

Projet de Fin d'Etudes

LES DÉPLACEMENTS EN VÉLO DANS LA VILLE : LA QUESTION DE LA SÉCURITÉ



2008-2009

GERBER Clément

Directeur de recherche
BAPTISTE Hervé

**LES DÉPLACEMENTS EN VÉLO
DANS LA VILLE : LA QUESTION DE
LA SÉCURITÉ**

2008-2009

**Directeur de recherche
BAPTISTE Hervé**

GERBER Clément

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnels, toute reproduction et citation font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur de cette recherche a signé une attestation sur l'honneur de non-plagiat.

FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ÉTUDES

La formation au génie de l'aménagement, assurée par le département aménagement de l'École Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute une partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier vivement tous ceux qui se sont associés à la réalisation de ce travail de recherche qui s'est avéré fort enrichissant.

Hervé Baptiste, enseignant-chercheur au département aménagement de l'école Polytechnique de Tours et directeur de cette recherche, pour ces conseils pertinents et encourageants.

Christophe Demazière, enseignant-chercheur au département aménagement de l'école Polytechnique de Tours et directeur d'année, pour avoir réalisé la charte graphique de ce rapport.

Les étudiants en cinquième année à l'école Polytech'Tours qui ont effectué des recherches sur les déplacements cyclistes ou sur le partage de la voirie (Thomas, Éline, Sophie, Émilie, Manu et Simon). Tous nos échanges m'ont permis de faire de grandes avancées.

À toutes les personnes qui ont répondu aux questionnaires (entretien-test, questionnaire quantitatif, entretien qualitatif) et particulièrement à ceux qui les ont diffusés et à Luca POUPON.

Mes parents et mes amis, qui m'ont soutenu et conseillé tout au long de ce travail.

SOMMAIRE

Avertissement	5
Formation par la recherche et projet de fin d'études	6
Remerciements	7
Partie 1 : La sécurité cycliste, méthode de travail	12
1. Les données disponibles	13
11. Les rapports d'accidents	13
12. Des données issues de travaux de recherche	14
2. La méthode suivie	17
21. Méthode systématique de détermination des facteurs influant sur la sécurité.....	18
22. Enquête quantitative	22
23. Enquête qualitative	25
Partie 2 : la sécurité un facteur important, mais complexe	27
1. La place de la sécurité dans le choix de l'itinéraire	28
11. Un facteur dissuasif pour l'usage du vélo ?.....	28
12. La sécurité influence-t-elle le parcours de l'utilisateur ?.....	31
13. La sécurité, oui, mais à quel prix ?	33
2. La sécurité une notion complexe	35
21. La sécurité et la gravité des incidents	35
22. Peurs et préjugés	38
23. Une notion difficile à quantifier	40
24. Conclusion	42
Partie 3 : Modélisation du facteur sécurité dans les déplacements cyclistes 43	
1. Introduction à la modélisation : les aménagements cyclables	44
11. Les différents types d'aménagements linéaires	44
12. Les intersections	50
13. Une modélisation de la sécurité.....	53
2. Propositions de modélisation informatique	57
21. Méthode de modélisation « évitement des points noirs ».....	58
22. Méthode de modélisation « le moins de risques d'accident »	60
Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
Bibliographie	62
Table des figures	67
Table des cartes	68
Table des matières	69
ANNEXE 1 : récapitulatif des recherches existantes	I
ANNEXE 2 : Questionnaire personnel	VII
ANNEXE 3 : Entretiens, les éléments dangereux	XV

INTRODUCTION

Le XX^e siècle a connu une formidable évolution des moyens de déplacement partout dans le monde. Jadis réalisés surtout à pied, les trajets sont aujourd'hui majoritairement assurés par la voiture individuelle. En ce début de XXI^e siècle sont apparues clairement les limites de l'utilisation de la voiture (bruit, encombrement des centres-villes, émission de polluants, émission de gaz à effet de serre, crise énergétique...)

L'usage du vélo peut alors apparaître comme la solution : il répond en effet à bien des maux de notre société (réduction de la consommation d'énergie, lutte contre l'obésité, qualité de vie...). Et pourtant encore, très peu de Français utilisent leur vélo¹.

De plus, la connaissance sur les déplacements cyclistes est très limitée. Cela est dû au fait que les cyclistes sont bien souvent intégrés dans la catégorie « deux roues » dans les statistiques ou que les vélos ont un intérêt faible pour les assurances (coût faible), ainsi les nombreuses études sur la sécurité routière qu'elles financent ne les intègrent pas. Enfin, les cyclistes ont pour particularité d'utiliser tous les types de voiries (voies piétonnes, voies cyclables, voies destinées à l'automobile et même parfois celles des bus ou trams), il est ainsi difficile de savoir : quelles sont les stratégies de déplacement des cyclistes ?

L'itinéraire d'un automobiliste dépend de peu de facteurs : on peut néanmoins citer principalement le temps, le coût et éventuellement la beauté du paysage. Pour un cycliste, cela est moins évident : rentrent dans ses choix d'itinéraires d'autres éléments. En 2008, l'usage du vélo en ville apparaît très dangereux pour neuf personnes sur dix². On ne peut donc pas occulter la sécurité dans les déplacements à vélo.

Si demain on imagine un GPS sur le vélo ou un site d'élaboration d'itinéraire intégrant les déplacements cyclistes, il devra intégrer la sécurité. Mais alors, comment déterminer qu'un itinéraire est plus dangereux qu'un autre ? Comment évaluer le risque ? Comment faire pour que l'utilisateur puisse trouver un juste équilibre entre vitesse et sécurité ? Ce sont toutes les questions qui seront traitées dans ce projet de recherche.

Ce document n'est ni un guide pour faire un bon aménagement cyclable ni une étude pour savoir si le vélo est un mode de déplacement dangereux. Mais il cherche à modéliser l'influence de la sécurité dans l'élaboration d'un itinéraire.

¹ Interrogés sur les moyens de transport qu'ils utilisent « pour leurs déplacements », 84 % des Français citent la voiture, contre 13 % pour le vélo (TNS Sofres Avril 2003)

² D'après le sondage « 4e édition du Baromètre AXA Prévention » réalisé par TNS-SOFRES

Si pour comprendre la notion de sécurité il est important de comprendre comment le cycliste va intégrer la sécurité dans son choix d'itinéraire, le but de la modélisation est plus d'informer le cycliste sur le chemin le plus sécuritaire que de prévoir les itinéraires des cyclistes sensibles à la sécurité.

Pour cela, l'étude se repose sur 4 sources de données : un questionnaire envoyé par internet, à de nombreux entretiens, aux enquêtes accidents et à d'autres études sur le sujet.

Ce travail est composé de trois grandes parties. La première va décrire la mise en place d'une méthodologie et l'analyse empirique des éléments de sécurité. Les résultats des différentes analyses (quantitatives, qualitatives et empiriques) vont ensuite nous permettre de comprendre la notion de sécurité et de la traduire mathématiquement. Pour terminer, après avoir étudié quelques aménagements cyclables, plusieurs modélisations seront proposées.

PARTIE 1 : LA SÉCURITÉ CYCLISTE, MÉTHODE DE TRAVAIL

Afin de pouvoir répondre à la problématique globale, il est important de savoir quels sont les moyens de connaître les comportements cyclistes et où trouver des données. Cette première partie recense donc toutes les méthodes déjà utilisées pour traiter la question de la sécurité cycliste et présente la méthode suivie pour ce travail de recherche.

1. Les données disponibles

Il existe une variété relativement importante de types de données. Nous allons voir dans cette partie quels sont les atouts et inconvénients de chacune d'elles.

1.1. Les rapports d'accidents

a) Les constats

Rédigées bien souvent par les victimes elles-mêmes après l'accident, ces données ont de nombreux avantages. Elles sont réalisées de manière quasi systématique (sauf pour les arrangements à l'amiable), dans le cas de dommage matériel sur les voitures, et ce, depuis de nombreuses années.

Ainsi, il est possible de dresser des statistiques précises sur l'évolution des accidents au fil des années, non seulement avec leur nombre global, mais aussi en fonction de la catégorie de véhicule ou de la circonstance.

Ces informations contiennent de plus des informations précises sur la localisation des événements, au croisement de rues près. À l'aide d'un SIG¹, il est donc possible de déterminer les endroits les plus accidentogènes. C'est la source traditionnelle de données, idéal pour étudier les accidents impliquant une voiture.

Cependant, cela est moins vrai pour les cyclistes, en effet les rapports d'accident sont réalisés seulement si un véhicule motorisé est impliqué. De plus, les vélos, motos et autres scooters ne sont pas différenciés, ils sont tous considérés comme « deux roues » ce qui limite grandement l'exploitation des résultats.

b) Les rapports dans les hôpitaux

Après une hospitalisation aux urgences, sont enregistrées les causes de celle-ci. Il est donc possible de réaliser des statistiques précises sur le nombre de personnes accidentées, mais surtout des catégories les plus vulnérables (âge, sexe...)

¹ Système d'information géographique

C'est études ne prennent donc pas en compte les accidents sans blessé ou si aucune victime n'a été hospitalisée. De plus, une étude de l'OCDE montre qu'en 1999 seulement 33 % des blessés graves et 21 % des blessés légers font l'objet d'un rapport d'accident dans les hôpitaux.¹

c) L'analyse de ces données

Toutes les données récoltées ne permettent pas d'estimer réellement le risque encouru par les cyclistes. Pour cela, il convient de croiser ces informations avec les flux de circulations cyclistes, les aménagements, les circonstances des accidents...

Drummond et Jee ont par exemple choisi la distance parcourue et la durée de parcours pour exploiter les résultats d'accidents. L'idéal étant de croiser les données d'accident avec un comptage sur le terrain. Cependant, cela pose deux problèmes : les comptages n'ont pour ainsi dire jamais été faits par le passé et les comptages automatiques ne sont techniquement pas encore au point, ce qui oblige à recourir à des comptages manuels ou vidéos comme nous allons le voir par la suite.

12. Des données issues de travaux de recherche

Certaines de ces données sont présentées dans l'annexe 1. Il est intéressant dans cette partie d'étudier les méthodes utilisées par chacun des chercheurs. Les résultats en tant que tels seront étudiés par la suite.

a) Une caméra sur le vélo

Une expérience a été réalisée par Jean-René Carré dans les villes de Lyon et Paris sur une vingtaine de cyclistes entre mai et octobre 2008.

« Il s'agit en fait d'une véritable analyse des activités du cycliste en situation réelle et sans interférence due à la présence d'un accompagnateur ou d'un véhicule suiveur. Il s'agit d'une première mondiale comme le montre un examen de la littérature scientifique sur le sujet. »² (Carré 1999)

Techniquement, un vélo a été équipé de 4 caméras miniaturisées et d'un magnétoscope. Une première caméra filme le visage du cycliste, une seconde la scène routière à l'avant, une troisième la scène routière à l'arrière, la dernière filme le compteur de vitesse. La bicyclette a aussi été équipée d'un micro qui enregistre sur la bande sonore de la vidéo les commentaires verbaux des cyclistes.

¹ (OCDE 1999, 88)

² Carré, Jean-René. « RESBI : Recherche expérimentale sur les stratégies des cyclistes dans la circulation urbaine. » INRETS, Paris, 1999.

Les données ainsi recueillies peuvent permettre de savoir comme le cycliste appréhende l'espace et comment il y fait face. Ces nombreuses informations demandent beaucoup de temps pour être interprétées, elles sont coûteuses à obtenir et traduisent le comportement d'un nombre restreint de cyclistes. Cette méthode n'a donc pas été jugée possible pour ce travail.

b) Distribution de carnets

Cette méthode consiste à distribuer un carnet à un certain nombre de cyclistes et de leur demander d'y inscrire l'itinéraire (sur une carte), les raisons, l'heure et les conditions du trajet et cela pour tous les déplacements pendant un certain délai.

Nathalie Noël, dans sa thèse¹, a utilisé cette méthode dans la région de Québec sur une période d'une semaine :

« Au total, 189 cyclistes ont complété l'enquête, ce qui n'est pas négligeable, car cela représente 5679 déplacements et 2178 boucles de déplacements². Cette enquête détaillée exige un temps considérable, mais offre un niveau de détail rarement atteint dans les enquêtes traditionnelles. » (Noël 2003)

Cette méthode a pour avantage de connaître précisément les trajets d'un grand nombre de cyclistes et de pouvoir s'en servir pour calculer leur longueur et la différence entre le trajet réel et le plus court et ainsi de réfléchir sur les facteurs qui influent sur l'itinéraire.

Même si cette méthode est efficace et peu coûteuse, elle nécessite la bonne volonté d'un grand nombre de cyclistes, et un logiciel de traitement informatique TRANSCAD qui n'a pas pu être utilisé.

c) La caméra fixe

Le principe étant de placer une caméra fixe à une intersection par exemple et d'enregistrer tous les comportements cyclistes.

Cette méthode a été utilisée pour la première fois en 1988 par Janssen³ qui durant une semaine a enregistré tous les conflits entre automobiles et vélos grâce à deux caméras. Elle a été reprise par Nathalie Noël dans son mémoire sur l'impact de l'aménagement des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes⁴ qui a pu ainsi constituer une base de données de 2254 observations sur deux sites.

¹ Noël, Nathalie. *Formes urbaines, aménagements routiers et usage de la bicyclette*. Thèse de doctorat, Québec : Faculté d'aménagement, d'architecture et d'arts visuels, Université Laval, 2003.

² Ensemble de déplacements qui débute au domicile et se termine par un retour au domicile.

³ Janssen, W. *Road user behavior : theory and research*. Assen: Van Gorum, 1988.

⁴ Noël, Nathalie. « L'impact de l'aménagement des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes. » Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maître en aménagement du territoire et développement régional, Québec - Université Laval, 1997.

d) La méthode du questionnaire

Les questionnaires ont pour principe d'interroger les gens sur leurs accidents, leurs peurs... Ils peuvent être distribués à un grand nombre de personnes et faire référence à plusieurs années c'est ainsi une source de donnée importante.

Au cours des années 1983 à 1987, Leden et son équipe¹ ont procédé à 14000 entrevues auprès d'écoliers finlandais et norvégiens, ils ont ainsi pu identifier les lieux considérés comme dangereux et ont calculé le risque d'accident. (Leden 1989)

Ce type d'enquête permet d'identifier à la fois les peurs, mais aussi les accidents du plus bénin au plus grave. C'est donc la méthode principale qui a été retenue dans ce travail.

Elle pose cependant certains problèmes : elle repose sur le bon vouloir des personnes interrogées, leur sincérité, la représentativité de l'échantillon... Elle permet néanmoins de relever l'étendue de la problématique et d'effectuer des statistiques.

¹ Leden, L. The safety of cycling children: effect of the street environment. Nordic Road and Transport Research, 1989.

2. La méthode suivie

En plus d'une recherche bibliographique et de retraitement de travaux réalisés, mon projet de recherche intègre une recherche de données propres.

La méthode suivie reposera sur différentes méthodes explicitées dans cette partie :

- une analyse empirique consistant à déterminer les éléments potentiellement dangereux
- une enquête quantitative avec envoi de questionnaires par internet
- une enquête qualitative par l'intermédiaire d'entretiens poussés

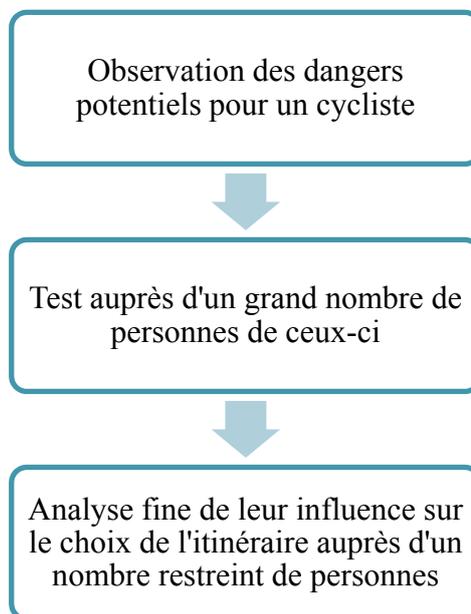


Figure 1 : résumé de la méthode proposée

Réalisation personnelle

21. Méthode systématique de détermination des facteurs influant sur la sécurité

Cette partie a pour but d'identifier tous les facteurs influant sur la sécurité d'un cycliste qui dépendent de l'itinéraire choisi. Ils l'ont été par mes lectures, mes observations et mes analyses.

Il existe pour le cycliste de nombreuses causes d'incidents qui surviennent indépendamment du choix de l'itinéraire. En effet l'assoupissement du cycliste ou un manque d'attention peut provoquer la chute, et même si la conséquence est différente suivant l'environnement, la cause reste la même.

Certaines causes ne sont pas directement liées au choix de l'itinéraire comme le bris de matériel qui peut survenir partout. On peut supposer qu'une défaillance de matériel ai plus de chance de se produire sur des pavés que sur un revêtement lisse ou sur un itinéraire sinueux que rectiligne, nous considérons alors que ce sont les pavés ou l'itinéraire sinueux qui sont les causes véritables de l'incident.

Les autres causes peuvent être de différentes natures :

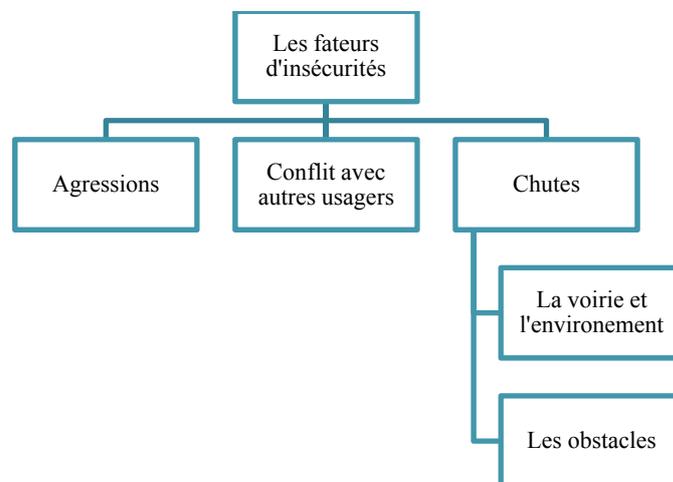


Figure 2 : Les principaux facteurs de cause d'accidents (dépendant de l'itinéraire)

Réalisation personnelle

Ces différents facteurs vont par la suite faire l'objet d'un paragraphe où ils seront détaillés et le degré d'opérabilité de l'aménageur sera mesuré.

a) Les agressions

« Un comportement social intentionnel (acte dirigé intentionnellement contre une cible) ; élément d'une action pour faire mal ou pour blesser (...) »¹

Ce type d'incident peut survenir sous de nombreuses formes qui ne seront pas détaillées. Il existe des quartiers, des rues ou des lieux plus ou moins propices à ce genre d'événement.

b) Les chutes liées à la voirie et à la visibilité

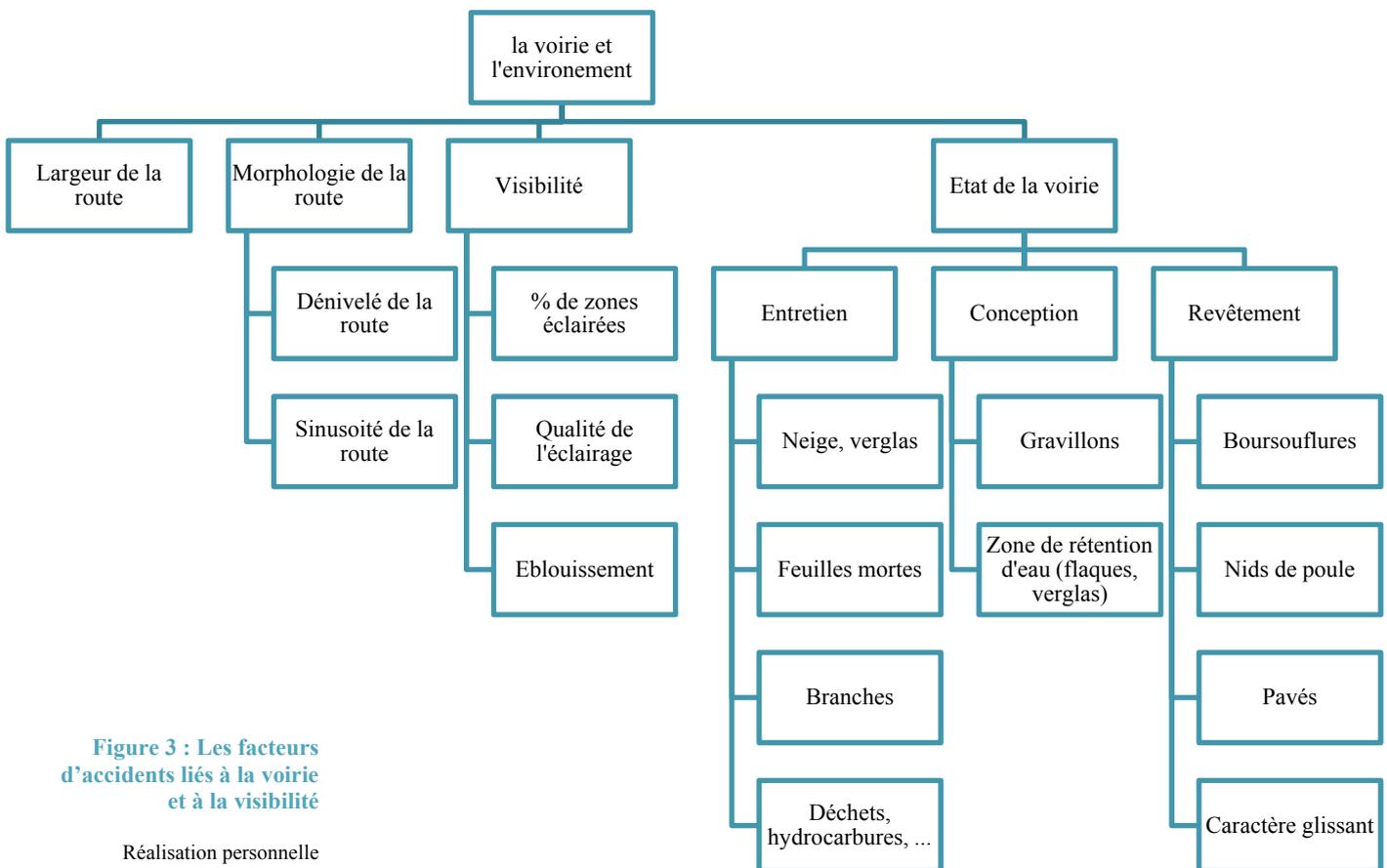


Figure 3 : Les facteurs d'accidents liés à la voirie et à la visibilité

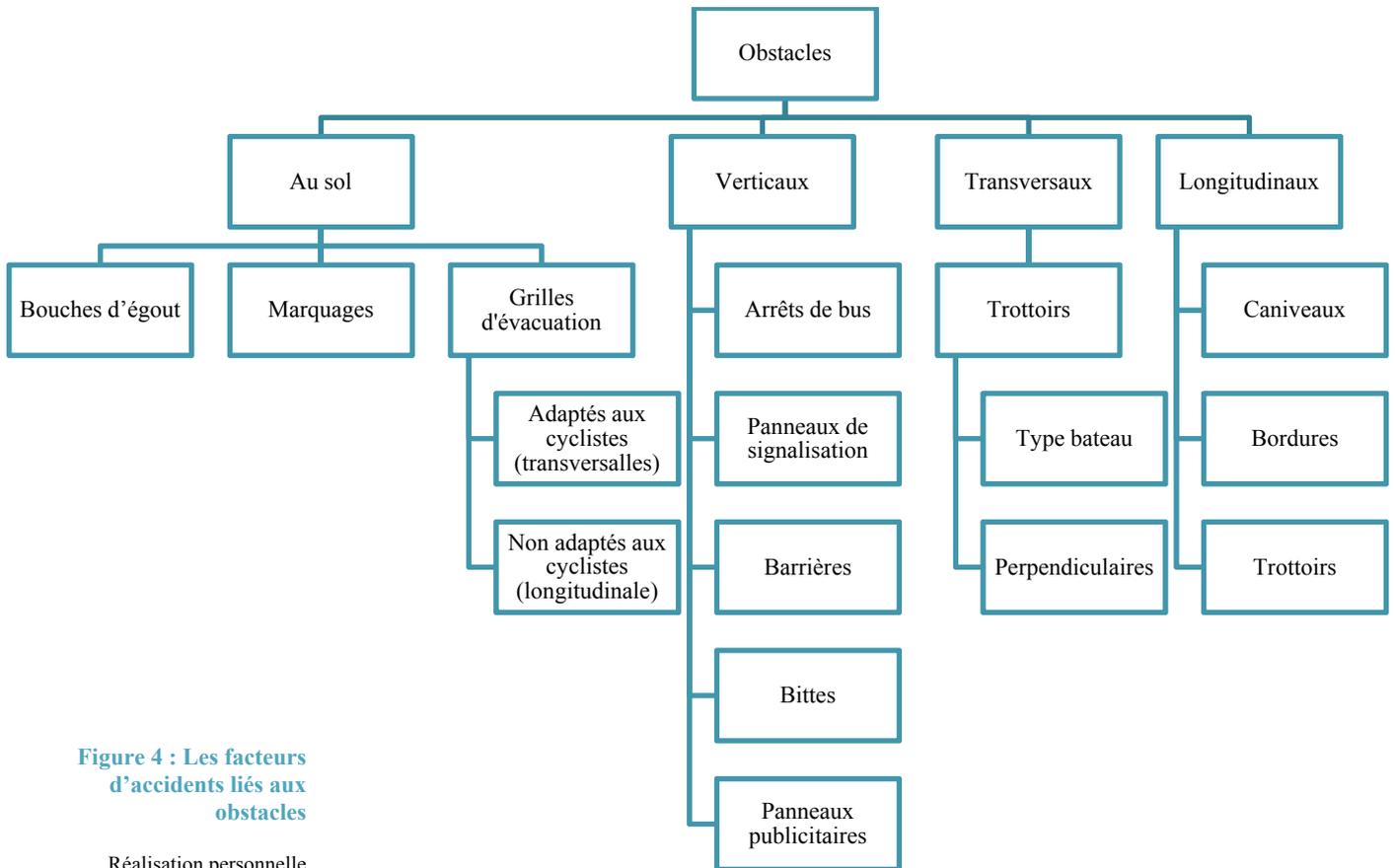
Réalisation personnelle

Afin d'améliorer la lisibilité du tableau, il n'a pas été spécifié que certains facteurs (ex. : Nids de poules) doivent être évalués de manière quantitative et qualitative.

Les facteurs de chutes liées à voirie et à la visibilité peuvent facilement être minimisés. En réalisant des opérations d'entretien régulières pour certains, en réalisant des travaux de rénovation pour d'autres. Le seul frein est le coût pouvant être minimisé si les facteurs sont pris en compte dès la conception.

¹ Wikipedia. (2009, Avril 8). *Wikipedia*. Consulté le 24 Avril 2009, sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Agression>

c) Les chutes liées aux obstacles



Il est à noter que cet organigramme a été réalisé suite à des observations dans la ville de Tours et qu'il n'est pas exhaustif, on pourrait imaginer d'autres obstacles qui seraient importants à prendre en compte dans d'autres villes (ex. : rails du tram à Bruxelles).

Contrairement aux facteurs étudiés précédemment, ceux-ci sont difficiles à minimiser. En effet, ils sont bien souvent indispensables (ex. : caniveaux, bouches d'égout) et il convient alors de choisir les mieux adaptés aux cyclistes, de les placer aux endroits les plus adéquats ou de les adapter aux cyclistes.

Paradoxalement, certains de ces obstacles sont destinés à protéger les cyclistes, notamment des autres usagers (ex. : les barrières empêchant aux motos de circuler sur les aménagements). Ainsi, un facteur pris ici comme créateur d'accident pourra être pris comme réducteur dans la partie « conflit avec d'autres usagers », car diminuant les flux de ceux-ci.

d) Les conflits avec les autres usagers

On entend comme usager tous les utilisateurs de la voirie (Voitures, Piétons, Vélos, Bus, Animaux, ...). Le tableau ci-après identifie les facteurs qui influent sur la probabilité de conflit entre un cycliste et une autre catégorie d'usager¹.

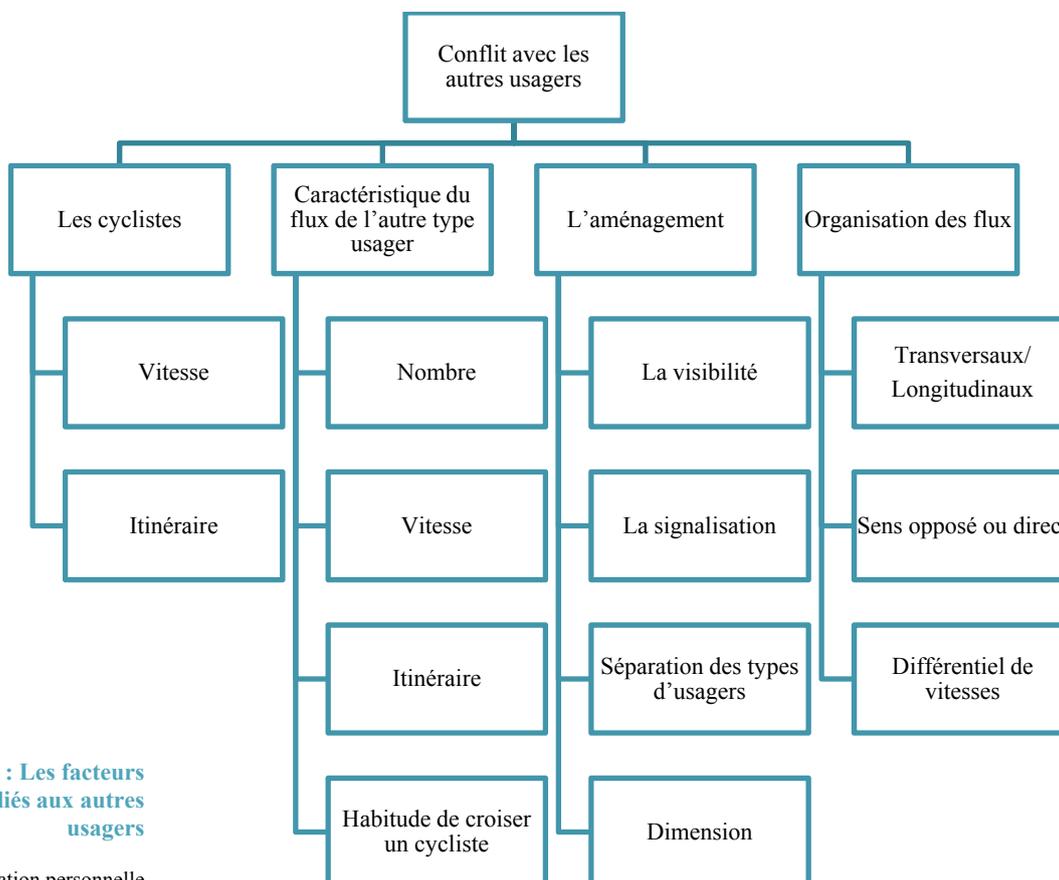


Figure 5 : Les facteurs d'accidents liés aux autres usagers

Réalisation personnelle

Ces facteurs sont tout à fait ajustables afin de diminuer les risques d'accident, en diminuant la vitesse, en limitant les axes ou en imposant un itinéraire. Cependant, cela n'est pas sans conséquence sur la fluidité des déplacements des autres usagers, sur leur mécontentement ou même sur leur propre sécurité. De plus, il n'est pas évident que des mesures de la sorte soient respectées. Le cas est encore plus problématique avec les animaux.

¹ Étant toujours dépendant de l'itinéraire choisi

22. Enquête quantitative

L'enquête quantitative a eu pour but de quantifier l'influence des éléments dits dangereux dans le choix de l'itinéraire.

Afin de comprendre les résultats obtenus (cf. : ANNEXE 2 – Questionnaire personnel), nous allons préciser la méthode mise en place pour l'enquête, justifier le choix des questions et enfin déterminer le profil des personnes ayant répondu.

a) La méthode d'enquête

Afin de diminuer le nombre de questionnaires différents et donc d'augmenter le taux de réponse, nous avons décidé de réaliser un questionnaire commun avec deux autres personnes travaillant aussi sur la problématique « déplacement vélo ».

Thomas DUVAL a réalisé une étude sur :

« Les déplacements en vélo dans la ville : les critères de choix pour élaborer un itinéraire »¹

Éline LEVORATO a quant à elle travaillé sur :

« Cartes mentales d'un réseau de transport d'agglomération »²

Il est important de noter que si le questionnaire a été réalisé de manière collective, les traitements des résultats et leur interprétation ont été réalisés de manière individuelle et n'engagent donc que moi.

L'enquête a été réalisée grâce à la fonctionnalité « formulaire » qu'offre le logiciel Google Docs ©. Les résultats ont ainsi pu être traités en direct sur une feuille de calcul avec le même logiciel.

Un texte explicatif et l'URL du questionnaire³ ont été envoyés à l'ensemble des étudiants, enseignants, enseignants-chercheurs et personnels administratifs de l'École Universitaire Polytechnique de Tours par l'intermédiaire d'une liste de diffusion. Le questionnaire a été envoyé le vendredi 6 mars 2009 à 736 personnes qui ont pu y répondre jusqu'au 17 mars 2009.

Le public visé n'est ni représentatif de la population ni même des usagers du vélo. En plus d'être la cible techniquement la plus facile à atteindre, les étudiants sont des grands usagers du vélo. Ce sont de plus les usagers de demain, c'est pour cette raison que nous les avons choisis. En plus du mailing direct, un mail a été envoyé à un représentant d'un collectif de promotion de l'usage du vélo⁴ qui l'a transmis à ses contacts.

¹ Intitulé du projet de fin d'études 2008 – 2009 tiré de la fiche projet n° 1 par Hervé BAPTISTE

² Intitulé du projet de fin d'études 2008 – 2009 tiré de la fiche projet n° 3 par Hervé BAPTISTE

³ Disponible à l'ANNEXE 2 / 4. Le questionnaire envoyé

⁴ Vélorution Tours

b) Le choix des questions

Nous avons tout d'abord rassemblé toutes les questions dont chacun avait besoin pour son étude, après avoir supprimé les doublons et déterminé des questions communes nous avons réalisé un premier questionnaire. Il a ensuite été proposé à quelques personnes de remplir ce questionnaire et de le commenter afin de vérifier que les questions étaient bien comprises (leurs réponses n'ont pas été prises en compte dans les résultats). Il a ensuite été validé par notre maître de stage.

On peut classer les questions en trois types : certaines traitent des peurs, des a priori sur la sécurité, d'autres s'intéressent aux faits (les accidents en tant que tels) et enfin quelques questions ont permis de déterminer le profil de la personne interrogée.

Il est important de déterminer le profil de la personne répondant au questionnaire : son sexe (cela pourrait jouer la représentation de l'itinéraire peut-être différente), son âge, le moyen de transport utilisé le plus souvent et enfin la fréquence d'utilisation du vélo. En plus de ces questions générales il nous est apparu important de savoir si les personnes répondaient au mailing direct ou indirect il y a avait donc une question sur le rattachement à l'École Polytechnique de Tours et sur le métier. Ces deux questions nous ont aussi permis de déterminer un taux de réponse précis.

En lien avec le travail de Thomas DUVAL, il a été demandé aux personnes interrogées de hiérarchiser les critères possibles lors du choix d'un itinéraire. Un de ces critères étant « le chemin le plus sécuritaire », il m'a paru intéressant de traiter cette question. Celles sur la représentation mentale du réseau d'agglomération n'ont pas été traitées dans ce rapport et n'apparaissent pas dans les résultats.

Deux questions relatives aux appréhensions des cyclistes ont été posées.

La première, directement en lien avec l'analyse systématique réalisée précédemment, était d'évaluer si chacun des éléments dangereux cités était susceptible d'influencer le choix d'itinéraire. Afin de ne pas trop influencer les réponses et d'aller plus loin, une question plus ouverte a été posée « De quoi avez-vous peur en vélo ? » (Dans le but de créer des parallèles et d'identifier des différences, cette question a été inspirée de la thèse de Nathalie Noël¹).

Les résultats ont été classés en quatre catégories : la principale peur qui ressortait de la réponse (si elle était liée au comportement des autres, la peur de chuter ou d'entrer en collision avec un autre véhicule) ; toutes les peurs liées aux aménagements ; les autres peurs ; et enfin ont été identifiées les catégories d'utilisateurs cités.

Pour aller au-delà des préjugés deux questions invitaient la personne interrogée à dire si oui ou non elle avait eu des accidents ou des chutes à bicyclette et ensuite de les raconter. Le traitement de ces réponses a permis d'identifier les causes des chutes, les lieux d'accidents et les autres usagers impliqués.

¹Noël, Nathalie. *Formes urbaines, aménagements routiers et usage de la bicyclette*. Thèse de doctorat, Québec : Faculté d'aménagement, d'architecture et d'arts visuels, Université Laval, 2003.

c) Profil des personnes ayant répondu

Étant donné que des personnes ont transféré le message à des personnes qui ont elles-mêmes transféré le message, le taux de réponse global est difficile à évaluer. On peut néanmoins le calculer pour le mailing direct : il est de 14 %¹ (207 réponses pour 736 envois). Ce résultat est relativement faible comparé aux 25 % obtenu en moyenne par l'Observatoire de la vie étudiante². Cependant, notre questionnaire ne s'adressant qu'aux « cyclistes, occasionnels ou réguliers » le taux peut être considéré comme satisfaisant.

Plus de la moitié des personnes (51 %) déclarent ne pas être rattachées à l'école Polytechnique de Tours, elles sont donc issues du mailing indirect. Le traitement des réponses entre mailing direct et indirect n'est pas différencié.

Paradoxalement, 18 personnes ont déclaré ne jamais utiliser leur vélo. Ces personnes, n'ayant sûrement pas lu la note indiquant que seuls les cyclistes, occasionnels ou réguliers étaient priés de répondre, n'ont pas été prises en compte dans les résultats.

Ce sont majoritairement les grands utilisateurs du vélo qui ont répondu à cette enquête (le vélo est le principal moyen de transport utilisé pour 47 % des sondés et 30 % déclarent utiliser leur vélo tous les jours).

Afin de mieux comprendre les réponses, l'enquête quantitative a été complétée par une enquête qualitative. Pour cela ont été sélectionnés quelques personnes ayant répondu au questionnaire et travaillant à l'EPU³ de Tours (pour faciliter les entretiens).

¹ Cf : ANNEXE 2 / Figure 23 : le taux de réponse au questionnaire

² OVE-Observatoire national de la Vie Étudiante. *Enquête "condition de vie"*. <http://www.ove-national.education.fr/index.php?lang=fr&page=enqcond.php&chap=3> (accès le Avril 27, 2009).

³ EPU : École Polytechnique Universitaire

23. Enquête qualitative

L'enquête qualitative consiste en des entretiens d'une vingtaine de minutes.

En reprenant les questions posées dans le questionnaire, les entretiens avaient pour but principal d'éviter de faire de mauvaises interprétations. Le questionnaire a souvent été rempli trop rapidement (comme le montre l'évolution du nombre de réponses en fonction du temps¹) ainsi certaines personnes ayant déclaré ne pas avoir eu ni d'accident ni de chutes sur le questionnaire en ligne se sont rappelé, au cours de l'entretien, de chutes bénignes. Le pourcentage d'accident de l'enquête est donc à minimiser.

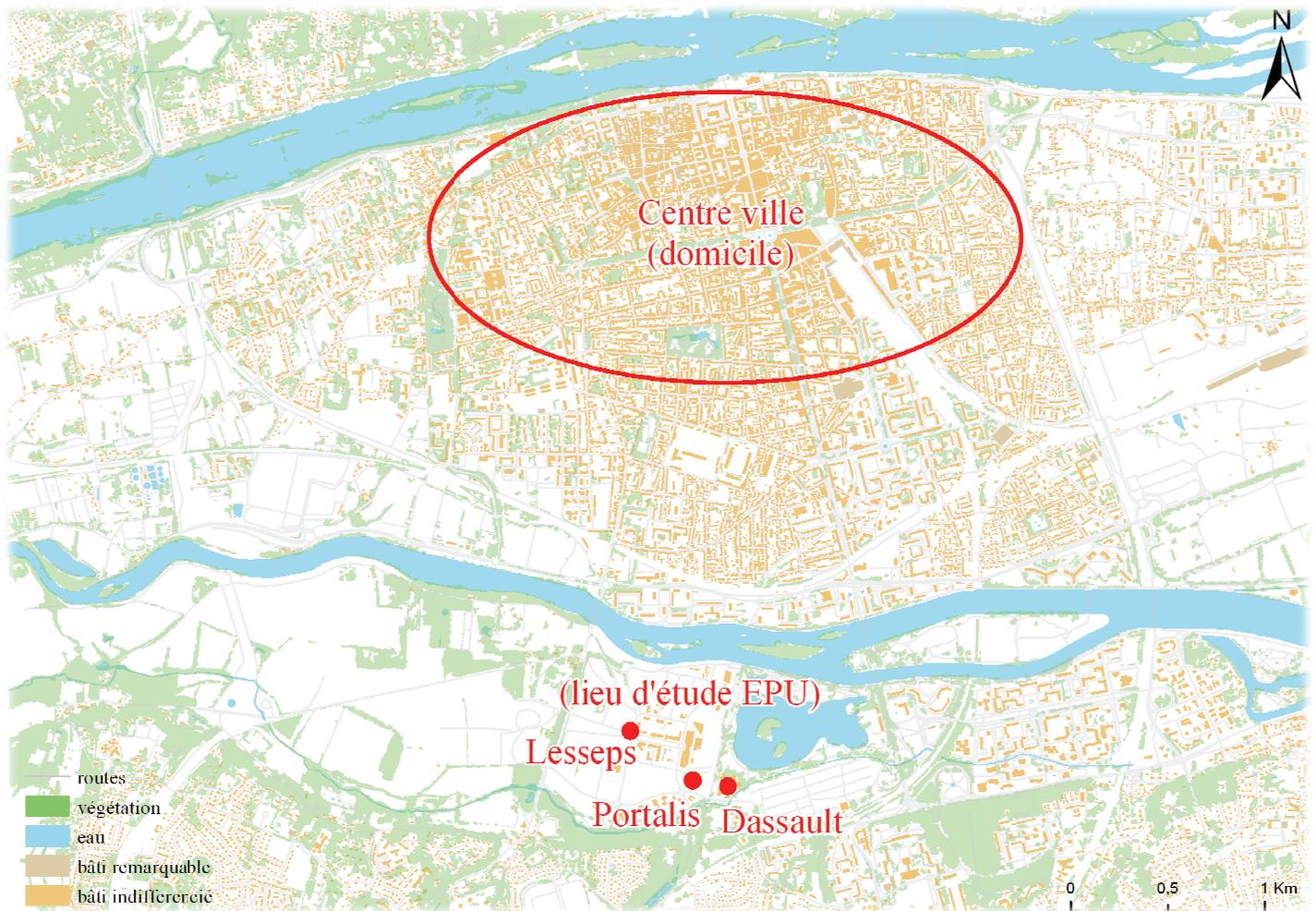
De plus, les entretiens ont eu pour but d'étudier plus précisément l'itinéraire domicile-travail ou domicile-étude pour les personnes rattachées à l'EPU de Tours habitant en centre-ville. En leur demandant : le chemin précis qu'ils empruntaient, les portions dangereuses de l'itinéraire et s'ils évitaient certains endroits à cause d'un sentiment d'insécurité.

Par manque de temps, cette enquête n'a été réalisée que sur un échantillon de personnes restreint (12 au total). Aucun traitement statistique n'a donc été effectué.

Le guide d'entretien est décomposé de la sorte :

1. Définition du profil de cycliste : (âge, sexe, fréquence d'utilisation)
2. Les questions du questionnaire rempli sur internet relatives à la sécurité sont reprises et les réponses sont ensuite comparées aux précédentes.
3. Il est demandé à la personne interrogée de détailler sur une carte le trajet le plus fréquent, pourquoi elle n'en utilise pas un autre, et en quoi la sécurité joue.
4. Sur ce même trajet, il est demandé d'identifier les endroits « dangereux », ainsi que sur les trajets alternatifs.
5. Pour finir, les éléments dangereux (susceptibles de se trouver sur l'itinéraire, visible en ANNEXE 3 : Entretiens, les éléments dangereux) sont présentés et il est demandé à chacun les commenter et de leur attribuer une note de 0 à 9, le risque 0 correspondant à aucun risque et 9 la chute assurée.

¹ Cf : ANNEXE 2 / Figure 22 : évolution des réponses au questionnaire



Carte 1 : domicile et lieu d'étude des personnes interrogées

Source : BDcarto
Réalisation personnelle

On voit sur cette carte que les sites d'étude de l'EPU de Tours sont légèrement excentrés du centre-ville et son tissu d'habitation dense. Ainsi, beaucoup d'étudiants effectuent le trajet centre-ville (domicile) – Deux lions (nom du quartier où se situent les différents sites d'études de l'EPU). Toutes les personnes interrogées en font partie.

Tous ces éléments de méthodes auront pour but d'aider à la modélisation de l'itinéraire, mais ils m'ont aussi aidé à réfléchir sur les différentes approches qu'on peut avoir autour de la notion de sécurité, ce qui est l'objet de la seconde partie.

PARTIE 2 : LA SÉCURITÉ UN FACTEUR IMPORTANT, MAIS COMPLEXE

1. La place de la sécurité dans le choix de l'itinéraire

Afin de déterminer la véritable influence qu'elle peut avoir, la sécurité sera vue dans toute cette partie dans son sens le plus large. Puis, l'objet de la seconde grande partie sera de détailler cette notion.

Il est aussi important de définir la notion d'itinéraire :

« Possibilité qu'a un individu ou un groupe d'individus d'emprunter des voies différentes pour se rendre d'un lieu à un autre. De l'itinéraire choisi dépendront la durée, le confort du trajet et son coût. » (Saffache 2002)¹

Pascal Saffache parle de durée, de confort et de coût, mais pas de sécurité. C'est l'objet de cette partie de voir si réellement la sécurité est un facteur déterminant dans le choix de l'itinéraire.

11. Un facteur dissuasif pour l'usage du vélo ?

Avant de parler de choix d'itinéraire, l'objet est maintenant de voir si la sécurité est un facteur dissuasif pour l'usage du vélo.

a) Le vélo n'est pas plus dangereux que d'autres modes de déplacement

Le déplacement cycliste représente 4 %² des déplacements quotidiens, 4 % des blessés graves et 4 % des tués. On ne peut donc pas dire que c'est un moyen de transport dangereux comparé aux deux roues motorisées qui représentent 2 % des déplacements quotidiens, 30 % des blessés graves et 21 % des tués.

Il est intéressant de voir si cela est vrai pour des études plus locales. Pour une ville comme Orléans (comparable par sa population et pour sa culture vélo à Tours), 4,5 % des accidents recensés en 2006 impliquent des cyclistes qui représentent eux-mêmes 5,1 % des victimes. Ces chiffres mis en relation avec la part modale des vélos dans la circulation, estimée autour de 4 %, montrent que, contrairement aux idées reçues, il n'y a pas de surrisque d'accident dans la pratique du vélo dans l'agglomération.³

De plus, comme le souligne Francis Papon, chercheur à l'INRETS⁴, la pratique du vélo a des conséquences positives sur la santé :

¹ Saffache, Pascal. *Dictionnaire simplifié de l'aménagement*, Fort-de-France : Ibis rouge éditions, 2002.

² Données ONISR - Observatoire National Interministériel Sécurité Routière - 2005

³ Agence d'urbanisme de l'agglomération orléanaise. «N° spécial accidentologie.» *La lettre de l'urba*, juin 2008: 4.

⁴ Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité

« Effectivement, les cyclistes améliorent leur santé et leur espérance de vie au moins deux ou trois fois plus qu'ils ne subissent de dommages dans les accidents, et ce rapport peut être amélioré si le nombre de cyclistes augmente. La pratique du vélo permet d'éviter environ 2500 décès par maladies cardio-vasculaires par an en France, et ce chiffre pourrait être multiplié par dix si les Français faisaient autant de vélo que les Néerlandais ou les Danois. »¹

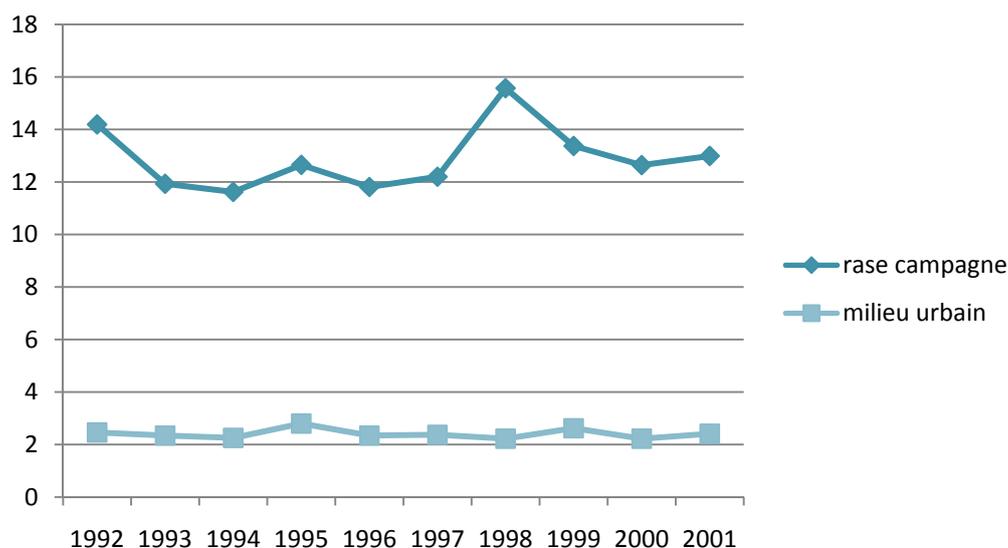
Nous pouvons donc conclure que le vélo est un mode de déplacement de dangerosité moyenne, si on réfléchit en termes de part modale ou de nombre de déplacements.

b) Vélo de ville/vélo de campagne

Pour compléter ces études il est important de distinguer l'usage du vélo en milieu urbain² et en campagne³. La pratique de la bicyclette est un phénomène avant tout urbain. On ne recense en rase campagne que 18 % des accidents dans lesquels des cyclistes sont impliqués. Ceux-ci sont cependant nettement plus graves⁴ puisqu'ils se traduisent par plus de la moitié (56 %) des victimes cyclistes décédées. En milieu urbain, la gravité des accidents décroît lorsque la taille de l'agglomération augmente.⁵

Figure 6 : Évolution de la gravité (NB de tués/100 victimes) des accidents cyclistes en fonction du milieu

Source : Fichier des accidents – ONISR



Ce graphique montre bien que structurellement la gravité des accidents est plus importante en rase campagne qu'en milieu urbain. L'objet de cette étude étant bien d'étudier la sécurité en ville ce sont les données « en milieu urbain » qui vont être traitées.

Dans cette étude, seuls les accidents en milieu urbain seront pris en compte

¹ Papon, Francis. « Quelle place pour le vélo dans la recherche ? » *Vélocité*, décembre 2007 : 20-21.

² Milieu urbain : ensemble de réseaux situés à l'intérieur d'une agglomération (définie au sens du Code de la route comme étant la partie de route située entre les panneaux d'entrée et de sortie d'agglomération) quelle qu'en soit la taille.

³ Rase campagne : reste du réseau hors agglomération.

⁴ Cette notion sera détaillée en partie 21- « La sécurité et la gravité des incidents », page 5

⁵ Source : Observatoire national interministériel de sécurité routière. *La sécurité des bicyclettes de 1992 à 2001*. Étude sectorielle, Paris: La documentation française, 2004.

c) Cependant, la sécurité reste un facteur important de non-utilisation du vélo

Après un grand nombre d'entretiens, sur la mobilité des habitants de région parisienne, réalisé pour sa thèse ; Anaïs Rocci suppose que beaucoup d'entre eux n'utilisent pas leur vélo à cause de l'insécurité qu'il engendre.

« Nous constatons dès lors que le danger de la circulation automobile et le manque d'infrastructures pour les vélos sont des freins importants au développement de son usage. Non seulement ils ne poussent pas les individus à faire l'expérience du vélo, mais ils dissuadent ceux qui en ont eu le désir. »¹

Plusieurs études quantitatives nous le confirment :

Dans son mémoire de recherche, Aurélie KALIFA a travaillé sur la problématique : « Sous quelles conditions un individu modifiera t'il ses habitudes en faveur de l'utilisation de la bicyclette ? » Elle note que la sécurité est un facteur dissuasif pour l'usage du vélo :

« La peur de se faire renverser vient en 3e position lors de l'interrogation des réfractaires à l'utilisation du vélo (11 %), ainsi que pour les actifs interrogés (32 %) »²

Une enquête strasbourgeoise³ a conclu que la crainte d'un accident est citée comme facteur dissuasif par deux tiers des personnes qui ne se déplacent pas à vélo pour les trajets inférieurs à 5 km.

Nous pouvons donc conclure que même si la sécurité n'est pas le facteur principal de non-utilisation du vélo, il reste présent dans l'esprit de beaucoup de gens. On peut alors se demander s'il influe aussi l'itinéraire de ceux qui ont quand même choisi d'enfourcher leur vélo.

¹ Rocci, Anaïs. «De l'automobilité à la multimodalité ? Analyse sociologique des freins et leviers au changement de comportements vers une réduction de l'usage de la voiture.» Thèse de doctorat : « Sciences humaines et sociales : cultures, individus, sociétés », Paris, 2007.

² Kalifa, Aurélie. « L'usage de la bicyclette et les étudiants de l'Université de Tours. » Mémoire de MASTER 2e année « Villes & Territoires », Tours, 2007.

³ FUBicy. «Vélo et sécurité routière.» fubicy.org. septembre 2007.
<http://www.fubicy.org/IMG/pdf/SecuRoutVelo.pdf> (accès le 6 mai 2009).

12. La sécurité influence-t-elle le parcours de l'utilisateur ?

Pour répondre à cette question, nous allons tout d'abord voir quelle proportion des accidents pourrait être évitée par le choix de l'itinéraire, puis nous verrons si les usagers du vélo en sont conscients.

a) Un itinéraire totalement sécurisé ?

On peut y répondre grâce aux données récoltées lors de la thèse de Nathalie Noël¹.

On considère les chutes d'apprentissage, celles dues aux conditions climatiques ainsi que les accidents consécutifs au non-respect de la signalisation par le cycliste ne sont pas liés au choix de l'itinéraire. On peut en conclure que 25 % des accidents ne sont ni liés au type d'aménagement ni à un autre usager.

Pour l'étude réalisée dans le cadre de notre recherche, les résultats sont encore plus parlants : dans 30 % des cas, l'accident n'est pas lié au choix de l'itinéraire. Dans les autres cas, soit l'accident est lié à l'itinéraire (58 %), soit cela n'a pu être déterminé (12 %).²

En considérant qu'une part non négligeable des accidents est indépendante de l'itinéraire choisi (bris de matériel, maladresse...), l'idée d'un itinéraire totalement sécurisé n'est pas envisageable.

Un itinéraire cycliste sans aucun risque d'accident n'est pas envisageable

On peut se demander, même si la recherche d'un itinéraire totalement sécurisé n'est pas envisageable, si le cycliste va plutôt chercher à minimiser le risque d'accident.

b) L'influence de la sécurité dans le choix de l'itinéraire – l'avis des cyclistes

Dans les différentes analyses réalisées pour sa thèse, Nathalie Noël note que seulement 7,3 %³ des personnes déclarent que le facteur « Chemin le plus sécuritaire » est le facteur principal influant le choix d'itinéraire.

¹ cf. : Annexe 1 - description des recherches

² Ces chiffres sont issus de l'analyse des descriptifs d'accidents réalisés par mes soins

³ Les chiffres sont issus de « Noël, Nathalie. «L'impact de l'aménagement des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes.» Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maître en aménagement du territoire et développement régional, Québec - Université Laval, 1997. » (cf. : Partie I pour la méthode)

L'enquête de Nathalie Noël a eu pour défaut de ne pas demander aux personnes interrogées de hiérarchiser les critères. Nous¹ avons donc décidé d'intégrer une hiérarchisation dans notre questionnaire.

Nous arrivons à la même conclusion pour le choix du critère prédominant : avec seulement 12 % des personnes interrogées, le « chemin le plus sécuritaire » arrive en 4^e position. Cependant, grâce à la hiérarchisation, nous pouvons ajouter que seulement deux critères le devançant légèrement, « chemin le plus court » et « aménagements cyclables », si on réfléchit non plus en terme de critère prédominant, mais avec le rang moyen.

Nous pouvons conclure que même si la sécurité n'est pas le critère le plus important il ressort souvent comme critère secondaire. Cela nous amène à nous demander s'il n'est pas lié à d'autres critères.

c) La sécurité et les autres facteurs

Revenons à la thèse de Nathalie Noël : certes le facteur « Chemin le plus sécuritaire » est marginal, mais étudions les autres réponses « Chemin le plus court et le plus direct » (19,6 %), « Recherche les rues locales » (18,3 %), « Recherche les aménagements cyclables » (12,3 %) et « Évite les grandes artères » (8,2 %). On peut se demander si la sécurité n'est pas sous-entendue dans les trois derniers types de réponses.

Pour y répondre nous allons réaliser une étude plus fine des réponses² : en observant les couples de réponses les plus souvent cités en première position dans le questionnaire que nous avons envoyé :

Tableau 1 : Trois premiers couples de facteurs influant le choix de l'itinéraire cyclable

Couple de réponses	Nombre d'occurrences
chemin le plus direct — chemin le plus court	16
chemin le plus sécuritaire — aménagements cyclables	14
aménagements cyclables — rues locales	9

Si l'on conçoit que les notions de « chemin le plus direct » et de « chemin le plus court » sont très proches, le fait que le « chemin le plus sécuritaire » soit très souvent associé à « aménagements cyclables » montre que la sécurité est sous-jacente derrière plusieurs autres notions et joue un rôle non négligeable dans le choix de l'itinéraire.

¹ Les 3 étudiants de Polytech'Tours travaillant sur le sujet des déplacements cyclistes

² Ces résultats sont inspirés de projet de fin d'étude de Thomas DUVAL réalisé conjointement avec moi.

13. La sécurité, oui, mais à quel prix ?

Le but de cette partie est de déterminer à quel point l'utilisateur peut favoriser la sécurité dans le choix de l'itinéraire. Pour commencer, nous noterons que beaucoup ne sont pas prêts à faire de sacrifice pour leur sécurité, ensuite nous expliquerons la notion de « valeur de détour » et enfin que c'est une notion variable.

a) Quel sacrifice pour la sécurité ?

Le fait que les usagers cyclistes ne soient pas prêts à faire certaines concessions pour être en sécurité montre qu'il y a une limite à sa recherche. Il convient maintenant de la définir.

Prenons l'exemple du casque. À ce jour, cet élément de sécurité n'est pas beaucoup utilisé, et une étude suisse montre qu'il est utilisé par 38 % des cyclistes helvétiques¹. Il n'existe pas d'étude fiable et récente en France, à la vue de mes observations dans la ville de Tours, le taux d'utilisation doit être comparable. Même si le casque diminue incontestablement les conséquences des accidents, il peut rendre la collision plus probable. En effet, les automobilistes font beaucoup moins attention en doublant un cycliste casqué, alors qu'ils prennent plus de précautions lorsqu'il circule sans protection.²

Un autre exemple d'éléments de sécurité sous-utilisés est celui des gilets jaunes. Ils permettent d'être vu plus facilement et diminuent le risque de collision.

Pour des raisons d'esthétique et de praticité, les cyclistes ne mettent pas tous les éléments de leur côté pour être en sécurité. Il s'agit maintenant de quantifier ce que les cyclistes sont prêts à faire pour leur sécurité.

b) La valeur de détour

Revenons au sujet de cette étude, le choix de l'itinéraire. Comment déterminer la limite que le cycliste est prêt à concéder pour sa sécurité ?

Pour cela, nous définirons une nouvelle notion : **la valeur de détour**. Elle correspond au détour qu'est prêt à faire un cycliste pour éviter un endroit qu'il considérerait comme dangereux. Vue différemment, elle peut traduire ce qu'un GPS pourrait admettre de faire comme détour pour déterminer un itinéraire.

¹ Bpa – Bureau de prévention des accidents. *38 % des cyclistes portent volontairement un casque*. 18 7 2007. http://www.bfu.ch/French/medien/Pages/2007_07_18.aspx (accès le 5 10, 2009).

² Ces conclusions sont issues d'une étude du professeur Walker résumée dans la dépêche : AFP. «Le port du casque à vélo pourrait être un facteur de risque. » 2007.

Dans le premier cas elle repose sur le perçu de chaque cycliste, dans le second c'est une valeur universelle de la sécurité qui doit être définie. L'objet de l'étude repose sur cette dernière approche.

Cette valeur sera calculée en distance (en mètre). On aurait pu imaginer la traduire en temps, les cyclistes circulant à des vitesses variables, mais ce choix n'a pas été retenu. Pour les mêmes raisons, la mesure en énergie dépensée (en Joule) a été écartée.

c) ... une notion variable

Malgré que la valeur traduise une vision « collective » de la sécurité, elle dépend de chaque aménagement. En effet, un cycliste n'est prêt qu'à faire un petit détour pour éviter une plaque d'égout alors qu'il fera un grand détour pour une intersection très dangereuse. On peut donc poser le postulat que la valeur de détour est inversement proportionnelle à la sécurité de l'aménagement.

Elle varie aussi selon chaque individu, chacun étant prêt à faire un détour plus ou moins important suivant l'habitude, l'âge, la relation qu'il a avec la sécurité... En considérant aussi, pour un individu qu'elle va varier suivant l'heure de la journée, s'il est pressé ou non...

Pour pallier à ces différentes situations, nous proposons d'attribuer un coefficient de modération, que l'utilisateur va définir lui-même. À l'image d'un curseur, l'utilisateur peut choisir toutes les valeurs entre un itinéraire qui ne prend pas du tout en compte la sécurité (la valeur 0), et au contraire un itinéraire qui ne prendrait en compte que la sécurité (la valeur 1).

Figure 7 : Le curseur de « la valeur de détour »

Réalisation : Clément GERBER



Pour que l'utilisateur cerne bien l'outil, il doit être simple. Pour cela la progression sera linéaire : 0,5 correspond à une valeur de détour deux fois moins importante que la valeur 1.

Après toutes ces observations sur la sécurité, nous allons voir ce qu'elle signifie réellement, non seulement pour chacun des cyclistes, mais aussi en essayant de lui attribuer une signification universelle.

2. La sécurité une notion complexe

Maintenant que nous avons vu l'influence de la sécurité au sens large, concentrons-nous sur ce qu'elle est vraiment et essayons de la quantifier.

La sécurité des transports est souvent mise en relation avec le nombre de blessés et de tués, comme on peut le lire dans différents dictionnaires d'urbanisme :

« Mesures garantissant aux usagers d'un transport (privé ou collectif) l'absence de risques d'accident. La sécurité des transports est mesurée par le nombre de tués et de blessés graves. »(Saffache 2002)¹

« (...) Absence de risques d'accidents. Elle s'entend : pour l'utilisateur : on la mesure généralement par le nombre de tués et de blessés (graves ou légers) par million de kilomètres voyageur. (...) » (Merlin et Choay 1996)²

Cependant, les dictionnaires traditionnels nous montrent que la sécurité est une notion plus complexe et qu'il est important de pouvoir la cerner avant de pouvoir la modéliser, c'est l'objet de cette seconde grande partie.

« La sécurité » d'après le Petit Robert :

« 1) État d'esprit confiant et tranquille d'une personne qui se croit à l'abri du danger. 2) Situation d'état tranquille qui résulte de l'absence réelle de danger (d'ordre matériel ou moral) » (Robert 2009)³

La première partie traitera de la sécurité objectivée, la seconde du sentiment d'insécurité et enfin nous verrons que la sécurité dépend de la perception de chacun.

21. La sécurité et la gravité des incidents

Imaginons que l'on connaisse tous les incidents ayant eu lieu dans une ville, dans l'optique de les modéliser, doit-on tous les prendre en compte ? Seulement les événements les plus graves ?

a) Définitions

La gravité est synonyme de l'importance et conséquences d'un incident. Pour le cas de la sécurité cycliste, on considérera que la gravité d'un incident se traduit par la gravité des blessures du cycliste. Les conséquences matérielles seront négligées.

1 Saffache, pascal. Dictionnaire simplifié de l'aménagement. Fort-de-France : Ibis rouge éditions, 2002.

2 Merlin, Pierre, et Françoise Choay. Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement. Paris : Presses universitaires de France, 1996.

3 Robert, Paul. Le nouveau Petit Robert. Paris : Le Robert, 2009.

La réglementation française a classé la gravité des blessures en plusieurs catégories, il est important de les préciser pour éviter tous problèmes de vocabulaire :

- **Tués** : victimes décédées sur le coup ou dans les six jours qui suivent l'accident. Pour obtenir le nombre de tués à trente jours utilisés dans la plupart des pays, on applique actuellement un coefficient multiplicateur de 1,057.
- **Blessés** : victimes non tuées (ces blessés peuvent décéder après les six jours, mais ils sont considérés comme blessés).
- **Blessés graves** : blessés dont l'état nécessite plus de six jours d'hospitalisation.
- **Blessés légers** : blessés dont l'état nécessite de zéro à six jours d'hospitalisation ou un soin médical.
- **Victimes graves** : tués (décédés sur le coup ou dans les six jours qui suivent l'accident) + blessés graves (plus de six jours d'hospitalisation).
- **Victimes** = tués + blessés.

Il est important d'ajouter une catégorie pour notre sujet d'étude : celle des personnes ayant subi un incident sans aucune séquelle physique, mais qui peuvent le garder fortement ancré dans leur mémoire et donc, influencer leur choix d'itinéraires.

b) Différentes modélisations possibles

Voici quelques exemples de modélisations possibles relatives à la gravité des accidents.

Il serait possible de **ne considérer que les victimes graves,¹ de négliger les blessés légers et les incidents bénins. Cette forme de modélisation à l'avantage d'être simple (les données sont facilement disponibles²). Pour des modélisations précises à la rue près ou au quartier, les données seront généralement en quantités insuffisantes. Elles peuvent seulement permettre d'identifier un ou deux lieux fortement accidentogènes dans la ville.**

Une autre solution serait de prendre en compte tous les incidents de manière indifférenciée. Les données seraient alors riches et permettraient une modélisation fine. Cependant, traiter de la même manière un événement ayant entraîné la mort ou un sans conséquence, peut être facilement critiqué.

Ces deux solutions n'étant pas satisfaisantes, il faut considérer une solution mixte :

Dans la modélisation, un poids sera attribué à la gravité de l'incident afin d'avoir des données suffisamment précises et ne pas dévaluer les accidents graves.

¹ Voir la définition au paragraphe précédent

² Cf : Partie 1 – 11. Les rapports d'accidents

c) L'exemple d'une modélisation mixte

En considérant une solution mixte attribuant un coefficient à la gravité des incidents se pose le problème de la valeur de celui-ci.

Un incident cycliste peut engendrer un grand nombre de conséquences négatives : le coût d'hospitalisation et de traitement, la perte de capacité productive et de nombreuses souffrances physiques et morales pour les victimes et leurs proches. Elles peuvent être calculées, et sont directement liées à la gravité de l'accident.

Comme le montre le rapport du Commissariat général du Plan,¹ les évaluations peuvent être de deux types. Soit issue d'études scientifiques souvent basées sur des enquêtes auprès de la population, soit des valeurs officielles. Pour indemniser les victimes ou pour faire des calculs de rentabilité, les États évaluent un coût pour chacun des types de liaison. Compte tenu du caractère officiel et évolutif, c'est ce type de données qui sera pris en compte.

Chaque pays ayant ses propres moyens de calculs et des données différentes, nous utiliserons les chiffres français.

Voici les différents coûts « officiels » de la vie humaine routière d'après l'État français en 1997.

Tableau 2 : Coût des accidents par type de blessures

Source : (AIPCR 1999)

Blessure mortelle		Blessure grave		Blessure légère		Sans blessures	
562300 €		57900 €	10,30 % ²	12300 €	2,19 % ²	3130 €	0,56 % ²

Nous pouvons critiquer ces chiffres, ils sont en effet calculés pour l'ensemble des moyens de transport routier. Le coût d'un accident sans blessure peut paraître surévalué quand on ne considère que des cyclistes.

Pour la modélisation, le poids attribué à la gravité des incidents sera proportionnel aux coûts des accidents fixés par l'État français.

¹ Boiteux, Marcel. *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*. Rapport du commissariat général du Plan, paris : La Documentation française, 2001.

² Pourcentage calculé par rapport à la valeur retenue pour les blessures mortelles

22. Peurs et préjugés

Les personnes ne connaissent pas la carte des accidents quand ils prennent leur vélo, c'est donc sur leur expérience, leurs peurs ainsi que leurs perceptions des dangers qu'ils vont s'orienter. Cette partie vise à déterminer s'il y a adéquation entre ces points et les accidents relevés. La peur est :

« Un phénomène psychologique à caractère affectif marqué, qui accompagne la prise de conscience d'un danger réel ou imaginé, d'une menace. » (Robert 2009)¹

a) La peur de « l'autre »

À la base de nombreux sujets de philosophie, le principe de la peur de l'autre se retrouve dans la perception de la sécurité.

On le voit très bien dans les résultats du questionnaire : près de 97 % ont peur d'entrer en collision ou du comportement des autres, et 3 % de chuter tout seul. Quand on analyse les récits d'accidents, « l'autre » n'est impliqué que dans 32 %² des cas et responsable dans statistiquement 16 %³ des accidents. Il est à noter que dans les cas des accidents étudiés la gravité de l'accident n'était pas liée au fait qu'un autre usager soit aussi impliqué.

Les résultats sont moins significatifs avec les données récoltées par Nathalie Noël pour sa thèse⁴ : 58 % des personnes interrogées ont peur d'entrer en collision ou du comportement des autres alors qu'ils ne sont responsables que de 15 % des incidents.

b) Les deux roues, une catégorie sous-évaluée

Il est intéressant de comparer les peurs et les accidents relatifs à la catégorie d'usager. N'ayant pas trouvé d'études sur ce sujet, les chiffres sont issus du questionnaire.

Le Tableau 3 : Ratio des catégories d'usagers pour les peurs et les accidents permet de comparer le ratio de chaque catégorie d'usager cité dans les peurs et celles citées dans les accidents. N'ont pas été pris en compte les accidents n'impliquant aucun autre usager et les réponses ayant indiqué « avoir peur de tous les usagers » (le but étant de comparer le poids relatif à chaque catégorie).

¹ Robert, Paul. *Le nouveau Petit Robert*. Paris: Le Robert, 2009.

² Tous ces chiffres sont calculés d'après les réponses aux questionnaires disponibles en ANNEXE 2

³ Comme les récits d'accident ne précisaient que rarement les responsabilités, le résultat a été calculé en considérant que les cyclistes étaient responsables dans la moitié des cas

⁴ Les chiffres sont calculés d'après les données disponibles dans la thèse de Nathalie Noël (Noël, Nathalie. *Formes urbaines, aménagements routiers et usage de la bicyclette*. Thèse de doctorat, Québec : Faculté d'aménagement, d'architecture et d'arts visuels, Université Laval, 2003.) disponibles en ANNEXE 1 - 1. Thèse de Nathalie Noël

Tableau 3 : Ratio des catégories d'usagers pour les peurs et les accidents

Source : calculs personnels

Catégorie d'usager	Les peurs	Les accidents
voiture	70 %	76 %
camion	18 %	2 %
bus	9 %	0 %
vélo	3 %	7 %
scooter	1 %	10 %
piéton	7 %	2 %
chien	6 %	0 %

La voiture prédomine, étant citée dans 70 % des cas dans les peurs et 76 % des accidents. Ces deux chiffres sont comparables ce qui n'est pas vrai pour les autres usagers non deux roues souvent placées en peur au même titre que les voitures. Le point intéressant est que les deux roues sont rarement citées en peur, mais sont souvent impliquées dans les accidents.

On peut expliquer ce phénomène par le sentiment d'appartenance à une communauté « des deux roues » qui se comprend et se respecte.

c) La peur ou les chiffres ?

Ces deux exemples montrent qu'il y a un fossé entre les peurs, les dangers et les accidents réels. Se pose alors le problème de savoir si pour la modélisation il faut plus se baser sur le ressenti des cyclistes ou sur les chiffres.

Si un cycliste choisit de prendre un chemin le plus sécuritaire, il va choisir en fonction de ses peurs (éviter les autres, rouler avec ses semblables...) au détriment de l'insécurité réelle. Si on voulait comprendre ou représenter des cyclistes recherchant la sécurité il faudrait donc modéliser l'influence des peurs de chacun.

Cependant, le but de ce travail est d'informer l'utilisateur sur l'itinéraire par lequel il sera le plus en sécurité. Ainsi, il pourra négliger les peurs. Les données sur les peurs peuvent être intéressantes, car celles-ci peuvent jouer sur le comportement des cyclistes (se sentant en sécurité ils ne vont pas adapter leur vitesse au danger et inversement). Ainsi paradoxalement plus les cyclistes ont peur d'un endroit, d'une situation, plus ils sont en sécurité.

La modélisation a pour but de favoriser les chemins les plus sécuritaires elle reposera sur des éléments scientifiques et fera abstraction des peurs de chacun.

23. Une notion difficile à quantifier

Un dernier problème c'est de savoir comment quantifier le problème de la sécurité. Qui est capable de le faire si les données d'accidents ne sont pas suffisantes ? Un spécialiste peut-il définir le risque d'accident pour un aménagement ?

a) L'exemple des aménagements cyclables

Garder, Leden et Thedéen ont réalisé une étude¹ en 1994 afin d'évaluer les risques d'accident encourus par les cyclistes pour différentes configurations d'intersections où des pistes cyclables croisent la route. Ils ne se sont pas contentés d'une seule étude, mais ont regroupé des études scandinaves, sept faisaient référence à des comparaisons de site avant et après aménagement. Ils ne se sont pas contentés des chiffres d'accident et de fréquentation, mais ont réalisé des entrevues auprès de nombreux experts et cyclistes pour recueillir leurs opinions sur le risque d'accident sur chacun des sites.

Les conclusions des auteurs indiquent que statistiquement les aménagements ont augmenté le risque d'accident cycliste dans une proportion de 40 % et que la probabilité soit contraire est de 2 %. Les experts ont quant à eux évalué que l'augmentation du risque était de 20 % tandis que les cyclistes ont soutenu qu'elles réduisaient de 20 %.

On retrouve donc l'idée que les cyclistes se représentent mal le danger, mais on voit aussi que les aménageurs ne sont pas dépourvus de préjugé et peuvent se tromper.

b) Quelles données prendre en compte ?

Comme nous l'avons vu précédemment, les données accidents sont souvent insuffisantes. Il faut donc les compléter à la plus petite échelle possible (plus l'échelle sera petite plus l'itinéraire sera précis.)

On aurait pu imaginer, cartographier l'ensemble des incidents cyclistes récoltés grâce au questionnaire ou demandé aux cyclistes quels sont les éléments dangereux. Cependant, cela fait appel à la vision et à l'a priori de chacun, et cela nécessiterai des enquêtes de population pour chaque ville.

Pour Tours des essais ont été faits avec un expert qui attribuait une note à chaque tronçon en évaluant « à la vue » s'il était sécurisé ou non. Comme vu dans la partie précédente cette façon de faire n'est pas forcément fidèle à la réalité.

¹ Garder, P., L. Leden, et T. Thedéen. *Safety implications of bicycle paths at signalizer intersections*. Accident Analysis and Prevention, 1994.

Je propose une solution mixte pour la récolte des données : elle consistera à identifier les situations courantes en vélo (type de voie, flux des autres usagers, situations...). D'analyser tous ces cas de figure par des analyses d'accidents, se basant sur des recherches... pour savoir à quel taux de dangerosité elles sont exposées. Un opérateur pourra dès lors déterminer à quel type d'aménagement on a faire et de lui attribuer le coefficient adéquat.

La solution idéale pour la modélisation serait de catégoriser les situations du terrain, de réaliser des études statistiques pour connaître leurs potentiels de risques, leur attribuer un coefficient et d'ensuite de l'appliquer sur les différents aménagements.

c) Prendre en compte le risque

Les études sur les différents cas sur le terrain présenté par la suite raisonneront en terme de risque et non pas de nombre d'incidents. Ce paragraphe vise à définir ces notions et à les justifier.

Le risque est défini comme :

« Exposition à un danger potentiel. Probabilité qu'un événement dommageable survienne. » (Saffache 2002)¹

Dans le cas d'une étude de sécurité routière, le risque d'accident peut être calculé en divisant le nombre d'incidents (accidents, dommages, personnes blessées, morts...) par une quantification du déplacement (kilomètre, nombre, temps).

$$\text{Risque d'accident} = \frac{\text{Nombre d'accidents}}{\text{exposition}}$$

Ne prendre en compte que le nombre d'incidents surévaluera les endroits à forte fréquentation de façon injustifiée. Il est donc important de travailler en termes de risques pour les cyclistes.

Pour cette étude l'exposition correspond au nombre de passages dans la période où les accidents ont été relevés. Ainsi avec T la période d'étude :

$$\text{Risque d'accident cycliste} = \frac{\text{Nombre d'incidents (en T)}}{\text{nombre de passage (en T)}}$$

Équation 1 : Risque d'accident

La modélisation prendra en compte le risque et non pas le nombre absolu d'accidents.

¹ Saffache, pascal. *Dictionnaire simplifié de l'aménagement*. Fort-de-France: Ibis rouge éditions, 2002.

24. Conclusion

Cette conclusion a pour but de synthétiser l'observation précédente en proposant une méthode de calcul pour le coefficient de sécurité applicable à chaque type d'aménagement avec des données d'accidents :

Soit :

S : le coefficient de sécurité

N(T) : le nombre de passages cyclistes dans la période T

C₁ : le coût officiel d'un tué d'après l'État français (en €)

C₂ : celui d'un blessé grave (en €)

C₃ : celui d'un blessé léger (en €)

C₄ : celui d'un incident bénin (en €)

À (T)_i : le nombre le nombre d'incident de type i dans la période T

Équation 2 : le
coefficient de sécurité

$$S = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{C_i}{C_1} \dot{A}(T)_i}{N(T)}$$

Ce coefficient permet donc de prendre à la fois en compte la fréquence des accidents, mais aussi leurs gravités.

PARTIE 3 : MODÉLISATION DU FACTEUR SÉCURITÉ DANS LES DÉPLACEMENTS CYCLISTES

1. Introduction à la modélisation : les aménagements cyclables

Cette première partie décompose en trois le problème de la modélisation du facteur sécurité. Tout d'abord, nous étudierons les différents types d'aménagements cyclables et leurs risques, ensuite sera détaillé le problème des intersections et enfin les différents points noirs et autres facteurs qui sont importants à prendre en compte.

Elle a pour but de présenter les résultats des recherches existantes en la matière et d'introduire la proposition de modélisation.

Il est important de définir le terme d'aménagements cyclables : ce sont tous les types d'aménagements linéaires ou ponctuels spécifiquement destinés aux cyclistes et n'étant pas destinés, par conception : à être utilisés par d'autres usagers.

Les aménagements cyclables comprennent ainsi les voies cyclables (pistes, bandes cyclables, mais aussi voies partagées et contresens cyclables), la signalisation (au sol, verticale...), le stationnement, l'éclairage... Il existe aussi d'autres aménagements cyclables favorables aux cyclistes, mais qui ne leur sont pas spécifiquement destinés (zones piétonnes, zones 30, parcs...)

11. Les différents types d'aménagements linéaires

Il existe plusieurs types d'aménagements linéaires : pistes cyclables, bandes cyclables... Il convient ici de déterminer leur dangerosité.

a) Les aménagements spécifiques aux cyclistes sont-ils plus sûrs ?

Comme nous avons pu le voir précédemment¹ un aménagement spécifique aux cyclistes est souvent associé à un chemin sécuritaire. De plus, neuf Français sur dix souhaitent la création d'aménagements cyclables². Est-il réellement moins dangereux pour un cycliste de circuler sur ceux-ci ?

« L'aménagement cyclable permet de marquer la place du cycliste sur la chaussée et dans l'espace public, donc d'y légitimer sa présence, tout en lui assurant, en théorie du moins, une meilleure sécurité (Julien 2000) »³

Différentes études ont traité du problème :

Notamment Wachtel Alan et Diana Lewiston, après avoir étudié 9 ans de rapports d'accident et comptés les passages cyclistes, ont pu déterminer qu'à fréquentation égale il y avait 1,8⁴ fois plus de risques d'accident sur les voies cyclables que sur la route.

¹ Partie 2 – 12c

² Étude Marc Gilles pour le GART, l'ADEME, le PREDIT en 2000

³ Julien, Arantxa. Aménagement cyclable et espace urbain. rapport final, CERTU, 2000.

⁴ Cf : ANNEXE 1 — 7. Étude enquête accidents à Palo Alto

Pour aller plus loin dans l'analyse, traitons différemment les aménagements en section et en intersection :

Monsieur Leden¹ a déterminé qu'en section, il y a avait 30 % moins de risques d'accidents sur route que sur un aménagement cyclable. On peut donc supposer que pour les aménagements cyclables, le danger vient des intersections.

L'université suédoise de Lunt a réalisé une étude qui fait référence dans ce domaine², et note qu'il y a trois fois moins de risques d'accident pour un cycliste utilisant la route qu'un autre utilisant la bande cyclable.

Le fait que les autres usagers de la route soient moins surpris quand ils ont à couper la route à un cycliste roulant sur la même chaussée, rend les aménagements cyclables plus dangereux en intersection.

Messieurs Wegman et Dijkstra³ nous le confirment : ils ont évalué les effets des pistes et des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes en comparant les données d'accidents de différents sites en milieu urbain. Ils concluent que, sur les tronçons, les pistes cyclables parallèles à la chaussée sont plus sécuritaires que les rues sans aménagement cyclable. Ils concluent aussi qu'il y a moins de danger aux intersections qui ne sont pas aménagées, qu'aux intersections où la bande continue.

Nous allons maintenant voir les différents types de voies cyclables et essayer de leur attribuer un coefficient de sécurité.

b) Les différents types de voies cyclables

Il est intéressant de décrire chacun des types de voie cyclable puis de déterminer leur risque relatif.

- La bande cyclable

« Le terme bande cyclable désigne, sur une chaussée à plusieurs voies, une voie exclusivement réservée aux cycles à deux ou trois roues. »⁴

Les bandes cyclables sont séparées des autres voies par une ligne de peinture continue, il n'y a pas de séparation physique, et elle ne peut être qu'unidirectionnelle. Rappelons la loi en vigueur sur ce type d'aménagement :

« Si les cyclistes peuvent franchir la ligne discontinue pour effectuer un dépassement, les autres véhicules ne peuvent le faire que pour quitter la chaussée. Une ligne continue infranchissable tant pour les cyclistes que pour les automobilistes peut être mise en place ponctuellement pour des raisons de sécurité là où il y a manque de visibilité, présence d'un virage

¹ Cf. : ANNEXE 1 — 4. Étude sur les écoliers norvégien et finlandais

² Cf. : ANNEXE 1 — 3. Risques d'accident à une intersection

³ Wegman, F. *Safety effects of bicycle facilities : the dutch experience*. The Netherlands: Institute for Road Safety Research SWOV, 1988.

⁴ Article R 1 du Code de la Route

ou encore dans le cas d'une rue à double sens dont un sens est réservé aux cycles. »¹

- La piste cyclable

Une piste cyclable est une « *chaussée exclusivement réservée aux cycles à deux ou trois roues* »²

Elle est matériellement isolée des voies de circulation des véhicules motorisés. Contrairement à la bande cyclable, la piste peut être bidirectionnelle.

- Voie verte

« Voie verte : route exclusivement réservée à la circulation des véhicules non motorisés, des piétons et des cavaliers » ; « Les conducteurs de véhicules motorisés ne doivent pas circuler sur une voie verte. »³

Ce n'est que récemment (le 16 septembre 2004) que la définition des voies vertes a été introduite dans le Code de la route. Elles mêlent piétons, cavaliers et vélos principalement pour le loisir, mais sont de plus en plus présentes dans les villes.

- Contresens cyclable

« Le double sens cyclable est une rue à double sens dont un sens est réservé aux cycles. Cet outil d'aménagement favorable à la circulation des vélos n'est pas nouveau : ses avantages, tant sur le plan du confort que de la sécurité, ne sont plus à démontrer. Le décret du 30 juillet 2008 contribue à son développement en instituant un principe de généralisation dans les zones 30 et les zones de rencontre. »⁴

¹ Article R 114.3 du Code de la Route

² Article R110-2 du Code de la Route

³ Article R. 412-7

⁴ CERTU. « Zones 30 et zones de rencontre : la généralisation des double-sens cyclables. » *Techni.cités*, 8 Décembre 2008 : 2-4.

Type de voie	Inconvénients
Bande cyclable	<p>Les autres usagers de la route ont tendance à raser les cyclistes en les doublant (plus que s'il n'y avait pas d'aménagement).</p> <p>Les bandes ont souvent été signalées après la conception de la route (dans le caniveau ou avec des gravillons)</p> <p>Quand les bandes cyclables longent les places de stationnement, risque d'ouverture de portière</p>
Piste cyclable parallèle à la chaussée	<p>Entretien rarement effectué</p> <p>L'isolement produit rend les cyclistes plus vulnérables aux intersections et en fin d'aménagement</p> <p>Les sorties de voies privées ou traversées de piétons peuvent être dangereuses (la vérification n'est effectuée que d'un seul côté), surtout si la piste est bidirectionnelle</p>
Piste cyclable séparée de la chaussée – voie verte	<p>Entretien très rarement effectué</p> <p>Éclairage rarement présent</p> <p>L'isolement produit rend les cyclistes plus vulnérables aux intersections et en fin d'aménagement</p> <p>Risque de conflit avec d'autres usagers (piétons, animaux...) qui sont moins vigilants sur ce type d'aménagement</p>
Contresens cyclable	<p>Effet de surprise aux intersections</p> <p>Certains automobilistes sont surpris même en section continue car non habitués à rencontrer des cyclistes</p> <p>Les sorties de voies privées ou traversées de piétons peuvent être dangereuses (la vérification n'est effectuée que d'un seul côté)</p>

Tableau 4 : Inconvénients relatifs à la sécurité des différents types de voies cyclables

Réalisation : Clément GERBER

- La recherche et les différents types de voies

Il existe très peu de littérature à ce sujet, seulement des recommandations dépourvues d'analyses chiffrées. Nous pouvons malgré tout, citer l'étude de Leden¹ qui en section continue, pour un indice de 1 pour la catégorie « sans aménagement » a calculé un indice de 0,76 pour les pistes cyclables et un de 1,36 pour les bandes.

¹ Cf. : Annexe 1 — 4. Étude sur les écoliers norvégiens et finlandais

Cela sous-entend que les bandes cyclables augmentent le risque d'accident. Il explique cela par le fait que les automobilistes se permettent de rouler plus vite et de laisser moins de distance de sécurité. (La barrière de la langue ne me permet pas d'analyser plus profondément ces résultats).

L'idéal aurait été de quantifier la sécurité de chaque type de voie. Cependant, les multiples différences qu'il peut y avoir pour une même voie, ainsi que l'incohérence entre les guides de préconisation et les études d'accident ne nous le permettent pas.

c) Mais alors quelle voirie choisir ?

Cette partie ne traite plus la modélisation, mais synthétise les préconisations communément admises pour la réalisation de voies cyclables.

Comme le montrent les figures 1 et 2, les livres de préconisations de différents pays lient le type de voirie cyclable avec le flux automobile et la vitesse. Plus le flux et la vitesse des véhicules à moteur sont faibles, plus les cyclistes peuvent être intégrés à la circulation.

Préconisation hollandaise (Godefrooij 1992)¹:

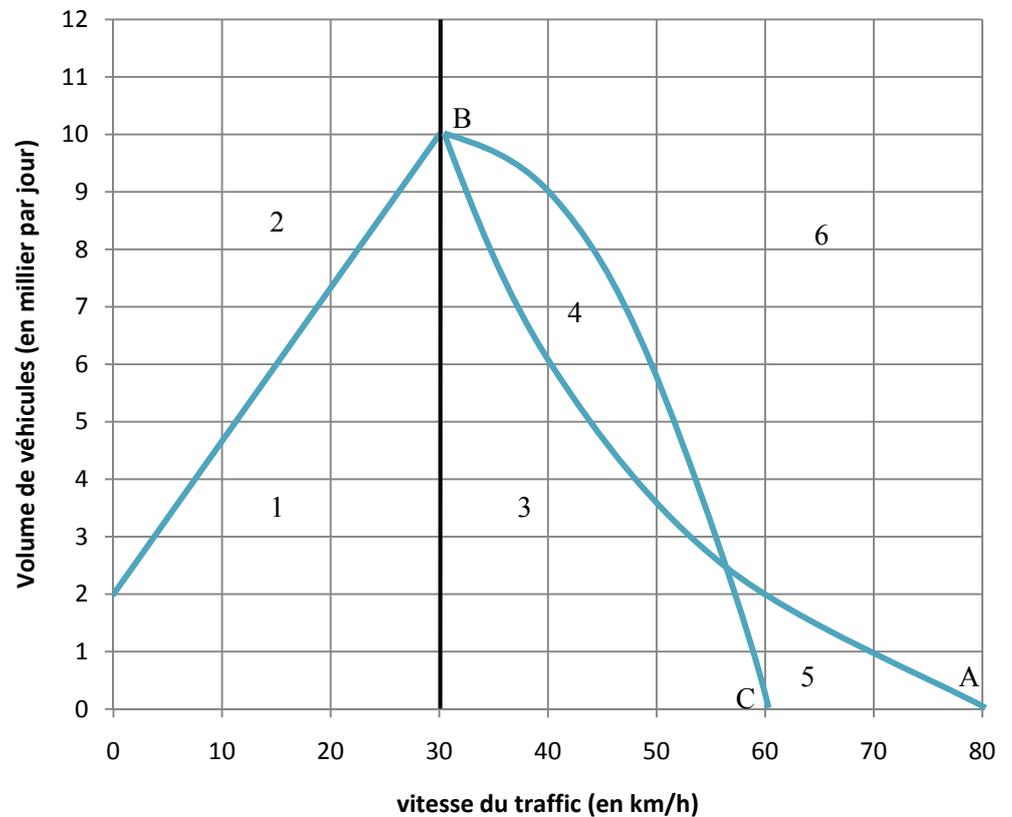


Figure 8 : Type de séparation entre cyclistes et véhicules motorisés selon différentes combinaisons de vitesse-volume

Source : Sign up for the bike, 1993
 Modification : Clément GERBER

N.B. L'axe horizontal du graphique utilise les vitesses réelles du trafic motorisé et non pas les vitesses réglementaires ou de conception !

¹ Godefrooij, Tom. Vélo Québec, 1992. 162.

La courbe **A-B** indique la combinaison vitesse-volume au-delà de laquelle une séparation est nécessaire (bande ou piste). La courbe **B-C** indique la combinaison vitesse-volume au-delà de laquelle les bandes cyclables ne sont pas une bonne solution.

Zone 1 : Si la vitesse est inférieure à 30 km/h, un profil mixte est généralement recommandé. Des bandes ou des pistes cyclables peuvent cependant toujours être construites pour des raisons de sécurité subjective ou de continuité du réseau cyclable. Il ne devrait pas y avoir de bandes ou de pistes cyclables construites dans les zones 30.

Zone 2 : La combinaison de très basses vitesses et de volumes élevés ne se produit quasiment jamais. Une prise de position sur les aménagements cyclables dans cette zone est sans objet.

Zone 3 : En règle générale, une voie sans bande ou piste cyclable est acceptable.

Cependant, ces aménagements peuvent être souhaitables, selon la voie et d'autres critères (routes de catégorie VII et VIII hors agglomération, où la vitesse de projet est 60 km/h).

Zone 4 : Une bande ou une piste cyclable est souhaitable.

Zone 5 : Une piste cyclable est souhaitable, mais les volumes de trafic motorisé sont si bas qu'une rue à profil mixte est aussi acceptable. Les bandes cyclables ne sont pas recommandées.

Zone 6 : À ces vitesses et débits élevés de trafic motorisé, des pistes cyclables sont toujours nécessaires.

Préconisation française¹ :

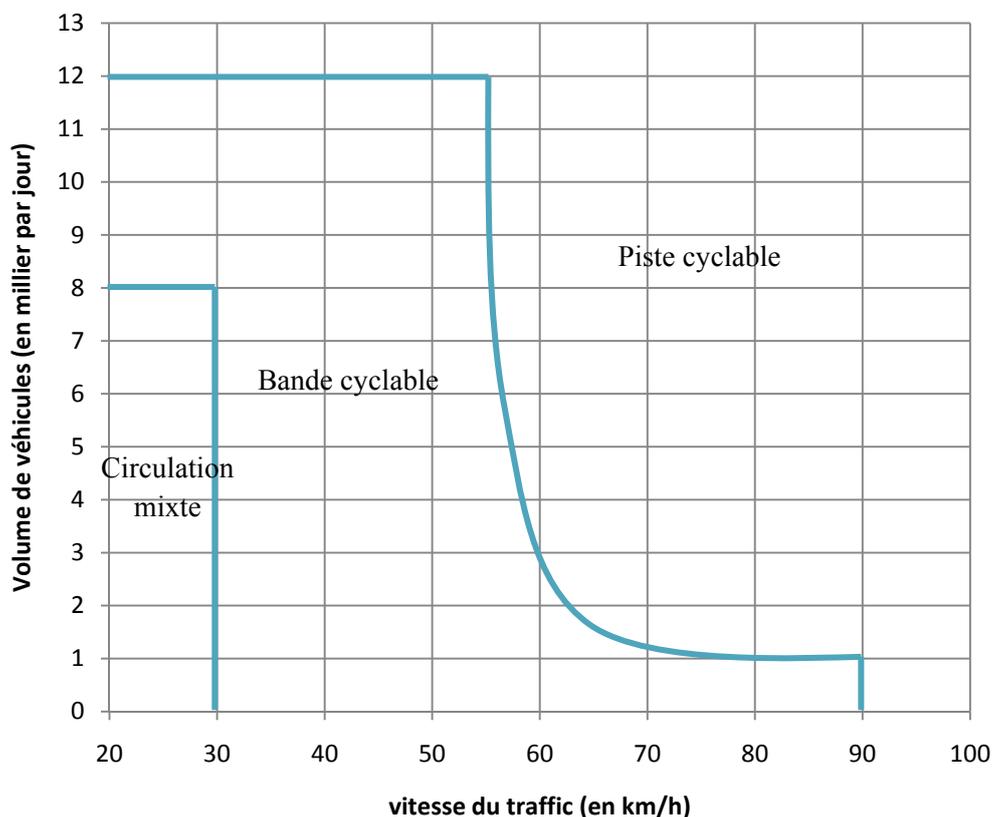


Figure 9 : Choix du type d'aménagement : les recommandations du CERTU

Source: CERTU, 2000
Modification : Clément GERBER

En France les expériences de nombreuses villes montrent que des bandes cyclables peuvent être créées sur des voies supportant un trafic motorisé supérieur à 8000 véhicules/jour, tout en maintenant un bilan sécurité satisfaisant. C'est pour cela que dans le manuel français un schéma alternatif est proposé (RAC, 2000).

¹ CERTU, 2000, Recommandations pour les aménagements cyclables, Lyon, CERTU, collection Références, avril 2000,

12. Les intersections

Après avoir traité des aménagements en général, penchons-nous sur le cas des intersections.

a) Les accidents ont-ils lieu en ou hors intersection ?

En France, sur la période de 9 ans, près de 70 % des cyclistes tués l'ont été hors intersection.¹ Ce chiffre a été calculé pour l'ensemble des cyclistes. Regardons à présent ce que disent les études en milieu urbain :

L'étude sur la région bruxelloise conclut à un rapport opposé : 70 % des accidents se sont produits en carrefour². Ce résultat est identique à celui de Nathalie Noël qui a analysé les accidents cyclistes entre 1986 et 1993 au Québec.

Il est important de tenir compte des intersections dans la modélisation, car il s'y produit deux fois plus d'accidents qu'en section courante.

b) Différentes intersections, différents aménagements

Il existe un nombre très important de types d'intersections, qui intègrent plus ou moins les cyclistes (aucune signalisation, signalisation au sol, voie réservée...), elles ne seront ni détaillées ni analysées dans ce rapport. En effet chaque intersection a ses spécificités, son environnement et il m'a paru impossible de les catégoriser.

Nous pouvons cependant observer que plus le cycliste est intégré à la circulation, plus il est en sécurité.

Anaïs Rocci, sociologue, a pu le pressentir dans sa thèse :

« Certains nous expliquent qu'il faut justement se mettre en danger pour paradoxalement moins risquer sa vie. C'est en s'imposant dans le trafic que le cycliste sera visible. Il s'agirait de lutter pour faire sa place dans cette "jungle" urbaine, être confiant et ne rien céder aux automobilistes. Tout se passe comme si le trafic se comportait comme une vaste chaîne alimentaire où les plus gros mangent les plus petits. »³

¹ Observatoire national interministériel de sécurité routière. *La sécurité des bicyclettes de 1992 à 2001*. Étude sectorielle, Paris : La documentation française, 2004.

² Cf. : ANNEXE 1 — 6. Étude enquête accidents en Belgique

³ Rocci, Anaïs. « De l'automobilité à la multimodalité ? Analyse sociologique des freins et leviers au changement de comportements vers une réduction de l'usage de la voiture. » Thèse de doctorat : « Sciences humaines et sociales : cultures, individus, sociétés », Paris, 2007.

Deux études le démontrent statistiquement :

Celle de Lend¹ détermine le taux de risque pour différents types d'intersections grâce à des questionnaires distribués aux élèves norvégiens et suédois. Il évalue à 1 accident pour 200 000 passages s'il n'y a pas d'aménagement à l'intersection ; et un accident pour 125 000 passages si une piste cyclable parallèle à la chaussée continue à l'intersection.

Celle de l'université de Lunt², compare le risque d'accident pour les cyclistes qui sortent tout droit de la chaussée avec d'autres cas de figure :

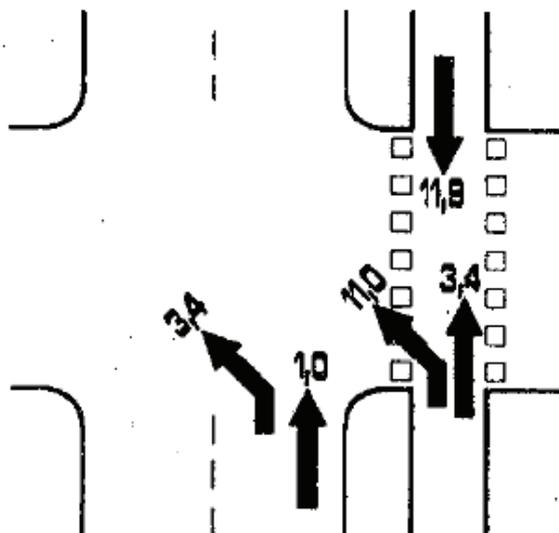


Figure 10 : Les risques à une intersection

Source : Université de Lunt, Suède

Le chiffre 1,0 correspondant au risque d'accident d'un cycliste qui traversera la chaussée en étant intégré à la circulation. On remarque que plus le cycliste est intégré à la circulation (même sens, même voie), plus il est en sécurité. On peut remarquer aussi qu'effectuer un virage dans une intersection multiplie le risque d'un facteur 3.

Il ressort de ces études que pour une même intersection, suivant le comportement du cycliste (itinéraire, intégration ou non à la circulation), le risque peut évoluer d'un facteur 10.³

L'itinéraire précis du cycliste au sein de l'intersection devra être déterminé afin d'éviter un facteur d'erreur pouvant atteindre 10.

c) Le cas des ronds-points

¹ Cf. : ANNEXE 1 — 4. Étude sur les écoliers norvégien et finlandais

² Cf. : ANNEXE 1 — 3. Risques d'accident à une intersection

³ Pour le détail de ces chiffres, se rapporter à l'annexe 1

De 1993 à 2005, on recense 2173¹ accidents impliquant au moins un cycliste dans les carrefours giratoires urbains en France et 41 tués. Cela représente 14,9 % des accidents en giratoire urbain et 13,3 % des tués dans ces mêmes carrefours.

À titre de comparaison, sur l'échantillon de référence des autres carrefours urbains, la part des accidents de cyclistes est de 8,3 % et celle des tués de 8,5 %.

Les giratoires sont des aménagements dangereux, les automobilistes ayant tendance à couper la trajectoire des cyclistes en sortant du rond-point.

« Les collisions par le côté, représentatives des refus de priorité (mais pas exclusivement) représentent 67,2 % des accidents de vélos dans les giratoires. Elles sont à égalité par la gauche et par la droite, laissant entrevoir autant de refus de priorité du cycliste qu'à son encounter, la responsabilité du cycliste n'étant toutefois évoquée que dans 18 % des cas informés. » (CETE de l'Ouest 2009)

Pour la modélisation, nous ne prendrons pas le giratoire comme une seule intersection, mais autant d'intersection que le cycliste traverse de branches.

Toutes ces études sur la sécurité cycliste ont eu pour principe de catégoriser les risques : un type de voie est plus dangereux qu'un autre, si sur cette voie, un aménagement ponctuel diminue le risque d'accident. Cependant, elles ne permettent pas d'attribuer de coefficients de sécurité ni aux types de voies, ni aux différentes intersections.

¹ CETE de l'Ouest. *Les accidents dans les carrefours giratoires urbains — Étude statistique de 1993 à 2005*. les rapports d'étude, CERTU, 2009.

13. Une modélisation de la sécurité

Le but de cette partie est de proposer une méthode originale pour modéliser la sécurité. Cette méthode prend en compte trois aspects : les micros aménagements, la différence de vitesse des automobiles et l'usage de l'espace urbain.

Cette méthode a pour avantage de ne pas nécessiter de statistiques d'accidents.

a) Les aménagements de détail

Ce n'est que récemment (dans la mise à jour de l'ouvrage : « Recommandations pour les aménagements cyclables ») que l'organisme de préconisation des aménagements, le CERTU, intègre l'insécurité liée aux aménagements de détail .

« Les chaussées comportent une multitude de petits obstacles gênants pour le cycliste : rails de voies ferrées ou de tramways, bordures de trottoirs insuffisamment abaissées, plaques en fonte et regards d'accès aux réseaux glissant par temps de pluie... Le cycliste a besoin d'éviter ces obstacles ou de les franchir perpendiculairement pour ne pas être déséquilibré... »¹

Pourtant, ils sont la cause de nombreux incidents : dans les questionnaires récoltés par Nathalie Noël², la catégorie d'incident qui prédomine est la chute due à l'état de la chaussée (15 %). Et si on additionne tous les incidents liés à l'aménagement de détail (état de la chaussée, évitement d'obstacle, sortie de véhicule, ouverture de portière), on obtient 44 %.

L'analyse des questionnaires envoyés aux Tourangeaux montre le rôle moindre, mais néanmoins important, que jouent les aménagements de détails dans les causes d'incidents : 10 % des chutes sont dues à un évitement d'obstacle. De plus, cumulés, les aménagements de détail sont la cause de 34 % des incidents.

Pour évaluer le coefficient de sécurité d'un itinéraire, il est donc important de recenser tous ces aménagements de détails.³

Solution technique⁴ : un opérateur pourra recenser tous les aménagements de détail, puis évaluer s'ils sont adaptés aux cyclistes (leur attribuer une note entre 1 et 5 par exemple). Ces données seront ensuite intégrées à un système d'information géographique.

¹ CERTU. *Recommandations pour les aménagements cyclables — Version mise à jour en septembre 2008*. Paris: CERTU, 2008.

² Cf. : ANNEXE 1 - 1. Thèse de Nathalie Noël

³ On peut voir ceux d'un quartier tourangeau, sélectionnés après les entretiens, en Annexe 1

⁴ Ces solutions ne sont en aucun cas des résultats de recherche, mais des applications possibles

b) Les vitesses des autres véhicules

Éviter les aménagements de détail permet de diminuer grandement le nombre d'incidents. Cependant comme nous l'avons vu précédemment, le coefficient de sécurité intègre de manière plus importante les accidents graves. Il faut donc maintenant déterminer un indicateur pour évaluer leurs risques.

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente l'intégration des cyclistes diminue les risques d'accident, la violence du choc est proportionnelle à la différence de vitesse du cycliste et des autres usagers et plus les véhicules à moteur vont vite plus il y a de dépassements et donc de conflits potentiels.

Nous pouvons donc en conclure que la différence de vitesse entre les cyclistes et les véhicules à moteur est un indicateur à prendre dans l'évaluation du coefficient de sécurité.

Solution technique : L'idéal sera de déterminer pour chaque tronçon de route et intersection, la différence effective entre les vitesses des vélos et des autres usagers. À défaut, les limites de vitesse et la vitesse moyenne en vélo pourront être considérées.

Après avoir intégré la vitesse des autres usagers motorisés et les aménagements de détail, d'autres causes d'accident, restent à prendre en compte : conflit avec les piétons, animaux, mauvais entretien...

c) Plus il y a de cyclistes, moins il y a d'accidents

Comme le montrent plusieurs études¹²³: plus il y a de vélos, moins il y a de risques.

Par exemple, l'étude de la fédération européenne de cyclisme (European Cyclists Federation (ECF) 1997) montre la relation entre le risque d'accident et le nombre de kilomètres parcouru par année pour différents pays.



Figure 11 : Risque cycliste dans différents pays européens

Source : ECF 1994

Modification : Clément GERBER

On remarque une forte corrélation entre ces deux paramètres. Différentes causes pourraient expliquer ce phénomène : les aménagements sont mieux adaptés dans les pays ayant une culture du vélo où que les cyclistes soient plus avertis.

D'après la FUBicy⁴, l'apparition en France de vélo en libre-service a diminué le risque de façon significative :

- À Lyon, l'apparition des « Vélo'V » a augmenté la pratique du vélo de 80 % en deux ans et a diminué le risque d'accident de 41 %
- A Paris, l'opération « Vélib » a augmenté les déplacements de 70 % et diminué les risques de 30 %

On peut supposer dans ces deux cas, qu'en deux ans les aménagements cyclables n'ont pas été modifiés et que ces opérations ont plus eu tendance à inciter de nouvelles personnes à utiliser un vélo plutôt que d'augmenter le nombre de déplacements des anciens usagers.

Tout cela nous laisse penser que la fréquence d'utilisation d'un itinéraire cyclable influence sur le risque ce celui-ci. Cela peut s'expliquer par le fait que les autres usagers (voitures, bus, piétons...) sont moins surpris à rencontrer des vélos.

¹ Lars Ekman: On the treatment of flow in traffic safety analysis - a non-parametric approach applied on vulnerable road users. Doctorate, University of Lund, 1996

² P L Jacobsen. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. Injury Prevention 2003

³ Transport Demand of Modes not covered in International Transport Statistics, UITP/ European Cyclists' Federation (ECF), 1997

⁴ Fédération française des Usagers de la Bicyclette

La prise en compte de l'utilisation effective de l'espace urbain permet de pallier aux lacunes des deux indicateurs précédents. En effet, comme on la vu à l'échelle d'un pays, la fréquence d'utilisation du vélo influe sur le coefficient d'insécurité du pays. On peut alors appliquer cela à une échelle plus petite : si beaucoup de vélos passent à un endroit, ils vont se faire une place dans l'espace urbain. Ainsi, les autres usagers (piétons, auto, bus et même animaux) seront prêts à les croiser et le risque d'incident sera moindre.

Il y a un autre avantage à se baser sur les itinéraires actuels des cyclistes : ils permettent de prendre en compte les pistes mal entretenues, ou les mauvais aménagements que les cyclistes vont eux-mêmes chercher à éviter.

Prendre en compte l'utilisation de l'espace urbain que les cyclistes ont l'habitude de suivre, permet d'anticiper les autres types d'incidents (conflit avec les usagers non motorisés, mauvais entretien...)

Solution technique : Pour récolter les données sur les itinéraires cyclistes le meilleur moyen et le comptage : il peut être réalisé avec des caméras, manuellement,¹ et peut être bientôt automatiquement grâce à des détecteurs

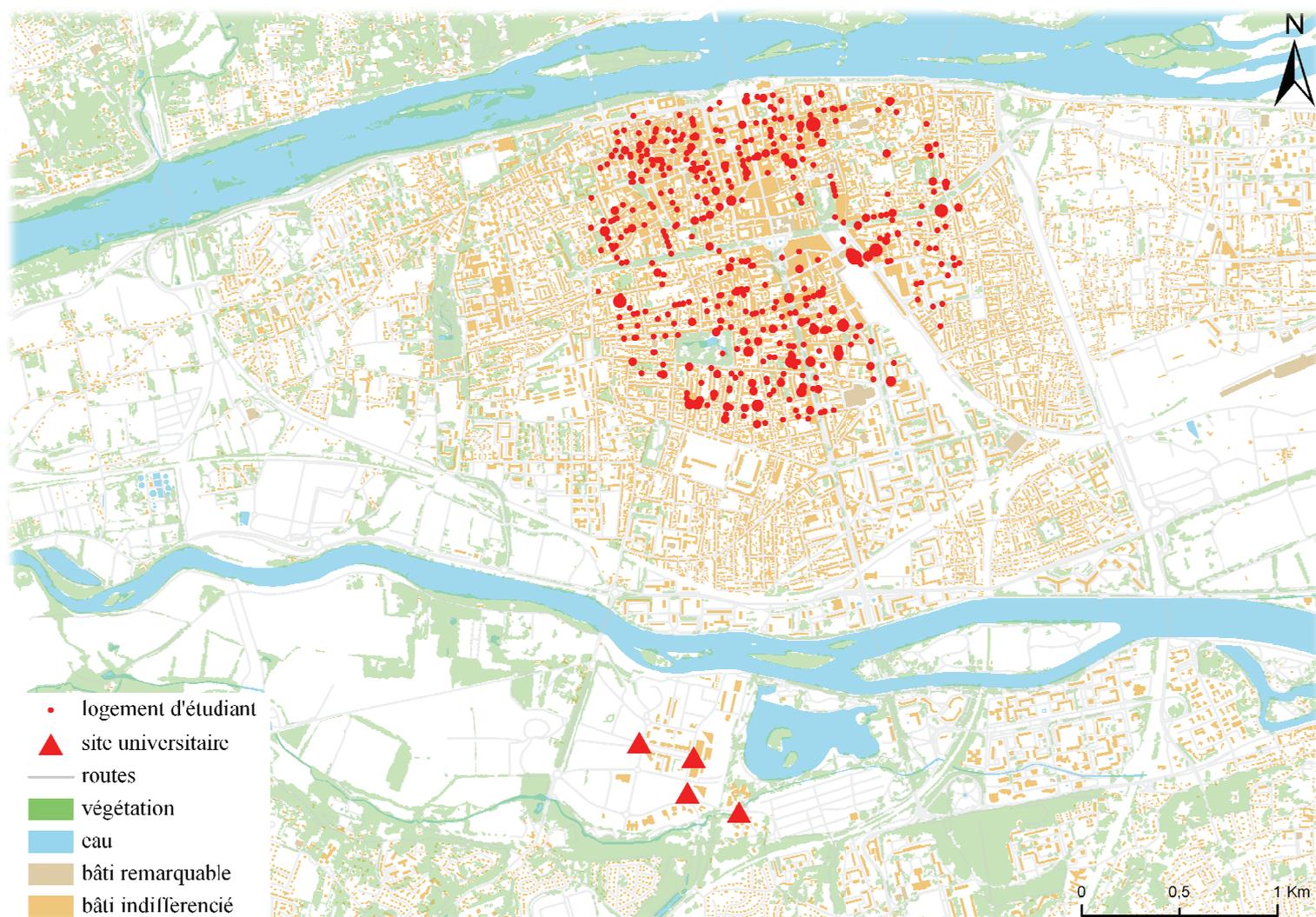
Prendre en compte les trois indicateurs que sont : la qualité des aménagements de détail, la différence de vitesse entre les véhicules motorisés et les vélos, et enfin l'utilisation effective de la voirie par les cyclistes ; permet de couvrir l'ensemble des causes d'incidents dépendant de l'itinéraire, déterminé par les questionnaires et les entretiens.

Se pose maintenant le problème de savoir comment représenter le coefficient de sécurité informatiquement.

¹ Cf. : Partie 1- 1 sur les méthodes de récolte de données

2. Propositions de modélisation informatique

Maintenant que nous avons identifié les différents paramètres à prendre en compte pour déterminer si un itinéraire est sécurisé ou non ; cette partie propose d'appliquer la modélisation au cas de Tours.



Carte 2 : Localisation des étudiants pris en compte pour le traitement informatique

Source: BD Carto, base apogée 2008

Réalisation : Clément GERBER

Tous les calculs seront réalisés avec les étudiants vivant au centre-ville de Tours et étudiant dans le quartier des Deux Lions. La géo-localisation des étudiants a été réalisée dans le cas d'un atelier¹ de travail par 9 étudiants et moi-même, travaillant tous au département aménagement de l'École Polytechnique de Tours.

Cette carte nous permet de voir où habitent les étudiants pris en compte pour les analyses futures. Par souci de lisibilité, les logements ne seront plus représentés.

589 étudiants se trouvent dans la zone arbitrairement choisie correspondante au centre-ville et étudient sur les 4 sites universitaires du quartier des Deux Lions.

Nous allons voir deux méthodes de modélisation : la première ne prenant en compte que les « points noirs » de la ville, l'autre plus complexe se reposant sur le coefficient de sécurité déterminé par la méthode présentée précédemment².

¹ Atelier PLUM 2009 réalisé par 9 étudiants de l'École Polytechnique de Tours

² Cf. : fin de la partie 2

21. Méthode de modélisation « évitement des points noirs »

a) Le principe

Le « point noir » est un lieu où il y a une fréquence d'accidents importants. Ce terme vient du fait que quand les accidents sont représentés sur une carte, une forte concentration de ceux-ci donne une impression de point noir.

Le principe de cette modélisation est d'identifier ces points, de les reporter sur une carte et ensuite de créer un algorithme de calcul d'itinéraire défavorisant ou même interdisant l'accès à ces endroits tout en cherchant à la base les chemins minimaux en distance.

Dans le cas de cette étude, la modélisation a pour principe d'empêcher l'accès à certaines zones. Elles ont été déterminées suite aux réponses au questionnaire relatif aux accidents, mais surtout grâce aux entretiens effectués sur l'échantillon sélectionné¹. Six lieux décrits comme dangereux ont été identifiés².

C'est le complément « Network Analyst® » du logiciel « ArcMap® » qui a été utilisé pour réaliser les calculs d'itinéraires. Il est important de préciser que pour ce calcul, il a été considéré que les cyclistes pouvaient emprunter tout type de voiries sauf l'« autoroute »³ les « quasi-autoroutes »³ et les « bretelles d'autoroutes »³.

b) Les résultats

On peut voir sur la Carte 3 page 59 la représentation de tous les itinéraires que vont suivre les étudiants se rendant sur leur lieu d'étude, en considérant que :

1. Ils choisissent leur itinéraire sans prendre en compte ni le type de voirie ni les dangers potentiels (méthode, chemin le plus court)
2. Ils vont toujours choisir le chemin le plus court, mais en évitant de façon systématique les lieux où il y a eu beaucoup d'accidents (méthode, évitement des points noirs)

Alors que dans le premier cas, les étudiants vont parcourir en moyenne 3,46⁴ km, dans le second cette distance sera de 4,06 km. Le fait d'éviter les 6 points noirs occasionne un détour de 600 m (17 % du trajet moyen).

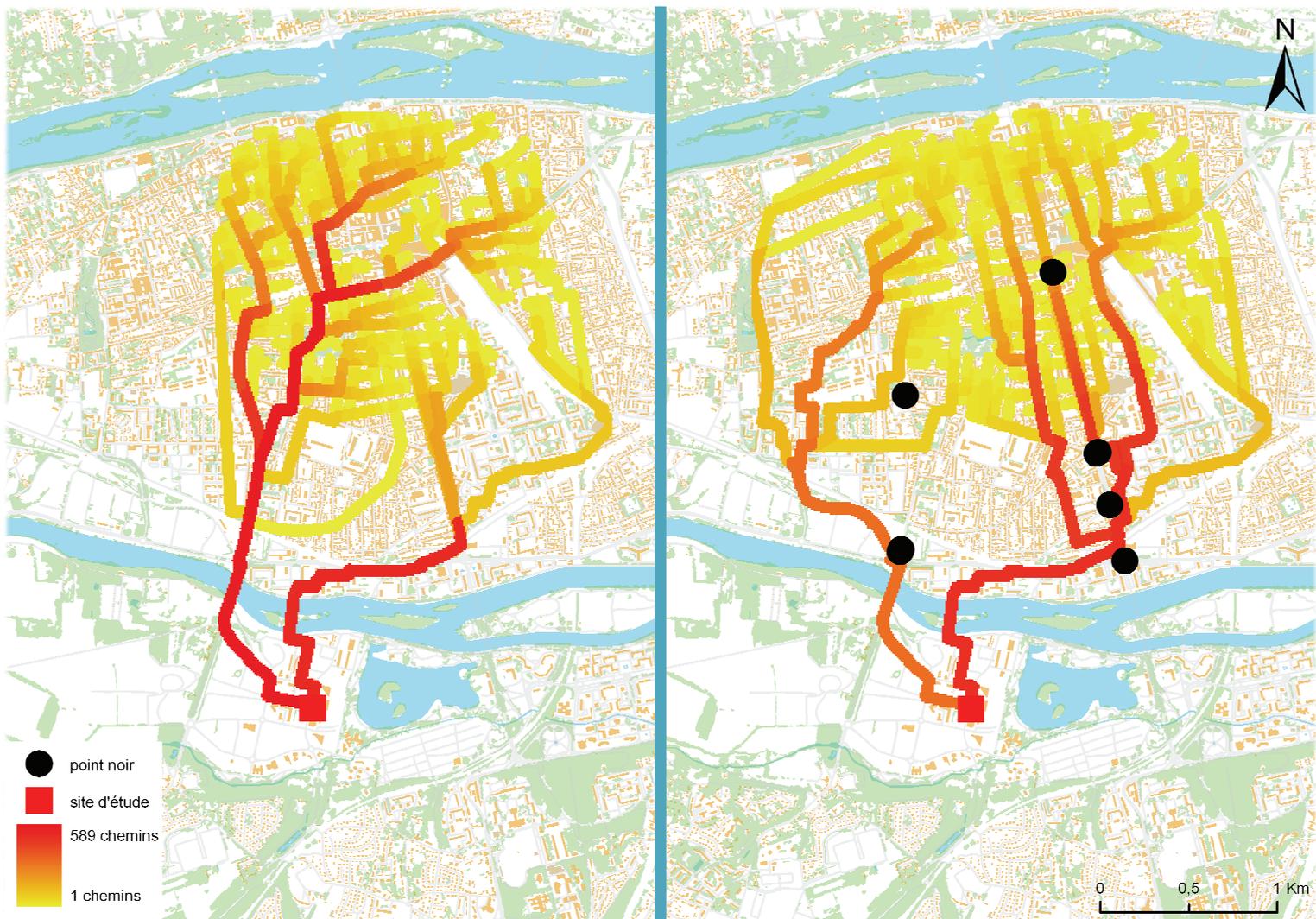
L'étudiant le plus désavantagé par ce choix d'itinéraire va réaliser un détour de plus de 1,2 km et donc augmenter la distance et sûrement le temps de trajet de 50 %. D'autres au contraire ne vont pas quasiment pas changer leur itinéraire (4m de détour).

¹ Cf : partie 1

² La méthode et le résultat de la détermination de ces lieux peuvent être critiqués, cependant l'intérêt ici est la méthode de modélisation et non la localisation des lieux réellement dangereux.

³ Au sens de la source de donnée (BD Carto)

⁴ Tous ces résultats ont été réalisés sur tableur par mes soins



Carte 3 : Comparaison des méthodes « chemin minimum » (à gauche) et « points noirs » (à droite)

Source : BD Carto, calculs personnels
Réalisation : Clément GERBER

c) Les limites

Cette méthode, facile à paramétrer, n'est pas sans défaut. Elle ne prend pas en compte la fréquentation des cyclistes. Comme il y a forcément plus d'accidents dans les lieux les plus utilisés, la modélisation proposée risque d'empêcher les cyclistes d'utiliser les endroits habituellement les plus fréquentés.

Comme le montre la carte ci-dessus, l'identification des points noirs peut avoir des effets très différents. On imagine que bloquer informatiquement l'accès à une piste cyclable dangereuse bordée par une route n'aurait pour conséquence que de décaler légèrement l'itinéraire, alors qu'un point noir sur un pont par exemple, modifiera sensiblement la longueur des chemins.

Il serait possible d'améliorer le modèle en considérant le coefficient de sécurité (comme défini en conclusion de la partie 2) et non pas le nombre d'accidents, ainsi qu'en ne restreignant pas strictement l'accès aux points noirs, mais en leur attribuant une valeur de détour¹ proportionnel à ce coefficient de sécurité.²

¹ La valeur de détour est définie Partie 2 – 1.3. c

² Par manque de temps et de moyens techniques, cette méthode n'a pu être mise en place concrètement.

22. Méthode de modélisation « le moins de risques d'accident »

a) Le principe

Cette méthode peut être mise en place même sans données d'accidents. C'est la suite logique de la proposition de modélisation présentée en « partie 1-3 », qui repose sur l'évaluation du coefficient de sécurité avec les aménagements de détail, la vitesse des véhicules motorisés et l'utilisation effective de la voirie.

Elle repose sur la théorie des graphes : on attribue pour tous les nœuds (les intersections) et tous les arcs (les sections courantes entre les intersections) une valeur proportionnelle au coefficient de sécurité.

Un cas simplifié a été représenté dans la figure ci-après. Les coefficients ont arbitrairement été choisis entre 0 (aucun risque) et 10 (coefficient de sécurité très important). Comme le montre le tracé bleu, le chemin idéal correspond (si on ne prend en compte que la sécurité) à celui dont la somme des coefficients pour aller du départ à l'arrivée est minimale.

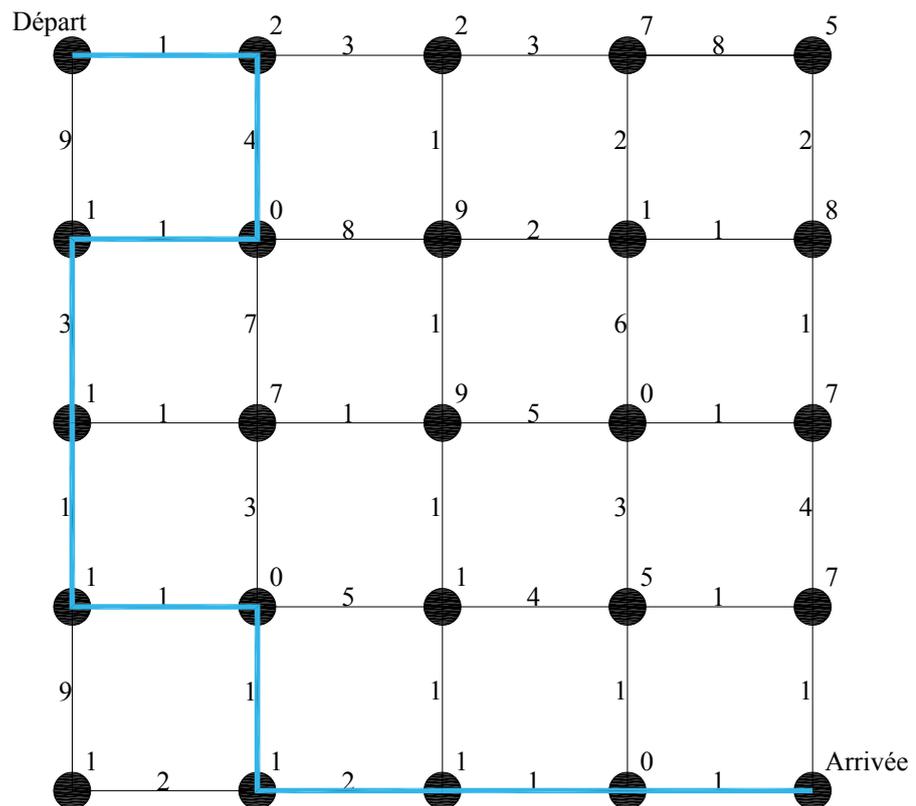


Figure 12 : Principe de la modélisation « le moins d'accidents »

Réalisation : Clément GERBER

Cet exemple est simplifié. En effet, dans un cas réel :

- Les distances entre intersections ne sont pas identiques (on considérera que le risque d'accident est proportionnel à la longueur de la section continue). Il faudra alors adapter les coefficients à la longueur des arcs.
- Certaines voies ne peuvent être prises que dans un sens : les arcs seront orientés.
- Dans la majorité des cas, aller de l'intersection A à B ou aller de l'intersection B vers A engendre des risques différents : les valeurs de l'arc devront être différentes selon l'orientation de l'arc.
- On peut imaginer qu'il puisse exister deux possibilités pour aller d'un point à un autre (piste cyclable ou intégrée à la circulation par exemple) : l'arc sera alors double.
- Le coefficient d'insécurité suivant que le cycliste rejoint une route ou une autre dans une intersection est différent¹ : il faudra en tenir compte en attribuant un coefficient différent aux nœuds suivant les connexions aux arcs.

b) Résultats

Le complément « Network Analyst® » du logiciel « ArcMap® » mis à ma disposition ne m'a pas permis d'affecter un coefficient aux intersections. Je n'ai donc pas pu appliquer ce modèle pour les étudiants tourangeaux.

c) Les limites

Cette méthode paraît idéale, en prenant en compte tous les potentiels d'accident de façon très fine. En contrepartie elle relativement difficile à mettre en place, demande des moyens d'investigations (pour la récolte de données) et informatiques importants.

Le fait de ne pas avoir pu la mettre en place complètement ne me permet pas de comparer les résultats théoriques avec la réalité qui ressort des entretiens.

¹ Nous avons vu précédemment qu'il peut varier d'un facteur dix

CONCLUSION

En France, la recherche sur la sécurité cycliste est à l'image des aménagements : discontinus et bien souvent inadaptés. La triple analyse empirique, qualitative et quantitative ainsi que la littérature étrangère disponible ont permis de tirer de nombreuses conclusions sur la modélisation de la sécurité cycliste.

Dans la modélisation, un poids sera attribué à la gravité de l'incident afin d'avoir des données suffisamment précises et ne pas dévaluer les accidents graves. Ce poids sera proportionnel aux coûts des accidents fixés par l'État français. La modélisation a pour but de favoriser les chemins les plus sécuritaires, elle reposera sur des éléments scientifiques et fera abstraction des peurs de chacun. Le principe étant de catégoriser les situations du terrain, de réaliser des études statistiques pour connaître leurs potentiels de risques, leur attribuer un coefficient et ensuite de l'appliquer sur les différents aménagements. Elle prendra en compte le risque et non pas le nombre absolu d'accidents.

L'étude des aménagements nous a permis de déterminer qu'il y a deux fois plus d'accidents en section courante qu'en intersection. Il est donc important de les analyser dans leur globalité, sans pour autant négliger l'itinéraire précis du cycliste au sein de cette intersection. Les ronds-points giratoires ne doivent pas être pris comme une seule intersection, mais comme autant d'intersection que le cycliste traverse de branches.

Pour évaluer le coefficient de sécurité d'un itinéraire, une solution serait d'analyser tous les aménagements de détails, la différence de vitesse entre les cyclistes et les véhicules à moteur ainsi que les itinéraires habituels des cyclistes.

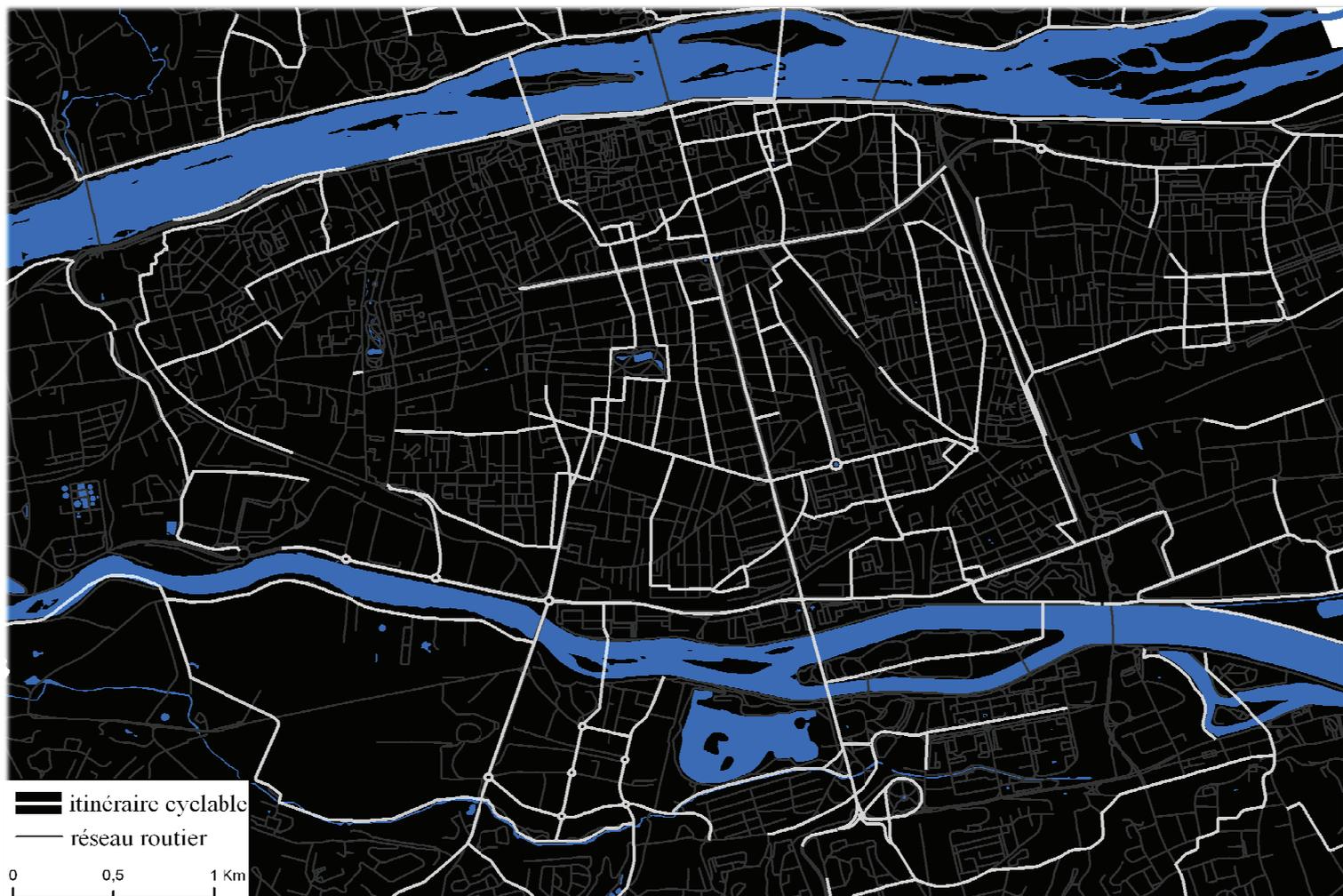
Techniquement, un opérateur pourra recenser tous les aménagements de détail, puis évaluer s'ils sont adaptés aux cyclistes (leur attribuer une note entre 1 et 5 par exemple). Puis, il pourra déterminer pour chaque tronçon de route et intersection, la différence effective entre les vitesses des vélos et des autres usagers (à défaut, les limites de vitesse et la vitesse moyenne en vélo pourront être considérées). Enfin, il lui sera possible de compter les cyclistes manuellement, avec des caméras, et peut être bientôt automatiquement grâce à des détecteurs.

Ce travail n'a permis de répondre que partiellement à la question posée qui était de savoir comment modéliser le facteur de la sécurité dans un GPS ou dans des logiciels tels que Mappy©. En effet, le traitement informatique n'a pu être fait que dans un cas simplifié. Nous nous sommes gardés de déterminer une valeur pour le coefficient de sécurité, car l'indispensable vérification de la corrélation entre le modèle théorique et la réalité ne pouvait être réalisée.

Toutes les analyses de ce rapport avaient pour but de traiter informatiquement la question de la sécurité dans l'élaboration d'un itinéraire cyclable ; cependant, elles peuvent être considérées en amont, lors de la création des aménagements par l' élu ou le technicien. Nous allons à présent explorer quelques pistes d'amélioration de la sécurité dans l'agglomération tourangelle.

À Tours, il se construit de plus en plus d'aménagements ponctuels pour les cyclistes

créant ainsi de nombreuses discontinuités dans le réseau alors qu'il serait important de travailler sur le réseau cyclable d'une ville dans sa globalité. Comme on peut le voir sur la carte ci-dessous, celui de Tours est fragmenté.



Carte 4 : Le réseau cyclable tourangeau

Réalisation : Clément GERBER

Les aménageurs ont pour habitude de considérer les rivières, voies ferrées, autoroutes comme des barrières pour les réseaux de transport. Pour les cyclistes, elles peuvent être valorisées et devenir de véritables axes structurants sécuritaires. Il y a en effet par nature très peu d'intersections sur ces itinéraires et donc peu de conflits potentiels ; de surcroit le nombre de virages et de pentes y est limité.

À Tours, on peut compter trois grands axes Est-Ouest qui bordent les fleuves. Ils sont aménagés en voie verte ce qui rend la probabilité de conflits avec les piétons importante. Il existe un aménagement suivant un axe Nord Sud de manière rectiligne qui apparaît comme structurant. Néanmoins, sous forme de contre allée, il pose de nombreux problèmes quant à la cohabitation avec les voitures. Nous avons pu voir grâce aux entretiens effectués auprès de la population qu'il était source de beaucoup d'accidents et que de nombreux cyclistes l'évitaient.

En 2013, Tours va inaugurer l'arrivée d'un tramway qui va bouleverser le réseau de circulation. Il peut être vu comme une nouvelle barrière pour les itinéraires cyclistes, mais si les aménagements sont adéquats, le tram pourrait offrir de nouveaux axes structurants et sécuritaires.

BIBLIOGRAPHIE

- AFP. «Le port du casque à vélo pourrait être un facteur de risque.» 2007.
- Agence d'urbanisme de l'agglomération orléanaise. «n°spécial accidentologie.» *La lettre de l'urba*, juin 2008: 4.
- AIPCR. «les méthodes d'évaluation économique utilisées dans les pays de l'AIPCR.» 1999.
- Boiteux, Marcel. *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*. rapport du commissariat général du Plan , paris: La Documentation française, 2001.
- bpa – Bureau de prévention des accidents. *38% des cyclistes portent volontairement un casque* . 18 7 2007. http://www.bfu.ch/French/medien/Pages/2007_07_18.aspx (accès le 5 10, 2009).
- Carré, Jean-René. « RESBI : Recherche expérimentale sur les stratégies des cyclistes dans la circulation urbaine.» INRETS, Paris, 1999.
- Carré, Jean-René. *les déplacements non motorisés : marche, vélo, roller..., éléments clés pour une alternative en matière de mobilité urbaine*. Predit, 2003.
- Carré, Jean-René, et A Julien. *Présentation d'une méthode d'analyse de séquences piétonnières au cours des déplacements quotidiens des citadins et mesure de l'exposition au risque des piétons*. 2000.
- CERTU. *Recommandations pour les aménagements cyclables - Version mise à jour en septembre 2008*. Paris: CERTU, 2008.
- . «Zones 30 et zones de rencontre : la généralisation des double-sens cyclables.» *Techni.cités*, 8 Décembre 2008: 2-4.
- CETE de l'Ouest. *Les accidents dans les carrefours giratoires urbains - Étude statistique de 1993 à 2005*. les rapports d'étude, CERTU, 2009.
- Drummond, A, et F Jee. *The Risks Of Bicyclist Accident Involvement*. Melbourne: Monash University Accident Research Centre, 1988.
- European Cyclists Federation (ECF). «Transport Demand of Modes not covered in International Transport Statistics.» 1997.
- FUBicy. «Vélo et sécurité routière.» *fubicy.org*. septembre 2007. <http://www.fubicy.org/IMG/pdf/SecuRoutVelo.pdf> (accès le mai 6, 2009).
- Garder, P., L. Leden, et T. Thedéen. *Safety implications of bicycle paths at signalizer intersections*. Accident Analysis and Prevention, 1994.
- Godefrooij, Tom. *Vélo Québec*, 1992. 162.

- Guyonnet, Jean-François. *Risques et sécurité - Invariance problématique et arborescence méthodologique*. Paris: Technosup, 2002.
- Institut Belge pour la Sécurité Routière. *Accidents de cyclistes en contexte urbain*. Bruxelles.
- Janssen, W. *Road user behavior : theory and research*. Assen: Van Gorum, 1988.
- Julien, Arantxa. *Aménagement cyclable et espace urbain*. rapport final, CERTU, 2000.
- Kalifa, Aurélie. «L'usage de la bicyclette et les étudiants de l'Université de Tours.» Mémoire de MASTER 2ème année « Villes & Territoires », Tours, 2007.
- Leden, L. *The safety of cycling children: effect of the street environment*. Nordic Road and Transport Research, 1989.
- Lott, D.F, et D.Y Lott. *Effect of bike lanes on ten classes of Bicycle-Automobile accidents in Davis*. California: Journal of Safety Research, 1976.
- Merlin, Pierre, et Françoise Choay. *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. Paris: Presses universitaires de France, 1996.
- Noël, Nathalie. *Formes urbaines, aménagements routiers et usage de la bicyclette*. Thèse de doctorat, Québec: Faculté d'aménagement, d'architecture et d'arts visuels, Université Laval, 2003.
- Noël, Nathalie. «L'impact de l'aménagement des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes.» Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maître en aménagement du territoire et développement régional, Québec - Université Laval, 1997.
- Observatoire national interministeriel de sécurité routière. *La sécurité des bicyclettes de 1992 à 2001*. Étude sectorielle, Paris: La documentation Française, 2004.
- OCDE. «SAFETY OF VULNERABLE ROAD USERS.» rapport final de l'OCDE, PARIS, 1999.
- OVE-Observatoire national de la Vie Étudiante. *Enquête "condition de vie"*. <http://www.ove-national.education.fr/index.php?lang=fr&page=enqcond.php&chap=3> (accès le Avril 27, 2009).
- Paombini, A. «Modélisation des choix d'itinéraires pédestres en milieu urbain, approche géographique et paysagère.» Thèse de doctorat, Université de franche-comté, 2006.
- Papon, F. *La ville à pied et à vélo*. Paris: Anthropos, 2003.
- . «La marche et le vélo : quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité ? 2ème partie : la santé et la sécurité.» *Transports n°413*, 2002.
- Papon, F, et C Soulas. *Les conditions d'une mobilité alternative à l'automobile individuelle*. Annales des Mines, 2003.
- Papon, Francis. «Quelle place pour le vélo dans la recherche?» *Vélocité*, décembre 2007: 20-21.

Rauh, Wolfgang. «« Roulette russe » sur les pistes cyclables, les pistes cyclables au centre de la critique.» *Vélo Sécure*. Salzbourg: ECF, 1994.

Robert, Paul. *Le nouveau Petit Robert*. Paris: Le Robert, 2009.

Rocci, Anaïs. «De l'automobilité à la multimodalité ? Analyse sociologique des freins et leviers au changement de comportements vers une réduction de l'usage de la voiture.» Thèse de doctorat : « Sciences humaines et sociales : cultures, individus, sociétés », Paris, 2007.

Saffache, pascal. *Dictionnaire simplifié de l'aménagement*. Fort-de-France: Ibis rouge éditions, 2002.

Wachtel, Alan, et Diana Lewiston. «Risk factors for bicycle-motor vehicle collisions at intersection.» *ITE Journal*, 1994: 30-35.

Wegman, F. *Safety effects of bicyclefacilities : the dutch experience*. The Netherlands: Institute for Road Safety Research SWOV, 1988.

Wikipedia. *Wikipedia*. 8 Avril 2009. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Agression> (accès le Avril 24, 2009).

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : résumé de la méthode proposée	17
Figure 2 : Les principaux facteurs de cause d'accidents (dépendant de l'itinéraire).....	18
Figure 3 : Les facteurs d'accidents liés à la voirie et à la visibilité	19
Figure 4 : Les facteurs d'accidents liés aux obstacles	20
Figure 5 : Les facteurs d'accidents liés aux autres usagers	21
Figure 6 : Évolution de la gravité (NB de tués/100 victimes) des accidents cyclistes en fonction du milieu	29
Figure 7 : Le curseur de « la valeur de détour »	34
Figure 8 : Type de séparation entre cyclistes et véhicules motorisés selon différentes combinaisons de vitesse-volume	48
Figure 9 : Choix du type d'aménagement : les recommandations du CERTU	49
Figure 10 : Les risques à une intersection	51
Figure 11 : Risque cycliste dans différents pays européens	55
Figure 12 : Principe de la modélisation « le moins d'accidents »	60

TABLE DES CARTES

Carte 1 : domicile et lieu d'étude des personnes interrogées	26
Carte 2 : Localisation des étudiants pris en compte pour le traitement informatique	57
Carte 3 : Comparaison des méthodes « chemin minimum » (à gauche) et « points noirs » (à droite)	59
Carte 4 : Le réseau cyclable tourangeau	63

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Trois premiers couples de facteurs influant le choix de l'itinéraire cyclable	32
Tableau 2 : Coût des accidents par type de blessures.....	37
Tableau 3 : Ratio des catégories d'usagers pour les peurs et les accidents	39
Tableau 4 : Inconvénients relatifs à la sécurité des différents types de voies cyclables.....	47
Tableau 4 : Peurs et insécurités (thèse de Nathalie Noël)	I
Tableau 5: Accidents (thèse de Nathalie Noël)	II
Tableau 6: Comportement des cyclistes (mémoire de Nathalie Noël)	II
Tableau 7: Évaluation du risque selon le type d'aménagement à l'intersection.....	IV
Tableau 8: Les taux d'accidents cyclistes selon le type d'aménagement.....	IV
Tableau 9: Le taux d'accidents attendu (en %) selon le type d'accident.....	V
Tableau 10: Localisation des accidents à Bruxelles	V
Tableau 11: Localisation des accidents en carrefour à Bruxelles.....	VI
Tableau 12: Localisation des accidents en section à Bruxelles	VI
Tableau 13: Les risques en fonction du type de voirie à Palo Alto	VI

TABLE DES MATIÈRES

Avertissement.....	5
Formation par la recherche et projet de fin d'études	6
Remerciements.....	7
Partie 1 : La sécurité cycliste, méthode de travail.....	12
1. Les données disponibles	13
11. Les rapports d'accidents.....	13
a) Les constats	13
b) Les rapports dans les hôpitaux	13
c) L'analyse de ces données	14
12. Des données issues de travaux de recherche	14
a) Une caméra sur le vélo	14
b) Distribution de carnets.....	15
c) La caméra fixe.....	15
d) La méthode du questionnaire.....	16
2. La méthode suivie	17
21. Méthode systématique de détermination des facteurs influant sur la sécurité	18
a) Les agressions.....	19
b) Les chutes liées à la voirie et à la visibilité	19
c) Les chutes liées aux obstacles	20
d) Les conflits avec les autres usagers	21
22. Enquête quantitative	22
a) La méthode d'enquête	22
b) Le choix des questions	23
c) Profil des personnes ayant répondu.....	24
23. Enquête qualitative.....	25
Partie 2 : la sécurité un facteur important, mais complexe.....	27
1. La place de la sécurité dans le choix de l'itinéraire.....	28
11. Un facteur dissuasif pour l'usage du vélo ?.....	28
a) Le vélo n'est pas plus dangereux que d'autres modes de déplacement.....	28
b) Vélo de ville/vélo de campagne	29
c) Cependant, la sécurité reste un facteur important de non-utilisation du vélo.....	30
12. La sécurité influence-t-elle le parcours de l'utilisateur ?.....	31
a) Un itinéraire totalement sécurisé ?	31
b) L'influence de la sécurité dans le choix de l'itinéraire – l'avis des cyclistes.....	31
c) La sécurité et les autres facteurs.....	32
13. La sécurité, oui, mais à quel prix ?	33
a) Quel sacrifice pour la sécurité ?	33
b) La valeur de détour	33
c) ... une notion variable	34
2. La sécurité une notion complexe	35
21. La sécurité et la gravité des incidents.....	35
a) Définitions.....	35
b) Différentes modélisations possibles	36
c) L'exemple d'une modélisation mixte.....	37

22. Peurs et préjugés	38
a) La peur de « l'autre ».....	38
b) Les deux roues, une catégorie sous-évaluée.....	38
c) La peur ou les chiffres ?	39
23. Une notion difficile à quantifier	40
a) L'exemple des aménagements cyclables.....	40
b) Quelles données prendre en compte ?	40
c) Prendre en compte le risque	41
24. Conclusion.....	42
Partie 3 : Modélisation du facteur sécurité dans les déplacements cyclistes.....	43
1. Introduction à la modélisation : les aménagements cyclables	44
11. Les différents types d'aménagements linéaires.....	44
a) Les aménagements spécifiques aux cyclistes sont-ils plus sûrs ?.....	44
b) Les différents types de voies cyclables.....	45
c) Mais alors quelle voirie choisir ?.....	48
12. Les intersections	50
a) Les accidents ont-ils lieu en ou hors intersection ?	50
b) Différentes intersections, différents aménagements.....	50
c) Le cas des ronds-points	51
13. Une modélisation de la sécurité.....	53
a) Les aménagements de détail.....	53
b) Les vitesses des autres véhicules.....	54
c) Plus il y a de cyclistes, moins il y a d'accidents.....	55
2. Propositions de modélisation informatique.....	57
21. Méthode de modélisation « évitement des points noirs »	58
a) Le principe.....	58
b) Les résultats.....	58
c) Les limites	59
22. Méthode de modélisation « le moins de risques d'accident »	60
a) Le principe.....	60
b) Résultats	61
c) Les limites	61
Bibliographie.....	64
Table des figures.....	67
Table des cartes	68
Table des tableaux	69
Table des matières.....	70
ANNEXE 1 : récapitulatif des recherches existantes	I
1. Thèse de Nathalie Noël	I
2. Mémoire de Nathalie Noël.....	II
3. Risques d'accident à une intersection	III
4. Étude sur les écoliers norvégien et finlandais	IV
5. Étude enquête accidents en Californie.....	V
6. Étude enquête accidents en Belgique	V
7. Étude enquête accidents à Palo Alto	VI
ANNEXE 2 : Questionnaire personnel.....	VII
1. Profil des personnes interrogées.....	VII
2. La place de la sécurité dans le choix de l'itinéraire.....	VIII
3. Les questions relatives à la sécurité	IX
a) <i>Les principales peurs :</i>	X

b) <i>Les peurs liées aux aménagements</i> :	X
c) <i>Les autres peurs</i> :	X
d) <i>Les peurs des autres usagers</i> :	XI
4. Le questionnaire envoyé	XIII
5. Les réponses obtenues	XIV
ANNEXE 3 : Entretiens, les éléments dangereux	XV

ANNEXE 1 : RÉCAPITULATIF DES RECHERCHES EXISTANTES

1. Thèse de Nathalie Noël¹

Auteur : Nathalie Noël

Date de l'étude : 2001

Lieu de l'étude : Région urbaine de Québec (Canada)

Méthode : Un questionnaire a été distribué « *Les cyclistes ont aussi été interrogés sur les motivations les incitant à faire de la bicyclette, les peurs et insécurités vécues, les accidents et les chutes dont ils ont été victimes.* »

Échantillon : environ 300 cyclistes

Question 1 :

Est-ce qu'il vous arrive d'éprouver un sentiment d'insécurité lorsque vous utilisez votre bicyclette (ex. peur liée à la circulation, peur liée à la sécurité de la personne comme une agression) ?

Si oui, expliquez dans quelle(s) circonstance(s) vous avez peur?

Peurs et insécurités	nombre
Comportements des automobilistes	69
Collision latérale (accrochage)	42
Circulation dense	30
Autres cyclistes	16
Autobus et poids lourds	20
Boulevards et artères	19
Dénivellation	11
État de la route	11
Comportements des piétons	11
Vol et attaque	9
Bris mécanique	8
Noirceur	7
Autres	7
Traversée carrefours importants	5
Pont	3
Début de saison	4
Travaux routiers	1
Passage à niveau	1

Tableau 5 : Peurs et insécurités (thèse de Nathalie Noël)

Source : (Noël, Formes urbaines, aménagements routiers et usage de la bicyclette 2003)

¹ Noël, Nathalie. *Formes urbaines, aménagements routiers et usage de la bicyclette*. Thèse de doctorat, Québec: Faculté d'aménagement, d'architecture et d'arts visuels, Université Laval, 2003.

Question 2 :

*Avez-vous déjà eu des accidents ou des chutes à bicyclette ?
Si oui, combien ? Dans quelle circonstance ? À quel endroit ?*

Accidents	nombre
Accrochage avec cycliste, piéton, patineur	15
Collision latérale	11
Ouverture de portière	10
Sortie de véhicule (angle droit)	8
Non-respect de la signalisation — cycliste (angle droit)	7
Non-respect de la signalisation — automobiliste (angle droit)	7
Angle droit	3
Télescopage	6
Collision frontale	2
Chutes	
Chute due à l'état de la chaussée	24
Chute dans la circulation	17
Chute apprentissage	15
Autres chutes	11
Chute due aux conditions météorologiques	9
Chute pour éviter obstacle	2

Tableau 6: Accidents (thèse de Nathalie Noël)

Source : (Noël, Formes urbaines, aménagements routiers et usage de la bicyclette 2003)

2. Mémoire de Nathalie Noël¹

Auteur : Nathalie Noël

Titre de l'ouvrage : l'impact de l'aménagement des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes

Date de l'étude : Avril 1997

Lieu de l'étude : Région urbaine de Québec (Canada)

Méthode : Enregistrement vidéo puis interprétation des comportements sur deux intersections dans la ville de Québec

Échantillon : 724

Tableau 7: Comportement des cyclistes (mémoire de Nathalie Noël)

Source : (Noël, L'impact de l'aménagement des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes 1997)

Comportement des cyclistes	Site 2		Site 1	
Respect du feu rouge	41	11 %	190	54 %
Ralentissement sans arrêt	296	80 %	109	31 %
Arrêt, puis passage sur feu rouge	33	9 %	43	12 %
Passage sur feu piéton	n/a	N/A	12	3 %
Total	370	100 %	354	100 %

Une partie de l'écart entre les comportements de cyclistes aux deux sites s'explique par le fait que les plus forts débits de circulation au deuxième site croisent la bande cyclable : il y est donc plus difficile pour les cyclistes de traverser lors du feu rouge

¹ Noël, Nathalie. «L'impact de l'aménagement des bandes cyclables sur la sécurité des cyclistes.» Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maître en aménagement du territoire et développement régional, Québec - Université Laval, 1997.

3. Risques d'accident à une intersection¹

Auteur : Université de Lund, Suède

Date de l'étude : 1984

Lieu de l'étude : Suède

Échantillon : 7 500 cyclistes

Résultat :

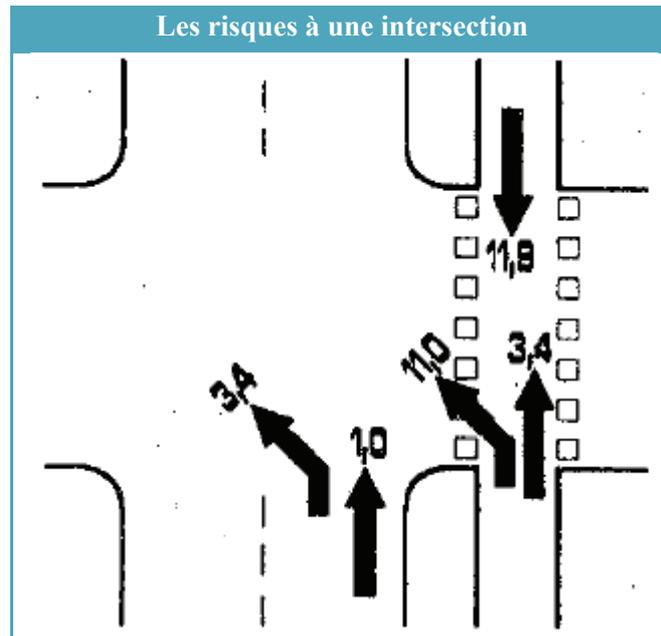


Figure 13: Les risques à une intersection

Source : Université de Lund, Suède

La base pour la comparaison est le risque d'accident pour les cyclistes qui sortent tout droit de la chaussée. Relativement à cela le risque est, lorsque :

- Sortie tout droit d'une bande cyclable : 1,1 fois.
- Tourner à gauche sur la chaussée : 3,4 fois.
- Sortie tout droit d'une piste cyclable séparée verticalement : 3,4 fois.
- Tourner à gauche d'une piste cyclable séparée verticalement : 11,0 fois.
- Sortie tout droit d'une piste cyclable à gauche de la chaussée : 11,9 fois.

¹ Rauh, Wolfgang. « Roulette russe sur les pistes cyclables, les pistes cyclables au centre de la critique. » *Vélo Sécure*. Salzbourg : ECF, 1994.

4. Étude sur les écoliers norvégien et finlandais¹

Auteur : Leden
 Date de l'étude : 1988
 Lieu de l'étude : Finlande — Norvège
 Méthode : questionnaire auprès de 14000 écoliers
 Résultat :

Tableau 8: Évaluation du risque selon le type d'aménagement à l'intersection

Source : (Leden 1989)

Type d'aménagement à l'intersection	Taux de risque (par 100 000 passages cyclistes)
Sans aménagement cyclable	0,5
Piste cyclable qui se termine avant une intersection avec feux de circulation	0,5
Piste cyclable qui se termine avant une intersection sans feux de circulation	0,3
Piste cyclable parallèle à la chaussée et continue à l'intersection	0,8
Piste cyclable à une intersection avec feu une phase spéciale pour les cyclistes	0,0
Piste cyclable à une intersection contrôlée par des feux qui permet aux véhicules d'effectuer des virages en même temps que les cyclistes traversent	2,8
Piste cyclable décalée de l'intersection pour suivre la traverse piétonne	1,3
Bande cyclable continue à l'intersection	0,4

Tableau 9: Les taux d'accidents cyclistes selon le type d'aménagement

Source : (Leden 1989)

	Sans aménagement	Pistes cyclables	Bande cyclable
Tronçon	1	0,76	1,36
Intersection	1	1,32	0,81

¹ Leden, L. The safety of cycling children: effect of the street environment. Nordic Road and Transport Research, 1989.

5. Étude enquête accidents en Californie¹

Auteur : Lott et Lott

Date de l'étude : 1976

Lieu de l'étude : Davis en Californie

Méthode : données d'accidents dans 177 rapports d'accidents entre 1970 et 1973

Résultat :

Type d'accident	Rues avec bandes cyclables	Rues sans bande cyclable
A – Cycliste sort d'une entrée	1,0	8,2
B – Automobiliste sort d'une entrée	2,0	4,1
D – Cycliste fait un mauvais virage à gauche	10,0	5,5
E – Cycliste circule sur le mauvais côté de la route	5,0	19,2
F – Automobiliste frappe le cycliste par l'arrière	1,0	8,2
I – Automobiliste fait un mauvais virage à droite	8,0	13,7
Total	27,0	58,9

Tableau 10: Le taux d'accidents attendu (en %) selon le type d'accident

Source : (Lott et Lott 1976)

6. Étude enquête accidents en Belgique²

Auteur : IBSR – Institut Belge pour la Sécurité Routière

Date de l'étude : 2001

Lieu de l'étude : Région de Bruxelles-Capitale

Méthode : Analyse de trois années (1998-2000) d'accidents corporels de cyclistes sur les voiries régionales. Les accidents ont été reconstitués sur la base des procès-verbaux d'accidents et de leurs pièces annexes (croquis, déclarations de parties en cause, auditions de témoins, éventuels certificats médicaux).

Type d'accident	nombre
Accident en section	35
Accident en carrefour	76
Accidents qui pourraient se produire en section ou en carrefour	27

Tableau 11: Localisation des accidents à Bruxelles

Source : (Institut Belge pour la Sécurité Routière s.d.)

¹ Lott, D.F, et D.Y Lott. Effect of bike lanes on ten classes of Bicycle-Automobile accidents in Davis. California: Journal of Safety Research, 1976.

² Institut belge pour la sécurité routière. Accidents de cyclistes en contexte urbain. Bruxelles.

Tableau 12: Localisation des accidents en carrefour à Bruxelles

Source : (Institut Belge pour la Sécurité Routière s.d.)

Type d'accident	nombre
Cycliste et véhicules sur voiries sécantes	18
Cycliste et véhicules dans le même sens	14
Cycliste et véhicules en sens opposé	20
Cycliste débouchant du trottoir	9
Dans un giratoire	10
Chute	5
Cycliste et piéton	4
Cycliste sur traversée cyclable	2
Divers	7

Tableau 13: Localisation des accidents en section à Bruxelles

Source : (Institut Belge pour la Sécurité Routière s.d.)

Type d'accident	nombre
Ouverture de portière	15
Véhicule sortant d'un parking/garage	10
Véhicule entrant dans un parking/garage	8
Véhicule et cycliste circulant en parallèle	6
Cycliste et piéton	3
Chute	3
Divers	2
Cycliste sur traversée cyclable	2

7. Étude enquête accidents à Palo Alto¹

Auteurs : Wachtel Alan et Diana Lewiston

Date de l'étude : De 1981 à 1990

Lieu de l'étude : Palo Alto, USA

Méthode : Analyse des enquêtes accidents ayant pour originalité de déterminer un facteur de risque.

Tableau 14: Les risques en fonction du type de voirie à Palo Alto

Source : (Wachtel et Lewiston 1994)

Catégorie	Voie cyclable			Route			Ratio de risque
	Cyclistes observés	Accidents reportés	Risque	Cyclistes observés	Accidents reportés	Risque	
Sens du trafic	656	13	0,7	1897	43	0,8	0,9
Contre le trafic	315	28	3,0	108	5	1,5	1,9
Total	971	41	1,4	2005	48	0,8	1,8

¹ Wachtel, Alan, et Diana Lewiston. «Risk factors for bicycle-motor vehicle collisions at intersection.» *ITE Journal*, 1994: 30-35.

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE

PERSONNEL

Nombre de réponses au questionnaire : 207

Date : Du 6 au 17 mars 2009

1. Profil des personnes interrogées

« Êtes-vous un homme ou une femme ? »



Figure 14

« Vous êtes ? »

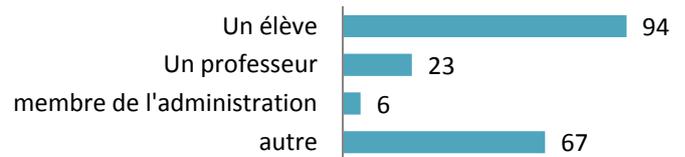


Figure 15

« À quelle fréquence utilisez-vous un vélo ? »

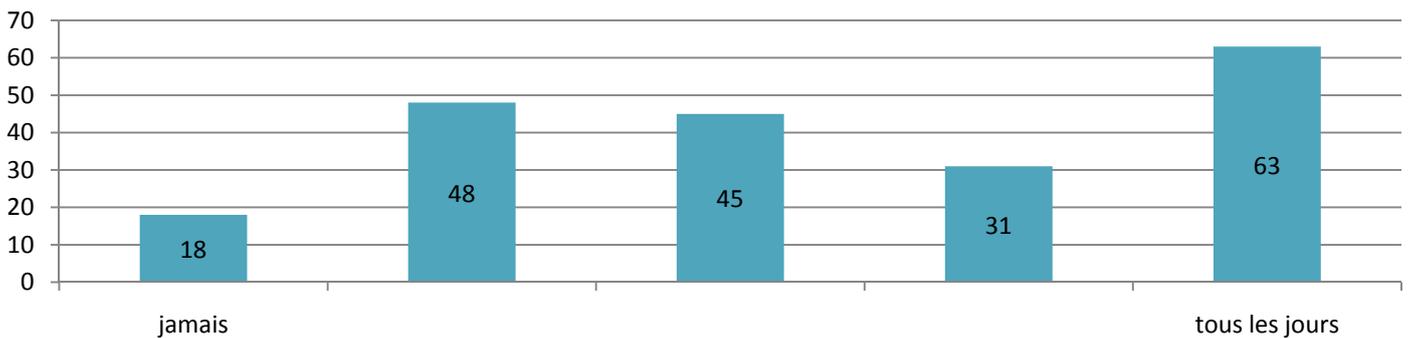


Figure 16

« Êtes-vous rattachés à l'école Polytechnique de Tours ? »

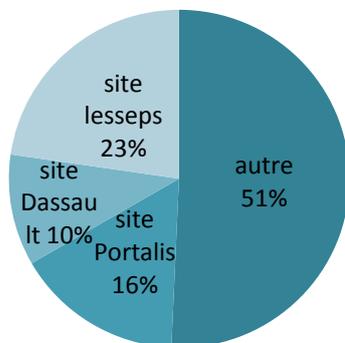


Figure 17

« Quel moyen de transport utilisez-vous le plus souvent ? »

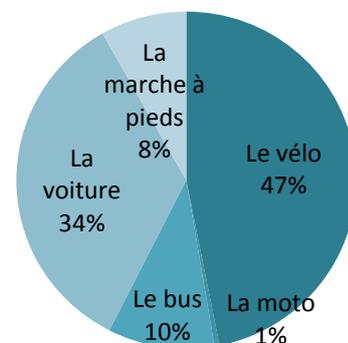


Figure 18

Pour déterminer les facteurs influents sur le choix de l'itinéraire, nous ne prendrons plus

en compte les personnes n'utilisant jamais leur vélo.

2. La place de la sécurité dans le choix de l'itinéraire

« Voici une liste de critères possibles lors du choix d'un itinéraire à vélo. Pour le trajet que vous avez indiqué précédemment, merci de les hiérarchiser par ordre d'importance dans votre choix (1= ce critère est le plus important dans mon choix ; 8 = le moins important). »¹

Le facteur dominant

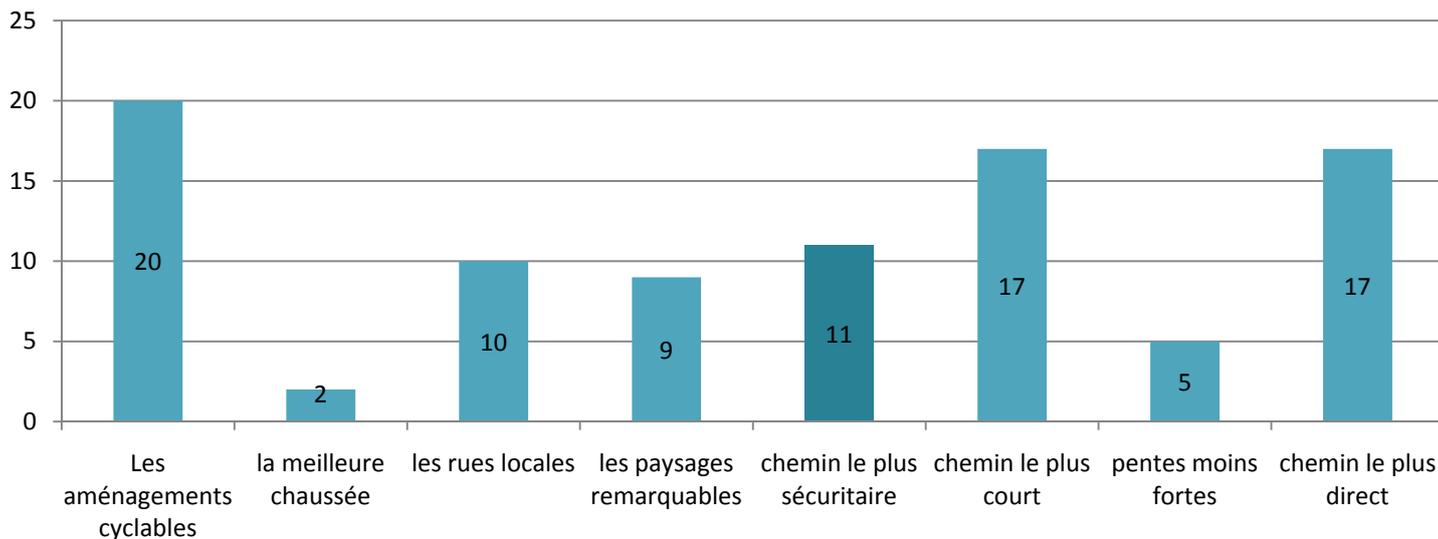


Figure 19

rang moyen

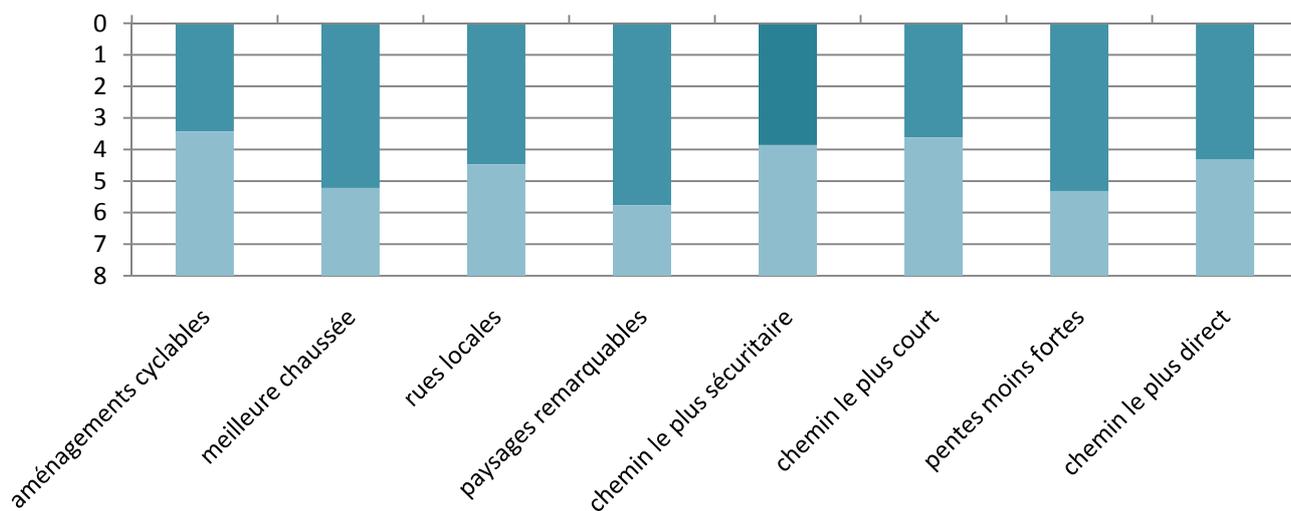


Figure 20

¹ Il est à noter que seulement la moitié des personnes interrogées ont compris la question, seules celles-ci sont prises en compte

Modifiez-vous votre itinéraire selon l'heure de la journée ?

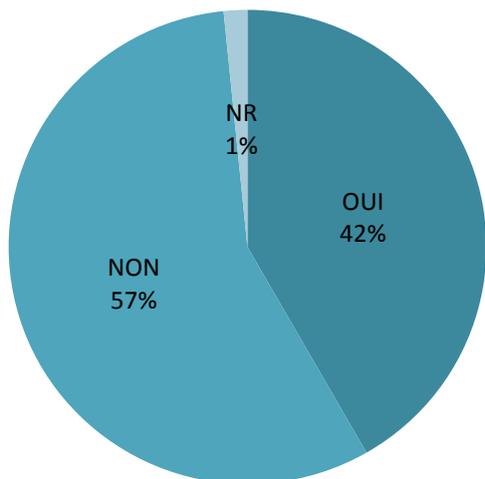


Figure 21

Modifiez-vous votre itinéraire selon les conditions météorologiques ?

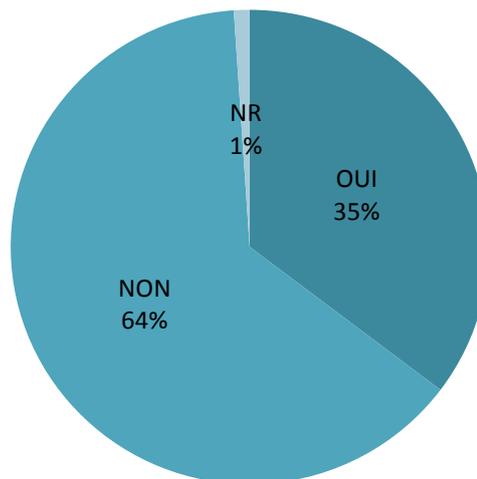


Figure 22

3. Les questions relatives à la sécurité

« Parmi ces éléments dangereux, lesquels peuvent influencer votre choix d'itinéraire »¹

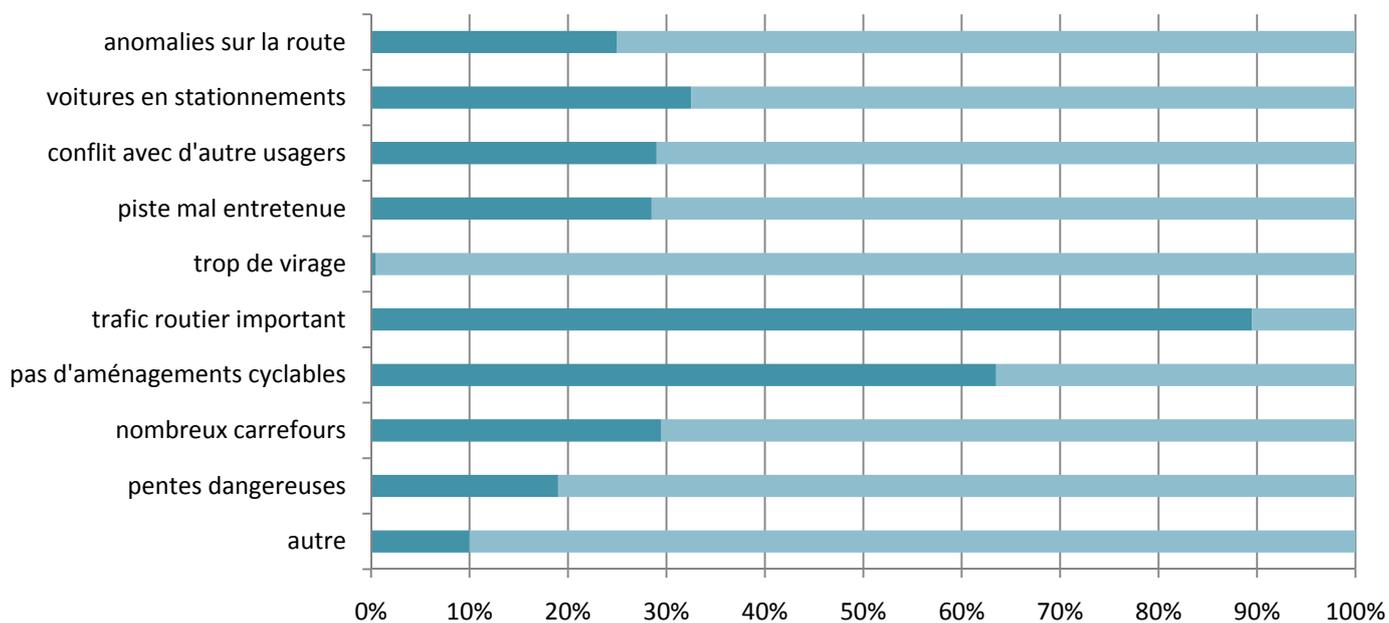


Figure 23

¹ Pour cette question sept réponses n'ont pas été prises en compte car jugées non cohérentes

« De quoi avez-vous peur en vélo ? »¹

Personnes ayant répondu à cette question

- Ayant déjà eu un accident : **90**
- N'ayant jamais eu d'accident : **69**
- Total : **159**

a) Les principales peurs :

Ayant déjà eu un accident :	OUI	NON	TOTAL
comportement des autres	79	56	135
collision	12	7	19
chute	3	1	4

Figure 24

b) Les peurs liées aux aménagements :

Ayant déjà eu un accident :	OUI	NON	TOTAL
circulation dense	1	3	4
pas de pistes cyclables	3	4	7
rond-point	3	5	8
mauvaise visibilité	4	6	10
risques liés au stationnement	10	6	16
état de la route	4	1	5
intersection dangereuse	6	6	12
pente forte	1	0	1
rue étroite	2	1	3
contre allé	3	0	3
obstacle	4	1	5

Figure 25

c) Les autres peurs :

Ayant déjà eu un accident :	OUI	NON	TOTAL
pollution	0	2	2
police	2	2	4
agression	1	0	1
vol	2	1	3
météo	4	1	5
soi-même	3	1	4

Figure 26

¹ Question à réponse ouverte

d) Les peurs des autres usagers :

Ayant déjà eu un accident :	OUI	NON	TOTAL
tous	4	1	5
voiture	65	47	112
camion	16	12	28
bus	7	8	15
vélo	1	3	4
scooter	1	0	1
piéton	7	4	11
chien	9	1	10

Figure 27

« Avez-vous déjà eu des accidents ou des chutes à bicyclette ? »

Sur l'ensemble des réponses

Pour les utilisateurs utilitaires et réguliers

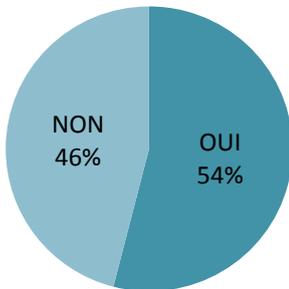


Figure 28

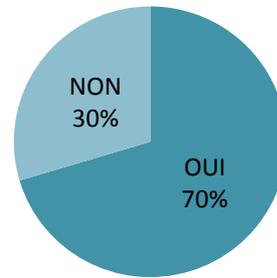


Figure 29

« Si oui¹, combien ? Dans quelle circonstance ? À quel endroit ? »²

Personnes ayant répondu à cette question : **90**

Nombre d'accidents (ne sont pas pris en compte les accidents en VTT) : **125**

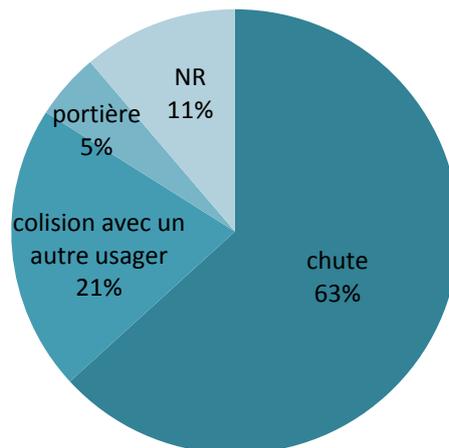


Figure 30

¹ À la question « Avez-vous déjà eu des accidents ou des chutes à bicyclette ? »

² Question à réponse ouverte

Les autres usagers impliqués,

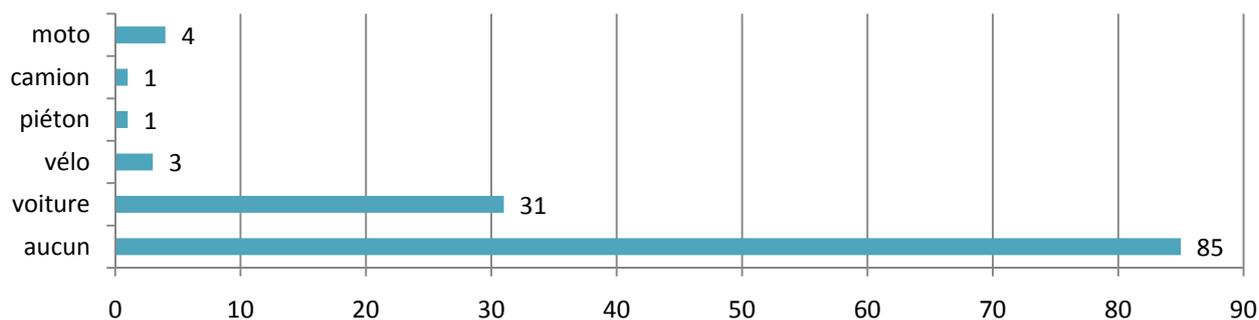


Figure 31

Les causes de chutes :

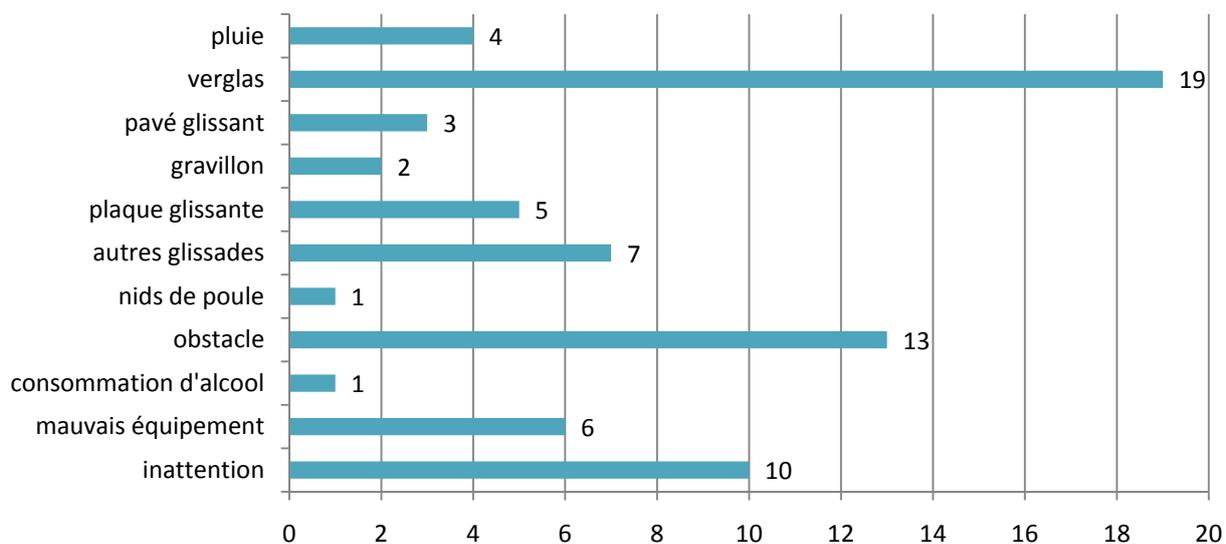


Figure 32

Lieux des accidents

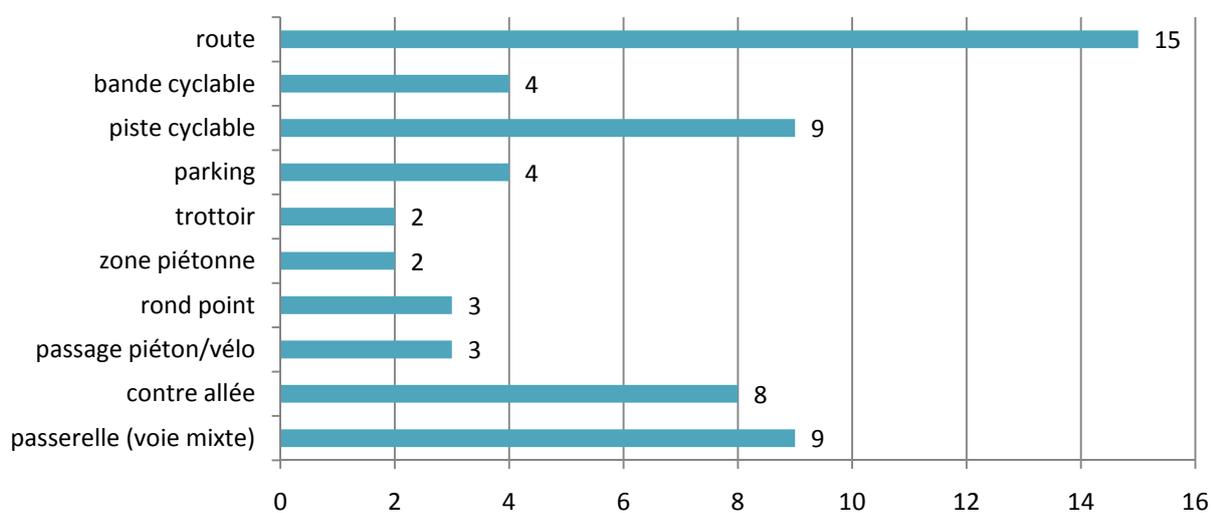


Figure 33

4. Le questionnaire envoyé

Le texte explicatif :

Bonjour, nous sommes 3 élèves ingénieurs de l'École Polytechnique, au département Aménagement. Dans le cadre de notre 5e année, nous menons un travail de recherche qui porte sur le thème des déplacements à vélo. Nous menons ce travail sous le tutorat d'Hervé Baptiste, professeur au département Aménagement. Pour les besoins de nos travaux, nous aimerions vous soumettre un questionnaire. Ainsi, si vous êtes un cycliste, occasionnel ou régulier, nous voudrions vous poser quelques questions. Ce questionnaire est accessible via l'adresse internet suivante¹ :

http://spreadsheets.google.com/viewform?key=pB9jsrNfcXZ5nrXjQ4_-ULQ

Cela ne vous prendra que quelques minutes pour y répondre. Il suffit juste de remplir le questionnaire en ligne et vos réponses seront enregistrées. Merci par avance. DUVAL Thomas, GERBER Clément, LEVORATO Éline.

La forme du questionnaire :

Les déplacements en vélo dans la ville

Bonjour, nous sommes des élèves ingénieurs en génie de l'aménagement. Dans le cadre de nos travaux de fin d'étude nous souhaitons en savoir plus sur vos déplacements à vélo

*** Obligatoire**

Possédez-vous un vélo ? *

oui

A quel fréquence utilisez vous votre vélo ? *

1 2 3 4 5

jamais très régulièrement

Quel "profil cycliste" vous correspond le plus

Promeneur

Utilitaire

Sportif

Polyvalent

Quel est le motif de ce trajet ?

Trajet domicile-lieu d'étude

Trajet de type « loisir »

Autre :

Figure 34 : extrait du questionnaire

Réalisation personnelle

¹ Le questionnaire n'avait pas pour but d'être indéfiniment actif, le lien ci-dessus ne renvoie plus au questionnaire, mais à un message indiquant qu'il est désactivé.

5. Les réponses obtenues

Le questionnaire a été envoyé le vendredi 6 mars à midi. Voici la courbe d'évolution du nombre de réponses.

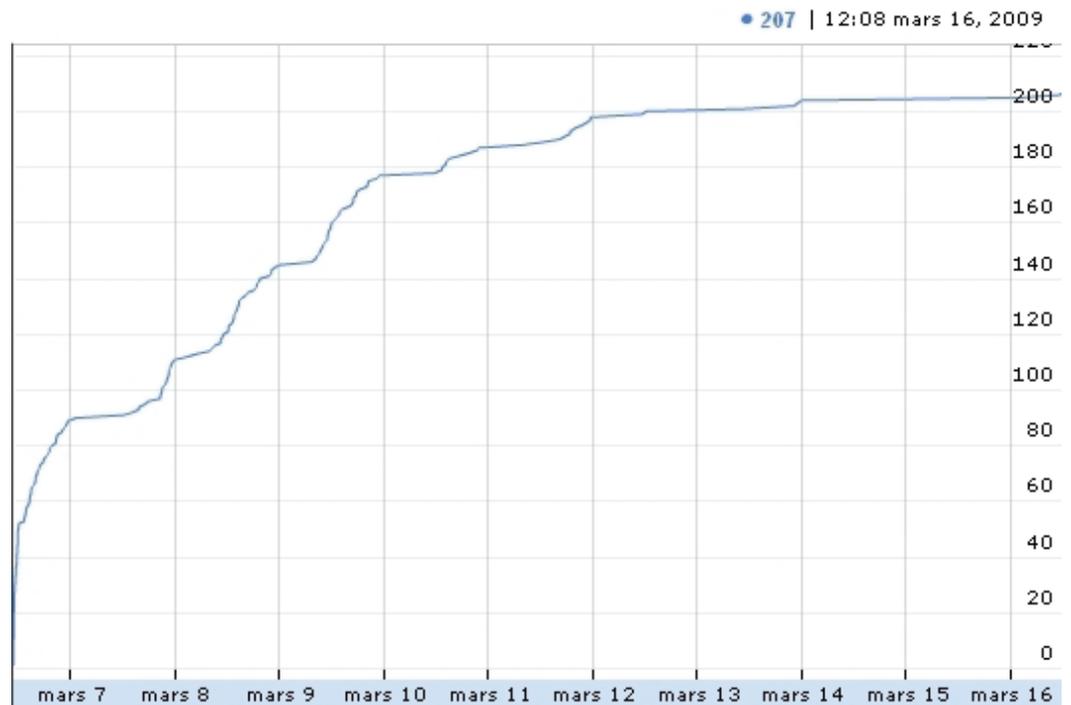


Figure 35 : évolution des réponses au questionnaire

Réalisation personnelle

Les taux de réponse pour chacun des sites :

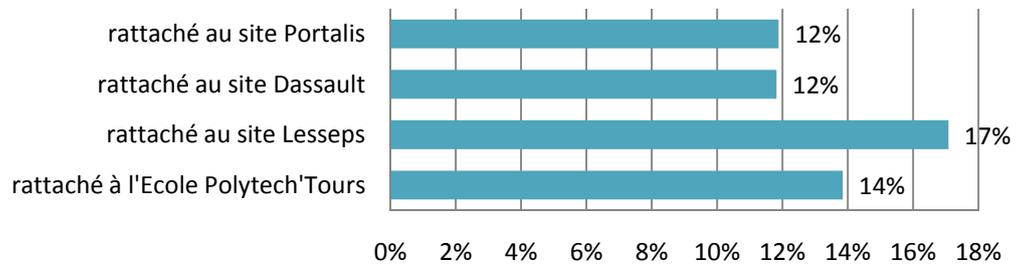


Figure 36 : les taux de réponses au questionnaire

Réalisation personnelle

ANNEXE 3 : ENTRETIENS, LES ÉLÉMENTS DANGEREUX

Plaque d'égout 1



Plaque d'égout 2



Barrière de sélection d'utilisateurs



Potelet



Trottoir surélevé



Déformation de la route



Bande blanche (glissante)



Plaque d'égout 3



Flaque d'eau



Barrières + plaque en métal



Panneau de signalisation



Revêtement meuble



gravillons

