

SECURITE ROUTIERE, AMENAGEMENT ET VITESSE



QUELS AMENAGEMENTS POUR UNE CONDUITE MODEREE ? QUELQUES PISTES DE REFLEXION A PARTIR DE L'ETUDE D'UN GRAND AXE DE CIRCULATION EN REGION PARISIENNE

RAPPORT FINAL adressé au MEDAD à la date du 26 NOVEMBRE 2007

Travail réalisé pour le
Groupe Opérationnel 3 du Predit
Nouvelles connaissances pour la sécurité

par :

Felipe LAGNADO
avec la collaboration de
Nabil EL KHEDRI
Judith PRINCETON
Xavier RIPA
Rodrigo ZAGO

Sous la direction de Vaclav STRANSKY
(Laboratoire Ville, Mobilité et Transport)

DECISION DE SUBVENTION N° : **06 M T S 048**
Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables
Direction de la Recherche et de l'Animation Scientifique et Technique
Opération de la Mission Transport

Nadine.Gille@equipement.gouv.fr - Cedric.Loeschner@i-carre.net

Remerciements

Nous remercions en premier lieu les collègues du LVMT (Laboratoire Ville, Mobilité et Transports), pour leur disponibilité et leurs conseils tout au long de ce projet.

Nous tenons tout particulièrement à remercier Monsieur Vaclav Stransky, qui fut pour nous un tuteur de très grande qualité au cours de ce travail.

Avant-propos

Participant à la formation d'étudiants dans les domaines des transports, de l'urbanisme et de l'aménagement, le projet ayant donné lieu à la rédaction du présent rapport a été conçu comme un atelier destiné à faire travailler ensemble des étudiants du Master 2 CIMO (Cité Mobilité), spécialité Transport (formation commune à l'Institut d'Urbanisme de Paris de l'Université Paris 12 et à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées).

Cet atelier de cinq étudiants, issus de disciplines différentes afin de favoriser les confrontations de points de vue et de susciter des approches complémentaires, avait pour but d'initier un travail de fond sur la connaissance et l'analyse des grandes voies urbaines non autoroutières. Il s'est déroulé en deux étapes :

La première (janvier - mai 2007) a consisté en une recherche documentaire suivie d'une proposition méthodologique et du choix raisonné d'un terrain d'étude, sur lequel une première analyse a été mise en œuvre : identification de la nature des données requises, leur collecte et la réalisation de mesures *in situ*, proposition d'une méthode d'exploitation de ces données, leur traitement préliminaire orienté par une réflexion sur la question posée. Cette première étape a donné lieu à la rédaction d'un rapport d'étape (juin 2007).

La seconde étape avait pour objet de développer, de compléter et d'approfondir les pistes précédemment proposées : recherches bibliographiques complémentaires, précision de la méthode, campagne de collecte de données (y compris mesures *in situ*) complémentaires sur l'axe sélectionné (ses caractéristiques ainsi que celles de son environnement, caractéristiques des flux automobiles,...), traitement, formalisation des résultats. Cette seconde étape a été prise en charge principalement par l'un des étudiants du groupe précédent dans le cadre de son stage de fin d'étude, réalisé au Laboratoire Ville, Mobilité, Transport (LVMT, unité mixte de recherche ENPC – INRETS - UMLV), en liaison avec les quatre autres membres du groupe et avec la collaboration de doctorants de ce laboratoire.

L'encadrement des deux étapes de l'atelier a été assuré par Vaclav Stransky, Maître de conférences à l'Institut d'Urbanisme de Paris et chercheur au LVMT.

Sommaire

1. Introduction	3
2. L'approche théorique	5
2.1. Le terrain d'étude : une voie de type « intermédiaire »	5
2.2. Les modèles du comportement du conducteur rassemblés par Badr	6
2.3. D'autres études sur l'impact de l'environnement sur les vitesses	11
3. L'approche méthodologique	13
3.1. Pourquoi un diagnostic en échelles ?	13
3.2. Critères pour le choix du terrain d'étude	14
3.3. Méthodologie d'approche Macro	15
3.4. Méthodologie d'approche Micro	18
4. L'approche expérimentale	26
4.1. Choix du terrain : La Route Nationale 4, une voie aux caractéristiques diversifiées	26
4.2. L'approche macro	26
4.3. L'approche micro	31
5. Conclusion	37
6. Bibliographie	40
7. Annexes	44
8. Table des matières	65

1.- Introduction

Pour les deux niveaux de voies aux extrémités d'une hiérarchie fonctionnelle (voies de desserte locale et voies rapides urbaines), le professionnel dispose d'un corpus cohérent de connaissances sur la nature des aménagements susceptibles de favoriser la concordance entre vitesse souhaitée par l'aménageur et vitesse effectivement pratiquée. Mais dans les voies de type "intermédiaire" (ni capillaire, ni autoroute), cette connaissance reste encore largement lacunaire.

Cette question est d'autant plus délicate qu'une infrastructure de ce type doit permettre d'accueillir, de côtoyer, à différents degrés, divers usages (notamment liés aux activités riveraines), tout en restant le support d'un trafic à la fois dense, mixte et à différentes échelles : locale, intercommunale, régionale, voire plus. (Stransky, 2007)

Autant dire que sur ce type d'infrastructure, il ne conviendrait pas d'aménager des dispositifs de modération de vitesse de type *zone 30*, comme des plateaux ou chicanes, pouvant signifier un surplus pour la sécurité des riverains mais, en même temps, des problèmes graves par rapport à un écoulement fluide des véhicules. De la même manière, il ne conviendrait pas de l'équiper avec des dispositifs autoroutiers, de nature ségrégative, qui "libèrent" certes le trafic, mais qui induisent des effets de coupure et de dégradation urbaine.

Une fois posé que certaines "contraintes" physiques connues (dispositifs de modération de vitesse) modèrent radicalement la vitesse automobile à un niveau très bas (inférieur à 30 km/h) et que, par conséquent, elles ne sont pas envisageables sur le type d'infrastructure analysé dans ce travail (infrastructures intermédiaires), comment faire pour que le conducteur respecte la vitesse réglementaire souhaitée ? Car *a priori*, des caractéristiques formelles des voies (aussi bien dimensionnelles, comme la largeur, ou géométriques, comme le tracé) permettant de rouler à 50km/h —vitesse autorisée sur la majorité des boulevards urbains et valeur que nous retenons comme "raisonnable" pour le type d'infrastructure abordé dans ce travail— est aussi susceptible de permettre aux conducteurs "courageux", imprudent ou simplement en retard, de rouler à une vitesse supérieure.

Dans la mesure où les vitesses pratiquées sur les axes de ce type ne sont pas homogènes, car variables en fonction de divers éléments (physiques, réglementaires, circonstanciels), nous nous posons la question suivante : *quels sont les éléments susceptibles d'influer sur la vitesse adoptée par un conducteur ?*

D'autres travaux (que nous nous sommes appropriés —au sens noble du terme— dans le cadre de la présente étude) ont déjà abordé ce type de questionnement, mais avec des terrains d'étude différents, telles les voies de desserte locale ou les traversées de petites agglomérations. Nous avons, pour cette raison, jugé indispensable de préciser la nature du terrain d'étude abordé par nous —celui des voies de type intermédiaire— dans notre questionnement, qui devient :

Quels sont les éléments susceptibles d'influer sur les vitesses pratiquées sur une voie de type intermédiaire ?

Cette vaste question a été abordée principalement sous l'angle des **éléments physiques** (morphologie de voie, morphologie urbaine, environnement urbain et usages) de la voirie et des espaces avoisinants.

Il est à noter qu'il ne s'agit pas pour nous de répondre à la question de *la manière de faire coïncider vitesse souhaitée et vitesse réelle*, bien que la thématique de la réglementation ne soit pas absente de notre réflexion. Nous nous situons en amont d'une telle question, dans la recherche des causes plutôt que des solutions.

La réalisation d'un inventaire de ces causes au travers d'une recherche bibliographique des études existantes sur ce sujet serait déjà très utile. Mais un tel inventaire serait certainement incomplet si nous nous limitons aux études associant les deux spécificités du présent travail (éléments d'influence sur la vitesse et voirie de type intermédiaire), tant il est vrai que de telles études sont très rares. De ce fait, nous avons opté pour une approche empirique, c'est-à-dire que nous avons mené une analyse privilégiant le recours à l'observation directe *in situ*.

Ainsi, notre analyse a débuté par une recherche bibliographique sur les différents travaux effectués sur ce thème. Cette démarche préliminaire a permis, d'une part, de mettre en avant les différentes problématiques et pistes de réflexion inhérentes à notre sujet d'étude et, d'autre part, de nourrir l'étude empirique que nous avons menée à partir de l'exemple d'un grand axe de circulation de la Région Parisienne — une voie de type intermédiaire.

Dans la deuxième partie de ce travail, nous nous sommes ensuite attachés à définir une méthodologie d'analyse de terrain pour ensuite la mettre en œuvre sur le cas particulier de la Route Nationale 4.

En dernier lieu, notre travail a consisté en une analyse des observations réalisées et en un développement de quelques pistes de réflexion autour des concepts mis en avant au cours de notre travail.

2.- L'approche théorique

2.1.- Le terrain d'étude : une voie de type « intermédiaire »

Dans un rapport pour le AIPCR (1995), appelé *conception et architecture de voies urbaines*, le groupe de travail sur la ville a distingué trois grands types de voies selon leur fonction :

- les **autoroutes urbaines** ou assimilées, dont l'usage est réservé exclusivement aux véhicules motorisés, sans interactions prévues (ségrégation) avec l'environnement.
- les **voies de desserte** qui privilégient la vie locale, donc directement liées aux interactions avec l'environnement et entre les différents types d'usages.
- les **artères et les boulevards urbains**, qui écoulent un trafic important, tout en étant "perméables" au milieu environnant. Il s'agit de voiries principales d'usage mixte, donc faisant partie du réseau structurant des agglomérations traversées et devant permettre d'écouler un trafic élevé « *tout en conservant des relations fonctionnelles avec l'environnement* ».

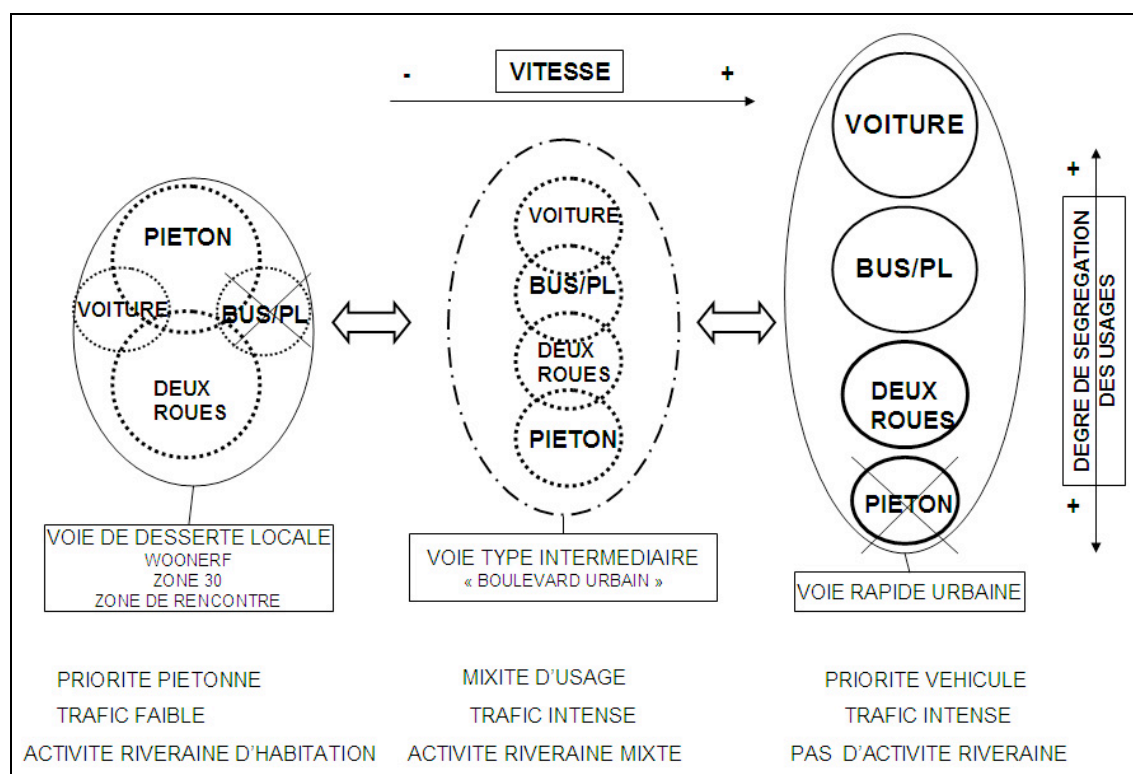


Schéma - rapport vitesse et degré de ségrégation selon type de voies

Le concept de « boulevard urbain », sur lequel nous nous sommes appuyés, s'approche beaucoup de celui de « voie de type intermédiaire ». Mais nous considérons que le concept de cette dernière est plus large. Une voie de type intermédiaire peut croiser un environnement urbain dense bien caractérisé, en y assumant le rôle de boulevard urbain, mais aussi des environnements urbains moins « caractérisables », dont la densité urbaine et la vie riveraine ne sont pas toujours aussi présentes, ou « lisibles ».

Les routes nationales ou les routes départementales sont des bons exemples, car elles traversent souvent des zones urbaines dotées d'une multiplicité de caractéristiques complexes, telles des zones planifiées en voie de développement ou des zones au bâti dense mais vides de vie riveraine (conséquence, par exemple, d'un essoufflement économique) dont la fonction est difficilement lisible à travers leur forme.

2.2.- Les modèles du comportement du conducteur rassemblés par Badr

Nous présenterons ici quelques modèles de psychologie du comportement appliquée aux conducteurs. En réalité, le travail de thèse de Yarob Badr¹ a déjà bien compilé plusieurs études et a proposé un « modèle théorique intégral du comportement » comparant quatre études considérées comme les plus importantes : le modèle de Gibson et Crooks ; le modèle de Allen, Lunenfeld et Alexander ; le modèle de Rasmussen ; le modèle de Van Mollen et Bötticher.

Son modèle a été repris dans le cadre de la thèse de Vaclav Stransky², sur laquelle nous nous appuyons largement pour présenter une synthèse dudit modèle.

Modèle de Gibson et Crooks (1938) : Field of Safe Travel (FST)

La conduite automobile est une tâche perceptive —guidée principalement par la vision— d'évitement d'obstacles. Ces derniers délimitent le FST (Field of Safe Travel) ou champs de sécurité, qui sont les distances latérales et frontales par rapport au véhicule, régulées par le conducteur —selon sa propre expérience— pour garantir la sécurité.

Les compromis entre vitesse et sécurité peuvent être analysés en termes de « *facteurs limiteurs de vitesse* » :

- Facteurs naturels : luminosité, brouillard, pluie etc.
- limites dynamiques.
- obstacles physiques : poteau, bordure de la chaussée, mur, etc.
- obstacles (physiques) en mouvement : anticipation de la trajectoire des mouvements par le conducteur (un piéton qui court).
- obstacles potentiels : estimation selon l'expérience du conducteur (quelqu'un caché derrière un panneau publicitaire).
- obstacles légaux : présence d'un policier ou signalisation fixe³

Modèle de hiérarchisations de la tâche de conduite de Allen, Lunenfeld et Alexander (1971)

La conduite est caractérisée par la hiérarchisation de sous-tâches selon les critères de **temps** et de **niveau de conscience** nécessaires pour les accomplir. Elles sont organisées selon un modèle type fonctionnel —saisie d'information, traitement de l'information, décision et action— et regroupées en trois niveaux :

- **Niveau de navigation** : ce sont les sous-tâches liées à la planification d'un trajet, de l'origine à la destination, et à l'orientation dans l'espace nécessaire

¹ BADR, Yarob. Influence de l'environnement routier sur le comportement des conducteurs ; une contribution à la compréhension des déterminants du comportement des conducteurs : étude des facteurs influençant les vitesses pratiquées dans le cas de traversée de petites agglomérations .1991, Paris, thèse, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

² STRANSKY Vaclav, Forme et fonction d'un réseau. Cas de la voirie urbaine de desserte locale. Thèse de doctorat en Urbanisme et Aménagement de l'Université Paris XII-Val-de-Marne, 1995, 458p.

³ L'auteur remarque qu'en tant que limitateur de vitesse, le facteur *signalisation fixe*, horizontale ou verticale, « *reste limité et diminue avec le temps* ».

pour accomplir la première. Elles font appel à des connaissances stockées préalablement. Cela relève d'un haut degré de complexité.

- **Niveau de la guidance** : ensemble complexe d'activités liées à une manœuvre, qui requiert un niveau de conscience lié au choix et à la décision pour se sortir de cette situation. Pour accomplir une telle manœuvre (s'arrêter à un feu rouge ou doubler une voiture par exemple), le conducteur doit faire appel à des connaissances *stockées* en mémoire (une base de données relatives à ces expériences vécues) sur lesquelles il va baser sa décision.
- **Niveau de contrôle** : activités liées à la maintenance de la vitesse et de la direction du véhicule par le conducteur par l'intermédiaire d'un nombre limité de dispositifs.

L'auteur renforce la nécessité d'interaction entre les tâches des différents niveaux pour l'activité de conduite.

Dominique Fleury montre que bien que le degré de complexité soit croissant depuis les tâches de contrôle jusqu'à celles de la navigation, du point de vue du critère de priorité en matière de sécurité routière, c'est l'inverse qui se produit. Car « *si le conducteur effectue un mauvais contrôle et quitte la chaussée, les conséquences sont plus graves que s'il choisit une mauvaise direction* »⁴.

Rasmussen et le modèle de fonctionnement de l'opérateur (1983)

L'opérateur (dans ce cas, le conducteur) est orienté par une finalité (*goal-oriented creature*). Il a un but à accomplir en trois niveaux de comportement :

- **Le comportement fondé sur la connaissance** (*knowledge-based behaviour*) : basé sur un processus beaucoup plus complexe, ce comportement exige l'analyse explicite de l'environnement et la formulation d'un but, pour **résoudre un problème** nouveau. Dans ce cas, les *règles stockées* pertinentes au niveau du comportement procédural ne sont pas utiles.
- **Le comportement procédural** : régi par des règles de réponse (*rules-based behaviour*) basées sur la reconnaissance d'une situation qui se réfère à des représentations déjà construites en mémoire pour la constituer en "*pattern*" de signes.
- **le comportement d'habileté** (*skill-based behaviour*) : comportement de type "*sensori-moteur*" ayant recours à des **automatismes** (circuit beaucoup plus court par rapport aux autres).

Modèle de hiérarchie du risque (1986)

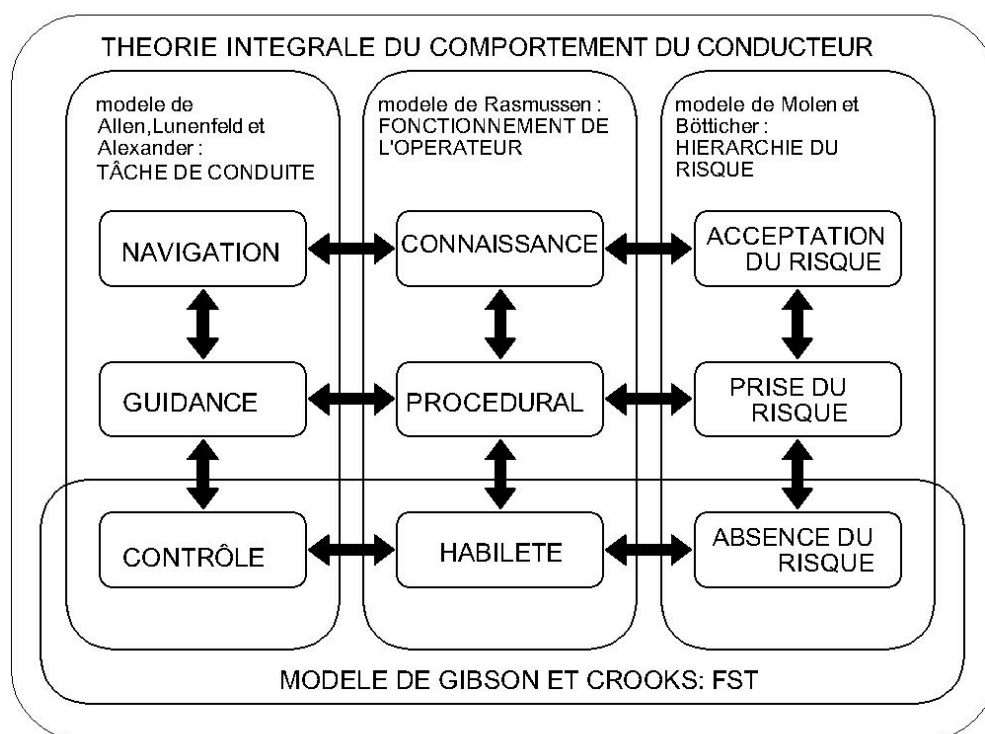
Van Mollen et Bötticher ont produit un modèle en mettant en évidence le risque subjectif aperçu par le conducteur à travers la hiérarchisation du comportement de ce dernier en trois niveaux :

- **Niveau stratégique (acceptation du risque)** : le conducteur accepte de prendre un risque en faisant le *planning* du parcours.
- **Niveau tactique** : c'est-à-dire la "*prise du risque*" relatif aux choix des manœuvres comme un dépassement d'un véhicule plus lent, par exemple.
- **Niveau opérationnel** : à ce niveau, le conducteur opère avec un bas niveau de conscience, donc il n'y a pas de prise de risque consciente. C'est une opération qui consiste à maintenir le contrôle du véhicule dans un état stationnaire ou homéostatique, comme le nomment certains auteurs.

⁴ FLEURY D. Sécurité et urbanisme. La prise en compte de la sécurité routière dans l'aménagement urbain. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1998, 299 p.

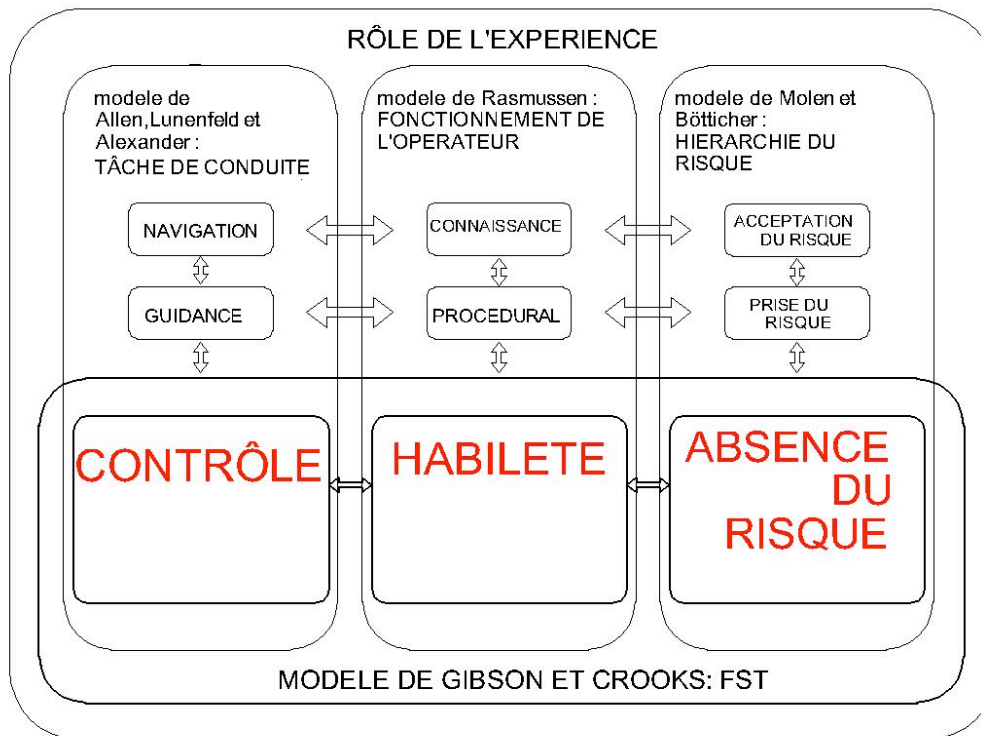
Malgré la manque de vérifications empiriques des modèles de comportement de conducteurs, Yarob Badr a souligné trois constantes parmi les différents modèles : la vitesse comme mesure du comportement, le rôle primordial de l'information visuelle et la structure hiérarchique de la tâche de conduite. Cette dernière avec un parallélisme en trois niveaux des tâches.

Cette analogie observée l'incite à proposer un *cadre théorique intégral du comportement du conducteur*, pouvant être schématisé sous forme du tableau ci-dessous.



Nous observons qu'il place le modèle de Gibson et Crooks transversalement à la base de la hiérarchie des trois modèles analogues en se servant de la dominance de la tâche de contrôle, de l'automatisme et du bas niveau de conscience, pour les comparer à la simplicité de la tâche du modèle de FST.

Il justifie ce choix en ajoutant la prise en compte de l'apprentissage et de l'expérience comme facteurs qui augmentent sensiblement le rôle du niveau de base (de contrôle, d'habileté, de bas niveau de conscience ou encore d'évitement d'obstacles). C'est-à-dire que pour un conducteur expérimenté dans un trajet habituel, les tâches relatives aux niveaux de guidance et de navigation sont très peu activées, laissant le niveau de base « faire presque tout le travail » (voir tableau ci-dessous).



L'approche pratique du modèle de Badr

Badr a utilisé son modèle comme base conceptuelle de son travail pour une approche pratique, considérée comme essentielle dans la mesure où aucun de ces modèles n'avait été vérifié.

Il a adopté le modèle de Gibson et Crooks car celui-ci prenait en compte tous les comportements du niveau de base des autres modèles, niveau considéré comme le principal responsable pour la régulation des vitesses durant la majeure partie du temps de conduite.

Donc la vitesse a été l'indicateur du comportement des conducteurs (vingt conducteurs expérimentés) ayant traversé un certain nombre de petites agglomérations (dix-huit) à bord de véhicules munis de dispositifs pour enregistrer les vitesses tout au long du parcours. Une fois les mesures effectuées, Badr a mis ces données en relation avec un certain nombre d'éléments de l'environnement supposés « *limitateurs de vitesse* » pour élaborer un « modèle de vitesse en petite agglomération ».

Son modèle a fait sortir une hiérarchisation des facteurs influant sur les vitesses du conducteur :

- 1 longueur de l'agglomération
- 2 largeur de la chaussée à l'intérieur de l'agglomération
- 3 largeur de façade à façade
- 4 largeur optique
- 5 largeur de la chaussée en aval de l'agglomération.

Il a aussi confirmé l'existence d'un profil-type de la vitesse de traversée d'une petite agglomération, cette dernière étant considérée comme un facteur homogénéisateur des comportements (baisse des écarts-types de vitesses pratiquées).

La thèse de Vaclav Stransky : Forme et fonction

Vaclav Stransky s'est servi du modèle *conceptuel intégral du comportement du conducteur* (et aussi de la '*théorie des réseaux*' que nous ne détaillerons pas) dans une approche prospective ayant pour but primordial d'étudier la question « *quels sont les éléments susceptibles d'influer sur la vitesse adoptée par un conducteur ?* »

Il a limité son terrain d'étude aux seules voies de desserte locale au sein d'un quartier dont le choix a fait l'objet d'une étude préalable à part entière, afin de limiter au maximum les influences « parasites » (eu égard à la question posée). Une fois le terrain choisi, celui-ci a été divisé en 205 tronçons dont les vitesses moyennes ont été obtenues par observation de photos aériennes prises toutes les 6 secondes. Des observations *in situ* selon une grille de lecture comptant 61 variables (basées, notamment, sur le modèle de Gibson et Crooks) ont par ailleurs été réalisées. Ces variables ont enfin été croisées avec les données de vitesses selon une méthode d'analyse multidimensionnelle (Analyse des Correspondances Multiples). L'interprétation des résultats a fait ressortir 12 variables comme ayant potentiellement une influence sur les vitesses :

Variables formelles (dimensionnelles, géométriques ou topologiques) :

- Longueur inférieure à 100 mètres et achèvement en T du tronçon sont deux variables interprétées comme « modératrices » de la vitesse pratiquée.
- Largeur moyenne de parcelles bâties bordant le tronçon (du côté gauche) : variable interprétée comme pouvant avoir un effet modérateur par le « rythme visuel » qu'elle crée pour le conducteur d'un véhicule en mouvement.
- Diminution significatives de la hauteur des immeubles bordant le tronçon (côté gauche) : variable interprétée comme pouvant avoir un effet accélérateur.
- Densité de croisements avec d'autres tronçons : variable interprétée comme « modératrice de vitesse ».
- Achèvement du tronçon par une place : variable interprétée comme ayant un effet accélérateur au travers du « fond de perspective dégagé » offert à l'automobiliste.

Variables de contrôle (non formelles) :

- Concentration de trafic : variable interprétée comme présentant des effets de seuil : sans effet apparent pour des concentrations « faibles » véhicule libre (moins de 1 véhicule tous les 200 mètres en moyenne ; le véhicule se comporterait alors comme « libre de toute contrainte liée au trafic ») ; un certain effet observable pour des concentrations « intermédiaires » (entre 200 et 50 mètres par véhicule en moyenne) ; effet déterminant pour les concentrations « élevées » (moins de 50 mètres par véhicule en moyenne).

Variables mixtes (présentant des caractéristiques formelles et non formelles) :

- Densité moyenne des vitrines : variable interprétée comme structurante de la vitesse, dans la mesure où les observations ont permis de mettre en évidence un effet de « proportionnalité inverse » entre cette variable et la vitesse (plus la densité de vitrine augmente, moins la vitesse observée est élevée).
- Densité de portes cochères (entrée de garages) : variable interprétée comme pouvant avoir un effet modérateur.

Une remarque importante : l'étude mentionne le faible impact de la largeur de la chaussée sur la vitesse, s'opposant directement aux résultats des études de Badr. Evidemment la pertinence des deux études reste intacte dans la mesure où les contextes (type de voie et environnement) sont totalement différents.

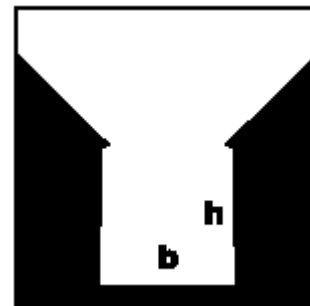
2.3.- D'autres études sur l'impact de l'environnement sur les vitesses

L'étude à Paddington

D'après une étude réalisée en 1992 sur l'environnement et la circulation dans la zone de Paddington, citée par AIPCR (1995), les automobilistes ralentissent si la largeur optique de l'espace occupé par la « rue » est inférieure à la hauteur des immeubles qui la bordent. De même, une « rue » qui donne l'impression d'être plus large que haute incite à accélérer. Dans la même logique de lisibilité de la voirie, l'on pourrait supposer qu'il existe une relation entre la vitesse du conducteur et la distance des constructions, ou autres affectations de l'espace, par rapport à la route. Un dégagement latéral plus grand est-il susceptible de diminuer la perception du risque, et donc d'entraîner une augmentation de la vitesse ?



Largeur des voies et hauteur du bâti
Source : AIPCR 1995



L'étude de typologies d'environnements sur des photos

Une expérimentation a été effectuée avec des photographies prises dans de petites agglomérations (Fleury *et al*, 1991). Ces photographies ont été montrées à des conducteurs qui les ont classées selon l'environnement routier aperçu. Les classements effectués par les sujets furent soumis à une analyse discriminante sur les variables descriptives des photographies et ces variables ont été classées selon leur fréquence (pourcentage) d'apparition dans les réponses :

- ruban (l'espace de la chaussée) 44,6%
- l'environnement (y compris arbres) 20,4%
- aspect général du paysage 16,9%
- accotement 11,8%
- véhicule en stationnement 6,8%

Une autre expérimentation a été faite sur un échantillon mixte de photos, rurales et urbaines⁵. Sur les catégories urbaines de différenciations, le marquage a été le premier critère pris en compte, suivi par la densité d'urbanisation.

Les enquêtes du SARTRE sur la prise du risque par les conducteurs par rapport à la vitesse

Le comportement des conducteurs européens est aussi un sujet d'étude scientifique pour la Commission européenne et les États membres. Une enquête intitulée SARTRE dresse le portrait des automobilistes européens. SARTRE est l'acronyme de l'anglais Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe (attitudes sociales envers

⁵ FLEURY, D. FLINÉ, C. PEYTAVIN J. F. Modulation de la vitesse en ville et catégories de voies urbaines : Expérimentations sur les représentations de sites routiers. Rapport INRETS 144. 1991, Arcueil, 75p.

le risque routier en Europe). Menée périodiquement depuis 1991, cette étude analyse les réponses de 24 000 conducteurs interrogés en 2002-2003 dans 23 pays. Concernant le comportement d'excès de vitesse, l'enquête SARTRE révèle qu'en général, les conducteurs ne font pas de lien entre les excès de vitesse et la conduite dangereuse lorsqu'ils analysent leur propre comportement. Néanmoins, ils considèrent les excès de vitesse des autres conducteurs comme dangereux. En fait, majoritairement, les conducteurs disent dépasser les limitations de vitesse, surtout sur autoroute, bien qu'ils soient nombreux à soutenir les mesures de réduction des vitesses en zones résidentielles. Pour le cas de la France, depuis cette enquête, la situation a évolué positivement avec l'introduction du contrôle-sanction automatisé. Le soutien en faveur d'un contrôle accru des excès de vitesse varie fortement, de 39 à 80%, suivant les pays avec, par exemple, 39 % pour la Suède, 40 % pour la Suisse, 67 % pour la France, et 73 % pour la Hongrie. Ainsi, bien que la vitesse soit perçue comme dangereuse par l'ensemble des usagers, elle est assez peu souvent maîtrisée par ces derniers.

Le programme « ville plus sûre » : expérience pratique

Le programme interministériel « ville plus sûre, quartiers sans accidents » a entraîné la réalisation d'une quarantaine d'opérations d'aménagement, entre 1985 et 1988, en quartiers ou petites villes traversés par des axes lourds où les conflits entre circulations et vie urbaine étaient notoires. Ces opérations ont été considérées comme innovantes (dans le contexte français) par rapport à leur approche à la fois expérimentale et « agrégative », ce dernier terme renvoyant à l'effort pour regrouper des compétences techniques (notamment les architectes/urbanistes et les ingénieurs) et des acteurs sociaux autour d'un objectif commun : améliorer le cadre de vie et la sécurité (routière) des citoyens à travers l'aménagement de ces endroits. Cela revenait, en termes pratiques, à concilier la circulation et la vie urbaine en diminuant les vitesses pratiquées au travers de l'aménagement de dispositifs de modérations de vitesse et d'équipements de l'environnement urbain (éclairage, trottoir, paysage végétal). Les résultats⁶ ont été considérés comme très positifs, avec la réduction du nombre d'accident, des vitesses moyennes réduites et la croissance du trafic au niveau des endroits aménagés. Ces villes auraient pu constituer un bon échantillon pour tenter de dégager des éléments ayant pu avoir un rôle modérateur des vitesses pratiquées. Mais il aurait fallu aller sur place (43 villes dans toute la France !), car les informations fournies sur les ouvrages ne portent que sur des aspects globaux des projet et des statistiques. De plus, les méthodologies d'approche (variable d'une ville à l'autre), la multiplicité des cas et l'hétérogénéité des méthodologies concernant la documentation des résultats (pas toujours positifs) rendent difficile une analyse morphologique. Mais nous avons pu, au moins, à travers les données fournies par les ouvrages existants, dégager quelques statistiques pour souligner la différence de vitesses avant/après, conditionnées par certaines mesures d'aménagement. Dans un échantillon de 18 villes étudiées (où la réduction de la vitesse était effective et où les données étaient disponibles), la réduction moyenne de vitesses a été de 30%⁷ (et jusqu'à 46% pour les vitesses les plus élevées et 16% pour les vitesses les moins élevées).

⁶ Publiées sur deux ouvrages : CERTU LYON. *Ville plus sûre, quartiers sans accidents, réalisations évaluations*. 1994, 253 p. et CERTU LYON. *Ville plus sûre, quartiers sans accidents, savoir faire et techniques*. 1990, 317 p.

⁷ Voir tableau statistique complet comparant vitesses, accidentologie et trafic avant/après en annexe 1

3.- L'approche méthodologique

3.1.- Pourquoi un diagnostic en échelles ?

Dans le chapitre *Diagnostic et analyse de la sécurité*⁸, Fleury propose trois approches en trois échelles différentes : à l'échelle du point (noir), à l'échelle de l'axe et à l'échelle « globale ». Il préconise « d'étudier une intervention plus intégrée, prenant en compte tous les liens de causalité. (...) une analyse approfondie des accidents, en (...) s'éloignant de plus en plus de l'instant du choc. Le diagnostic doit alors prendre en compte (...) les niveaux « amont » explicatifs de l'insécurité. Ainsi doit-on interroger le rôle des formes urbaines⁹ (...) dans la production de l'insécurité ». Si nous reprenons cette hiérarchie en « sens contraire » (de l'échelle globale jusqu'au point), nous pouvons supposer la possible influence croissante du poids des éléments susceptibles d'influer sur le comportement. Nous considérons que le lien primordial entre l'étude de la vitesse (notre sujet d'étude) et l'étude de la (in)sécurité¹⁰ (celui de Fleury) est, dans notre cas, l'analyse du comportement de l'utilisateur par rapport à son environnement. Ainsi, si nous « traduisons » *accidents* ou *choc* par *comportement* ou *vitesse*, le modèle d'approche en différentes échelles peut être bien adapté à l'étude de variables susceptibles d'influer sur la vitesse adoptée. Par analogie, un médecin qui examine son patient cherche dans un premier temps des symptômes visibles. S'il n'a pas assez de données directement observables, il va demander des examens (analyses microscopiques ?) qui vont fournir un diagnostic qui confirmera —ou non— son premier examen. Si l'on s'intéresse, dans un premier temps, aux variables potentiellement modératrices de vitesse « à grande échelle » (sur des photos aériennes, sur des cartes d'échelle 1:10.000,...), on peut penser (c'est en tout cas notre hypothèse) que les « symptômes » (effets des variables) pourraient apparaître de manière certes peu marquée, mais néanmoins suffisante pour servir de base à une analyse « à petite échelle » du tronçon et à un choix pertinent de points de prise de mesure. Des observations *in situ* depuis ces derniers seraient alors notre « microscope ». Un nombre plus conséquent de variables pertinentes à l'échelle de l'utilisateur « en situation » serait alors mobilisé, et leur analyse —reposant sur des études des comportements du conducteur (micro régulations)— pourrait mener à un diagnostic susceptible de confirmer (ou non) l'étude à grande échelle.

Passons maintenant du *conditionnel* au *passé composé*.

Méthodologie d'analyse en deux échelles/approches complémentaires

Nous avons proposé une méthodologie d'approche qui débute par une analyse des photos aériennes de la voirie en question, visant à différencier les types de formes urbaines pour proposer des *zones d'étude* (voir chapitre *Méthodologie de caractérisations de zones d'étude*). Cette phase été suivie de visites *in situ* pour

⁸ FLEURY D. Sécurité et urbanisme. La prise en compte de la sécurité routière dans l'aménagement urbain. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1998, 299 p.

⁹ Une autre étude, encore dans le domaine de la sécurité routière, menée par Marine Millot sur les liens entre formes urbaines et l'insécurité routière utilise l'outil d'analyse de la photo aérienne pour analyser la forme urbaine et le croiser avec les données d'accidentologie. (MILLOT M. *Développement urbain et insécurité routière : l'influence complexe des formes urbaines*)

¹⁰ Voir le guide CERTU. *Connaître la vitesse pour agir sur la sécurité de la circulation en agglomération*. Lyon, 2003, 91 p.

sélectionner les points de prise de mesure de vitesse les plus pertinents pour chaque zone d'étude. Une fois les mesures prises, nous avons proposé une étude comparative reposant sur la confrontation des données de vitesse au type de zone. Cette première analyse du rapport urbanisation/vitesse est censée nous donner non pas la réponse à notre question initiale (*quels sont les éléments susceptibles d'influer sur la vitesse*), mais plutôt des tendances globales. Elle est suivie d'une analyse *in situ* « microscopique » de chaque tronçon (défini à partir du point de prise de mesure – voir chapitre *Méthodologie de délimitation d'un tronçon*) à l'aide d'une grille de lecture mise au point à cet effet. Cette analyse, beaucoup plus détaillée et plus riche en termes de variables, met en évidence des éléments de scène visuelle pour chaque tronçon. Une comparaison entre tronçons ainsi caractérisés permet d'éliminer les caractéristiques invariantes d'un tronçon à l'autre pour dégager les « facteurs de différenciation ». Ces derniers sont enfin mis en relation avec les données de vitesse en vue de proposer des hypothèses explicatives sur le rôle « modérateur » ou « accélérateur » de chaque facteur.

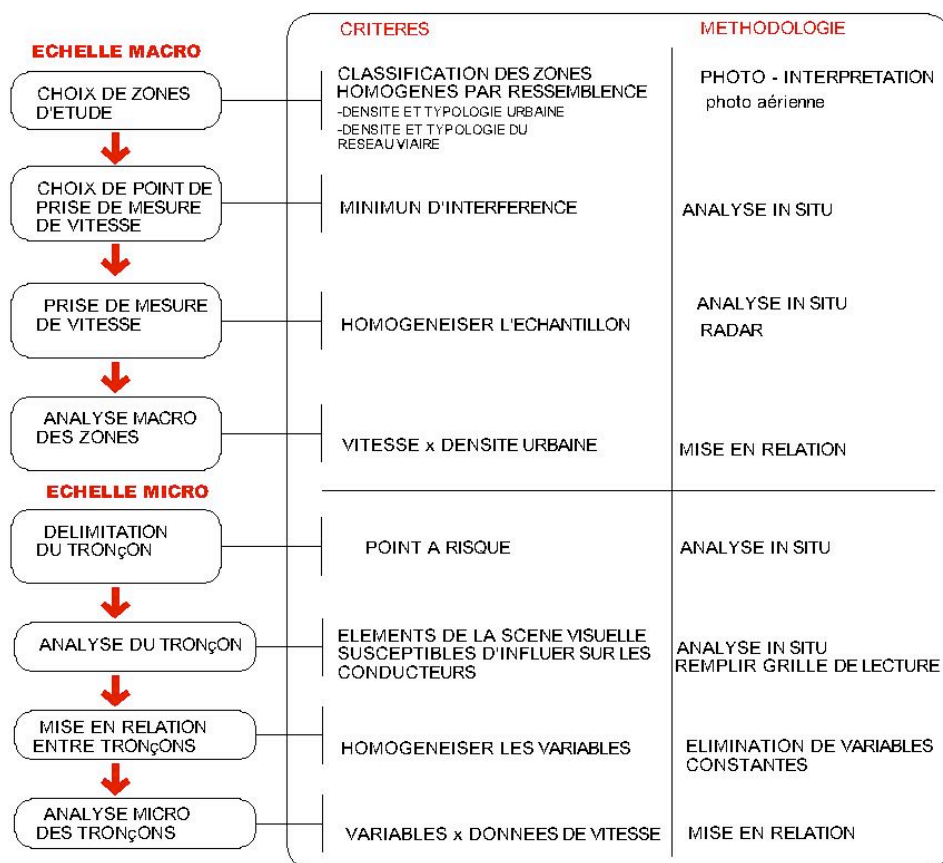


Schéma méthodologie

3.2.- Critères pour le choix du terrain d'étude

Il est banal de constater qu'un conducteur roule plus vite sur une autoroute que dans une rue : dans ce cas, le type d'infrastructure viaire varie selon le contexte. Mais le comportement serait-il le même si l'infrastructure viaire gardait les mêmes caractéristiques formelles en traversant différents contextes urbains ? D'où la nécessité pour nous de travailler sur une voie présentant cette spécificité. Notre terrain d'étude devait donc idéalement présenter, sur toute sa longueur, des caractéristiques identiques du point de vue de l'aménagement viaire (largeur de

voies, nombre de files de circulation,...), mais différentes du point de vue de l'environnement urbain traversé (densité, occupation des sols de ses abords,...). Nous chercherons alors à étudier ces contextes diversifiés par leur environnement urbain, plutôt que par leurs structures de voirie, afin de pouvoir interpréter la diversité des comportements de conduite au travers des caractéristiques « urbanistiques ».

3.3.- Méthodologie d'approche « macro »

Méthodologie de caractérisation des zones d'étude

Pour caractériser les zones d'étude, une méthodologie en 2 étapes a été utilisée :

- observation des caractéristiques préliminaires par analyse des photos aériennes sur logiciel Google earth ;
- confirmation *in situ* des caractéristiques souhaitées et localisation des points de prise de mesure.

Nous avons effectué une identification de zones potentielles à partir de l'observation de photos aériennes en nous basant sur un article de Lotic et Couret sur la photo interprétation¹¹ et en utilisant les critères de ressemblance suivants :

- type et densité aperçues du parcellement du sol ;
- formes et densités aperçues du bâti par rapport au terrain concerné ;
- forme et extension aperçues du réseau routier.

Qualités préliminaires désirables pour le choix des points de mesure de vitesse : étude d'un trafic sans contraintes

La deuxième étape de l'étude consistait en une reconnaissance des zones déjà caractérisées par photo aérienne en vue d'orienter le choix du meilleur point de prise de mesure dans chaque zone. N'étaient envisageables que les points caractérisés :

- par une morphologie de voies semblable (2 x 2 voies) ;
- par un linéaire sans carrefour assez important pour laisser libre cours à la vitesse naturellement prise par les automobilistes
- par l'absence (ou quasi) de signalétique (feux tricolores, cédez le passage,...)

Si toutes ces caractéristiques sont similaires en tout point de mesure, il est possible d'affirmer que les contraintes pour la conduite —à un bas niveau de conscience (automatismes)— sont *homogénéisées*.

Méthodologie de prises de mesures et analyse de vitesses sur la RN4

Le guide du Certu « Connaître la vitesse pour agir sur la sécurité de la circulation en agglomération » nous a servi de base pour la méthodologie de prise de mesure de vitesse. Parmi plusieurs méthodes, notre choix s'est porté sur celle de la *mesure en un point sur une courte période inférieure à un jour* (p.51), car la nature du matériel utilisé (radar portable) ne nous permettait pas des sans une présence humaine. Par ailleurs, nous n'avions pas non plus la possibilité de réaliser des mesures pendant des périodes prolongées. Mais ces limites n'étaient guère gênantes dans la mesure où notre but était d'étudier les vitesses non pas du point de vue de leur évolution sur une durée (jour, semaine, mois...), mais par rapport aux morphologies des voies¹²,

¹¹ Lotic B., Couret D. *Les cités vues de l'espace*. Communication au Congrès "Pixel et cité"

¹² Même si dans l'avant-propos nous sommes partis du principe d'utiliser la même morphologie de voies pour les observations de différents tronçons. En fait, nous nous intéressons effectivement à une seule et même catégorie de voirie aux caractéristiques formelles globalement homogènes —les axes intermédiaires 2x2 voies— sur laquelle nous étudions des différences formelles plus fines (stationnement, séparateurs,...).

aux différents environnements et à leurs usages¹³. Pour ces raisons, nous avons choisi d'opter pour une méthodologie permettant de recourir à un échantillon de taille relativement modeste.

En fait, dans le guide du Certu, cette méthodologie est originellement prévue pour des comparaisons entre deux périodes (avant/après) en un même endroit, alors que nous l'avons utilisée pour comparer les vitesses sur différents tronçons. Il s'agit donc d'une comparaison non liée à un événement dans le temps, susceptible de distinguer un « avant » et un « après » pour les prises de mesures, comme l'inauguration d'un nouvel équipement public, un nouvel aménagement de voie ou un dispositif de modération de vitesse, une nouvelle réglementation de la vitesse maximale autorisée, etc. Pour que notre comparaison soit pertinente, nous avons essayé de respecter les mêmes conditions de prise de mesures de vitesses pour tous les tronçons préalablement définis :

- Mesures individuelles de vitesses, enregistrées par radar portable, placé dans une voiture sur le trottoir (ou sur un stationnement, ou bande d'arrêt d'urgence)¹⁴.
- Mesures faites en dehors des heures de pointe : entre 10h00 et 12h00 et entre 14h00 et 16h00, de façon à éviter l'influence de la congestion du trafic sur les vitesses. Aucune mesure nocturne n'a été faite (par conséquent, nos conclusions se limitent à des comportements pendant la journée).
- Il n'a pas été possible de réaliser toutes les mesures le même jour de la semaine sur les différents tronçons (pour des raisons de disponibilité du matériel et du personnel), en dépit des recommandations à cet égard de la méthode du guide Certu. Mais après avoir pris des mesures sur trois jours différents de la semaine sur deux tronçons, nous avons constaté que les vitesses moyennes étaient sensiblement identiques quel que soit le jour de mesure (peut être du fait que les mesures étaient réalisées en heure creuse ?). Nous supposons donc que le choix du jour de la semaine n'influe pas de manière significative sur les vitesses pratiquées.
- Nous n'avons pas distingué les types de véhicule (Voitures particulières, Poids lourds, Bus). Les deux-roues ont été exclus.
- Sur chaque tronçon, nous avons placé le radar à l'endroit où, après une observation préliminaire, nous avons constaté que le conducteur pouvait adopter la vitesse la plus élevée et la plus « libre » possible (minimisation des interférences des carrefours, des feux tricolores, etc). Les mesures ont été prises dans les 2 sens, si possible à la même hauteur du tronçon.
- Nous avons effectué nos mesures de vitesses dans de bonnes conditions de visibilité (pour éviter les influences sur la vitesse de différents facteurs météorologiques : conduite par temps de pluie, de brouillard, etc).
- Nous avons utilisé un échantillon minimum de 60 prises de mesures de vitesses dans chaque sens, c'est-à-dire 120 prises de mesures au minimum, sur chaque tronçon. Avec cet échantillon, nous considérons avoir pu, sinon homogénéiser, du moins diminuer sensiblement l'influence d'interférences d'éléments circonstanciels, comme les différences, d'un automobiliste à un autre, du niveau de familiarité avec la route, du motif de déplacement, du type de véhicule utilisé, de différentes contraintes temporelles (une personne en retard a tendance à conduire plus vite).

¹³ Il est vrai que les usages urbains en dehors de la chaussée (dont la fonction est la circulation de véhicules) sont moins prévisibles, car ils ne sont pas soumis à une réglementation de type « circulation » et ne se résument pas à des différences de vitesses et débits selon l'heure ou le jour.

¹⁴ Voir modèle de prise de mesure en annexe 2

Moyennant ces précautions (« normalisation »), nous espérons avoir éliminé (du moins en grande partie) les variables « parasites » (par rapport à notre questionnement) susceptibles d'influencer le comportement des conducteurs et sur lesquelles nous avons choisi de ne pas travailler dans le cadre de cette étude.

Les indicateurs de vitesse (= comportement) que nous avons retenus sont :

- **Vitesse moyenne arithmétique**

$$V_{ma} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n V_i$$

où V_{ma} est égal à la somme des vitesses individuelles V_i divisé par le nombre n de véhicules observés.

- **L'écart – type σ** traduit la dispersion des vitesses individuelles autour de la vitesse moyenne en renforçant les vitesses extrêmes (puisque c'est le carré des écarts qui intervient). Un écart-type élevé met en évidence une grande disparité des vitesses individuelles (V_i).

$$\sigma^2 = \frac{1}{(n-1)} \times \sum_{i=1}^n (V_i - V_{ma})^2$$

- Le **taux de respect** indique le pourcentage de véhicules ne dépassant pas la vitesse autorisée ; *a contrario*, le taux d'infraction est le pourcentage de véhicules dépassant la vitesse maximale autorisée (par exemple : si, dans un échantillon de 100 voitures mesurées, 15 dépassent la vitesse autorisée, le taux de respect est de 85%).
Il s'agit d'un indicateur important, car il montre dans quelle mesure les vitesses envisagées correspondent aux vitesses réelles. Selon la circulaire d'application et décret de la loi de limitation généralisée à 50 km/h¹⁵, un faible taux de respect (en dessous de 70%) indique le besoin de mesures, soit pour ralentir les vitesses, soit pour régulariser les vitesses plus hautes.
- La **distribution des vitesses** est présentée sous forme de graphique cartésien rectangulaire, comportant des classes des vitesses en abscisse (< 30km/h ; 30<40 km/h ; 40<50 km/h ...). A chaque classe correspond un pourcentage de vitesses mesurées. Le rangement doit être effectué dans une fourchette compatible avec les vitesses mesurées.
- La **précision** est liée à l'écart-type des vitesses individuelles et au nombre de mesures effectuées. Plus l'écart-type est grand, plus il faut de mesures pour avoir une précision équivalente.

Cette approche du comportement des usagers à partir d'une caractérisation statique de la vitesse ne permet pas une analyse exhaustive du comportement des usagers et présente donc de nombreuses limites. Cependant, elle a été supposée suffisante

¹⁵ Modération de la vitesse en agglomération – Recommandations techniques sur la limitation généralisée à 50 km/h – circulaire d'application et décret n° 90-1060 du 29/11/1990

pour permettre de mettre en évidence certaines grandes tendances en termes de relations entre vitesse et aménagements.

Méthodologie pour la « macro »- interprétation de données

Nous avons mis en relation les données résultant des prises de mesures de vitesse et certaines caractéristiques (densité urbaine) des zones retenues, sous forme d'une carte schématique d'analyse urbaine.

3.4.- Méthodologie d'approche « micro »

Méthodologie de délimitation d'un tronçon : Point, zones et tronçon — quelques précisions

Lors d'une session de prise de mesure de vitesses, nous avons positionné notre radar à un endroit appelé « point de prise de mesure ». Les données obtenues en ce point vont exprimer seulement des comportements (vitesses) en ce point spécifique, c'est-à-dire qu'*a priori*, nous ne pouvons pas extrapoler ces comportements à une zone longitudinale plus vaste qu'un « tronçon » (notion restant à définir, liée à celle « d'environnement visuel direct » du point de mesure).

En descendant dans l'échelle d'analyse (zone, tronçon, point), nous pouvons supposer (du moins en première approche) que l'influence des caractéristiques « formelles » sur le comportement exprimé par la vitesse observée au niveau du point de prise de mesure est croissante (du fait de leur impact visuel).

Si nous avons déjà bien délimité nos zones sur la base de certaines caractéristiques liées au degré d'urbanisation (voir chapitre Méthodologie de découpage de la RN4 en tronçons d'étude), la notion de tronçon reste encore vague. Certes, il s'agit d'une portion longitudinale d'infrastructure viaire au voisinage du point de prise de mesure, (de longueur *a priori* nettement moindre que la zone dans laquelle il se situe). Mais comment délimiter précisément un tel tronçon ?

Pour répondre, nous nous appuyons sur le travail de Vaclav Stransky¹⁶ qui s'est inspiré du « modèle théorique intégral du comportement » de Badr en mobilisant la notion de « point-à-risque » pour délimiter un tronçon, qui serait « *une portion de voie sur laquelle (...) la tâche de conduite ne ferait intervenir que le mode de l'habileté du conducteur, correspondant au niveau où la vitesse pratiquée est l'indicateur par excellence du comportement.* ». On le voit, le point-à-risque est un endroit (ou un moment) du parcours où un (ou plusieurs) élément(s) de la scène visuelle oblige(nt) le conducteur à mobiliser, pour sa tâche de conduite, un niveau plus élevé de conscience, donc à « abandonner » le seul niveau de base (c'est-à-dire le niveau de contrôle)¹⁷. Dès lors, en supposant que le niveau de base correspond au comportement habituel (« vitesse de croisière ») du conducteur, nous pouvons supposer aussi que l'approche d'un point-à-risque se traduit potentiellement par une modification de ce comportement (donc de la vitesse de croisière)¹⁸.

Concrètement, un points-à-risque peut être un feu tricolore¹⁹, un croisement avec une autre voie importante, un rond point,...

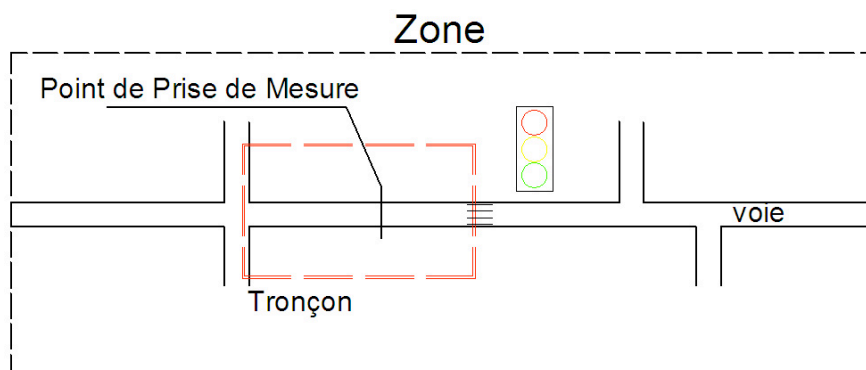
¹⁶ STRANSKY V., *Forme et fonction d'un réseau. Cas de la voirie urbaine de desserte locale*, Thèse de doctorat en Urbanisme et Aménagement, Institut d'Urbanisme de Paris, Université Paris XII, 1995.

¹⁷ Domaine d'analyse du modèle de Gibson et Crooks

¹⁸ Certains points-à-risque peuvent correspondre à un comportement de freinage (approche d'un carrefour, par exemple), d'autres à un comportement d'accélération (approche d'un feu de signalisation en phase verte : le conducteur espère passer avant que le feu ne passe au rouge).

¹⁹ Dans le cas de plusieurs feux coordonnés, si nous prenons soin de prendre des mesures au cours d'une « vague verte », le « point-à-risque » peut être délocalisé.

Dans notre étude, les tronçons retenus sont ceux délimités par deux points-à-risque successifs de part et d'autre (ou « encadrant ») chacun de nos points de mesure.



Critères retenus pour la grille de lecture de l'environnement in situ

La grille de lecture est un élément très important pour la connaissance du terrain et pour l'élaboration du diagnostic, car elle met en évidence les observations faites de l'environnement pendant les sessions de prise de mesures de vitesses²⁰ : chacune de ces sessions a en effet donné lieu à une formalisation (avec l'aide de cette grille de lecture) de l'environnement visuel, caractérisant le tronçon.

Les critères retenus pour cette grille de lecture ont été les mêmes pour tous les tronçons. Les propriétés observables des différents tronçons étudiés peuvent, grâce à cette grille²¹, faire l'objet d'une étude comparative afin de mettre en évidence les différences et les similitudes.

Pour orienter notre choix d'éléments à retenir pour constituer cette grille, nous nous sommes inspirés de différents travaux (théoriques, essais et travaux expérimentaux), tout en nous efforçant de soumettre ces travaux à un regard critique au travers d'une confrontation des critères retenus dans tous ces travaux. Notre principale source d'inspiration ont été les critères (variables physiques de la scène visuelle) des travaux de Y. Badr et de V. Stransky, ces derniers nous ayant également servi de « filtres » pour sélectionner les critères plus pertinents parmi ceux sélectionnés par Gibson et Crooks. L'essai de D. Fleury²² sur la reconnaissance de « *patterns* » de signes sur photos de différents types d'environnements fut pour nous également une référence privilégiée. Le recours à ces différents travaux nous a permis de réaliser notre étude avec un corpus relativement petit, mais bien ciblé, de variables. Bien évidemment, certaines spécificités liées à notre terrain d'étude ont nécessité nombre d'adaptations par rapport aux travaux auxquels nous nous sommes référés ; par exemple, la variable « achèvement en T » —dont l'effet « modérateur de vitesse » a été souligné par V. Stransky dans le cas des voies de desserte locale— n'est pas pertinente dans le cas d'une infrastructure à vocation « trans-locale » comme la RN4. Enfin, nous nous sommes appropriés la distinction en trois critères d'observation (voirie, environnement et usages) adoptée dans le rapport « Urbanisme et sécurité routière dans la métropole Lilloise », en prenant soin d'adapter les points de lectures à notre propre terrain d'étude et à notre questionnement spécifique.

²⁰ Seuls moments disponibles pour effectuer les observations

²¹ Voir modèle de grille de lecture en annexe 3

²² Fleury, D. et al. *Modulation de la vitesse en ville et catégories de voies urbaines- Expérimentations sur les représentations de sites routiers*, Rapport INRETS n°144, INRETS, Arcueil, 1991

Ainsi, les deux critères (groupes de variables) nommés **Voirie** et **Environnement** tentent de saisir les informations liées aux éléments physiques observables de la voirie et de ses environs, et le critère (groupe de variables) **Usages** tente de saisir les différents comportements observables des usagers évoluant au sein des deux précédents types d'espaces (la voirie et ses environs).

Voirie

Les variables déclinées ici sont liées aux éléments physiques observables de la chaussée et constituent donc des éléments d'interaction directe avec les conducteurs.

Un premier sous-groupe réunit toutes les caractéristiques du « dessin » de la voirie sur toute sa longueur :

- **Type de voie** – nous avons classifié chaque tronçon observé selon la classification du rapport d'AIPCR²³ : autoroute urbaine, boulevard urbain et voie traditionnelle.
- **Tracé** – y a-t-il des courbes observables ou s'agit-il d'un tronçon plutôt rectiligne ? Comment l'absence ou la présence de courbes influence-t-elle les vitesses pratiquées ? Toute la littérature sur la géométrie des voies conditionne la vitesse par rapport au rayon de courbure.
- **Symétrie** – exprimé sous forme graphique (une coupe transversale de l'emprise du domaine public), cette variable compare les caractéristiques géométriques/dimensionnelles des deux sens de circulation : sont-elles identiques dans les deux sens (même nombre de pistes,...) ? La voie présente-t-elle des particularités (comme un séparateur central) ? La confirmation de la symétrie a été, au début de notre travail, une condition essentielle pour « homogénéiser » l'échantillon.
- **Longueur** – la mesure de cette variable consiste à chercher les limites potentielles de chaque tronçon²⁴ (un feu, une giratoire, un pont,...), à les identifier (sur une carte ou une photo aérienne) et à mesurer la distance séparant deux telles limites successives. L'étude de Yarob Badr nous offre comme premier facteur influant sur la vitesse pratiquée, sur une route traversant une petite agglomération, la longueur de cette dernière. De notre côté, nous avons travaillé sur une route nationale (la RN4) qui traverse plusieurs environnements urbains (parfois la rase campagne), dont les limites peuvent être plus ou moins bien perçues par le conducteur (succession de tronçons). Par ailleurs, nous n'avons pas utilisé la méthode de Badr : nous mesurons le comportement (vitesse) non pas sur un itinéraire (Badr), mais en un point localisé sélectionné dans chaque tronçon. Nous n'avons donc aucun moyen de suivre l'évolution des comportements sur la longueur du tronçon. Ainsi, même pour des tronçons dont la longueur serait clairement perçue par le conducteur, il nous est impossible d'étudier l'existence d'une relation directe entre longueur et vitesse. Cela étant, le simple fait d'avoir pu observer *in situ*²⁵ les limites d'un tronçon peut nous donner des indications sur sa « lisibilité ».
- **Largeur** – plusieurs études ont retenu la largeur de la chaussée comme un

²³ Gambard, J.M. (et al) *Conception et architecture des voies urbaines* (1995). Rapport du groupe de travail du comité AIPCR de la ville (p.10)

²⁴ Voir chapitre sur les critères de *Méthodologie pour délimitation d'un tronçon*. p. 20

²⁵ Nous avons distingué les informations observées sur place (saisies en noir) et les informations complétées ultérieurement (saisies en rouge) à l'aide d'autres outils (photo aérienne, cartes, photos, vidéos). Cela nous permet de faire ressortir ceux qui sont particulièrement « lisibles » in situ.

facteur principal conditionnant la vitesse pratiquée par les conducteurs (cf. chapitre approche pratique, modèle de Badr). Nous avons mesuré la largeur de la chaussée de chaque tronçon (et de chaque voie) sur photos aériennes.

- **Aires de stationnement ou bande d'arrêt d'urgence** – présence ou absence et type de stationnement (parallèle, à 90°, à 45°) le long de la voie. Une étude intitulée *Modulation de la vitesse en Ville et catégories de voies urbaines*²⁶ aborde la question de l'influence de l'environnement routier sur la vitesse pratiquée en utilisant des photographies des sites urbains, classées par des conducteurs. L'enquête a fait sortir plusieurs « éléments de la scène visuelle » susceptibles d'influer sur la vitesse, parmi lesquels la présence de véhicule en stationnement.
- **Degré d'interaction chaussée / trottoir** – même en cas d'absence de stationnement le long de la voirie, nous pouvons observer d'autres éléments physiques qui séparent la chaussée du trottoir : espaces verts, barrières de protection des piétons,.... Dans le domaine de la sécurité routière, ces éléments sont porteurs d'une qualité ambiguë car, s'ils servent à empêcher (ou rendre plus difficiles) les interactions entre piétons et véhicules, ils peuvent cacher un enfant (derrière un arbuste, par exemple).
- **Matériaux de revêtement et Entretien des voies** – dans un premier temps, nous avons supposé (en nous fondant sur notre propre expérience de conducteur) que la différence de matériaux de revêtement de la chaussée pourrait influencer sur la vitesses. Similairement, la qualité de la chaussée (donc l'entretien des voies) est également susceptible d'être un facteur d'influence sur la vitesse. Mais au cours de cette étude, nous n'avons pas trouvé d'exemple de tronçon (sur notre terrain d'analyse) aux caractéristiques très différentes (de ces deux points de vue) — par exemple, une chaussée dégradée qui obligerait potentiellement les conducteurs à faire des corrections de leur trajectoire et à réduire leur vitesse pour maintenir leur FST (field of safe travel). L'entretien étant bon et le revêtement étant le même (asphalte) sur l'ensemble des tronçons étudiées, ces deux variables ont été éliminées.

Le second sous-groupe rassemble des éléments physiques ponctuels, mais susceptible néanmoins d'influer sur les vitesses pratiquées par anticipation :

- **Croisements ou carrefours** – présence ou l'absence de carrefours et de leurs caractéristiques (achèvement en T, en croix, avec signalisation verticale,...). Bien que nous ayons pris nos mesures de vitesse en des endroits aussi éloignés que possible de telles « interférences », ces dernières étaient néanmoins visuellement très « présentes » sur certains tronçons, de sorte qu'il nous était impossible de les négliger. Car bien que nous ayons pris soin de prendre nos mesures durant les phases vertes (où le synchronisation des feux permet un flux continu), un carrefour reste une « barrière » transversale à franchir (avec ou sans feu), susceptible d'influer sur les vitesses pratiquées. Cette hypothèse semble d'ailleurs confirmée par les statistiques d'accidents, localisés très majoritairement aux carrefours.
- **Dispositifs de modération de vitesse** – observations ponctuelles des dispositifs de modération de vitesse isolés ou combinés. Ceux-ci sont implantés parfois comme un « paquet pour la sécurité routière », qui regroupe plusieurs dispositifs. Des observations faites *in situ* ont mis en évidence un apparent paradoxe : certains de ces dispositifs combinés de restriction de vitesse donnent l'impression d'encourager des vitesses élevées !

²⁶ Fleury, D. et al. *Modulation de la vitesse en ville et catégories de voies urbaines- Expérimentations sur les représentations de sites routiers*, Rapport INRETS n°144, INRETS, Arcueil, 1991

- **Signalisation horizontale et verticale (vitesse autorisée incluse)** – la vérification ponctuelle de la présence de signalisation horizontale et verticale peut nous aider à confirmer ou questionner la théorie en vogue selon laquelle « les vitesses ne sont pas régulées par les signalisation mais par l'environnement aperçu par le conducteur ».

Environnement

Ces variables sont liées aux éléments physiques observables autour de la chaussée, donc influant sur la scène visuelle du conducteur et susceptibles de modifier le comportement de ce dernier. L'hypothèse est que ces éléments de la scène visuelle (le trottoir et ses équipements, le bâti, le végétal,...) pourraient exercer une influence sur la « lisibilité »²⁷ de l'environnement par le conducteur et susciter une « réponse comportementale » —à un bas niveau de conscience— traduite par la vitesse.

- **Fonction urbaine** – de manière très simplificatrice, nous avons essayé de classer les fonctions des bâtiments riverains en : habitation traditionnelle (pavillonnaire) ; habitation collective ; commerce/service de voisinage (boulangerie, brasserie, petit supermarché etc.) ; commerce/service de grande surface ; industrielle ; institutionnelle (école, hôpital, préfecture, mairie, etc.).
- **Effet de rythme (striage)** – nous avons simplifié la variable *largeur des parcelles bordant la voie* (cf. thèse de Stransky, qui attribue à cette variable un possible effet modérateur en raison de l'effet de rythme qu'elle peut susciter) en distinguant simplement entre **présence** ou **absence** d'effet de rythme.
- **Densité de vitrines** – comme pour la variable précédente, nous avons simplifié cette variable (à propos de laquelle V. Stransky pose l'hypothèse qu'elle pourrait être un « facteurs structurant » des vitesses) en ne retenant que trois modalités de densité : **faible** pour une densité de moins d'une vitrine tous les 70 mètres (en moyenne) ; **forte** pour une densité de plus d'une vitrine tous les 30 mètres (en moyenne) ; **moyenne** dans les autres cas de figure.
- **Bâti** – le type et la hauteur des bâtiments le long du tronçon pourrait être l'un des facteurs majeurs de différenciation et de classification des tronçons, dans la mesure où « L'étude de l'environnement et de la circulation dans la zone de Paddington »²⁸ (1992) affirme que les automobilistes ralentissent si la largeur optique de l'espace occupé par la rue est inférieure à la hauteur des immeuble qui la bordent. Comme nous n'avons pas pu mesurer précisément la hauteur des bâtiments, nous les avons classés selon leur nombre d'étages (rez-de-chaussée, R+1, R+2, R+3 ...).
- **Largeur du trottoir** – cette variable a été mesurée car la largeur du trottoir participe au ratio « hauteur bâtiment/largeur du domaine public » (dont l'importance a été soulignée dans l'étude dans la zone de Paddington). Un autre ratio (avec la fréquentation piétonne selon la méthode de *Levels of service in walkways* du HCM²⁹) pourrait nous fournir des indices sur la probabilité de conflit entre piétons et véhicules en cas de très forte fréquentation piétonne, les conducteurs étant alors susceptibles d'adapter leur comportement-vitesse pour éviter de renverser un piéton qui déborde sur la chaussée. Mais dans le cadre de notre étude, aucun cas de ce type n'a été

²⁷ Kevin Lynch définit la lisibilité comme « facilité avec laquelle on peut reconnaître les éléments de la ville et les organiser en schéma cohérent ». Lynch, K. *L'image de la Cité*

²⁸ Etude citée dans le rapport du groupe de travail du AIPCR appelé *Conception et architecture des voies urbaines* (1995)

²⁹ Transportation Research Board - *Highway Capacity Manual* - 3eme ed. mise à jour. Washington, 1994.

observé (c'est plutôt le cas de figure inverse —très faible fréquentation des trottoirs— qui était la règle).

- **Végétation** – variable citée dans l'étude de Fleury sur la *Modulation de la vitesse en Ville et catégories de voies urbaines* comme l'un des facteurs principaux « de repère » dans une scène visuelle, la présence/absence d'arbres dans notre étude a été formalisée de manière très simplifiée : sur toute la longueur du tronçon ; sur une partie du tronçon ; côté gauche ; côté droit ; etc. Nous avons également noté la présence/absence d'autres types de végétation (en précisant le volume et la localisation) susceptibles d'influer sur la perception de la scène visuelle par le conducteur.
- **Sorties de garages et aires de livraison** – reprenant la variable appelée *portes cochères* dans la thèse de V. Stransky (dans un contexte urbain différent), nous avons noté la présence/absence de tels éléments (à l'instar de ce qui a été fait pour les places de stationnements). La présence des sorties de garage et aires de livraison a été déclinée en quatre modalités : **inexistante, ponctuelle faible, ponctuelles dense et généralisée**.
- **Mobilier urbain** – quel type de mobilier urbain est susceptible d'influer sur la scène visuelle du conducteur ? *A priori*, une cabine téléphonique, un abribus, un panneau publicitaire, une poubelle de type récup'verre et, plus généralement, tout mobilier de grande taille peut modifier la « largeur optique » de la scène perçue par le conducteur. L'étude de Y. Badr aborde la question de la largeur optique, en y intégrant les éléments verticaux en séquence (tels les arbres) qui ont le plus d'influence sur les vitesses pratiquées par les conducteurs. Cependant, la présence ponctuelle de ces éléments verticaux peut aussi avoir une influence sur l'anticipation, de la part du conducteur, du risque de l'irruption soudaine d'un piéton ou d'un véhicule (auparavant caché à sa vue par ledit mobilier urbain).
- **Espace public** – la présence d'espaces publics tels une place ou un square peut être interprété par le conducteur comme un « moment » de rupture de l'homogénéité perçue du parcours (rupture dans le champ visuel —absence de bâtiment, nouveau paysage, nouvel éclairage public— pouvant s'accompagner d'une modification du comportement du conducteur). C'est un espace « hétérogène » dans un parcours « homogène », pour reprendre les termes de D. Fleury au chapitre *diagnostic et analyse de sécurité* de son ouvrage sur l'urbanisme et la sécurité routière.
- **Grand équipement de proximité** – l'hétérogénéité est également évoquée à propos des grands équipements, tels un lycée, un centre commercial ou un stade, qui peut attirer beaucoup du monde et transformer radicalement le champ visuel perçu par le conducteur.
- **Rapport espace public / espace privé** - les éléments d'interactions (ou non) entre l'espace public et l'espace privé ont été observés de façon simplifiée : présence de jardins privés, de retraits, etc, pouvant élargir le champ visuel du conducteur au delà du domaine public.
- **Largeur entre façades** – c'est l'une des trois variables les plus importantes de l'étude de Badr dans le contexte de la traversée de petites agglomérations (dont nous nous rapprochons dans certains de nos tronçons). Ce critère a été mesuré sur photos aériennes.
- **Largeur optique** – idem que critère précédent, mais en tenant compte d'autres éléments (une rangée d'arbres par exemple).

Usages

Variables caractérisant les usages des deux types d'espaces précédents (voirie et environnement) et les interactions entre ces différents usages. L'étude de ces variables permettra également de vérifier si ces usages sont en adéquation avec ceux prévus.

- **Usagers concernés** – il s'agit de caractériser et de classer les types d'usagers concernés (piétons et conducteurs) dans un environnement donné. Par exemple, au sein d'un environnement « essentiellement routier », la classification consistera en une distinction entre différents types de véhicules (PL, VL, etc.), alors que pour une voie de desserte locale, nous pourrions distinguer différents modes doux, les enfants qui jouent, etc.

Le premier sous-groupe d'usages concerne les conducteurs ; parmi les variables collectées, certaines l'ont été à partir de témoignages recueillis auprès des conducteurs ayant participé à la campagne de collecte de données de vitesse (donc un échantillon de très faible taille et, de surcroît, impliqué dans l'étude).

- **Homogénéité perçue de l'itinéraire**, plus précisément de l'environnement (bâti, espaces ouverts/cloisonnés, différence entre largeurs optiques,...) de chaque tronçon (2 modalités : « homogène » ou « hétérogène »).
- **visibilité de l'itinéraire** ou « longueur optique » : possibilité offerte au conducteur (par la scène visuelle) « d'anticiper » son parcours. Cette longueur optique peut être « faible », « moyenne » ou « bonne ».

Ces deux variables qualitatives sont liées aux comportements des véhicules observés et décrits de façon générale par les variables :

- **Trafic** – uniquement VP et PL (les deux-roues sont exclus). Trois modalités ont été retenues : **faible**, **moyen** et **fort**, selon le débit observé (débit en véhicules/15mn : 0 à 199 = faible ; entre 200 à 269 = moyen ; 270 et plus = fort), en sachant que ces observations ont été faites en heure creuse de manière à ce que les vitesses mesurées puissent être considérées comme des vitesses « libres des interférences liées au trafic » (cf. méthodologie de prise de mesures), du moins en première approximation (il est clair qu'en toute rigueur, aucune vitesse n'est totalement libre de ce type d'interférence : une vitesse moyenne peut cacher un effet de file dû à un feu rouge, par exemple).
- **Usage des places de stationnement et des aires de livraison de marchandise** – le taux d'occupation de ces espaces a été décliné en 3 modalités : occupation **pleine**, **partielle** et **faible**.

L'usage-piéton a été formalisé par le biais d'une seule variable.

- **Fréquentation Piétonne** – nous nous sommes inspirés de la méthode de HCM *Levels of service in walkways*, mais avec des comptages très approximatifs. De toute façon, la réalité du terrain (ratio nombre de piétons/unité temporelle.unité spatiale) nous a poussés à adapter la méthode de classification : sinon, presque tous les tronçons auraient été classés en *level of service A* (jusqu'à 2 personnes/minute.pied). Nous reprenons le niveau A de la méthode HCM comme **fréquentation faible**, le niveau B (entre 3 et 7 personnes/minute.pied) comme **fréquentation moyenne** et le niveau C (plus de 7 personnes/minute.pied) comme **fréquentation forte** (en sachant que les niveaux de service du HCM vont jusqu'à F).

Les 3 dernières variables sont dédiées aux 2 types d'usagers (piétons, conducteurs).

- **Lisibilité** – Nous nous sommes appuyés sur la définition de Kevin Lynch³⁰ (« facilité avec laquelle on peut reconnaître les éléments de la ville et les organiser dans un schéma cohérent ») pour décliner cette variable en lisibilité

³⁰ LYNCH, Kevin, L'image de la cité, Dunod Editions, Paris, 1976, 222 p.

Bonne, Moyenne ou Faible. Pour cela, nous nous appuyons aussi sur les variables *Type de voie* et *fonction urbaine* : dans les cas où ces deux variables ont pu être facilement « mesurées », la lisibilité peut-être considérée comme « bonne », puisque ces deux variables sont liées à la perception du site du point de vue de sa « forme » et de sa « fonction ».

- **Perception du site** – cette rubrique de notre grille a été remplie de façon libre sans critère prédéfini, sous forme d'un petit texte descriptif.
- **Comportements remarquables** – rubrique facultative, destinée à relever d'éventuels faits ou éléments remarquable ou frappants.

Mise en relation entre les données de la grille et la vitesse

Les caractéristiques physiques de voies et des environs de chaque tronçon ont été formalisées sous forme la forme d'un texte (avec l'aide des données de la grille de lecture précédemment remplie) accompagné de compléments graphiques tels que :

- schéma de coupe « typique », réalisé à partir d'observations *in situ* et de photos aériennes, et mettant en évidence : la largeur de la chaussée, le nombre de voies, la largeur du trottoir, la présence/absence de stationnement, la présence/absence d'arbres, la présence/absence de mobilier urbain, la hauteur et le type du bâti.
- Eventuellement une vue en plan du tronçon ou d'un segment significatif.

Une fois ainsi formalisées, pour chaque tronçon, aussi bien les caractéristiques physiques (influant sur la scène visuelle de la voirie et de l'environnement) que les caractéristiques des comportements des usagers, nous les avons **mises en relation avec les données des prises de mesures de vitesses**, exprimées sous forme de graphiques statistiques. L'analyse de chaque tronçon n'était pas exempte de certains présupposés, liés aux critères de la grille de lecture, élaborée sur la base de travaux (théoriques, études, expériences) menés dans des contextes divers. Parfois, cette analyse révélait une hypothèse d'une influence potentielle de l'aménagement du tronçon et de son environnement sur le comportement des conducteurs, au travers de la confrontation des critères retenus dans la grille avec les données de vitesse (moyenne, taux de respect, écart type, distribution des fréquences de vitesses).

Méthodologie d'analyse croisée entre tronçons

Mise en évidence des principaux éléments de différenciation des tronçons les uns par rapport aux autres, au travers d'une comparaison terme à terme entre grilles de lecture correspondantes en vue de l'**élimination des variables constantes**, c'est-à-dire celles prenant la même modalité pour tous les tronçons étudiés³¹. Les éléments de différenciation retenus ont ensuite été **croisés avec les données de vitesse**.

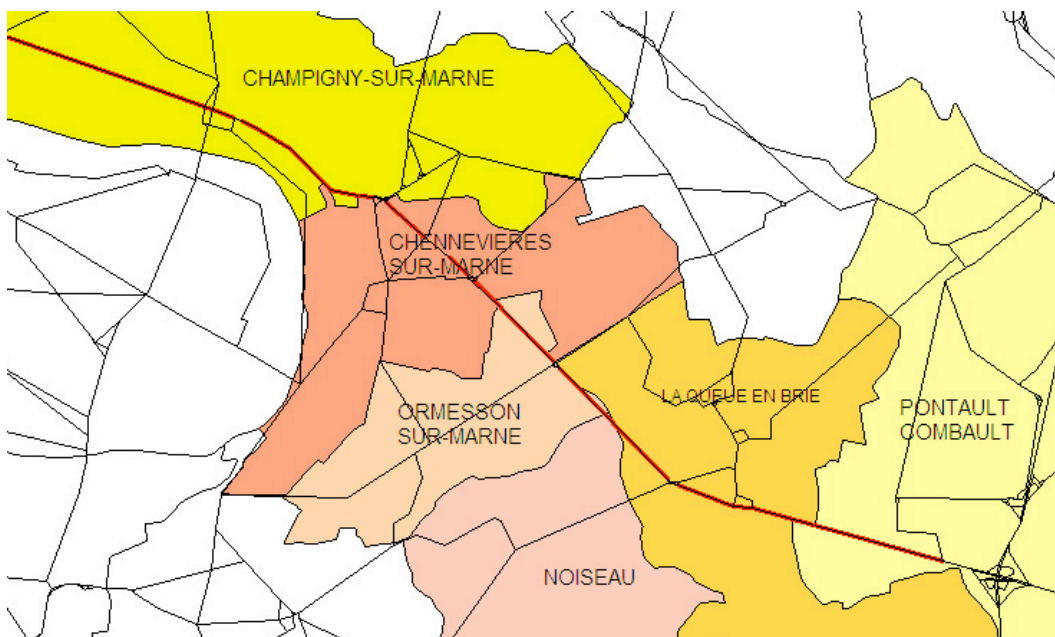
³¹ Nous n'avons pas pris en compte les points subjectifs tels que « comportements remarquables » ou « perception du site ». même, « l'élimination raisonnable » de certaines variables a été nécessaire pour certain cas.

4.- L'approche expérimentale

4.1.- Choix du terrain : La Route Nationale 4, une voie aux caractéristiques diversifiées

Le choix de notre terrain d'étude, la route nationale 4, a été motivé par les caractéristiques particulières de cette dernière. En effet, la RN4 est une voie de circulation importante, assurant une desserte locale et également un trafic de transit en direction et en provenance de Paris.

Située dans l'Est de la Région Parisienne, elle débute au niveau de la ville de Joinville-le-Pont et se termine près de Nancy. Elle traverse donc à la fois des zones urbaines denses et des zones mixtes ou rurales, et présente des caractéristiques allant de la voie urbaine à la voie de type autoroutier. Elle offre donc un large choix de terrains d'étude potentiels.



Carte (RN4 – communes – réseau routier)

4.2.- L'approche macro

Choix des 5 zones d'étude

Nous avons observé presque 10 km de route avec des environnements très hétérogènes, depuis le rond-point d'entrée de Pontault-Combault (à la sortie de la N104) jusqu'au croisement de l'avenue du Général de Gaulle avec la RN4 (appelée Roger Salengro), en passant par quatre autres communes (La Queue en Brie, Noisieu, Ormesson-sur-Marne, Chennevières-sur-Marne).

La zone Z1 est caractérisée par un parcellaire constitué de grands terrains, dont plusieurs sont vides (champs de couleur verte ou brune sur photo aérienne, sans plantations) et d'autres comportent chacun un grand bâtiment (type hangar) au milieu d'une grande aire de stationnement (présence de véhicules alignés), ce dernier cas étant interprété comme fonction industrielle ou commerciale (grandes surfaces). Le réseau routier étant peu développé de part et d'autre de la RN4 elle-même, le bâti est concentré le long cette dernière qui, par ailleurs, ne croise aucune autre route (absence de carrefours). Nous avons classé cette zone comme **zone industrielle**.



Photo aérienne zone Z1 à Pontault Combault - (google earth) traitée avec les toits en rouge

La **zone Z2** présente un parcellaire « standard » caractérisé par des terrains de superficie modeste (pelouse verte) comportant une maison (toit brun) par parcelle, schéma se répétant sur l'ensemble des rues de la zone. Le réseau routier est assez développé de part et d'autre de la RN4, avec plusieurs rues formant un angle de 60° avec la RN4. Cependant, il n'y a pas de liaison continue entre les deux côtés de la RN4, car les axes des rues sont décalés. Ce schéma général est complété par quelques bâtiments de taille plus significative, identifiés comme des commerces. Nous appelons ce type d'environnement **zone résidentielle de périphérie**.



Photo aérienne zone Z2 à Chennevières-sur-Marne - (google earth) traitée avec les toits en rouge

La **zone Z3** se présente comme une **urbanisation de centre-ville**. Elle offre un parcellaire plus dense et de formes plus diversifiées. Comparativement à la zone 2, le brun des toits domine le vert des pelouses, lui-même rivalisant difficilement avec le gris des aires de stationnement. Le réseau routier ressemble à celui de la zone 2 (absence de liaison continue entre les deux côtés de la RN4) mais moins homogène. Des aires vides non bâties ont été identifiées comme des équipements publics (places, cimetière, lycées).



Photo aérienne zone Z3 à Champigny-sur-Marne - (google earth) traitée avec les toits en rouge

Par rapport aux trois types de zone précédents, deux zones de type « intermédiaire » ont été observées :

Une **zone Z1bis**, caractérisée par une **absence d'urbanisation** (grandes surfaces de couleur verte), ce qui en fait une zone *a priori* « hors sujet » pour nous, compte tenu de notre question initiale.



Photo aérienne zone Z1bis à La Queue en Brie - (google earth) traitée avec les toits en rouge

Une **zone Z2bis**, occupée de bâtiments résidentiels traditionnels, avec un faible rapport bâti/espaces verts et un tracé de la voirie en courbes.

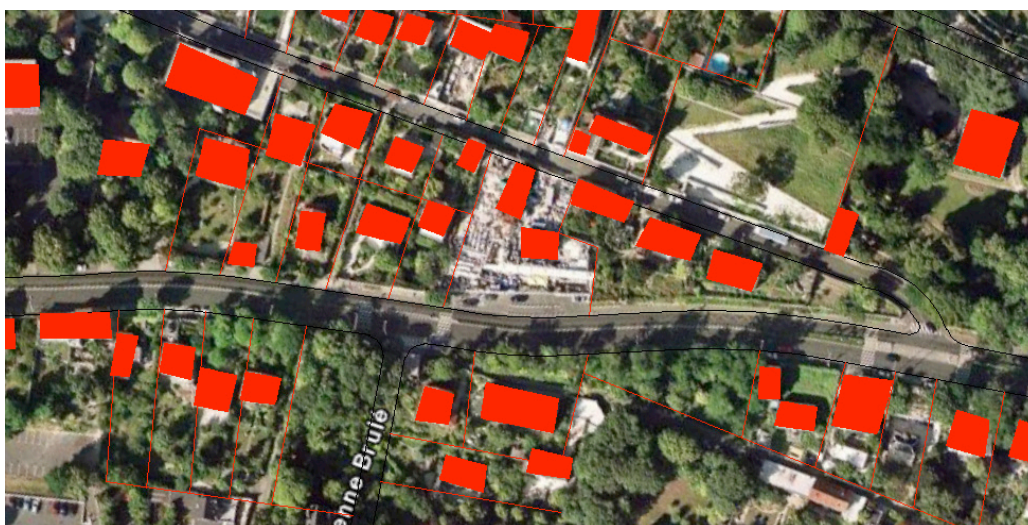
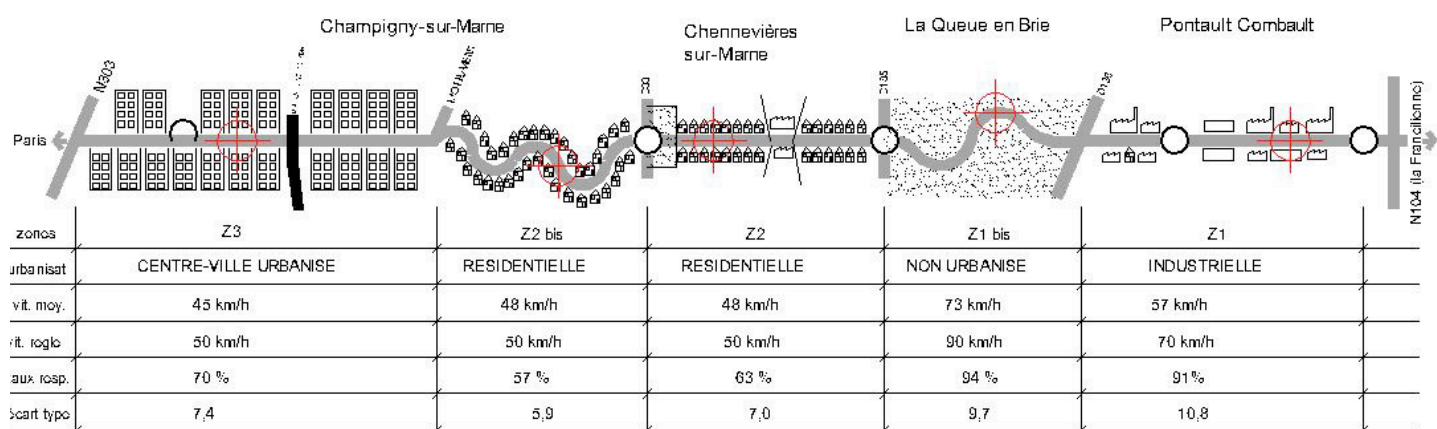
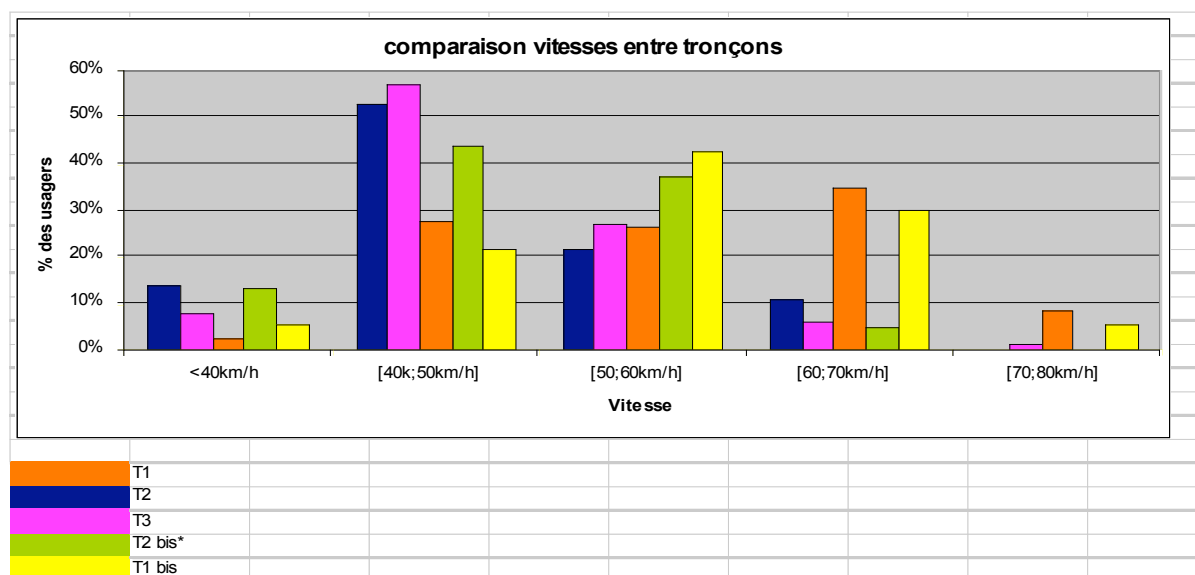


Photo aérienne zone Z2bis à Champigny-sur-marne (google earth) traitée avec les toits en rouge

Comparaison entre zones



POINT DE PRISE DE MESURE



*Mesures sur une seule direction (dir. Pontault combault)

Analyse et « conclusions provisoires » : problèmes de parcours pour homogénéiser l'échantillon

Nous sommes partis d'un petit échantillon de 5 tronçons, qui ont été analysés, en première approche, en croisant les densités et formes urbaines, d'une part, avec les données de vitesses (environ 120 mesures pour chaque point), d'autre part. Cette comparaison semble mettre en évidence une possible « proportionnalité inverse » entre les vitesses moyennes et la densité de bâti de la zone. Ainsi, la vitesse moyenne observée au point de mesure de la zone Z1bis (non urbanisée) est la plus élevée (75km/h) ; celle observée au point de mesure de la zone Z1³² (industrielle et peu dense) est plus faible (57km/h) ; celles calculées à partir des mesures faites dans les deux zones résidentielles (Z2 et Z2bis) sont encore plus faibles (48km/h dans les deux cas) ; et la vitesse moyenne au point de mesure de la zone Z3 (centre ville) n'est plus que de 45km/h. Ce premier résultat peut paraître trivial, mais si les données avaient indiqué, par exemple, une grande vitesse en zone très dense ou

³² Voir description complète des zones Z1 et Z1bis dans les annexes 4 et 5

une vitesse faible dans une zone non urbanisée, nous aurions alors mis en évidence des « *dysfonctionnements* » dès l'approche macro, avant même l'approche plus détaillée. Cette étape ne pouvait donc pas être considérée *a priori* comme inutile .

Quoiqu'il en soit, l'approche macro nous a servi à localiser et identifier les différentes zones (caractérisées globalement à la fois par un « type d'environnement » et une vitesse) et à « cibler » les tâches *in situ* pour l'approche micro.

En revanche, cette première approche ne nous permet aucune conclusion de type « confirmation (ou infirmation) de notre hypothèse de départ », car nous n'avons pas pris en compte une variable potentiellement déterminante pour le comportement-vitesse des conducteurs — la valeur de la vitesse réglementaire (vitesse maximale autorisée).

Une interprétation possible serait que la réglementation, combinée au facteur « densité urbaine », est une variable exerçant une forte influence sur les vitesses, puisque aux endroits où la vitesse maximale autorisée est la plus élevée (90km/h en Z1bis), les vitesses observées sont également les plus élevées, et ainsi de suite (la vitesse maximale autorisée en Z1 est de 70km/h, et la vitesse moyenne observée est de 57km/h). Mais dans la mesure où nous n'avons pas constaté de « dysfonctionnement » (de type : vitesse plus élevée en zone dense qu'en zone peu dense), aucune conclusion sur l'impact de la densité seule sur la vitesse ne peut être avancée, car il est impossible, dans cette première approche, de mesurer le « poids » de l'impact de la réglementation par rapport à celui du facteur « densité de bâti » sur le comportement du conducteur.

A cet égard, nous pouvons remarquer que plusieurs auteurs ont minimisé les effets des réglementations de vitesse en argumentant, par exemple, que « *75% des conducteurs disent choisir leur vitesse en fonction de ce que la route et le trafic permettent, et non pas en fonction de limitation de vitesse* ». ³³ En ville, l'argument du bas niveau de conscience pour la régulation de vitesses était plus pertinent, du fait de l'absence de signalisation de limitation de vitesse ; mais tel n'était pas le cas dans les zones en question où l'on trouve une signalisation à chaque début de tronçon.

Nous avons donc procédé à un essai ³⁴ en zone Z2 (où la vitesse maximale autorisée est de 50km/h sur toute la longueur), où nous avons mené deux campagnes de mesure de vitesses en deux points différents. Cela nous a permis de **comparer deux tronçons** (un par point de mesure) **présentant une même morphologie de voies, mais des caractéristiques d'environnement différentes** (rase campagne *versus* urbanisation résidentielle). Les résultats des mesures de vitesses (cf. **annexe 9**) montrent que pour une même vitesse maximale autorisée (50 km/h), **les vitesses observées sont plus élevées et le taux de respect nettement plus bas (20%) dans un environnement de rase campagne qu'en zone résidentielle.**

Si l'essai se révèle donc concluant au sens où il suggère que le type d'urbanisation environnante de la voie a bien une influence sur la vitesse pratiquée (ce qui est encourageant et incite à poursuivre l'étude dans ce sens de manière plus fine), il ne permet pas de mesurer le « poids » relatif de ce facteur (« urbanisation ») par rapport à celui de la limitation réglementaire de la vitesse.

³³ ASSAILLY, J. P. *La vitesse*. ENPC - Ponts Formations Editions. Paris. 13-14 décembre 2005

³⁴ Voir description complète de l'essai complémentaire sur la zone 2 en annexe 9

Pour essayer d'aller plus loin dans une recherche plus fine de ce qui, dans l'environnement visuel, peut participer à modérer la vitesse, nous avons donc décidé de limiter l'étude micro aux seules zones où la vitesse maximale autorisée est la même, c'est-à-dire d'éliminer de notre échantillon les zones Z1 et Z1bis.

En outre, un autre problème est apparu pour la zone Z2bis, mais cette fois-ci non plus par rapport aux vitesses réglementaires, mais par rapport à certaines caractéristiques formelles de la route : en effet, dans cette zone, la direction Champigny-sur-Marne compte une seule voie, alors que l'autre direction en compte deux (comme ailleurs sur la RN4³⁵). Cette dissemblance morphologique (par rapport aux autres tronçons étudiés) nous étant apparue trop délicate à maîtriser (pour être valide, une comparaison doit être effectuée « toutes choses égales par ailleurs » ; or comment évaluer le « poids » de cette caractéristique spécifique à la seule zone Z2bis ?) nous avons éliminé également ce tronçon de l'étude micro.

Certes, compte tenu de ce qui précède, nous réduisons de manière drastique notre échantillon (qui se réduit à 2 tronçons), mais d'un autre côté, il devient ainsi plus homogène et les deux tronçons « rescapés » deviennent comparables par rapport à notre questionnement initial.

L'approche micro des observations détaillées (avec la grille) a donc consisté en une comparaison des tronçons issus des zones Z2 et Z3.

4.3.- L'approche micro

Analyse tronçon 2



(photo aérienne – google earth 2007)

Point de prise de mesure



Limites du tronçon

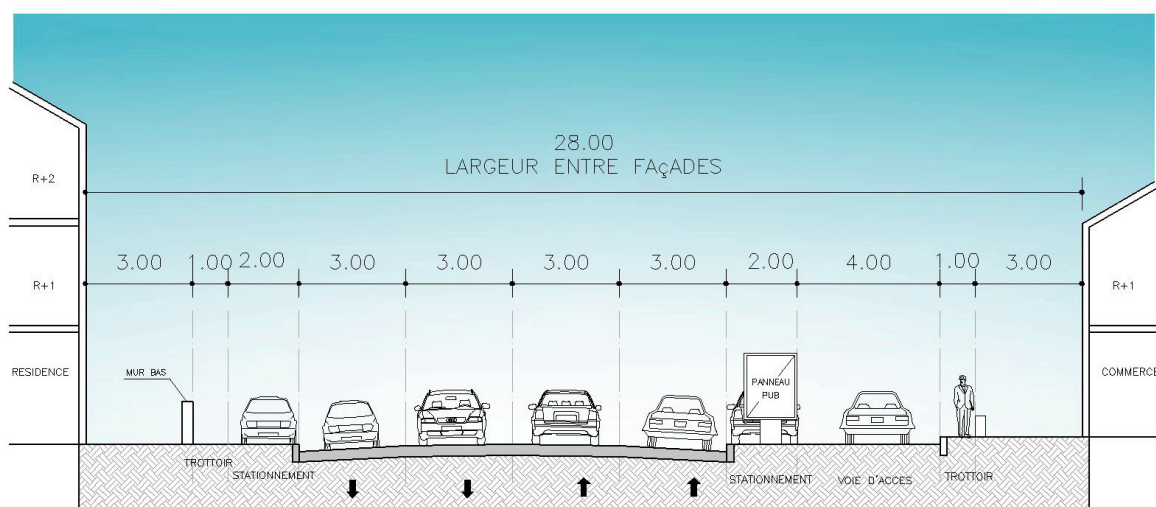


Sur ce tronçon de 520 mètres délimité par la route du Plessis-Trévisé et l'Avenue de Coeuilly, la RN4 est caractérisée par une activité commerciale notable (Matmut, Elf, supermarché Miranda, restaurant Mar-Mara) mais aussi par les maisons résidentielles. Elle est la « rue principale » d'un quartier d'habitation.

On constate aussi une forte fréquence de véhicules comparée à la fréquence de piétons, faible par rapport au type d'aménagement existant. Les trottoirs ne sont pas symétriques (3 mètres d'un côté et 1 de l'autre) mais le plus étroit des deux est

³⁵ Voir description complète du tronçon 2 en annexe 6

doublé d'une voie secondaire d'accès au parking. La fréquence et la vitesse de voitures sur cette voie secondaire sont très faibles et les piétons l'utilisent comme trottoir. La chaussée est toujours constituée de deux pistes par sens, mais sans séparateur. L'absence de séparateur permet l'accès aux rues transversales et la traversée des piétons (malgré la faible présence de passages piétons marqués). On remarque l'absence de signaux tricolores sur le tronçon étudié, mis à part celui qui délimite le tronçon au carrefour avec l'Avenue Coeuilly. De prime abord, il ne semble donc pas déraisonnable de penser qu'il puisse y avoir conflit entre l'usage, la vitesse autorisée (50km/h) et l'aménagement de la chaussée.



Coupe tronçon 2

Analyse tronçon 3



(photo aérienne – google earth 2007)

Point de prise de mesure



Limites du tronçon



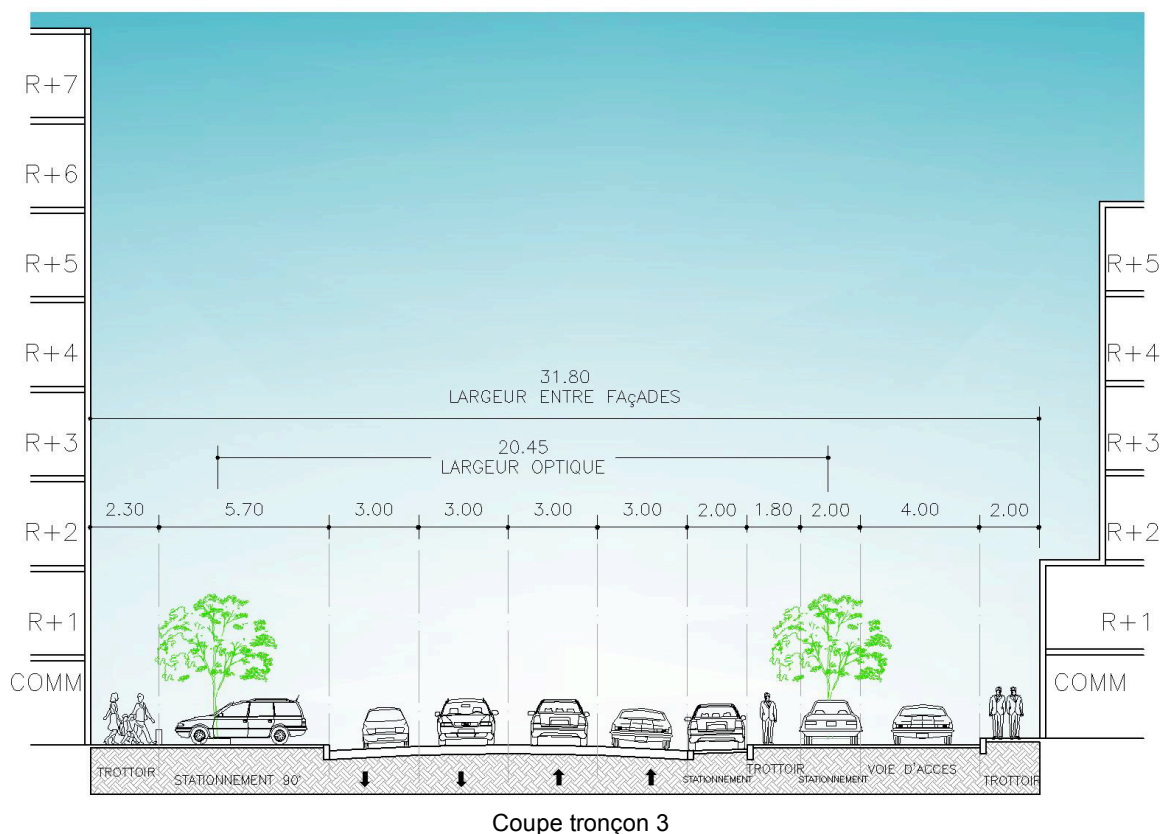
Le tronçon 3 est de type boulevard urbain. Situé en plein centre de la ville de Champigny-sur-Marne, il assure la liaison entre deux carrefours à fort trafic automobile (le centre-ville et la fourchette de Champigny-sur-Marne). La limitation

de vitesse sur cette voie est également de 50km/h. La proximité de zones d'habitations denses, d'équipements scolaires et de commerces entraîne une fréquentation plus importante.

Avec ses 430 mètres de longueur, il est le plus « urbanisé » des tronçons, desservant des bâtiments d'habitation collective les plus hauts (R+5), les trottoirs les plus larges (5,70 m) et comportant des plantations végétales sur toute la longueur.

Le quartier qu'il traverse peut être qualifié de « mixte », au sens où on y observe tous types d'usages : habitat, commerces, services (Citroën, MMA, Artisan pâtissier).

La chaussée est constituée de deux voies par sens, sans séparateur, mais la présence de parkings des deux côtés peut justifier une vitesse plus modérée. Sur l'un des côtés, on observe aussi la présence d'une voie secondaire d'accès au stationnement, aux commerces locaux et aux entrées des bâtiments. L'autre côté comporte un stationnement à 90° sur toute la longueur du tronçon.



Comparaison entre tronçons T2 et T3

Une fois que nous avons homogénéisé notre échantillon —en éliminant les tronçons 1 et 1bis en raison de leur différentes vitesses réglementaires, et le tronçon 2bis en raison de sa dissymétrie en termes de nombre de voies par sens—, il nous reste à analyser les tronçons 2 et 3 de manière individuelle (grille et vitesses). La deuxième étape de cette phase d'analyse consiste à comparer ces tronçons T2 et T3 selon la méthodologie proposée : données de vitesse + comparaison de grilles (avec élimination des variables prenant la même valeur pour les deux tronçons³⁶), pour

³⁶ ce qui ne présume évidemment rien quant à la possible influence de ces variables ; simplement, nos observations (sur ces 2 tronçons) ne permettent ni de confirmer, ni d'infirmer cette influence.

finalement tenter de mettre en évidence des pistes plus précises quant aux éléments physiques de la scène visuelle susceptibles d'influer sur le comportement des conducteurs.

À l'issue de l'élimination des variables prenant la même valeur pour les deux tronçons, la comparaison des deux grilles de lecture³⁷ met en évidence 9 variables de distinction entre ces tronçons :

Eléments de la voirie :

- Nombres de rues s'achevant en « T » sur le tronçon – 7 pour le tronçons 2 et 4 pour le tronçon 3
- Présence /absence de stationnement à 90° - présence en T3 et absence en T2

Eléments de l'environnement :

- Différence type bâti – individuel en T2 et collectif en T3
- Différence hauteur bâtie – R+2 en T2 et R+5 en T3
- Différence de densités de sorties de garages – généralisées en T2 et ponctuelles denses en T3
- Présence / absence de séquences (rangées) d'arbres - présence en T3 et absence en T2
- Différence largeur optique – 28m T2 et 20,5m T3
- Différence largeur entre façades – 28m en T2 et 31,80m en T3

Eléments des usages :

- Différence fréquentation piétonne – faible en T2 et moyenne en T3

Nous avons ensuite combiné entre elles ces 9 variables :

- Les variables largeur optique, largeur entre façades et rangée d'arbres ont été regroupées lorsqu'un facteur de possible influence sur la scène visuelle du conducteur éliminait l'autre. Autrement dit, malgré la largeur plus grande sur le tronçon 3, la présence d'une rangée d'arbres dans le même tronçon diminuait la largeur optique à 20 mètres – 8 mètres de moins que le tronçon 2.
- Les variables hauteur et type de bâti ont été regroupées lorsqu'elles conduisaient à une même lecture : un bâtiment est haut parce qu'il est collectif (ce qui ne signifie pas qu'il n'existe pas de bâtiments collectifs bas).

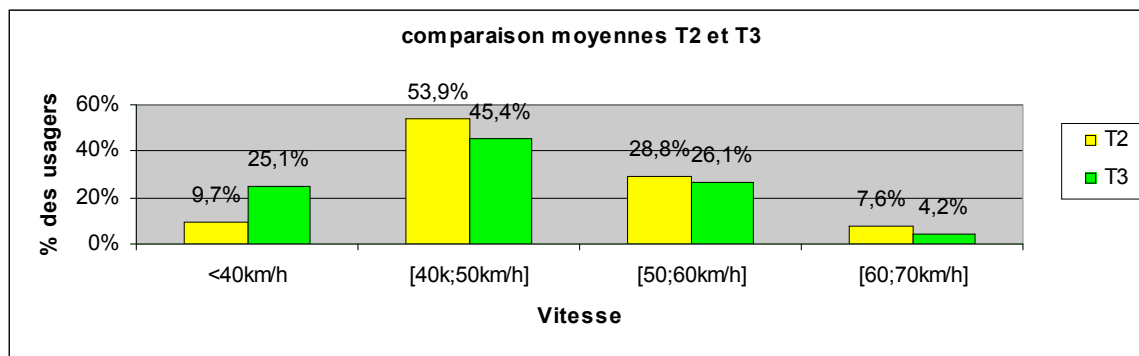
Au final, il reste 6 variables à croiser avec les vitesses : nombres de croisements en « T » (rues s'achevant en « T » sur le tronçon) ; présence /absence de stationnement à 90° ; hauteur du bâti ; densités de sortie de garages ; largeur optique ; densité fréquentation piétonne.

La comparaison des vitesses entre tronçons

Une première lecture des données indique une forte ressemblance de comportement sur les 2 tronçons, avec une différence de vitesses moyennes de seulement 3 km/h ; cependant, la différence en termes de taux de respect semble plus significative : 7%. L'écart-type est, quand à lui, légèrement plus élevé sur le tronçon 3.

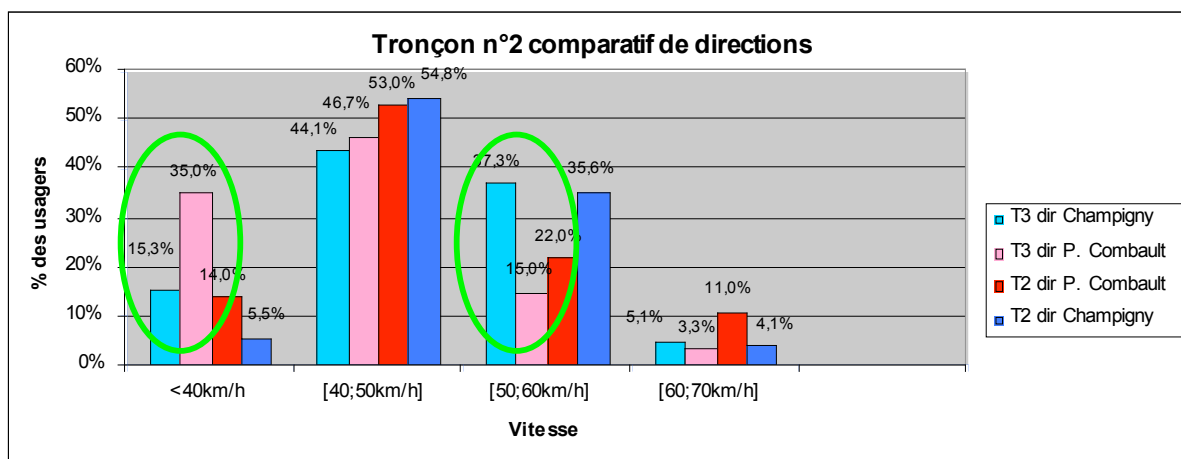
³⁷ Voir grilles de lecture tronçons 2 et 3 sur les annexes 7 et 8

	Vitesse moyenne	Taux de respect	Ecart type
T2	48km/h	63%	7.0
T3	45km/h	70%	7.4



Cependant, les différences s'accroissent si nous considérons séparément le comportement dans chaque direction (ou sens de circulation) :

	Vitesse moyenne	Taux de respect	Ecart type
T2 Dir.Champigny	48.5km/h	60.3%	6.2
T2 Dir.P.Combault	47.9km/h	67.0%	7.7
T3 Dir.Champigny	47.9km/h	59.3%	6.7
T3 Dir.P.Combault	42.5km/h	81,7%	8.1



Si les deux sens du tronçon 2 présentent des vitesses assez semblables, l'écart est significatif entre les deux sens du tronçon 3 : un écart considérable (5,4 km/h) est en effet observé entre la direction Champigny³⁸ (le sens le « rapide ») et la direction Pontault Combault (le sens « lent »). Donc la moyenne cachait un écart.

³⁸ Direction Champigny indique systématiquement le sens opposé à direction Pontault Combault (cette appellation est conservée même si le point étudié est situé dans Champigny-sur-Marne).

Début d'interprétation des observations : pistes d'hypothèses explicatives

Cet écart entre directions sur le tronçon 3 a été mis en relation avec les variables susceptibles d'expliquer ce dernier ou, tout au moins, de suggérer une hypothèse explicative de cette différence de comportement. La seule variable observée (élément de la scène visuelle) non symétrique est le stationnement à 90°, présent du côté direction Pontault Combault (sens « lent »)., Ainsi, la variable « présence de stationnement à 90° » se démarque par rapport aux 5 autres au sens où les observations suggèrent nettement qu'elle pourrait avoir un effet modérateur de vitesse. Bien entendu, ce résultat —qui n'est pour l'instant qu'une hypothèse— devrait être confirmé (ou infirmé) au travers d'autres observations sur d'autres terrains d'étude (tronçons). Ce constat est valable également pour les 5 autres variables, à ceci près que leur (possible) influence sur le comportement apparaît de manière moins nette. En dépit de cette incertitude, en nous fondant à la fois sur nos observations et sur nos lectures (cf. partie « théorique »), nous avons néanmoins tenté de classer les 6 variables finalement retenues selon la plus ou moins forte probabilité de leur influence sur la vitesse.

- Forte probabilité d'influence : **présence de stationnement à 90°** (effet « ralentisseur ») ;
- Moyenne probabilité d'influence : hauteur du bâti (vitesse décroissante avec la hauteur), largeur optique (vitesse croissante avec la largeur)
- Faible probabilité d'influence : présence de piétons (vitesse décroissante avec la densité), nombre de carrefours en « T » (vitesse croissante avec le nombre !?) et densité de sorties de garages (vitesse croissante avec le nombre !?). Ces deux derniers résultats sont contre-intuitifs

Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit là que d'une conclusion provisoire, probabiliste et très partielle (en terme de variables ayant probablement un effet sur la vitesse), car bien que le nombre de mesures de vitesse soit sans doute satisfaisant (120 véhicules mesurés en chaque point sélectionné), l'échantillon de tronçons est, en revanche, très réduit (2 !), ce qui ne nous a obligés à éliminer 30 parmi les 36 variables ciblées sur la base d'études préexistantes. Ceci pourrait être un élément d'explication de certains de nos résultats contre-intuitifs : plutôt que de conclure que la densité de sorties de garages et le nombre de croisements en « T » ont un « effet accélérateur » (comme semblent le montrer les observations), il paraît plus raisonnable de penser que d'autres variables (dont l'effet n'a pu être mesuré ici faute de configuration appropriée) sont à l'œuvre pour expliquer ces « incohérences », sans même parler des problèmes de significativité des différences et des possibles « effets de seuil » : la différence entre les deux tronçons étudiés en termes de nombre de carrefours en « T » est-elle suffisante pour être significative ? L'influence de cette variable —à supposer qu'elle existe— est-elle « continue » ou « par paliers - seuil » ?... Ces mêmes questions se posent évidemment aussi pour la variable « présence de piétons », puisque le maximum observé reste très faible (5 piétons par minute³⁹, sans compter que la présence de stationnement éloigne le piéton de la scène visuelle du conducteur (ce qui minimise encore plus son impact dans les cas observés).

³⁹ Méthodologie adaptée du HCM (Highway Capacity Manual) voir chapitre *Critères pour la grille de lecture*

5.- Conclusion

Le contexte...

Cette étude est encadrée par deux catégories de travaux de recherche : l'une relevant des études sur le comportement du conducteur vis-à-vis de l'environnement perçu ; l'autre —développée depuis une vingtaine d'années en France mais encore quasi inexistante dans les pays en voie de développement (Brésil)— consistant à étudier les rues, les avenues et les boulevards, dans toute leur complexité, c'est-à-dire sans occulter le point de vue de la circulation routière (savoir-faire des ingénieurs du trafic) ni celui de la vie locale (savoir-faire des architectes et urbanistes). Les boulevards urbains et les voies de type intermédiaires, dont nous avons parlé au chapitre portant sur le terrain d'étude, illustrent à merveille cette nécessité de trouver un équilibre entre vie locale et circulation routière. Ainsi que nous l'avons mentionné, le programme (à caractère expérimental et empirique) « *ville plus sûre, quartiers sans accidents* » a déjà mis en œuvre ce genre d'approche multidisciplinaire, en sachant cependant que c'est la problématique de la sécurité routière qui était centrale.

L'étude...

Nous nous sommes appuyés sur divers travaux (dont le «*modèle théorique intégral du comportement*» de Yarob Badr et la thèse de Vaclav Stransky) qui nous ont servi de point de départ pour étudier **les éléments susceptibles d'influer sur les vitesses pratiquées sur une voie de type intermédiaire.**

Mettant en œuvre une méthodologie d'approche à deux échelles (développée dans un chapitre dédié à l'approche méthodologique), nous avons étudié un échantillon de zones (5), qui ont été analysées selon leurs densités et leurs formes urbaines, avant de faire l'objet de mesures de vitesses (environ 120 vitesses par point de mesure). La mise en correspondance des formes urbaines et des vitesses a abouti au constat d'une proportionnalité inverse entre vitesses moyennes et densité urbaine. Cependant, la non prise en compte du rôle de la vitesse maximale autorisée (3 vitesses réglementaires différentes au sein de l'échantillon : 90 km/h, 70 km/h et 50 km/h) dans le comportement des conducteurs laissait entrevoir d'autres interprétations possibles au constat précédent. La réglementation est en effet une variable susceptible d'exercer une forte influence sur les vitesses.

L'impossibilité pour nous de d'évaluer le poids de l'influence des différentes limitations de vitesse nous a conduits à homogénéiser l'échantillon en éliminant celles des zones où la vitesse réglementaire était différente de 50 km/h.

Il restait alors deux zones (2 et 3) susceptibles de nous fournir des tronçons pouvant être analysés selon l'approche « micro », plus détaillée, mettant en œuvre une grille de lecture comptant 36 variables. Une fois ces variables mesurées sur chaque tronçon, celles d'entre elles prenant la même valeur pour l'ensemble des tronçons étudiés ont été écartées. Cette procédure a fait ressortir 6 variables —éléments physiques de la scène visuelle— dont l'effet sur la vitesse pratiquée pouvait potentiellement être mesuré en les mettant en rapport avec les données de vitesse. Au final, une variable (stationnement à 90°) est apparue comme ayant une forte probabilité d'influence sur la vitesse et l'influence de deux autres variables (hauteur du bâti et largeur optique) semble également assez probable.

Sur la méthodologie...

Le sujet abordé dans cette étude est extrêmement complexe. Il fait intervenir un nombre important de variables et d'éléments à prendre en compte. Malgré cela, nous

avons décidé d'aborder ce sujet de front, en posant quelques présupposés fortement simplificateurs. Mais cette étude reste un travail d'étape (ayant pour vocation de développer un certain nombre de pistes de réflexion sur le thème des éléments susceptibles d'influer sur les vitesses pratiquées), expérimental, caractérisé par divers tâtonnements —et sans aucun doute de maladroitness— jusque dans la méthode d'analyse. Car la sous-estimation, dans un premier temps, de la réglementation des vitesses nous a amenés à comparer des zones présentant des vitesses maximales autorisées différentes, alors même que cette variable aurait dû être éliminée d'emblée dans la mesure où l'étude s'interroge davantage sur les éléments physiques susceptibles d'influer sur les comportements des conducteurs que sur la relation entre vitesse réglementaire et vitesse pratiquée. Puisque nous n'avons pas pu estimer de manière satisfaisante le poids de cette variable, il s'agit là d'une faiblesse au niveau méthodologique de l'approche macro par rapport à la question posée.

Sur les résultats obtenus ... et sur quelques pistes de réflexion qui en découlent
Malgré les quelques pistes que nous avons pu dégager sur l'influence de divers éléments sur la vitesse, les difficultés pour isoler l'effet d'une variable étaient considérables. De même étaient importantes les difficultés à évaluer le « poids » de chacune des variables par rapport aux autres (parmi celles que nous avons identifiées). Nous avons malgré tout tenté de les hiérarchiser, mais leur poids au sein du système dans son ensemble reste inconnu, car nous ne connaissons pas toutes les variables en jeu.

Quoiqu'il en soit, les résultats obtenus suggèrent différentes pistes de réflexion. Par exemple, à partir du constat des faibles différences des vitesses moyennes entre les deux tronçons « finalistes ». S'il peut paraître un peu périlleux de raisonner sur des différences aussi faibles (45km/h sur T3 et 48km/h sur T2), il est vrai aussi que nous pouvons remarquer une relation inverse entre le degré de ressemblance des éléments d'observation, d'un côté, la différence des vitesses moyennes, de l'autre. En d'autres termes : plus les tronçons se ressemblent (caractéristiques physiques de la voie et des abords), plus la différence de vitesse réduit. De la même manière, mais à l'opposé, les tronçons 3 (centre ville) et 1bis (non urbanisé) présentent la plus grande différence en termes de vitesses, tout en étant les moins « semblables physiquement ». Ce résultat nous semble important, car le fait que les vitesses s'harmonisent à mesure que les variables « physiques » sont homogènes constitue à la fois un signal d'encouragement pour poursuivre des études sur cette thématique et un constat de réussite de l'approche méthodologique générale que nous avons esquissée.

Par ailleurs, la réflexion que nous avons menée tout au long de ce stage pose aussi la question du « degré d'agrégation » d'une variable pour que celle-ci soit pertinente par rapport à la question posée. Au cours de l'étude, nous avons en effet constaté que l'une des difficultés à isoler une variable « active » (sur la vitesse) tenait au fait que, pour un équipement (dispositif technique, spatial,...) de voirie (au sens large, y compris ses abords, le trottoirs, l'environnement plus ou moins immédiat), le savoir-faire de l'aménageur était garant (du moins dans les cas de figure observés) d'un minimum de « cohérence », qui se traduit souvent, sur le terrain, sous forme d'un « paquet d'équipements » au lieu d'un équipement isolé. Par exemple, une sortie d'école comporte des aménagements regroupant plusieurs équipements élémentaires, tels une barrière de sécurité pour piétons, un stationnement à vélos, une traversée en plateau, un éclairage différencié, etc. De la même manière, la mise en place d'un signal tricolore (le poteau et les signaux lumineux) s'accompagne d'îlots centraux de sécurité, de marquages au sol, etc. Or un tel « paquet

d'équipements » est-il perçu dans son ensemble (globalement) par le conducteur ? Ou le processus de perception dissocie-t-il les différents éléments ? A quel niveau de différenciation des différents éléments composant le « paquet d'équipements » le conducteur peut-il arriver ? Et en conséquence, quel est le « degré désagrégation » pertinent pour proposer une variable explicative ? A contrario, l'effet de l'association de différentes variables est-il seulement additif ? Un équipement donné a-t-il le même effet en rase campagne et en centre-ville (où une « synergie » avec d'autres variables est possible, l'effet résultant pouvant alors être plus important que la « somme des parties ») ?...

Ces questions, parmi beaucoup d'autres, ouvrent de nombreuses pistes pour des travaux ultérieurs sur la régulation de la vitesse par l'aménagement de la voirie et de ses abords.

6.- Bibliographie

BADR,Yarob. Influence de l'environnement routier sur le comportement des conducteurs ; une contribution à la compréhension des déterminants du comportement des conducteurs : étude des facteurs influençant les vitesses pratiquées dans le cas de traversée de petites agglomérations .1991, Paris, thèse, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

CERTU (centre d'études sur les réseaux les transports l'urbanisme) Connaître la vitesse pour agir sur la sécurité de la circulation en agglomération. Lyon, 2003, 91p.

CERTU. *Ville plus sure, quartiers sans accidents, réalisations évaluations*. Lyon 1994, 253 p.

CERTU. *Ville plus sure, quartiers sans accidents, savoir faire et techniques*. Lyon 1990,317 p.

CERTU. *Sections 70 en agglomération : Guide de conception et de recommandations*.Lyon,1996, 47p.

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. « Cycle sécurité routière - module 3 : sécurité des déplacements et aménagement urbains ». Ponts formation édition - session du 05 au 07 octobre 2005

EL KHEDRI, N. LAGNADO, F. C. PRINCETON, J. RIPA, X. ZAGO, R. « Quels aménagements pour une conduite modérée ?quelques pistes de réflexion a partir de l'étude d'un grand axe de circulation en région parisienne ». Rapport d'étape pou le Groupe Opérationnel 3 du PREDIT. 2007, 46 p.

FERRANDEZ F., FLEURY D., MALATERRE G. Dossier guide sur une procédure d'analyse des zones d'accumulation d'accidents en agglomération. Cahier d'étude n°48, ONSER, 1979.

FLEURY D. Sécurité et urbanisme. La prise en compte de la sécurité routière dans l'aménagement urbain. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1998, 299 p.

FLEURY D., DUBOIS D., FLIN C., PEYTAVIN J-F. Catégorisation mentale et sécurité des réseaux. Rapport INRETS n°146, Arcueil : INRETS, 1991, 98 p.

FLEURY, Dominique. Ville et réseaux de déplacements. Vers un métier de la sécurité routière? 2005 Editeur Lavoisier, 89p.

FLEURY, D. FLIN, C. PEYTAVIN J. F. Modulation de la vitesse en ville et catégories de voies urbaines : Expérimentations sur les représentations de sites routiers. Rapport INRETS 144. 1991, Arcueil, 75p.

GOURDON J-L. La rue. Essai sur l'économie de la forme urbaine. Edition de l'Aube : La Tour d'Aigues, 2001,286 p.

JAYET, M. C. *La régulation de la vitesse et ses enjeux*. ENPC - Ponts Formations Editions. Paris. 2 octobre 2003.

LOISEAU-VAN-BAERLE F. Le piéton, la sécurité routière et l'aménagement de l'espace public. Etude comparative des politiques et réalisations aux Pays-Bas, en Allemagne et en France. CETUR : Bagneux, 1989, 143 p.

LOISEAU-VAN-BAERLE F. La rue, un espace à mieux partager. Paris : Amarcande, 1990, 58 p.

LYNCH, Kevin. L'image de la cité. Dunod Editions. Paris, 1976, 222p.

MILLOT M. Développement urbain et insécurité routière : l'influence complexe des formes urbaines. Thèse de doctorat en Transport de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 2003, 414 p.

NOUVIER, J.. *La réglementation des vitesses sur autoroute*. ENPC - Ponts Formations Editions. Paris, 2003.

Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière. *La sécurité routière en France – Bilan de l'année 2001*. La Documentation Française. Paris. 2002.

OCDE Sécurité de la circulation en zones résidentielles. Paris, 1979, 123 p.

PATTE L., LESAGE P. Catégorisation des voies urbaines et sécurité routière. Rapport d'étude : CERTU, CETE Lyon, CETE Normandie-centre, 1997, 57 p.

PIN C., RENNESSON C. Les zones 30 en France : bilan des pratiques en 2000. CERTU : Lyon, 2003, 71p.

PROCHASSON, F. Les territoires de la rue, enjeux sur l'espace public. Thèse de doctorat de Géographie de l'Université de Nantes, 2000.

REIGNER H. Road safety policy in France: the gap between technical expertise and politics. Young researchers seminar, ECTRI, FERSI, 16-17-18 décembre 2003, Lyon, 10p.

SAINGENEST P., COUTY J. Sécurité routière et urbanisme. Mise en perspectives de documents issus du réseau technique et des DDE. CETE Normandie Centre, 1999, 73p.

SEM 92 et IAURIF. Plans de développement des circulations douces dans le nord et le centre des Hauts-de-Seine. Nanterre : Conseil Général des Hauts-de-Seine, 1999, 112p.

Service Technique de l'Urbanisme. Lire et composer l'espace public. Les éditions du STU. Paris, 1991, 79p.

SETRA, Petits aménagements de sécurité: traversée d'agglomération (fiches techniques de 1994 à 2001)

STRANSKY V. *Forme et fonction d'un réseau. Cas de la voirie urbaine de desserte locale*. Thèse de doctorat en Urbanisme et Aménagement de l'Université Paris XII-Val-de-Marne, 1995, 458 p.

Transportation Research Board - *Highway Capacity Manual* - 3eme ed. mise a jour. Washington, 1994.

VERNEAU F., BOUET F. Grille d'évaluation de la sécurité des lotissements lors de l'instruction des permis de lotir. Fiche Management et Pratiques de Sécurité Routière, 2002

Articles publiés

ASSAILLY, J. P. *La vitesse*. ENPC - Ponts Formations Editions. Paris. 13-14 décembre 2005.

Dossier Sécurité en ville : *la réponse de l'urbanisme*. Revue du comité de la sécurité routière, n°125, 2001, p. 15-30.

ELLENBERG, M. ; GASCON, Marie-Odile ; HUREL A ; DE JENLIS, Arnaud ; JOUVENEL, Y. ; BROSSEAUD, Yves ; SAINT-JACQUES, Michelle ; BESSIERE, Alain ; DEAN, Jean-Pierre ; SERFASS, Jean Pierre ; LEROUX, C. ; LEROY, Christine ; VIATTE, Pierre ; LANNES, Florence . « Aménager la ville ». Article sur la REVUE GENERALE DES ROUTES - 2002 - 807 - Juin 2002, 17-66p

FLEURY, Dominique ; REIGNER, Hélène ; SEHIER, Jean-Louis. « Sécurité et gestion urbaine, Ségur : Un plaidoyer pour un métier de la sécurité ? ». Article sur la REVUE GENERALE DES ROUTES - 2006 - 850 - Juillet-Août 2006, 37-40p.

HUREL A ; DE JENLIS, Arnaud ; JOUVENEL, Y. ; ROUSSEAU, Gilles. « Nouvelle vision de la sécurité routière (une) ». Article, REVUE GENERALE DES ROUTES, 2002, 807 Juin 2002, 24-32p.

LIE A., TINGVALL C. La "vision zéro" suédoise. Annales des Ponts et Chaussées, 2002, n°101, p. 24-30.

MILLOT M., BRENAC T. Analyse qualitative et modélisation de l'influence des caractéristiques des voiries urbaines et de leur environnement sur les phénomènes d'accidents. Une première approche. Bulletin du Laboratoire des Ponts et Chaussées, 2001, n°232, p. 5-18.

NOUVIER, J. et TREVE, H.. *Intégration des nouvelles technologies dans la gestion de la vitesse*. Revue Générale des Routes (septembre 2005). N° 842. Pags 69-73.

OCDE (Organisation pour la Coopération et le Développement économiques), La gestion de la vitesse. Paris, 2007, 306p

SKENE, M. *Traffic calming on arterial roadways?* In Institute of Transportation Engineers, 69th Annual Meeting Compendium of Technical Papers, 1999. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.

VAN ELSLANDE P., ALBERTON L., NACHTERGAÁLE C., BLANCHER G. Scénarios types de production de l'erreur humaine" dans l'accident de la route. Rapport INRETS N°218, Arcueil : INRETS, 1997, 180 p.

Téléchargés

BARBOSA, Heloisa M.; TIGHT, Miles R.; MAY, Anthony D. "A model of speed profiles for traffic calmed roads".2000 – transportation research part A
www.elsevier.com/locate/tra

BELLALITE, Lynda. « L'aménagement des traversées d'agglomération en Europe ». Université de Sherbrooke
www.paysage.qc.ca/activ/routes/rp_pdf/rp4.pdf

CERTU « savoir de base en sécurité routière : Maîtrise de vitesses par l'aménagement ». Fiche n°03 juin 2006.
www1.certu.fr/catalpres/1127T3.PDF

CERTU, Guide des coussin et plateaux – Recommandations techniques, 2000, 36p.
<http://www1.certu.fr/catalpres/0514T1.PDF>
GAMBARD, J.M. ; APARICIO, A. ;LUNDEBREKKE, E. " Conception et architecture des voies urbaines".Comité AIPCR de la ville (C10) – Rapport du groupe de travail 1995
www.vialidad.gov.ar/biblioteca/Catalogo%20de%20la%20Base%20de%20Datos.pdf

MILLOT,Marine. « Aménagement urbain et sécurité routière : Analyse bibliographique ». CETE méditerrané 2004 – PREDIT
www.innovations-transport.fr/IMG/pdf/RMT04-011.pdf

LITMANN, T., Traffic calming: benefits, costs and equity impacts, 1999
www.vtpi.org/calming.pdf

LORTIC B., COURET D. « Les cités vues de l'espace ». Communication au Congrès "Pixel et cité". 2003
www.bondy.ird.fr/cvd/pages_2004/sfpt/lortic_couret_01a.html

<http://www.securiteroutiere.equipement.gouv.fr>

<http://sartre.inrets.fr>

http://www.its.leeds.ac.uk/projects/primavera/p_calming.html

7.- Annexes

Annexe 1

Tableau comparatif sur les résultats du programme « vile plus sûre, quartiers sans accidents »

VILLE	caractéristique	vit.moyenne-av	vit.moyenne-ap	baisse vit	trafic.avant	trafic.après	gain trafic	accid.avant			accid.après			gain sécurité	
		Km/h	Km/h	%	mille vehic/jour	mille vehic/jour	%	nombre	ans	par an	nombre	ans	par an	%	%
Arrage	centre-bourg, quartiers	46	35	-23,91	13	17	30,77	15	5	3	4	3	1,33	55,56	
Baule	traverse de petite agglomération	75	56	-25,33	10	12	20,00	7	5	1,4	7	5	1,40	0,00	
Chambéry	entrée de ville, fort trafic	62	27,5	-55,65	7,3	6,6	-9,59	21	5	4,2	2	5	0,40	90,48	
chambray-les-tours	entrée de ville, fort trafic	93	58	-37,63	25	23	-8,00	93	6	15,5	33	5	6,60	57,42	
Chantepie	centre-bourg, quartiers	65	33	-49,23	6,8	7,1	4,41	1	5	0,2	0	4	0,00	100,00	
Chevilly-larue	centre-bourg, quartiers	51	48	-5,88	11	12	9,09	2	3	0,67	3	2	1,50	-125,00	
Corbal-Essomes	entrée de ville, fort trafic	67,7	48,84	-27,86	20	22	10,00	144	5	28,8	70	5	14,00	51,39	
Desertines	entrée de ville, fort trafic	67,5	58,55	-13,26	7,7	6	-22,08	41	5	8,2	23	3	7,67	6,50	
Doyet	traverse de petite agglomération	70	50	-28,57	6	7,9	31,67	14	5	2,8	3	6	0,50	82,14	
Morance	traverse de petite agglomération	78	78	0,00	4	4,2	5,00	17	5	3,4	6	5	1,20	64,71	
Mutzig	centre-bourg, quartiers	50	30	-40,00	8	8	0,00	6	5	1,2	2	5	0,40	66,67	
Petit-Quevilly	entrée de ville, fort trafic	50	37	-26,00	38	40	5,26	41	5	8,2	23	3	7,67	6,50	
Quint-Fonsegrives	traverse de petite agglomération	60	51	-15,00	13,25	15,9	20,00	19	4	4,75	4	3	1,33	71,93	
Rennes -rue de Nantes	entrée de ville, fort trafic	60	33	-45,00	14	14,7	5,00	12	5	2,4	9	6	1,50	37,50	
Reze	entrée de ville, fort trafic	55	48	-12,73	15,4	14,3	-7,14	91	5	18,2	55	3	18,33	-0,73	
Rignac	traverse de petite agglomération	57	56	-1,75	6,2	7	12,90	1	3	0,33	2	4	0,50	-50,00	
Romans-sur-isere	centre-bourg, quartiers	50	42,5	-15,00	9	10	11,11	11	3	3,67	4	2	2,00	45,45	
Tavaux	traverse de petite agglomération	80	49	-38,75	8	10,5	31,25	15	5	3	10	5	2,00	33,33	
moyenne		61,98	44,19	-30,50	12,37	13,23	8,31			6,11			3,60	32,1	
moyenne plus haute		72,53	54,67	-45,73	19,81	20,99	24,43			15,78			10,85	59,1	
moyenne plus basse		53,22	34,00	-16,27	7,64	8,30	-0,73			2,39			1,08	-18,4	
moyenne entrée de ville FT		65,03	44,41	-31,16	18,20	18,09	-3,79			12,21			8,02	35,58	
moyenne centre-bourg, quartiers		52,40	37,70	-28,81	9,56	10,82	11,08			1,75			1,05	28,54	
moyenne trav p aggro		70,00	56,67	-18,23	7,91	9,58	20,14			2,61			1,16	33,69	

Comparaison avant/après de données de vitesse moyenne, trafic et accidentologie

Annexe 2

Modèle de grille de prise de mesure

		<40km/h	[40km/h;50km/h]	[50km/h;60km/h]	[60km/h;70km/h]	[70km/h;80km/h]	[80km/h;90km/h]	>90km/h
1	64							
2	59	0	0	0	1	0	0	0
3	62	0	0	1	0	0	0	0
4	39	0	0	0	1	0	0	0
5	40	1	0	0	0	0	0	0
6	33	0	1	0	0	0	0	0
7	43	1	0	0	0	0	0	0
8	35	0	1	0	0	0	0	0
9	49	1	0	0	0	0	0	0
10	50	0	1	0	0	0	0	0
11	47	0	0	1	0	0	0	0
12	49	0	1	0	0	0	0	0
13	45	0	1	0	0	0	0	0
14	33	0	1	0	0	0	0	0
15	32	1	0	0	0	0	0	0
16	46	1	0	0	0	0	0	0
17	40	0	1	0	0	0	0	0
18	42	0	1	0	0	0	0	0
19	44	0	1	0	0	0	0	0
20	41	0	1	0	0	0	0	0
21	41	0	1	0	0	0	0	0
22	37	0	1	0	0	0	0	0
23	40	1	0	0	0	0	0	0
24	57	0	1	0	0	0	0	0
25	49	0	0	1	0	0	0	0
26	42	0	1	0	0	0	0	0
27	36	0	1	0	0	0	0	0
28	40	1	0	0	0	0	0	0
29	50	0	1	0	0	0	0	0
30	46	0	0	1	0	0	0	0
31	48	0	1	0	0	0	0	0
32	47	0	1	0	0	0	0	0
33	37	0	1	0	0	0	0	0
34	34	1	0	0	0	0	0	0
35	36	1	0	0	0	0	0	0
36	47	1	0	0	0	0	0	0
37	50	0	1	0	0	0	0	0
38	54	0	0	1	0	0	0	0
39	45	0	0	1	0	0	0	0
40	39	0	1	0	0	0	0	0
41	34	1	0	0	0	0	0	0
42	39	1	0	0	0	0	0	0
43	40	1	0	0	0	0	0	0
44	40	0	1	0	0	0	0	0
45	34	0	1	0	0	0	0	0
46	30	1	0	0	0	0	0	0
47	31	1	0	0	0	0	0	0
48	32	1	0	0	0	0	0	0
49	26	1	0	0	0	0	0	0
50	27	1	0	0	0	0	0	0
51	38	1	0	0	0	0	0	0
52	47	1	0	0	0	0	0	0
53	46	0	1	0	0	0	0	0
54	41	0	1	0	0	0	0	0
55	38	0	1	0	0	0	0	0
56	51	1	0	0	0	0	0	0
57	40	0	0	1	0	0	0	0
58	52	0	1	0	0	0	0	0
59	45	0	0	1	0	0	0	0
60	50	0	1	0	0	0	0	0
		0	0	1	0	0	0	0
		21	28	9	2	0	0	0
		35,0%	46,7%	15,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Moyenne	42,4833333							
ecart type	8,11880359							
limite vitesse	50 Km/h							
taux de respect	81,70%							

Prise de mesure tronçon 3 direction Pontault Combault

Annexe 3

Grille de lecture

Voirie	type de voie	
	longueur (références limites)	
	dispositifs modération vitesse	
	Carrefours/ croisements	
	tracé	
	symétrie	
	matériaux de revêtement	
	largeur voies	
	signalisation vertic./horizontale	
	stationnement ou bande aux bords	
	entretien voies	
	Vitesse permit	
	Degré d'interaction. Chauss./trott.	
Environnement	fonctions urbaines	
	bâti	
	Densité de vitrines	
	Effet de rythme	
	sorties de garages	
	Largeur trottoir	
	grands équipements à proximité	
	espace public	
	végétation	
	Aire livraison de marchandise	
	rapport espace public/privé	
	Largeur entre façades	
	Largeur optique	
	meublier urbain	
Usages	Usagers concernés	
	trafic	
	Usage stationnement et livrai. march.	
	fréquentation piétonne	
	visibilité du itinéraire	
	homogénéité des itinéraires	
	comportements remarquables	
	perception du site	
	Lisibilité	

* tous les descriptions en rouge ont été complétées à posteriori des observations *in situ*

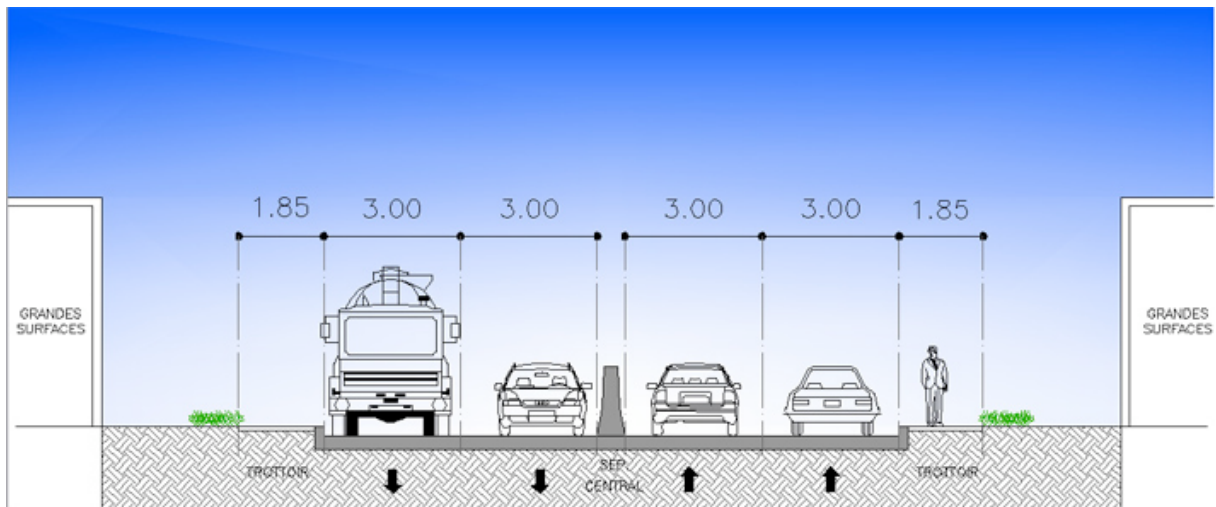
Annexe 4

Analyse Tronçon 1



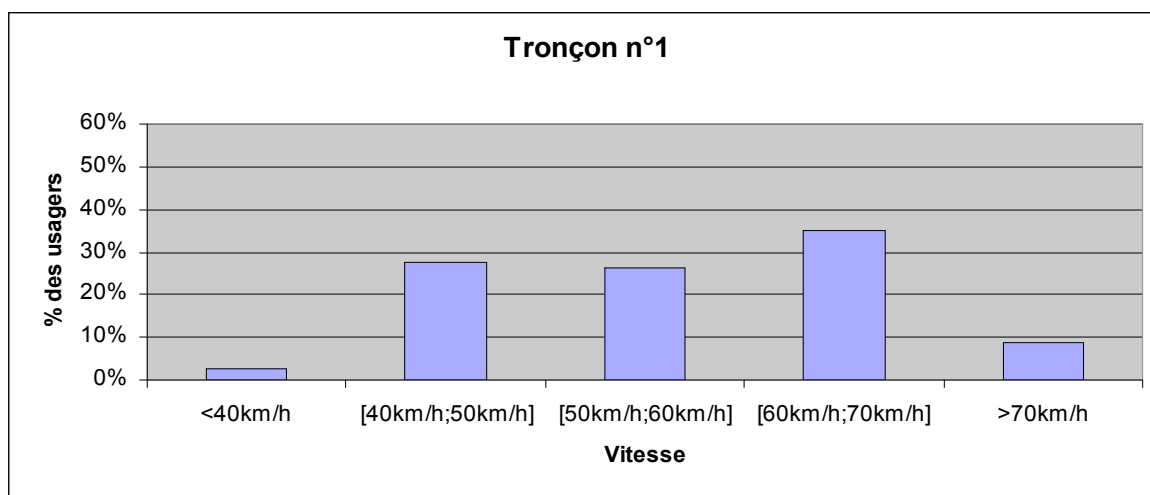
(photo aérienne – google earth 2007)

Délimité par deux ronds-points distants de 1.250m et divisé par un passage piéton réglé par feu, cette zone, appartenant à la commune de Pontault-Combault, est caractérisée par une forte fréquence automobile et une fréquence pratiquement nulle de piétons. Le lotissement comprend des grandes surfaces (Decathlon, Vogica, KFC) sur grands terrains avec grands parkings riverains à la RN4. Il n'y a pas de carrefours, seulement des entrées de parkings.



Les chaussées sont constituées de deux pistes par direction (2X2 voies) et divisées par des séparateurs sur toute la longueur du parcours, mis à part l'unique ouverture pour le passage piéton réglé par feu. Avec les séparateurs, aucun véhicule ne peut traverser les pistes ou faire demi-tour sans aller jusqu'au bout et contourner un des ronds-points. Ceci provoque un effet de coupure.

Analyse des données de comportements des vitesses



Tronçon n°1 : voie routière

Limitation (vitesse maximale autorisée) : 70 km/h

Vitesse moyenne observée : 57 km/h

Taux de respect : 91%

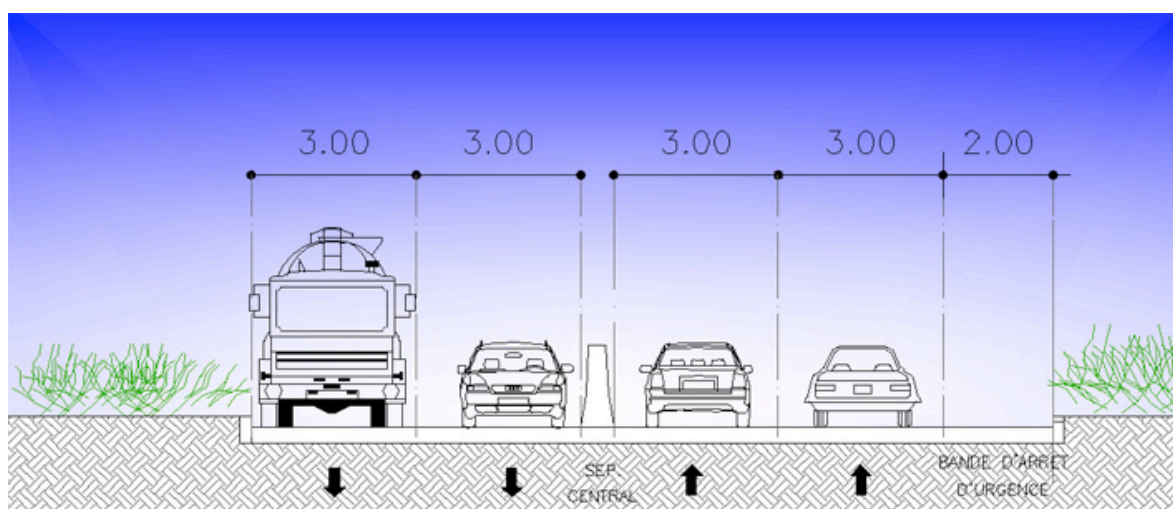
La vitesse autorisée sur la zone 1 est de 70 km/h. Le taux de respect est important et la vitesse moyenne observée est bien inférieure à la vitesse maximale autorisée sur cette voie. Ce constat permet de mettre en évidence une bonne adéquation, sur cette voie, entre « morphologie » (par ce terme, nous entendons la combinaison de la morphologie de la voie et le type d'environnement urbain) et limitation de vitesse, c'est-à-dire entre modération et régulation de la vitesse. En d'autres termes, l'aménagement actuellement en place semble tout à fait approprié et aucun dysfonctionnement ne semble s'affirmer dans l'usage qui en est fait.

Les observations laissent même à penser que sur ce type de voie, la vitesse « naturellement prise » par les usagers est inférieure à la vitesse maximale autorisée. A travers cet exemple, on peut donc constater que la morphologie de la voie, bien qu'ayant une orientation pour la conduite rapide, induit une modération dans les comportements des usagers.

Annexe 5

Analyse tronçon 1bis

Situé en marge de la commune de La Queue-en-Brie et délimité par le rond-point de la D185 (limitrophe de la commune de Chennevières-sur-Marne) et par le carrefour avec la rue Noiseau (limitrophe de la commune de Pontault Combault), ce tronçon de 1.560m est un « vide urbain » tout au long du parcours. Nous n'y trouvons que des espaces non construits, qu'il s'agisse de l'espace du golf-club ou des parcelles agricoles. Les seuls bâtiments sont deux maisons invisibles depuis la route. Ainsi, nous n'y trouvons pas d'aménagements spécifiques d'un environnement urbain (trottoir, carrefour, passage piéton, aménagements paysagers, mobilier urbain, etc.). En dépit de cet **environnement non urbain**, la chaussée a des caractéristiques dimensionnelles et géométriques (largeur, symétrie,) à celles des autres tronçons (2x2 voies) étudiés et est également dotée d'un séparateur physique au milieu.



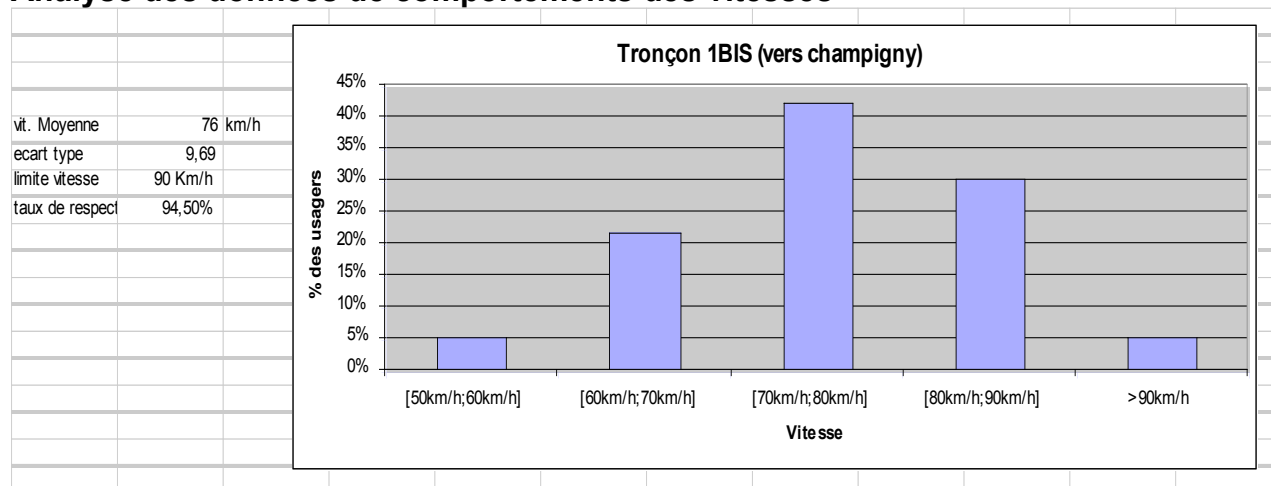
Coupe tronçon 1bis

Ce tronçon a été aménagé comme une petite « autoroute », comme en témoigne la présence de bandes d'arrêt d'urgence (en alternance d'un côté et de l'autre) et d'une signalisation verticale et horizontale de type autoroutier. Les vitesses maximales autorisées contribuent pour partie à la caractérisation de cet **aménagement de type autoroutier** : 90km/h au début du tronçon, 70km/h au milieu et 50km/h à la fin. Son aménagement semble bien adapté à un environnement de type non urbain. C'est-à-dire que l'environnement lisible —ou « paquet de caractéristiques physiques » de la scène visuelle— correspond au type de comportement souhaité sur une infrastructure de type autoroutier, même si sa longueur est faible⁴⁰ en temps de parcours pour un conducteur (1560 m en 75 seconds à 70km/h).

⁴⁰ Le guide du Certu sur l'aménagement en section 70 fait la recommandation d'un minimum de 500m d'extension de tronçon pour l'aménager.



Analyse des données de comportements des vitesses

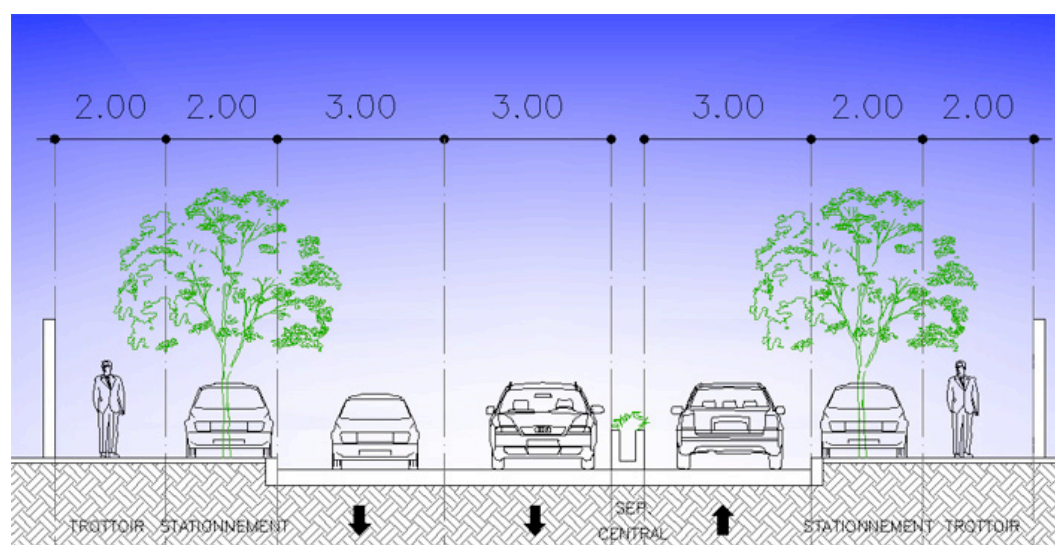


Les vitesses correspondent au type de comportement souhaité sur un tronçon de type autoroutier non urbain. La vitesse moyenne observée est de 76km/h, donc bien en dessous des 90km/h autorisés au point de prise de mesure, et le taux de respect est très important (94,5%). L'écart type est tout à fait « dans les normes » (9,7 km/h) au sens où il révèle des différences de vitesses normales pour un environnement non urbanisé.

Annexe 6

Analyse tronçon 2bis

Pour un conducteur venant du tronçon 3 (le centre-ville de Champigny-sur-Marne), le tronçon 2bis s'inscrit dans la continuité de ce dernier, dont il est séparé seulement par un carrefour à signal tricolore. Son environnement visuel est caractérisé par une **urbanisation de maisons traditionnelles d'habitation** : murs de pierre et arbres le long de l'étroit trottoir où peu de piétons circulent. Mais la grande caractéristique de différenciation de ce tronçon est la morphologie de la voie : tracé en courbes et **asymétrie des voies** (1 voie dans le sens vers le centre-ville de Champigny, 2 voies dans le sens contraire, vers Chennevières-sur-Marne) avec séparateur central entre elles, totalisant une largeur de 9 mètres de chaussée.

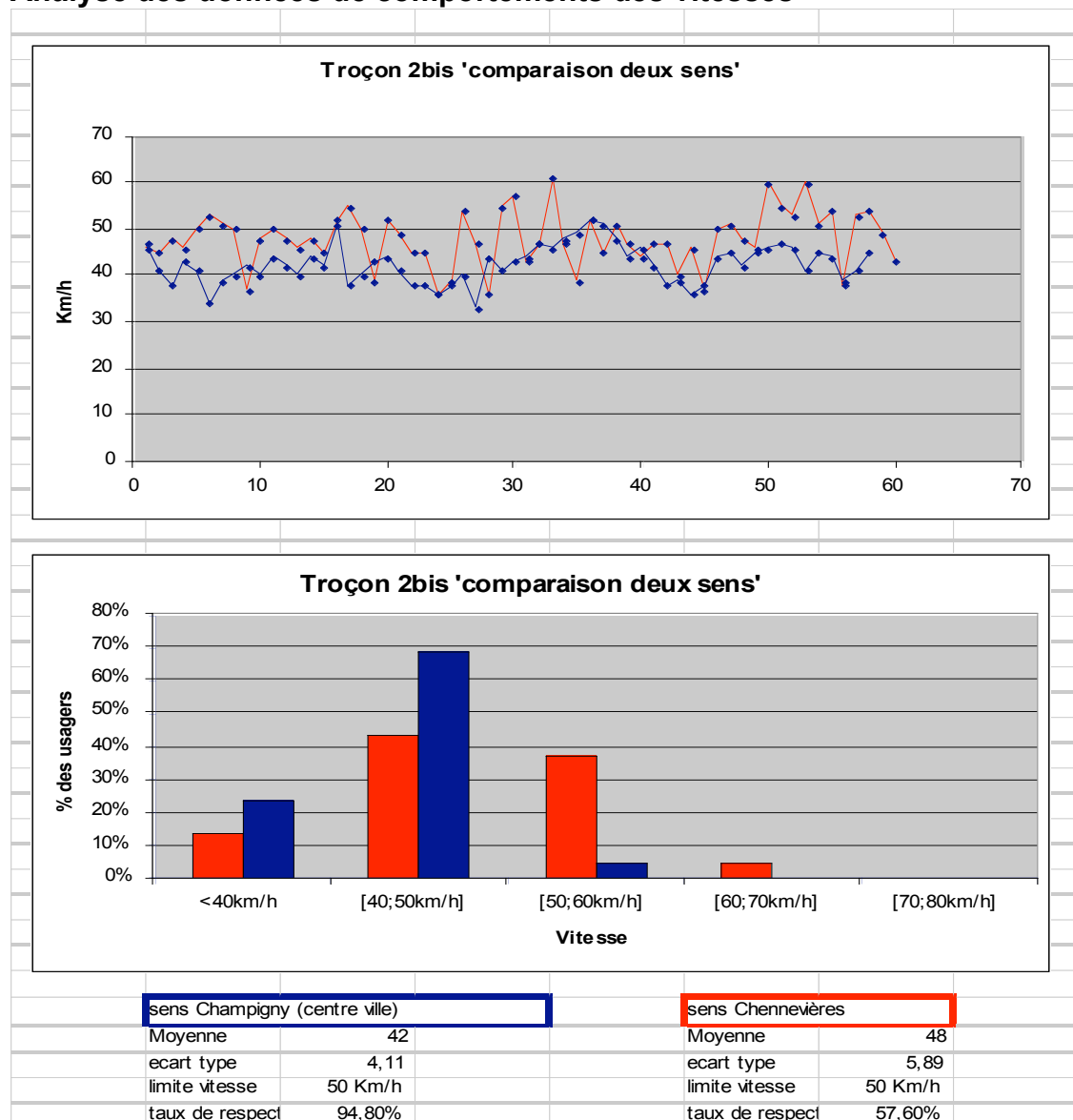


Coupe du tronçon 2bis

La lisibilité n'est pas évidente, si bien que l'**interprétation de la scène visuelle** par les usagers (y compris les piétons) peut être **ambiguë**. La faible largeur optique résultant des rangées d'arbres des deux côtés, de même que la faible largeur physique entre les murs formant l'emprise du domaine public, alliée à la présence de maisons individuelles plus ou moins visibles depuis la rue, forment un paquet de caractéristiques visuelles qui peut être interprété comme un **environnement d'habitation correspondant à une voie de desserte locale**. Mais l'aménagement des voies avec **séparateur central** peut jouer un rôle déterminant sur la perception des conducteurs, et par conséquent, sur **l'augmentation des vitesses pratiquées** (au dessus de la vitesse maximale autorisée — 50km/h). Il est probable que le séparateur a été implanté à cause du tracé curviligne de l'infrastructure, afin de garantir la sécurité (empêcher une collision de véhicules en sens contraire) ; mais cette « garantie » de sécurité peut être interprétée⁴¹, au cours de la « micro-régulation » qu'effectue l'automobiliste au cours de son activité de conduite, comme un stimulus à rouler plus vite. Le résultat probable de cette contradiction entre environnement perçu et aménagement de voirie est le dépassement de la vitesse permise et une insécurité potentielle.

⁴¹ Il est vrai que le mot « interprétation » peut être judicieux car il désigne, dans la tâche de conduite, un certain niveau de conscience de l'opérateur, alors que dans la tâche de contrôle (ou niveau d'automatisme) — responsable a priori de la régulation de la vitesse — il n'existe pas.

Analyse des données de comportements des vitesses



L'aménagement asymétrique des voies nous a obligés à analyser les comportements séparément dans chaque sens. Nous avons mis en évidence cette différence en constatant que dans le sens « centre-ville de Champigny-sur-Marne » (celui comptant une seule voie de circulation), la vitesse moyenne (42 km/h) et l'écart type (4,1 km/h) étaient moins élevés que dans le sens « Chennevières-sur-Marne » (vitesse moyenne = 48km/h et écart-type = 5,9 km/h) qui compte deux voies de circulation.

Une interprétation possible est que sur une piste unique, tous les comportements sont conditionnés par le comportement du premier véhicule du groupe⁴², sans possibilité de doublement, à la différence du sens (2 voies) « Chennevières » (le graphique de séquence de vitesses mesurées met en évidence la plus grande variation des vitesses dans le sens à deux voies, ce qui correspond probablement aux différences de comportement entre ces deux voies). Une deuxième interprétation —mentionnée dans l'étude de Badr— est que cette différence de vitesse entre les

⁴² Les groupes (files) de véhicules se forment du fait des phases rouges/vertes du signal tricolore en amont.

deux sens s'explique par la largeur (un des éléments les plus décisifs pour la régulation des vitesses) : une largeur de chaussée plus faible (3 mètres dans le sens « Champigny ») jouerait un rôle modérateur de la vitesse.

Concernant notre hypothèse initiale du possible rôle « d'incitateur à la pratique d'une vitesse plus élevée » du séparateur central —facteur supposé prépondérant par rapport à l'environnement perçu (habitation traditionnelle) et par rapport à réglementation de la vitesse (50 km/h)—, nous avons mis en évidence le faible taux de respect dans le sens Chennevières (57%), résultat qui peut être interprété comme un dysfonctionnement, un décalage très net entre vitesse souhaitée (réglementaire) et vitesse « naturellement adoptée » du fait de l'aménagement de la voirie. Cela étant, nous ne sommes pas en mesure d'isoler l'effet de ce facteur « séparateur central » : est-il bien la cause principale de ce dysfonctionnement (traduit en termes de vitesses —en proportion importante— supérieures à la limite réglementaire de 50km/h). Néanmoins, il s'agit tout de même d'une piste de recherche (sur les aménagements « favorisant la vitesse ») qui mériterait d'être poursuivie.



Annexe 7

Grille de lecture

T3

RN4 – Champigny-Sur-Marne – (10/03/07 - 15 : 55)

Voirie	type de voie	« Boulevard urbain »
	longueur (références limites)	430m (Illot central de piéton / voie ferré)
	dispositifs modération vitesse	Illot central de piéton (limite)
	Carrefours/ croisements	4 achevements en « T » + 1 feu piéton sans carrefour
	tracé	droit
	symétrie	2 x2 voies +1voie d'accès parallèle sens Joinville-le-Pont
	matériaux de revêtement	asphalte
	largeur voies	12 m totale (4x3m)
	signalisation vertic./horizontale	Horizontale (séparation de voie)
	stationnement ou bande aux bords	90° - Sur le trottoir (accès direct) dir. Pontault Combault / Parallèle - Sur le trottoir (accès par une voie d'accès) dir. Joinville-le-Pont
	entretien voies	bon
	Vitesse permit	50 km/h
	Degré d'interaction. Chauss./trott.	Stationnement parallèle / stationnement 90°

Environnement	fonctions urbaines	Habitation collective/ commerce de voisinage
	bâti	de r+2 à r+5
	Densité de vitrines	forte
	Effet de rythme	présence
	sorties de garages	Ponctuelles dense
	Largeur trottoir	Entre 2.00m et 5.70m
	grands équipements à proximité	non
	espace public	non
	végétation	Séquence d'arbres au long du trottoir
	Aire livraison de marchandise	Non
	rapport espace public/privé	Murs bas
	Largeur entre façades	31.80m
	Largeur optique	20.45m
	mobilier urbain	Abribus/ panneaux (1.5mx2.50m) de pub transversale à la voie sur le stationnement/ banque

Usages	Usagers concernés	VL/PL/deux-roues/piétons/TC (bus)
	trafic	FORTE
	Usage stationnement et livrai. march.	pleine
	fréquentation piétonne	moyenne
	visibilité du itinéraire	bonne
	homogénéité des itinéraires	Homogénéité
	comportements remarquables	Dispositifs de mod. Vit. Mal appliquées
	perception du site	Urbanisation de centre ville
	Lisibilité	bonne

* toutes les descriptions en rouge ont été complétées a posteriori (après les observations *in situ*).

Annexe 8

Grille de lecture

T2

RN4 – Chennevières-sur-Marne – (10/03/07 - 15 : 35)

Voirie	type de voie	« Boulevard urbain »
	longueur (références limites)	530m (feu avenue coeuilly/ rout Plessis Trevisé)
	dispositifs modération vitesse	non
	Carrefours/ croisements	7 achevements en « T » / 1 croisement à feu (limite)
	tracé	droit
	symétrie	2 x2 voies +1voie d'accès parallèle direction Champigny-Sur-Marne
	matériaux de revêtement	asphalte
	largeur voies	12 m totale (4x3m)
	signalisation vertic./horizontale	Horizontale (séparation de voie)
	stationnement ou bande aux bords	Parallèle - Sur le trottoir (accès direct) dir. Pontault Combault / Parallèle - Sur le trottoir (accès par une voie d'accès) dir. Champigny-Sur-Marne
	entretien voies	bon
	Vitesse permise	50 km/h
	Degré d'interaction. Chauss./trott.	Stationnement parallèle

Environnement	fonctions urbaines	Habitation traditionnelle/ petit commerce
	bâti	r+1, r+2
	Densité de vitrines	forte
	Effet de rythme	présence
	sorties de garages	Généralisées
	Largeur trottoir	+/- 2,00m et 3,50
	grands équipements à proximité	non
	espace public	non
	végétation	Quelques arbres ponctuelles (3)
	Aire livraison de marchandise	non
	rapport espace public/privé	Murs bas
	Largeur entre façades	28m
	Largeur optique	28m
	mobiliers urbains	Abribus/ panneaux (1.5mx2.50m) de pub transversale à la voie sur le stationnement

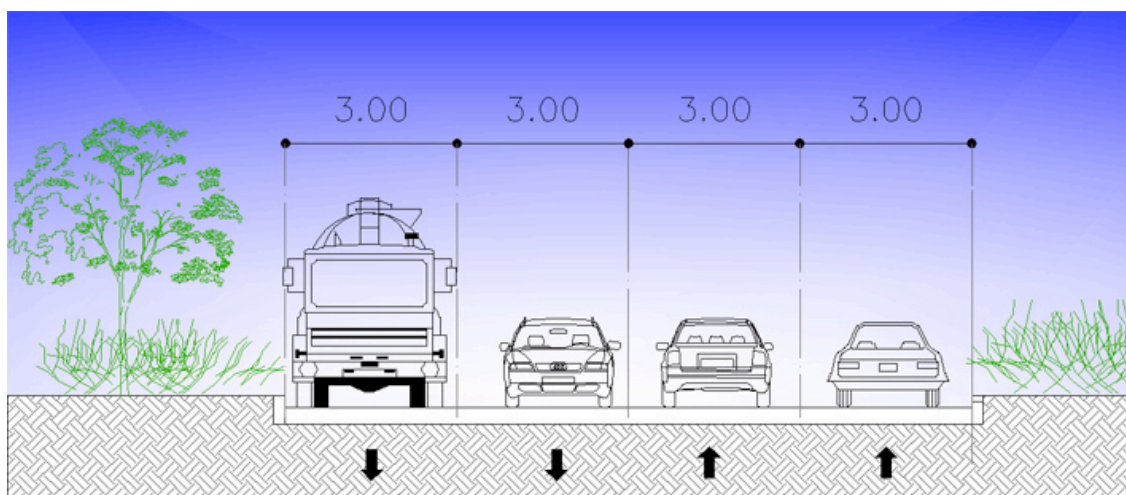
Usages	Usagers concernés	VL/PL/deux-roues/piétons/TC (bus)
	trafic	FORTE
	Usage stationnement et livrai. march.	pleine
	fréquentation piétonne	faible
	visibilité du itinéraire	bonne
	homogénéité des itinéraires	hétérogène
	comportements remarquables	
	perception du site	« Rue principale d'un quartier d'habitation »
	Lisibilité	bonne

* toutes les descriptions en rouge ont été complétées a posteriori (après les observations *in situ*).

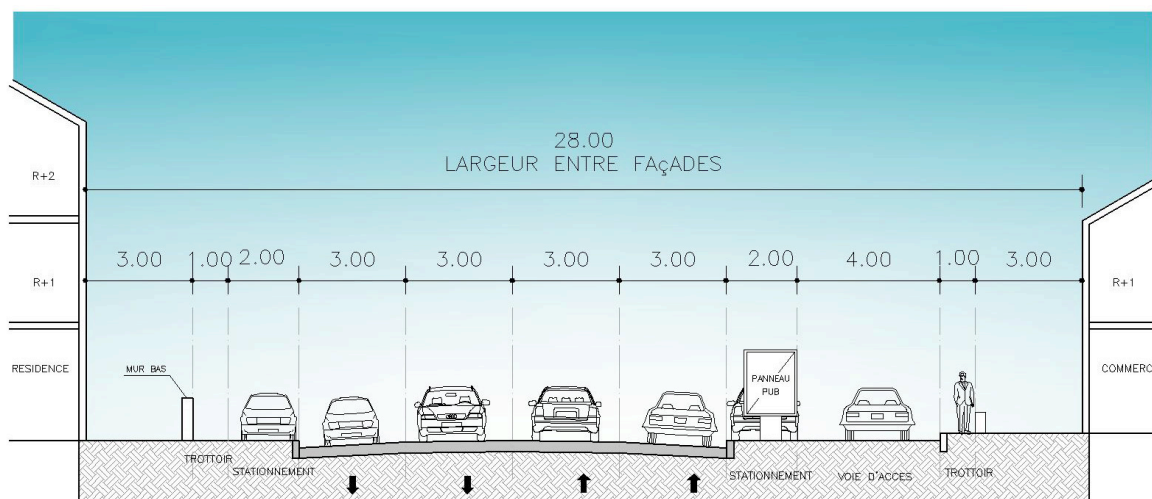
Annexe 9

Essai sur le tronçon 2

La limite entre Chennevières-sur-Marne et Champigny-sur-Marne coïncide avec la limite entre le tronçon 2 et le tronçon 2bis. Sur le début du tronçon 2 de presque 260 mètres —début de tronçon qui peut être considéré comme l'entrée de l'agglomération de Chènevières—, nous trouvons des caractéristiques d'environnement absolument différentes des caractéristiques rencontrées sur l'aire antérieurement étudiée du tronçon 2. Au cours du cheminement, sans rupture lisible, on passe d'un environnement de périphérie urbaine (caractérisée par des bâtiments R+1, trottoir, voies d'accès, stationnement — toutes les caractéristiques typiques analysées sur le tronçon 2) à un environnement non urbanisé (sans trottoir ni bâtiments), mais avec une morphologie de voie (2X2 voies sans séparateur) et une vitesse maximale autorisée (50km/h)⁴³ identiques.



Coupe point 1



Coupe point 2

⁴³ Bien qu'il n'y ait pas de panneau de réglementation de vitesse, il s'agit d'une entrée d'agglomération. Donc conformément au décret n°90-1060 de 1990 du code de la route sur les réglementations de vitesses en agglomération, nous considérons que la vitesse maximale autorisée est de 50km/h.

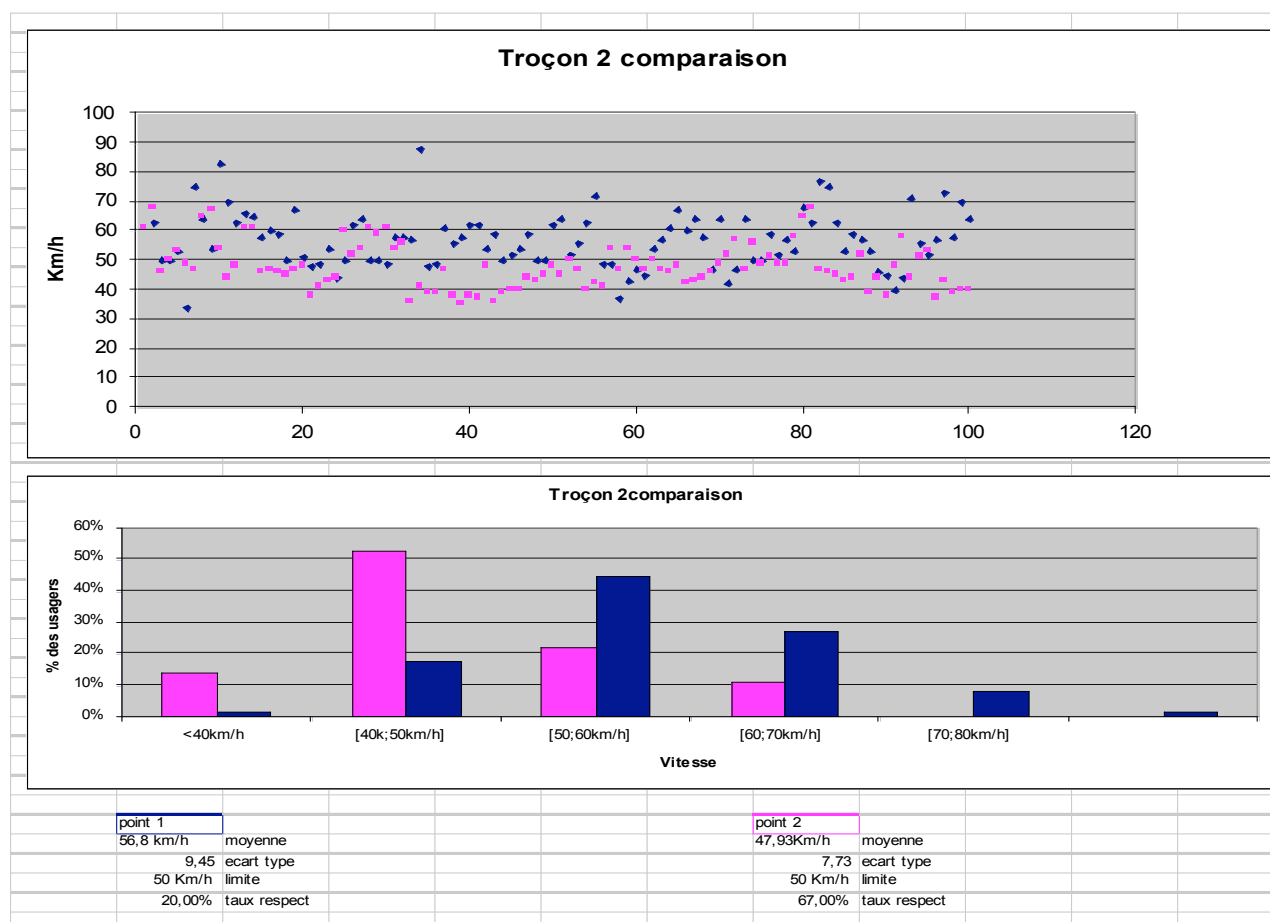
Les comparaisons entre les différents tronçons ont mis en évidence le probable rapport entre degré (ou densité) d'urbanisation et vitesses pratiquées, mais les tronçons où les vitesses mesurées sont les plus élevées (T1 57km/h et T1bis 73km/h) sont aussi ceux où la vitesse maximale autorisée est supérieure à 50km/h (T1 : 70km/h et T1bis : 90km/h), ce qui peut laisser supposer que le facteur « vitesse réglementaire » pourrait jouer un rôle prépondérant (par rapport, notamment, au facteur « type d'environnement »). Car comment faire la part des choses entre l'influence de la réglementation et celle de l'environnement visuel ?

Dans l'essai décrit ici (session de prises de mesures de vitesse), nous avons testé l'hypothèse suivante : une fois éliminés les facteurs formels (dimension, géométrie,...) de la chaussée et les facteurs réglementaires (vitesse maximale autorisée), l'environnement (plus ou moins urbanisé) ressenti par le conducteur, exerce une influence sur les vitesses pratiquées. Plus spécifiquement nous espérions avoir des vitesses plus hautes au point de mesure 1, non urbanisé, qu'au point de mesure 2, caractérisé par un environnement « urbain de périphérie ».



Photo aérienne (google earth) avec les Points des prises des mesures, des hypothèses et des vitesses réelles.

A l'issue de la session de prise de mesures, la saisie et l'analyse (graphique et statistique) des observations, notre hypothèse a pu être confirmée, puisque la vitesse moyenne pratiquée au point 1 était de 56,8 km/h contre 47,9 km/h au point 2. De plus, le taux de respect est extrêmement bas (20%) et l'écart-type élevé (9,45 km/h) au point 1. Les différences de comportement des automobilistes sont donc très différentes, en dépit d'une vitesse maximale autorisée (50km/h) et de caractéristiques formelles de la chaussée identiques. Nous en déduisons que l'environnement perçu comme non urbanisé par les conducteurs contribue à la pratique d'une vitesse plus élevée. Ou encore, que la lisibilité de l'environnement et l'interprétation de ce dernier comme « environnement de rase campagne » (non urbanisé) où les conducteurs sont sensés rouler plus vite est un facteur ayant pris le dessus sur le facteur réglementaire (celui de la vitesse maximale autorisée) et ce, malgré la très faible longueur de cette portion non urbanisée (260 m, parcourus en 17 secondes à 57 km/h) comprise entre deux zones urbanisées (en amont et en aval).



Les résultats de cet essai nous ont amenés à formuler d'autres questions en rapport direct avec le sujet traité. En effet, si nous reprenons les théories sur le fonctionnement cognitif de l'opérateur pour interpréter nos données, nous pouvons dire que l'environnement au point 1 (à l'exclusion des caractéristiques formelles de la voirie, qui sont rigoureusement identiques aux deux points de mesure) perçu par les conducteurs a exercé une influence plus forte que la réglementation (vitesse limitée à 50km/h), puisque le taux de non respect est très élevé : 80%. En d'autres termes, le conducteur fait appel à des patterns de signes préexistants dans sa mémoire et se réfère à des comportements-types pour répondre (en termes de vitesse) à cet environnement. Ces patterns peuvent être assimilés à un groupe —ou « paquet »— de caractéristiques physiques de la scène visuelle. Mais pouvons-nous séparer et traiter isolément chacune des caractéristiques qui forme ce paquet ? Quel est le poids (influence) de chaque caractéristique sur le comportement du conducteur ? Pour tenter de répondre, nous avons **mis en évidence un certain nombre d'éléments de différenciation** entre les deux points, à travers une comparaison détaillée (avec l'aide de la grille de lecture) et l'élimination des variables prenant la même valeur pour les deux points de mesure⁴⁴, afin de caractériser notre « paquet de variables » :

⁴⁴ Les critères de l'élimination des variables constantes, c'est-à-dire les éléments de la grille identiques dans les deux cas, ne prennent pas en compte les facteurs subjectifs tels que les « comportements remarquables » ou la « perception du site ». « L'élimination raisonnable » d'éléments a été nécessaire pour certains cas.

- Eléments de la voirie : présence/absence de **carrefours** (sans signaux tricolores) proches (moins de 100m) et présence/absence de **stationnements** sur les bords
- Eléments de l'environnement : présence/absence de **bâti** et présence/absence de **trottoir**, considéré non pas comme un élément perçu en tant que tel par le conducteur (compte tenu de l'insignifiante présence piétonne), mais considéré comme un élément intervenant dans la largeur de l'emprise du domaine public.
- Eléments de comportement des usagers : traduits en **vitesse** des véhicules

Les éléments de la scène visuelle que nous avons pu faire ressortir coïncident avec certains éléments considérés comme importants aussi bien dans l'étude de Yarob Badr (sur les vitesses lors des traversées de petites agglomérations) que dans celle de Dominique Fleury (sur les caractéristiques de reconnaissance de l'environnement de voiries à travers la lecture de photos). Mais contrairement à ces deux auteurs, nous n'avons pas pu établir une hiérarchie (en termes d'influence sur le comportement du conducteur) parmi les éléments de la scène visuelle. De plus, notre sujet est le « boulevard urbain », où ce probable effet d'entrée d'agglomération est sans doute inexistant (ou marginal).

Annexe 10

Essai sur le tronçon 3

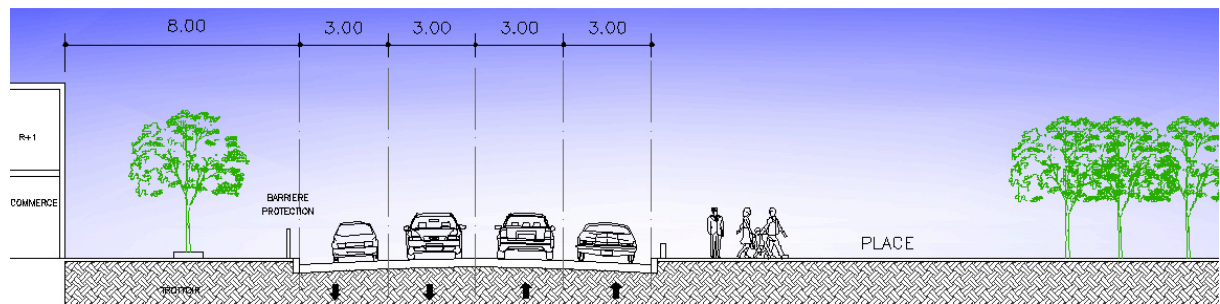
Notre nouvelle mission avait pour objet d'essayer de dégager quelques éléments du « paquet lisible » de caractéristiques physiques susceptibles d'influer sur la scène visuelle perçue par le conducteur. De plus, nous avons besoin d'éliminer le possible « effet d'entrée d'agglomération », variable non prise en compte dans le dernier essai. Nous avons donc choisi le tronçon 3, un tronçon considéré comme étant « de centre-ville ».

Les vitesses ont été mesurées en deux points (dans les deux directions) distants de 260 mètres, entre la rue du Cimetière (point 2 = P2) et le rond-point Jean-Baptiste Clément (point 1 = P1). Nous avons adopté la même méthodologie préalable pour les deux points.

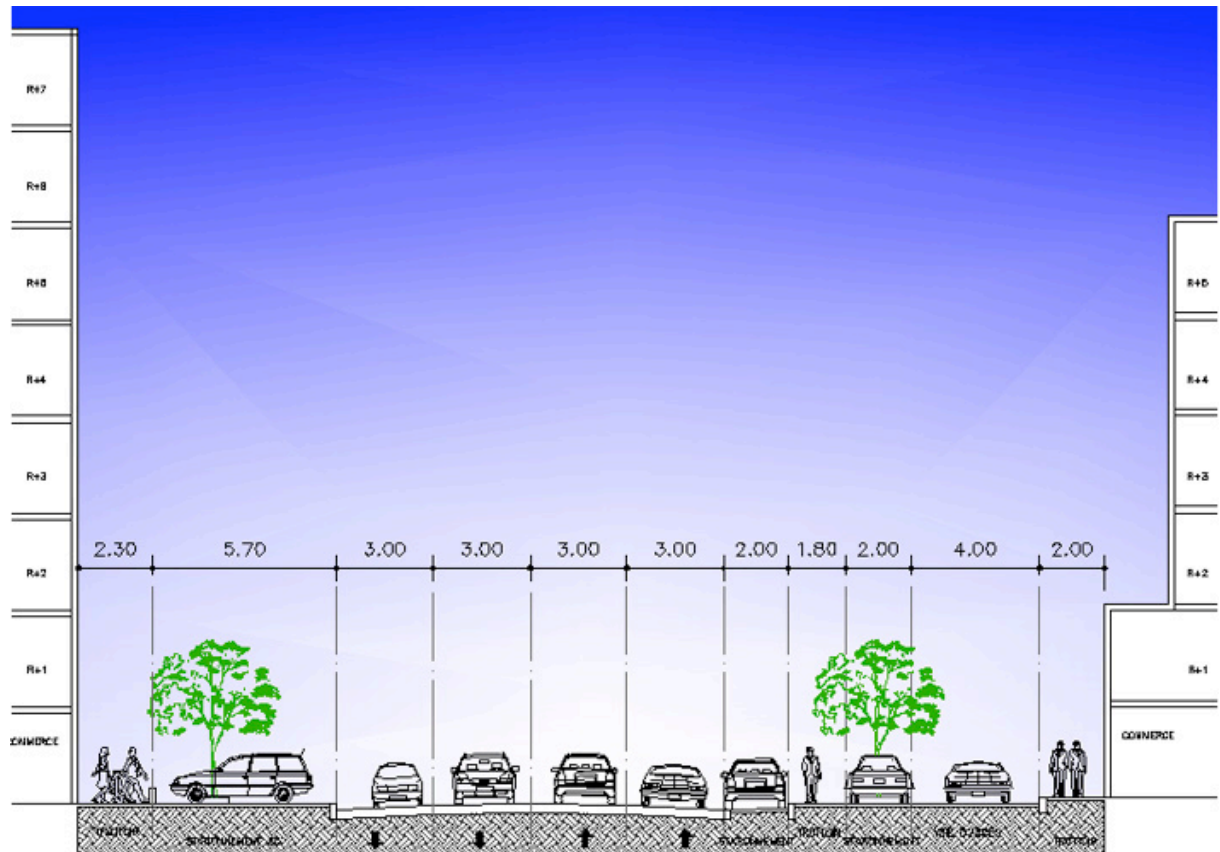
Nous espérons observer des vitesses plus faibles en P2 qu'en P1, car parmi les caractéristiques formelles de P2, on trouve le stationnement en bordure de voie (parallèle à la voie dans la direction du rond-point Jean-Baptiste Clément —dir1— et stationnement à 90° dans la direction contraire — dir2) alors qu'au niveau de P1, contrairement au reste du tronçon, on ne trouve pas de stationnement, dans aucune des deux directions (à cause de la place du rond-point, d'un côté, à cause des barrières de protection de piéton —sortie de lycée—, de l'autre). Notre hypothèse de départ était que l'absence de stationnement —donc l'impossibilité d'avoir une sortie de véhicules— conduisait à l'absence de ce danger potentiel (en termes de risque de collision avec un autre véhicule), absence pouvant être interprétée par les conducteurs comme un « moment » du cheminement où il est possible d'accélérer.



Photo aérienne (google) avec les Points des prises des mesures, des hypothèses et des vitesses réelles.

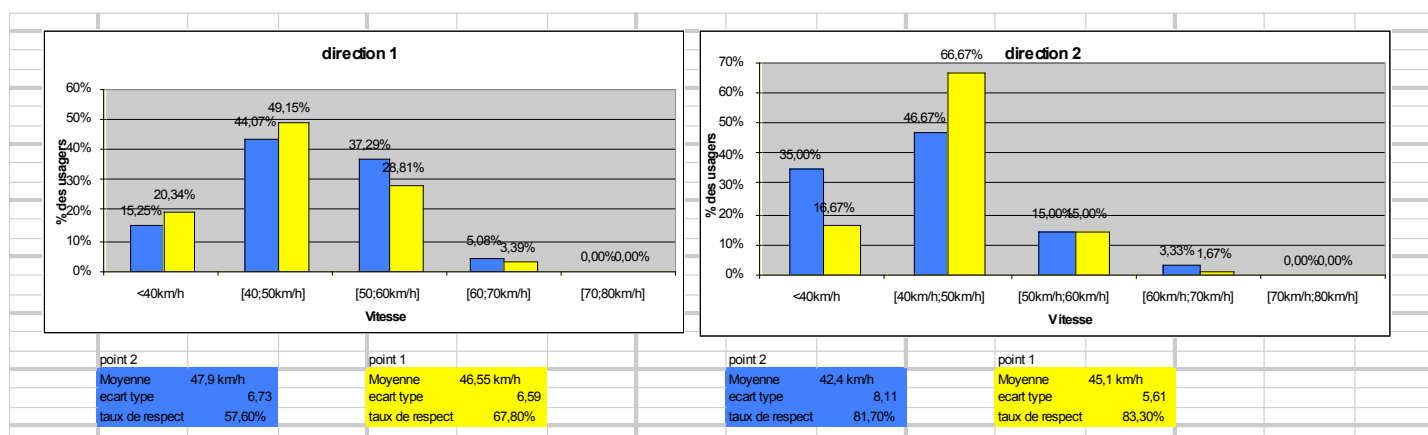


Coupe point 1 de prise de mesures (place)



Coupe point 2 de prise de mesures (cimetière)

Comme le montrent les graphiques ci-dessous, l'hypothèse n'a été vérifiée que partiellement (dans une direction seulement) : en comparant les mêmes directions (sens de circulation) aux deux points, la direction 1 (vers le centre de Champigny) présente un taux de respect significativement plus bas en P2 (57%) qu'en P1 (67%). C'est-à-dire que les conducteurs ont roulé plus vite là où il y avait stationnement plutôt que là où il n'y en avait pas.



Dans la direction 2, même si la vitesse moyenne est légèrement plus élevée en P1 (45 Km/h contre 42 Km/h pour P2), le taux de respect reste encore un peu supérieur en P1 (83% contre 81% pour P2) du fait de la plus grande fréquence de véhicules circulant entre 60 et 70 km/h (légèrement plus fréquents en P2 qu'en P1) et de véhicules circulant à moins de 40 km/h (significativement plus fréquents en P2 qu'en P1), ce qui explique un écart-type nettement plus élevé en P2 qu'en P1 (8,1 contre 5,6). Autrement dit, dans la direction 2, le comportement des conducteurs est nettement plus hétérogène en P2 qu'en P1.

En mettant en relation les vitesses aux deux points et dans les deux directions, nous pouvons supposer⁴⁵ que pour la direction 1, il existe une tendance de décélération homogène de véhicules (du point 2 vers le point 1), tandis que pour la direction 2, il n'y a pas cette « tendance à un comportement homogène » (du point 1 vers le point 2) : une grande partie des conducteurs roulera moins vite, mais une partie — faible mais non négligeable — roulera nettement plus vite.

Explications possibles : révision des attentes

Avec ces résultats invalidant partiellement l'hypothèse initiale, nous nous sommes d'abord demandés s'il y avait une faille dans la méthode. Mais après vérification, il s'est avéré que tous nos critères pour les prises de mesure avaient été respectés : l'échantillon était bon, l'horaire des prises de mesure aussi, la localisation avait été choisie de manière optimale. Nous avons donc réfléchi sur les variables prises en compte et sur la possibilité d'existence d'autres variables dont nous aurions oubliées de tenir compte. Nous avons alors tenté de **mettre en évidence des éléments de différenciation** des deux points au travers d'une comparaison + élimination des variables prenant la même valeur⁴⁶ aux deux points. Cette démarche nous a permis de noter, du côté de la direction 2 un autre élément de distinction (outre la variable « présence /absence de **stationnement** ») : la « présence /absence de **barrière de protection de piétons** » séparant la chaussée du trottoir. Similairement, du côté de la direction 1, la présence de la place du rond-point (en fait un demi rond-point) apportait un certain nombre d'éléments de distinction entre les deux points (en

⁴⁵ Ceci n'est qu'une hypothèse : une affirmation de ce type serait d'autant plus dangereuse que les mesures n'ont pas été prises au même moment (ces résultats ont néanmoins été corroborés par la mesure de vitesses « en situation de parcours », c'est-à-dire prises à partir d'un véhicule).

⁴⁶ Les *critères de l'élimination des variables constantes*, c'est-à-dire les éléments de la grille identiques dans les deux cas, ne prennent pas en compte les facteurs subjectifs tels que les « comportements remarquables » ou la « perception du site ». « L'élimination raisonnable » d'éléments a été nécessaire pour certains cas.

termes d'éléments de la scène visuelle), telles les variables : « présence/ absence d'**arbres** » ; « présence/ absence de **bâtiments** » ; « présence/ absence de **sorties de garage** » ; « présence absence d'un **carrefour en 'T'** » à proximité du point de prise de mesures ; autant d'éléments de distinction entre P1 et P2 (du point de vue de la scène visuelle) à ajouter à la seule variable initialement testée, celle de la « présence /absence de stationnement ». Une dernière variable pouvant potentiellement affecter les deux directions était la présence d'un dispositif de modération de vitesse : un îlot central de traversée de piétons, équidistant (130 m) de P1 et P2 (à mi-chemin entre les deux).

En fait, il s'est avéré que les variables pouvant potentiellement être prises en compte et prenant des valeurs différentes aux deux points de mesure étaient si nombreuses qu'il était, encore une fois, impossible d'isoler l'effet de chacune d'elles ou de procéder à une comparaison entre P1 et P2 « toutes choses égales par ailleurs ». En d'autres termes, il eût fallu raisonner non pas en termes de variables isolées mais en termes « d'aménagement global », de « paquets » regroupant plusieurs variables (n'agissant pas nécessairement dans le même sens en termes d'effet modérateur/accélérateur du « comportement-vitesse »). Ainsi, la place du rond-point Jean-Baptiste Clément est porteuse (du point de vue de la scène visuelle qu'elle offre aux automobilistes de passage) un « paquet » d'aménagements dont les caractéristiques physiques (ou variables) vont influencer conjointement sur le comportement des conducteurs et, par conséquent, sur la vitesse.

Nous avons donc tenté d'établir un rapport entre vitesse et « paquet de caractéristiques » :

Dans la direction 1 (D1), les caractéristiques observées en P1 (absence de stationnement, absence de bâtiments, absence d'arbres)⁴⁷ seraient toutes plutôt de nature à jouer un rôle « d'accélérateur » de la vitesse, **exception faite** de la variable « présence de carrefour en 'T' »⁴⁸ qui, elle, est supposée avoir un effet « modérateur de vitesse ». Dans la mesure où, malgré cela, la vitesse moyenne observée est plus élevée en P2 qu'en P1, une interprétation pourrait être que l'effet « ralentisseur » du paquet de caractéristiques « modératrices de vitesse » en P2 (présence de stationnement, présence de bâtiments hauts R+5, présence d'arbres) ne suffit pas à contrebalancer la présence de la seule caractéristique (liée directement à la voie) « modératrice de vitesse » présente en P1 (et non en P2) — le carrefour en T sans feu—, caractéristique qui, dans cette interprétation, aurait plus de poids que toutes les autres caractéristiques de l'environnement réunies.

En résumé, selon cette interprétation :

Effet ralentisseur (arbres+stationnement+bâtiment) < effet ralentisseur (carrefour en T sans feu)

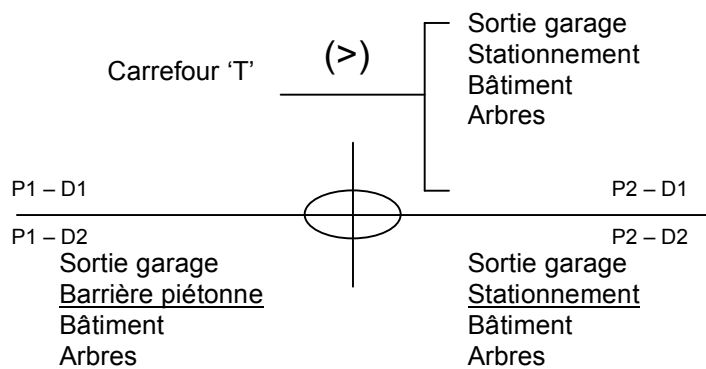
Dans la direction 2 (D2), la variable « présence/absence de barrière de protection de piétons » entre la chaussée et le trottoir a-t-elle joué un rôle ? Dans la théorie, les barrières de protection des piétons seraient perçues par le conducteur comme une garantie qu'aucun piéton provenant du trottoir n'entrera dans son FST (field of safe travel) ; autrement dit, il s'agit d'une caractéristique « accélératrice », qui inciterait à la vitesse⁴⁹. A l'inverse, le stationnement à 90° est considéré comme une caractéristique « modératrice de vitesse », car il est source de danger potentiel en

⁴⁷ Voir items *stationnement ou bande d'arrêt d'urgence, bâti et végétation* au chapitre *critères pour la grille de lecture*

⁴⁸ Voir item *carrefour* au chapitre *critères pour la grille de lecture*

⁴⁹ Même si la barrière de protection au piéton fait partie des aménagements pour la sécurité routière, elle est aussi une caractéristique de séparateur de usages que ralentisseur de vitesses.

raison de la possibilité d'une sortie d'un véhicule. De plus, sur ce tronçon, les aires de stationnement étaient toutes occupées au moment des observations. Donc les caractéristiques « présence de barrière » et « absence de stationnement » en P1 (et l'inverse en P2) se cumuleraient pour favoriser des vitesses plus élevées en P1 qu'en P2, ce que confirment effectivement les valeurs des vitesses moyennes (en P1, vitesse moyenne = 45km/h ; en P2, vitesse moyenne = 42km/h). Malheureusement, les observations dont nous disposons et les terrains d'étude choisis ne nous permettent pas de mesurer le poids de chacune de ces deux caractéristiques ; il nous est impossible de dire si l'influence de l'une est négligeable par rapport à celle de l'autre (100% - 0% d'effet « accélérateur »), si les influences sont comparables (50%,50%), etc : toutes les configurations (poids respectifs) sont *a priori* envisageables).



8.- Table des matières

1.- Introduction	3
2.- L'approche théorique.....	5
2.1.- Le terrain d'étude : une voie de type « intermédiaire »	5
2.2.- Les modèles du comportement du conducteur rassemblés par Badr	6
Modèle de Gibson et Crooks (1938) : Field of Safe Travel (FST)	6
Modèle de hiérarchisations de la tâche de conduite de Allen, Lunenfeld et Alexander (1971).....	6
Rasmussen et le modèle de fonctionnement de l'opérateur (1983).....	7
Modèle de hiérarchie du risque (1986)	7
L'approche pratique du modèle de Badr	9
La thèse de V. Stransky : Forme et fonction	10
2.3.- D'autres études sur l'impact de l'environnement sur les vitesses	11
L'étude à Paddington.....	11
L'étude de typologies d'environnements sur des photos	11
Les enquêtes du SARTRE sur la prise du risque par les conducteurs par rapport à la vitesse	11
Le programme « ville plus sûre » : expérience pratique	12
3.- L'approche méthodologique	13
3.1.- Pourquoi un diagnostic en échelles ?.....	13
Méthodologie d'analyse en deux échelles d'approches complémentaires.....	13
3.2.- Critères pour le choix du terrain d'étude.....	14
3.3.- Méthodologie d'approche Macro	15
Méthodologie de caractérisation de zones d'étude.....	15
Qualités préliminaires désirables pour le choix des points de mesure de vitesse : étude d'un trafic sans contraintes	15
Méthodologie pour les prises de mesures et analyse de vitesses sur la RN4 ..	15
Méthodologie pour la Macro interprétation de données.....	18
3.4.- Méthodologie d'approche Micro	18
Méthodologie de délimitation d'un tronçon :	
Point, zones et tronçon - quelques précisions	18
Critères pour la grille de lecture 'in situ'	19
Voirie	20
Environnement.....	22
Usages	24
Mise en relation entre données de la grille et de vitesse	25
Méthodologie d'analyse croisée entre tronçons.....	25
4.- L'approche expérimentale	26
4.1.- Choix du terrain : La Route Nationale 4, une voie aux caractéristiques diversifiées	26
4.2.- L'approche macro	26
Choix des 5 zones d'étude.....	26
Mise en comparaison entre zones	29
Analyse et 'conclusions non conclusives' :	
problèmes de parcours pour homogénéiser l'échantillon.....	29
4.3.- L'approche micro.....	31
Analyse tronçon 2	31
Analyse tronçon 3	32

Comparaison T2 e T3	33
La comparaison des vitesses entre tronçons.....	34
Début d'interprétation : pistes d'hypothèses explicatives.....	36
5.- Conclusion	37
6.- Bibliographie	40
7.- Annexes	44
Annexe 1	44
Annexe 2	45
Annexe 3	46
Annexe 4	47
Annexe 5	49
Annexe 6	51
Annexe 7	54
Annexe 8	55
Annexe 9	56
Annexe 10	60
8.- Table des matières	65