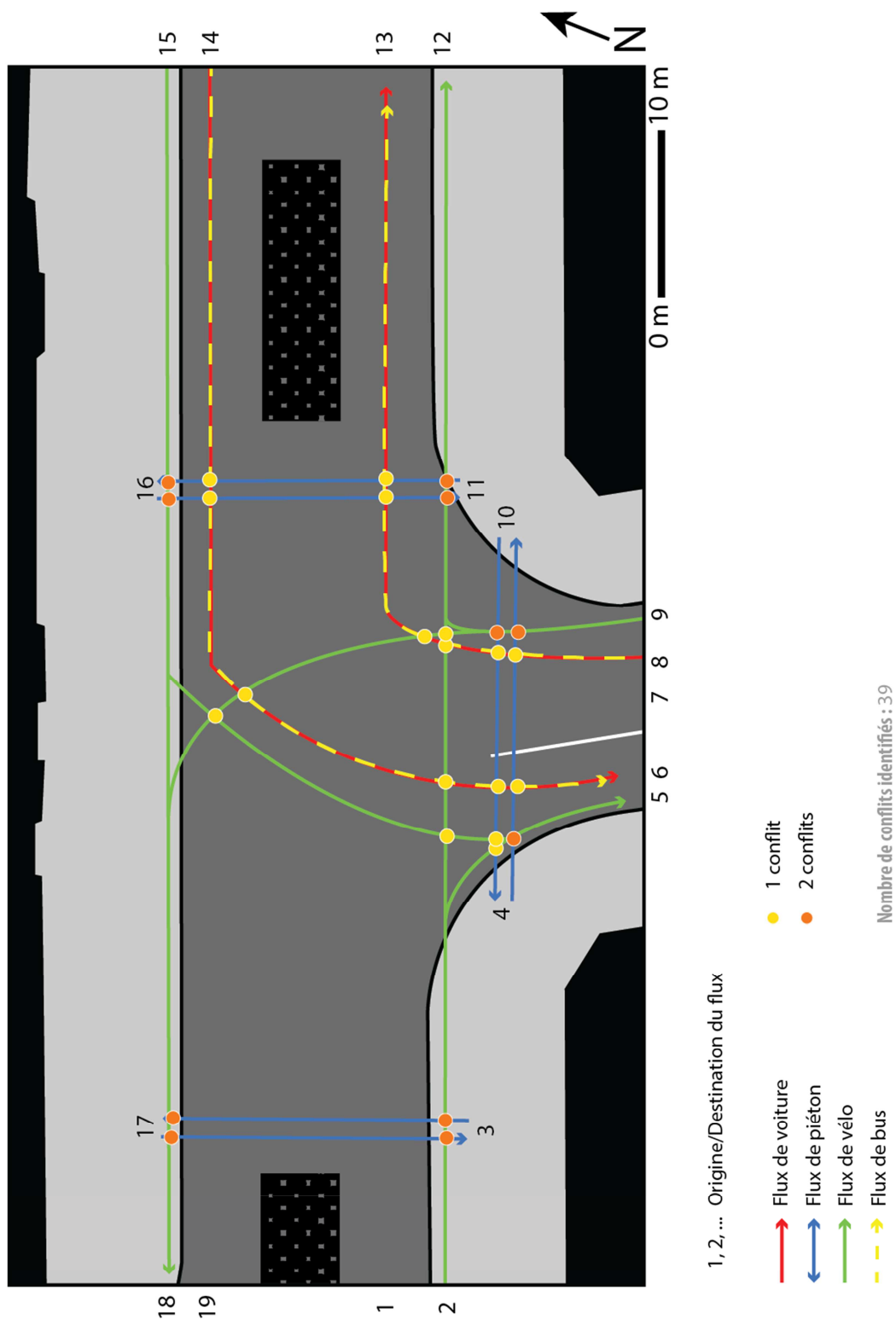


FIGURE 22 : COMPARAISON DE LA REPARTITION DU POIDS DES CONFLITS AVANT ET APRES ET LE PROJET

Ensemble des flux et conflits au croisement de l'avenue Jean Jaurès et l'avenue de Laumière



Réalisation : Théodore CHICHE
Date : 10 mai 2013
Source : Mairie de Paris

CARTE 4 : FLUX ET CONFLITS AU CROISEMENT DE L'AVENUE JEAN JAURES ET L'AVENUE DE LAUMIERE APRES LE PROJET

Conclusion

Il a donc été démontré que l'avenue Jean Jaurès souffre bien de plusieurs problèmes, notamment de risques liés à des conflits importants et d'un trafic ralenti par des embouteillages. Le projet proposé apporte des solutions à ce problème en fluidifiant le trafic et diminuant ainsi le poids des conflits. Ces derniers ont notamment été réduits grâce au partage de la voirie entre les bus et les voitures. Les résultats obtenus sont positifs au regard des objectifs fixés au départ. Pour autant, ce projet possède de nombreuses limites qu'il faut tout de même avoir à l'esprit.

Tout d'abord, les modèles utilisés sont basés sur de nombreuses approximations faites pour pouvoir quantifier les flux. De plus, ici le modèle de Greenshields n'est pas le plus fiable compte tenu du type de trafic étudié. Il permet une première approche peu contraignante à utiliser, mais d'autres modèles, comme celui de May par exemple, permettraient d'apporter des résultats et des conclusions plus précises. Au niveau de la modélisation des conflits, celle-ci ne prend pas en compte les trajectoires aléatoires des différents usagers afin d'en simplifier l'analyse.

De plus, si le projet peut apporter les résultats voulus par rapport aux objectifs de départ, de nombreux aspects ne sont pas pris en compte. C'est le cas par exemple de l'accessibilité des commerces le long de l'avenue. Effectivement, le projet propose de couper la circulation en surface sur certaines portions, ce qui peut alors avoir un impact négatif sur les commerces présents qui ne sont plus desservis.

Enfin, la dernière limite concerne le problème de trafic en général. En effet, si le projet ici permet d'améliorer les problèmes de congestion en augmentant la concentration maximale, des répercussions négatives peuvent être rencontrées. Les nouvelles voies peuvent ne plus être utilisées uniquement par les anciens usagers, mais aussi par des nouveaux qui y voient un axe de passage sans embouteillages. Cela reviendrait à augmenter la concentration peu à peu jusqu'à atteindre un régime saturé à nouveau. Il faut donc tout de même être conscient de cela malgré les améliorations réalisées à première vue.

L'avenue Jean Jaurès permet surtout de comprendre les enjeux des grands axes dans une ville comme Paris. Le projet apporte des solutions concrètes et difficiles à mettre en œuvre mais avec des résultats réels. Celui-ci présente tout de même des problèmes dont il faut tenir compte.

Bibliographie

- COHEN, Simon.-*Ingénierie du trafic routier* : Eléments de théorie du trafic et applications.- Paris : Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1990. 245 p.
- CERTU.-*Carrefours urbains*.-Lyon : Editions du Certu, 2010. 179 p.
- SITTE, Camillo.- *L'art de bâtir les villes : notes et réflexions d'un architecte*.-Paris : Seuil, 1889. 188 p.
- MAÏZIA, Mindjid.- *Composantes des systèmes urbains*. 91 p.
- MAÏZIA, Mindjid.- Topologie urbaine : L'énergie de la ville. 2009. Rapport pour l'habilitation à diriger des recherches – UTC 2009.
- Ville de Paris.- *Plan Local d'Urbanisme de Paris*. <http://www.paris.fr/pratique/documents-d-urbanisme-plu/cartes-et-textes-du-plan-local-d-urbanisme/p7020>
- CAENEN, Yann.- *Les Franciliens utilisent autant les transports en commun que la voiture pour se rendre au travail*. Ile-de-France à la page, n°353, avril 2011. http://www.insee.fr/fr/insee_regions/idf/themes/alapage/alap353/alap353.pdf
- Mairie de Paris, L'observatoire des déplacements à Paris.- *Le bilan des déplacements en 2011 à Paris*.- 56 p. <http://www.paris.fr/viewmultimediadocument?multimediadocument-id=124201>
- SYTADIN [avril-mai 2013], <http://www.sytadin.fr/>
- OMNIL, STIF, IUA.- *Enquête globale transport : La ville de Paris*.- 4 p. http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche_Paris_BD_cle5316c5.pdf
- STIF, Conseil régional d'Ile-de-France.- *Plan de déplacements urbains d'Ile-de-France*.- 239 f. http://www.stif.info/IMG/pdf/PDUIF_RIF_2012.pdf
- Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority.- *Westside Extension Alternatives Analysis*.- 22 f. http://www.metro.net/projects_studies/westside/images/2008_0505_presentation.pdf
- Office du tourisme et des Congrès de Paris. *Fréquentation des sites culturels parisiens en 2011*.- 40 p. http://www.parisinfo.com/uploads/2b//Enquete_Culture_2011.pdf
- INRIX [28 février 2013], <http://www.inrix.com/pressrelease.asp?ID=163>
- CERTU.- *Le profil en travers, outil du partage des voiries urbaines*.- 24 f. http://www.voiriepour tous.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/091214-6-GuideProfilenTravers-JLReynaud_cle0619b8.pdf
- Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise.- *Le profil en travers des voiries urbaines, outil du partage entre usagers*.- 23 f. http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/Pdf/territoire/Grands_Projets/Villeurbaine_Zola/concertation/20100630_gl_coursemilezola_exemples_amenagements.pdf
- INRIX [28 février 2013], <http://www.inrix.com/pressrelease.asp?ID=163>
- Paris.fr [septembre-mai 2013], <http://www.paris.fr>
- Cadastre.gouv.fr [avril 2013], <http://www.cadastre.gouv.fr>
- Openstreetmap [mars-mai 2013], <http://www.openstreetmap.org/>
- INSEE [avril 2013], <http://insee.fr>
- Archiweb [11 mai 2013], <http://archiweb.it>

Index des sigles

DiRIF : Direction des routes Île-de-France

DRIEA : Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

PADD : Projet d'aménagement et de développement durable

PDU : Plan de déplacements urbains

RATP : Régie autonome des transports parisiens

RER : Réseau express régional

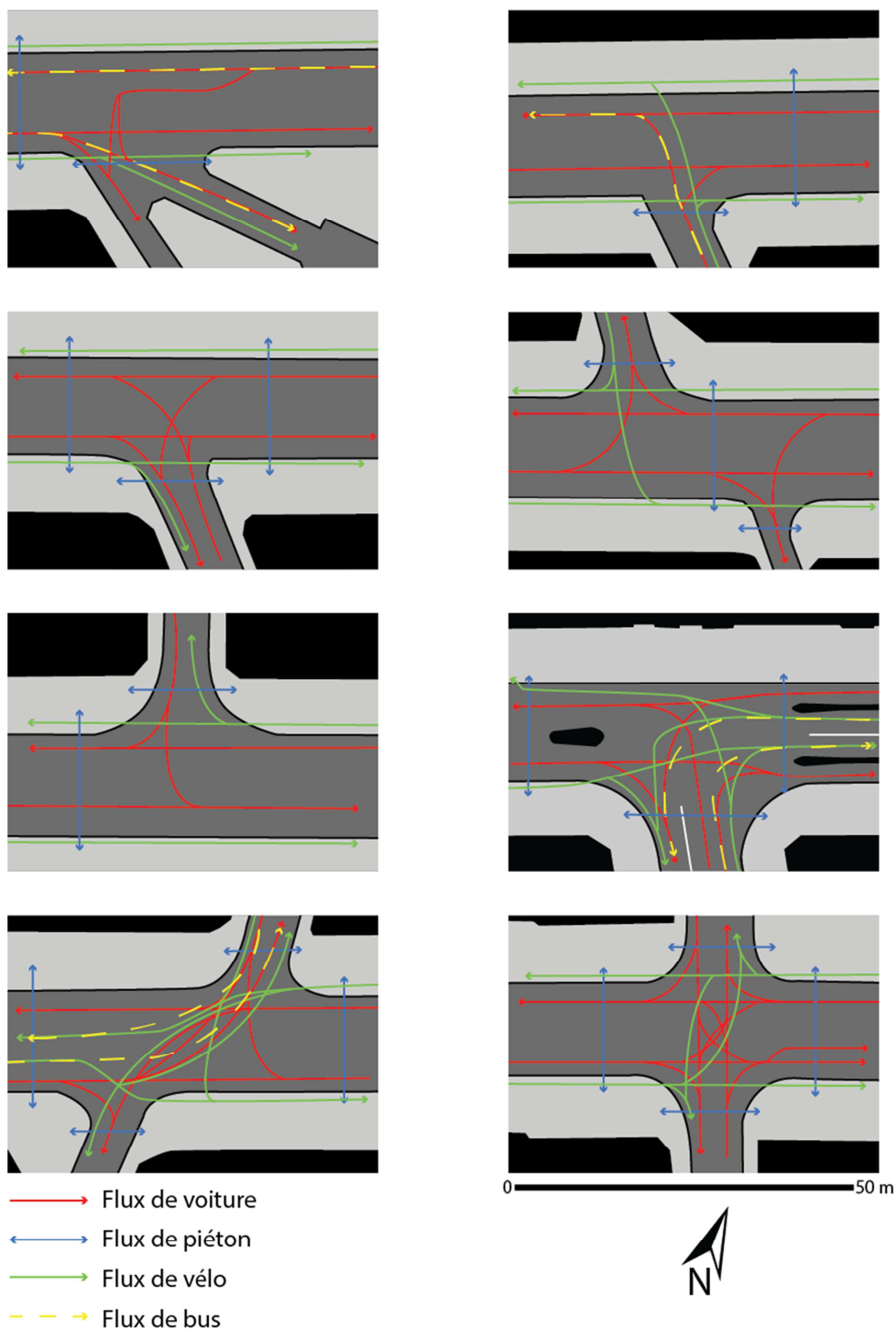
SIRIUS : Système d'information pour un réseau intelligible aux usagers

STIF : Syndicat des transports d'Île-de-France

SYTADIN : Synoptique du trafic autoroutier d'Île-de-France

Annexes

Typologie de différentes intersections avec l'avenue Jean Jaurès



Réalisation : Théodore CHICHE
Date : 9 mai 2013
Source : PLU Paris

ANNEXE 1 : TYPOLOGIE DES DIFFERENTES INTERSECTIONS AVEC L'AVENUE JEAN JAURES

Captures d'écrans SYTADIN du trafic en Ile-de-France



<http://www.sytadin.fr/>

ANNEXE 2 : CAPTURES D'ECRAN SYTADIN ENTRE AVRIL ET MAI 2013



1. Prise le 03 avril 2013 à 17h



2. Prise le 14 avril 2013 à 15h



3. Prise le 20 avril 2013 à 12h



4. Prise le 23 avril 2013 à 15h



5. Prise le 23 avril 2013 à 15h



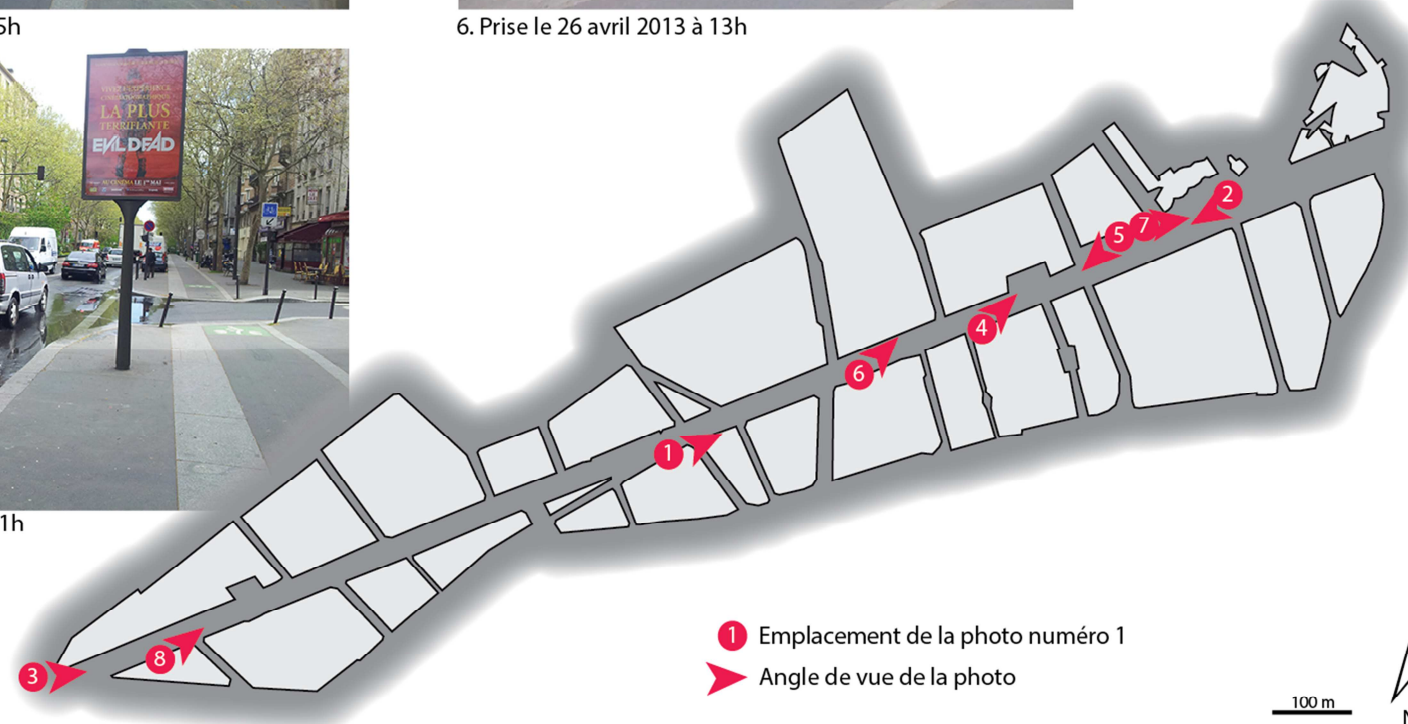
6. Prise le 26 avril 2013 à 13h



7. Prise le 26 avril 2013 à 13h



8. Prise le 29 avril 2013 à 11h



Photos des bouchons présents sur l'avenue Jean Jaurès

ANNEXE 3 : ENSEMBLE DE PHOTOS DE BOUCHONS PRESENTS SUR L'AVENUE JEAN JAURES EN AVRIL 2013


```

clear;

Cmaxini=400; % uvp/km
Dmaxini=1900*24000/18670; % uvp/h

aini=-4*Dmaxini/(Cmaxini^2);
bini=4*Dmaxini/Cmaxini;

% C=[0:0.1:Cmaxini]; % Concentration en uvp/h 0 400
% D=[0:0.1:Dmaxini]; % Debit en uvp/h 0 2442
% D=aini*C.^2+bini*C;
% plot(C, D);
% title('Variation de la concentration en fonction du débit en 2x1 voie sur l''avenue Jean Jaurès');
% xlabel('Concentration (uvp/km)');
% ylabel('Débit (uvp/h)');

Cini=Cmaxini*sin([0:pi/5:pi]);

% plot(Cini);
% title('Evolution de la concentration sur six heures');
% xlabel('Temps');
% ylabel('Concentration (uvp/km)');

Dini=aini.*Cini.^2+bini.*Cini;

% plot(Dini);
% title('Evolution du débit sur six heures');
% xlabel('Temps');
% ylabel('Débit (uvp/h)');

Cmaxf=2*Cmaxini; % uvp/km
Dmaxf=1.7*Dmaxini; % uvp/h

af=-4*Dmaxf/(Cmaxf^2);
bf=4*Dmaxf/Cmaxf;

% C=[0:0.1:Cmaxf]; % Concentration en uvp/h 0 800
% D=[0:0.1:Dmaxf]; % Debit en uvp/h 0 5644
% D=af*C.^2+bf*C;
% plot(C, D);
% title('Variation de la concentration en fonction du débit en 2x2 voie sur l''avenue Jean Jaurès');
% xlabel('Concentration (uvp/km)');
% ylabel('Débit (uvp/h)');

Cf=Cmaxf*sin([0:pi/5:pi]);

Df=af.*Cf.^2+bf.*Cf;

intini=sum(Dini);
intf=sum(Df);

plot(Dini, 'w'); hold on;
plot(Df, 'w');
xlabel('Temps');
ylabel('Débit (uvp/h)');

```

```

%Programme de modelisation des conflits à l'intersection de l'avenue Jean
%Jaures et avenue Laumiere
%Nombre total de conflits : 85

%% Preparation des inputs
clear;
load('inputc.mat');

i=fluxdata(:,1);
j=fluxdata(:,2);
flux=fluxdata(:,3);

n=max([max(i) max(j)]);

mflux=inf*ones(n);

for k=1:length(i)
    mflux(i(k),j(k))=flux(k);
end;

[ii, jj]=meshgrid(1:n);
li=[jj(:),ii(:)];
lj=li;

croisement=ones(n^2)*0;

lidata=croisementdata(:,1:2);
ljdata=croisementdata(:,3:4);

[xx, indexi]=ismember(lidata, li, 'rows');
[xx, indexj]=ismember(ljdata, lj, 'rows');

for k=1:length(indexi)
    croisement(indexi(k),indexj(k))=1;
end;
%% Procédure
mflux=mflux(:);

mfluxi=mflux; % Ligne
mfluxj=transpose(mfluxi); % Colonne

confl=mfluxi*mfluxj;% Conflit usager^2/h^2 (poids du conflit) -inf

confl(isinf(confl))=0; % Si inf=-inf, pour trouver un max!=inf

confl=confl.*croisement;

%confl(confl<5000)=-inf;

[confl, index]=sort(confl(:), 'descend');

final=confl(1:39);
poids=sum(final);
plot(final);
title('Répartition des conflits par poids');
ylabel('Poids du conflits (en usagers^2/h^2)');

```

Table des illustrations

Figure 1 : Nombre d'accidents par département en 2010 et 2011 en Ile-de-France.....	8
Figure 2 : Répartition des modes de déplacement en 2008	9
Figure 3 : Répartition modale des déplacements à Paris en 2011 selon le jour de la semaine	9
Figure 4 : Composition du trafic à Paris en 2011.....	10
Figure 5 : Evolution annuelle de la circulation à Paris intra-muros sur le réseau instrumenté	10
Figure 6 : Volume de déplacements journaliers à Paris par mode entre 2009 et 2011.....	12
Figure 7 : Lignes de bus les plus fréquentées en 2011	14
Figure 8: Exemple de capture d'écran SYTADIN.....	17
Figure 9 : Exemple de photographie de l'avenue Jean Jaurès	18
Figure 10: Répartition des conflits par poids	20
Figure 11 : lien entre la concentration et la vitesse selon Greenshields.....	23
Figure 12 : Lien entre la concentration et le débit.....	23
Figure 13 : Variation du débit en fonction de la concentration sur l'avenue Jean Jaurès	25
Figure 14 : Variation de la concentration sur une tranche de six heures	25
Figure 15 : Variation du débit sur une tranche de six heures	26
Figure 16 : Modélisation 3D du projet	26
Figure 17 : Modélisation 3D du projet	27
Figure 18 : Evolution de la concentration du projet dans le tunnel.....	28
Figure 19 : Comparaison du débit sur un cycle de six heures avant (en vert) et après (en rouge) le projet.....	28
Figure 20 : Profil de l'avenue Jean Jaurès où la circulation est supprimée	29
Figure 21 : Profil de l'avenue Jean Jaurès où la circulation est conservée.....	29
Figure 22 : Comparaison de la répartition du poids des conflits avant et après et le projet.....	30
 Carte 1 : Localisation du 19ème arrondissement et de l'avenue Jean Jaurès.....	 6
Carte 2: Résumé des données de circulation et lieux de passages principaux de l'avenue Jean Jaurès	15
Carte 3 : flux et conflits au croisement de l'avenue Jean Jaurès et l'avenue de Laumière	21
Carte 4 : Flux et conflits au croisement de l'avenue Jean Jaurès et l'avenue de Laumière après le projet.....	31
 Tableau 1 : Equivalence des véhicules en uvp	 22
 Annexe 1 : Typologie des différentes intersections avec l'avenue Jean Jaurès	 35
Annexe 2 : Captures d'écran SYTADIN entre avril et mai 2013	36
Annexe 3 : Ensemble de photos de bouchons présents sur l'avenue Jean Jaurès en avril 2013	37
Annexe 4 : Programme Matlab de la modélisation du trafic	38
Annexe 5 : Programme Matlab de la modélisation des conflits	39

Table des matières

Introduction.....	6
I. Paris, des conditions de circulation difficiles.....	7
1. Une circulation problématique	7
a. Un bilan d'accidentologie élevé en 2011	7
b. Des problèmes de congestion importants	8
c. Des enjeux et des politiques liés	12
2. Des problèmes similaires sur l'avenue Jean Jaurès.....	13
a. Un axe important pour la ville et l'arrondissement	13
b. Des risques de conflits importants.....	16
c. Une gêne causée par des embouteillages.....	16
II. Approche méthodologique du projet.....	18
1. L'analyse des conflits par croisements de flux	18
2. L'analyse de la congestion selon Greenshields	22
III. Un projet de grande ampleur	26
1. Création d'un métro aérien.....	26
2. Un tunnel qui fluidifie le trafic.....	27
3. Une modification de la circulation extérieure.....	29
Conclusion	32
Bibliographie.....	33
Index des sigles.....	34
Annexes	35
Table des illustrations.....	40
Table des matières	41



POLYTECH[®]
TOURS

Département Aménagement

35 allée Ferdinand de Lesseps
37200 Tours

CHICHE Théodore
Stage de découverte
DA3 – 2013

Titre : Restructuration de l'avenue Jean Jaurès

Sous-titre : Résolution des problèmes de congestion et de conflits entre usagers

Résumé :

L'avenue Jean Jaurès est un axe structurant de la ville de Paris. Situé dans le 19^{ème} arrondissement, celui-ci fait le lien entre le centre de la ville et la banlieue par son accès direct au boulevard périphérique. Il est alors le support d'une forte circulation. Cela a pour impact d'en faire un axe sur lequel on retrouve des situations faisant écho aux problèmes de circulation constatés à Paris. En effet, l'avenue souffre d'un problème de congestion, notamment vers la porte de Pantin. On y trouve également de nombreuses intersections qui présentent un risque important de conflits du fait du grand nombre d'usagers traversant l'avenue.

Afin de résoudre ces différentes difficultés, ce rapport va utiliser des méthodes de modélisation qui permettront de quantifier les problèmes observés. A l'issue de l'analyse des résultats obtenus, un projet global sera proposé. Il devra permettre une diminution des conflits et une amélioration du trafic.

Mots clés et mots géographiques : Paris, PARIS, Ile-de-France, 75, 75019, avenue Jean Jaurès, circulation, voitures, embouteillages, congestion, trafic, conflits, modélisation, Greenshields, métro, transports en commun, déplacements.