La facilité du trajet, l'accessibilité de la destination, la qualité des ambiances, le confort, l'aménagement adapté et la sécurité du déplacement sont autant de facteurs déterminants pour le choix de la marche comme mode de transport. Mais la marche en milieu urbain suppose également du piéton un certain nombre de compétences d'interaction avec son environnement physique et social, compétences impliquant des aspects sociaux, affectifs et motivationnels. Les chapitres de cet ouvrage interrogent dans ce cadre les améliorations de l'interaction entre le piéton et son environnement.

***Marie-Axelle GRANIÉ*** *est Chargée de recherche au Département Mécanismes d'Accidents (INRETS-MA).*
***Jean-Michel AUBERLET*** *est Chargé de Recherche au laboratoire Modélisations, Simulations et Simulateurs de conduite (INRETS-MSIS).*

INRETS INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SÉCURITÉ

Actes n° 115
Mai 2008

Prix : 15,24 €

ISSN 0769-0266
ISBN 978-2-85782-661-3

LE PIÉTON ET SON ENVIRONNEMENT QUELLES INTERACTIONS ? QUELLES ADAPTATIONS ?

Actes INRETS n° 115

Coordination scientifique
Marie-Axelle GRANIÉ
Jean-Michel AUBERLET

# LE PIÉTON ET SON ENVIRONNEMENT QUELLES INTERACTIONS ? QUELLES ADAPTATIONS ?

ACTES N° 115

LES COLLECTIONS DE L'INRETS

Conformément à la note du 04/07/2014 de la direction générale de l'Ifsttar précisant la politique de diffusion des ouvrages parus dans les collections éditées par l'Institut, la reproduction de cet ouvrage est autorisée selon les termes de la licence CC BY-NC-ND. Cette licence autorise la redistribution non commerciale de copies identiques à l'original. Dans ce cadre, cet ouvrage peut être copié, distribué et communiqué par tous moyens et sous tous formats.

(CC BY-NC-ND 4.0)

Attribution — Vous devez créditer l'Oeuvre et intégrer un lien vers la licence. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens possibles mais vous ne pouvez pas suggérer que l'Ifsttar vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son Oeuvre.

Pas d'Utilisation Commerciale — Vous n'êtes pas autoriser à faire un usage commercial de cette Oeuvre, tout ou partie du matériel la composant.

Pas de modifications — Dans le cas où vous effectuez une adaptation, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Oeuvre originale (par exemple, une traduction, etc.), vous n'êtes pas autorisé à distribuer ou mettre à disposition l'Oeuvre modifiée.

---

## Le patrimoine scientifique de l'Ifsttar

Le libre accès à l'information scientifique est aujourd'hui devenu essentiel pour favoriser la circulation du savoir et pour contribuer à l'innovation et au développement socio-économique. Pour que les résultats des recherches soient plus largement diffusés, lus et utilisés pour de nouveaux travaux, l'Ifsttar a entrepris la numérisation et la mise en ligne de son fonds documentaire. Ainsi, en complément des ouvrages disponibles à la vente, certaines références des collections de l'INRETS et du LCPC sont dès à présent mises à disposition en téléchargement gratuit selon les termes de la licence Creative Commons CC BY-NC-ND.

Le service Politique éditoriale scientifique et technique de l'Ifsttar diffuse différentes collections qui sont le reflet des recherches menées par l'institut :

- Les collections de l'INRETS, Actes
- Les collections de l'INRETS, Outils et Méthodes
- Les collections de l'INRETS, Recherches
- Les collections de l'INRETS, Synthèses
- Les collections du LCPC, Actes
- Les collections du LCPC, Etudes et recherches des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Rapport de recherche des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Guide technique
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Méthode d'essai

IFSTTAR

www.ifsttar.fr

Institut Français des Sciences et Techniques des Réseaux,
de l'Aménagement et des Transports
14-20 Boulevard Newton, Cité Descartes, Champs sur Marne
F-77447 Marne la Vallée Cedex 2

Contact : diffusion-publications@ifsttar.fr

**Coordination scientifique**
Marie-Axelle GRANIÉ
Jean-Michel AUBERLET

# Le piéton et son environnement : Quelles interactions ? Quelles adaptations ?

Actes du premier colloque francophone international de la Plate-forme Intégratrice « Comportement du Piéton dans son Environnement » (COPIE) de l'INRETS
8 novembre 2007, École Normale Supérieure, Paris

Actes INRETS N°115
Mai 2008

**Coordination scientifique :**

Marie-Axelle Granié, Chargée de Recherche à l'INRETS-MA.
marie-axelle.granie@inrets.fr

Jean-Michel Auberlet, Chargé de Recherche a l'INRETS-MSIS

jean-michel.auberlet@inrets.fr

**Les Unités de recherche :**

Département Mécanismes des Accidents (MA)
Chemin de la Croix Blanche
F 13300 Salon de Provence
Tél. : 04 90 56 86 55 – Fax : 04 90 56 86 18

Département Modélisation Simulation et Simulateur (MSIS)
LCPC
58 bd Lefebvre
75732 Paris Cedex 15
Tél. : 04 90 56 86 55 – Fax : 04 90 56 86 18

**Auteurs des communications :**

Alexia Abou, Jean-Michel Auberlet, Nabila Bachiri, Jacques Bergeron, Catherine Berthelon, Roland Brémond, Laurie Brun, Brigitte Cambon de Lavalette, Camilo Charron, Roland Damaschini, Sandrine Depeau, Benoît Dupriez, Géraldine Espiau, René Farcy, Aurélie Festoc, Jean-Christophe Foltête, Théo Fort-Jacques, Laurent Fouillé, Marie-Axelle Granié, Emmanuelle Grislin-Lestrugeon, André Guillerme, Alain Jucha, Aurélie Hairon, David Hanon, Gérard Hegron, Arnaud Houdmont, Alain Legendre, Christine Leproux, Roger Leroux, Agnès Levitte, Annick Maincent, Pascal Mallet, René Mandiau, Robert Martin, Valérie Mathelin, Nicolas Mercat; Mohamed Meskali, Sylvie Miaux, Nicole Mulhrad, Claudine Nachtergaële, Anne-Claire Petibon, Arnaud Piombini, Sébastien Poitrenaud, André Rannou, Patricia Sajous, Charles Tijus, Jean-Pierre Thouez, Ariane Tom, Joselin Villanueva, Elyes Zekri

**Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité INRETS**
Service des publications 2, avenue du Général Malleret-Joinville
94114 ARCUEIL CEDEX Tél. : 33 (0)1 47 40 70 74 – Fax : 01 45 47 56 06
www.inrets.fr

© Les collections de l'INRETS

N ° ISBN 978–2–85782–661-3 N° ISSN 0769-0266

En application du code de la propriété intellectuelle, l'INRETS interdit toute reproduction intégrale ou partielle du présent ouvrage par quelque procédé que ce soit, sous réserve des exceptions légales

# Fiche bibliographique

| | | |
|---|---|---|
| **UR (1er auteur)**<br>**MA, MSIS** | **Projet n°** | **Actes INRETS**<br>**N° 115** |
| **Titre**<br>Le piéton et son environnement : Quelles interactions ? Quelles adaptations ? | | |
| **Sous-titre**<br>Actes du premier colloque francophone international de la Plate-forme Intégratrice « Comportement du Piéton dans son Environnement » (COPIE) de l'INRETS, novembre 2007, Paris | | **Langue**<br>Français |
| **Auteur(s)**<br>A. Abou, J.-M. Auberlet, N. Bachiri, J. Bergeron, C. Berthelon, R. Brémond, L. Brun, B. Cambon de Lavalette, C. Charron, R. Damaschini, S. Depeau, B. Dupriez, G. Espiau, R. Farcy, A. Festoc, J.-C. Foltête, T. Fort-Jacques, L. Fouillé, M.-A. Granié, E. Grislin-Lestrugeon, A. Guillerme, A. Jucha, A. Hairon, D. Hanon, G. Hegron, A. Houdmont, A. Legendre, C. Leproux, R. Leroux, A. Levitte, A. Maincent, P. Mallet, R. Mandiau, R. Martin, V. Mathelin, N. Mercat; M. Meskali, S. Miaux, N. Mulhrad, C. Nachtergaële, A.-C. Petibon, A. Piombini, S. Poitrenaud, A. Rannou, P. Sajous, C. Tijus, J.-P. Thouez, A. Tom, J. Villanueva, E. Zekri | | **Rattachement ext.** |
| **Nom adresse financeur, co-éditeur**<br><br>**Direction Scientifique INRETS** | | **N° contrat, conv.**<br><br>**Date de publication 2008** |
| **Remarques** | | |
| **Résumé**<br>La facilité du trajet, l'accessibilité de la destination, la qualité des ambiances, le confort, l'aménagement adapté et la sécurité du déplacement sont autant de facteurs déterminants pour le choix de la marche comme mode de transport. Mais la marche en milieu urbain suppose également du piéton un certain nombre de compétences d'interaction à l'environnement physique et social, impliquant également des aspects sociaux, affectifs et motivationnels. Les articles de ces actes interrogent les améliorations de l'interaction entre le piéton et son environnement. | | |
| **Mots clés**<br>**Accidentologie – Aménagement – Histoire - Interaction – Mobilité – Modélisation - Piéton – Politiques publiques - Psychologie –– Sociologie – Géographie** | | |
| **Nb de pages**<br>**323** | **Prix**<br>**15,24 euros** | **Bibliographie**<br>**Oui** |

# Publication data form

| | | |
|---|---|---|
| **UR (1st author)**<br>**MA, MSIS** | **Projet n°** | **INRETS proceedings**<br>**N° 115** |
| **Title**<br>The pedestrian and his/her environment: which interactions? Which adaptations? | | |
| **Subtitle**<br>Proceedings for the first international francophone congress of the INRETS' Integrative Plate-form « Pedestrian's behaviour in his/her environment » (COPIE), November 2007, Paris | **Language**<br>**French** | |
| **Author(s)**<br>A. Abou, J.-M. Auberlet, N. Bachiri, J. Bergeron, C. Berthelon, R. Brémond, L. Brun, B. Cambon de Lavalette, C. Charron, R. Damaschini, S. Depeau, B. Dupriez, G. Espiau, R. Farcy, A. Festoc, J.-C. Foltête, T. Fort-Jacques, L. Fouillé, M.-A. Granié, E. Grislin-Lestrugeon, A. Guillerme, A. Jucha, A. Hairon, D. Hanon, G. Hegron, A. Houdmont, A. Legendre, C. Leproux, R. Leroux, A. Levitte, A. Maincent, P. Mallet, R. Mandiau, R. Martin, V. Mathelin, N. Mercat; M. Meskali, S. Miaux, N. Mulhrad, C. Nachtergaële, A.-C. Petibon, A. Piombini, S. Poitrenaud, A. Rannou, P. Sajous, C. Tijus, J.-P. Thouez, A. Tom, J. Villanueva, E. Zekri | **Affiliation** | |
| **Sponsor, co-editor, name and address**<br>**Scientific direction of INRETS** | **Contract, conv. N°** | |
| | **Publication date**<br>**2008** | |
| **Notes** | | |
| **Summary**<br>Easiness of the route, accessibility of the destination, quality of the surroundings, comfort, adapted design and travel safety are determining factors for choosing walking as transportation mode. Walking in urban space although suppose a variety of competencies for interaction with social and physical environment, which imply social, affective and motivational aspects. The papers of these proceedings question the improvements of the pedestrian – environment interactions. | | |
| **Keywords**<br>**Accidentology – City planning – History - Interaction – Mobility – Modelling - Pedestrian – Public policy - Psychology –– Sociology – Geography** | | |
| **Nb of pages**<br>**323** | **Price**<br>**15,24 euros** | **Bibliography**<br>**Yes** |

# Table des matières

Remerciements ..... 7

Intervenants..... 9

**PREFACE..... 13**

**INTRODUCTION..... 15**

**1ERE PARTIE UN PEU D'HISTOIRE… ..... 19**

Un bref historique des politiques de sécurité des piétons en Europe de l'Ouest des années 60 à nos jours ..... 21

La mise au pas du piéton à Paris au temps de l'autophilie (1900-1930) ..... 33

**2EME PARTIE LE PIETON EN DEPLACEMENT..... 47**

Modèles comportementaux appliqués à la navigation des piétons..... 49

Nouvelles façons de marcher des enfants en milieu urbain : le rôle du pédibus dans l'expérience du déplacement..... 61

La mobilité quotidienne d'adolescents de milieux périurbains de la communauté métropolitaine de Québec ..... 73

Les Cannes Blanches Électroniques : confort et sécurité du piéton aveugle. 83

**3EME PARTIE LES DETERMINANTS PSYCHOSOCIAUX DU COMPORTEMENT PIETON .... 93**

Approche psychologique de l'activité de traversée de piétons au carrefour .. 95

Vers une étude du développement orienté par les enjeux : le cas de l'enfant-piéton de 6 à 10 ans confronté à une tâche de traversée de rue ..... 107

Recherche de sensation, attachement aux parents et prise de risque dans l'espace routier chez l'adolescent piéton. ..... 121

Le rôle des frères et sœurs dans le rapport au risque du jeune adolescent piéton..... 133

Différence de sexe et effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la perception des comportements piétons chez l'adulte ..... 145

**4EME PARTIE LE PIETON ET SON ENVIRONNEMENT ..... 161**

Effets des caractéristiques de l'environnement sur le comportement des piétons à des intersections urbaines..... 163

Le piéton et son environnement : un travail de configuration réciproque .... 175

Appréhender l'expérience des piétons par la méthode des itinéraires pour révéler l'impact de l'environnement urbain sur les pratiques piétonnes : l'exemple montréalais..... 187

Un modèle de choix discret pour analyser le rôle des paysages dans les choix d'itinéraires pédestres ..... 201

Identification des liens entre comportements piétonniers et qualité environnementale des parcours ..... 211

Quel éclairage pour faciliter les déplacements des piétons la nuit ? ..... 215

Piéton et perception visuelle : le design visité par les sciences cognitives . 227

**5EME PARTIE LES DEFAILLANCES DU SYSTEME PIETON-ENVIRONNEMENT ..... 237**

L'affaire Saint Marcel. Chronique sociologique d'un boulevard pas comme les autres ..... 239

Représentations et conscience du risque chez le piéton confronté aux camions en ville : Esquisse d'une méthodologie ..... 249

Simulation de scénario d'accident piéton et expérience de conduite ..... 269

Accidents de piétons sur un passage pour piétons non réglé par feux en Région de Bruxelles-Capitale : le point de vue de l'infrastructure ..... 277

Calcul de l'exposition au risque d'accident des piétons dans la région urbaine de Grenoble..... 299

Mise en œuvre de la méthode d'analyse séquentielle des accidents de piétons dans le Grand Projet de Ville de Grenoble..... 309

**QUELLES RECHERCHES DANS LA PFI COPIE ? ..... 321**

# Remerciements

Le comité d'organisation tient à remercier tout particulièrement :

Le personnel INRETS

Maryse Basseporte, Marlène Choukroun, Marie-Antoinette Dekkers, Catherine Goré, Gilles Malaterre, Laurent Meyer, Michel Müller, Annick Pottier, Jacky Robouant, Florence Rosey, Annie Thuilot, la Direction Scientifique, la Direction Générale

Le comité scientifique du colloque

Jean-Pascal Assailly (INRETS), Roland Bremond (LCPC), Camilo Charron (Univ. Rennes 2), Sandrine Depeau (CNRS), Stéphane Espié (INRETS), Florence Huguenin-Richard (Univ. Paris 4), Sylvain Lassarre (INRETS), Claude Marin-Lamellet (INRETS), Charles Tijus (Univ. Paris 8), Farida Saad (INRETS).

# Intervenants

**Nicole Muhlrad** (UMRESTTE–INRETS).
*Un bref historique des politiques de sécurité des piétons en Europe de l'Ouest des années 60 à nos jours*.

**André Guillerme** (CDHTE, CNAM-EHESS).
*La mise au pas du piéton à Paris au temps de l'autophilie (1900-1930)*.

**René Mandiau, David Hanon, Emmanuelle Grislin-Le Strugeon** (LAMIH, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis).
*Modèles comportementaux appliqués à la navigation des piétons*.

**Sandrine Depeau** (CNRS-ESO, Université Rennes 2).
*Nouvelles façons de marcher des enfants en milieu urbain : le rôle du pédibus dans l'expérience du déplacement*.

**Nabila Bachiri** (GIRBa, Université Laval, Québec).
*La mobilité quotidienne d'adolescents de milieux périurbains de la communauté métropolitaine de Québec*.

**Joselin Villanueva, Roger Leroux, Alain Jucha, Roland Damaschini, René Farcy** (CNRS, Université Paris-Sud).
*Les Cannes Blanches Électroniques : confort et sécurité du piéton aveugle*.

**Ariane Tom** (INRETS-MSIS), Jean-Michel Auberlet (INRETS-MSIS), **Roland Brémond** (LCPC-DESE).
*Approche psychologique de l'activité de traversée de piétons au carrefour*.

**Camilo Charron, Aurélie Hairon, Aurélie Festoc, Anne-Claire Petibon** (CRPCC, Université Rennes 2).
*Vers une étude du développement orienté par les enjeux : le cas de l'enfant-piéton de 6 à 10 ans confronté à une tâche de traversée de rue*.

**Alexia Abou** (DSE, Université Paris 10 Nanterre), **Marie-Axelle Granié** (INRETS-MA), **Pascal Mallet** (DSE, Université Paris 10 Nanterre).
*Recherche de sensation, attachement aux parents et prise de risque dans l'espace routier chez l'adolescent piéton*.

**Géraldine Espiau** (DSE, Université Paris 10 Nanterre).
*Le rôle des frères et sœurs dans le rapport au risque du jeune adolescent piéton*.

**Marie-Axelle Granié** (INRETS-MA).
*Différence de sexe et effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la perception des comportements piétons chez l'adulte*.

**Jacques Bergeron** (Université de Montréal), **Brigitte Cambon de Lavalette** (INRETS-LPC), **Charles Tijus** (Université de Paris 8), **Sébastien Poitrenaud** (Université de Paris 8), **Christine Leproux** (Université de Paris 8), **Jean-Pierre Thouez** (Université de Montréal) et **André Rannou** (Université de Montréal).
*Effets des caractéristiques de l'environnement sur le comportement des piétons à des intersections urbaines*.

**Théo Fort-Jacques** (SET, CNRS et Université de Pau).
*Le piéton et son environnement : un travail de configuration réciproque*.

**Sylvie Miaux** (Centre Léa Roback, Direction de la santé publique de Montréal).
*Appréhender l'expérience des piétons par la méthode des itinéraires pour révéler l'impact de l'environnement urbain sur les pratiques piétonnes : l'exemple montréalais*.

**Arnaud Piombini** (Image et Ville, Université Strasbourg I), **Jean-Christophe Foltête** (ThéMA, Université de Franche-Comté).
*Un modèle de choix discret pour analyser le rôle des paysages dans les choix d'itinéraires pédestres*.

**Elyès Zekri** (Cerma, École d'Architecture de Nantes), **Gérard Hégron** (Cerma, École d'Architecture de Nantes), **Alain Legendre** (CNRS-ESO, Université Rennes 2).
*Identification des liens entre comportements piétonniers et qualité environnementale des parcours*.

**Patricia Sajous** (Consultante en Aménagement urbain).
*Quel éclairage pour faciliter les déplacements des piétons la nuit ?*

**Agnès Levitte** (CRAL, CNRS/E.H.E.S.S.).
*Piéton et perception visuelle : le design visité par les sciences cognitives*.

**Laurent Fouillé** (LARES / LAS et Rennes Métropole, Université Rennes 2).
*L'affaire Saint Marcel. Chronique sociologique d'un boulevard pas comme les autres*.

**Annick Maincent, Laurie Brun, Robert Martin** (LEACM/CRIS, Université Lyon1 et ISH, Université Lumière Lyon2).
*Représentations et conscience du risque chez le piéton confronté aux camions en ville : esquisse d'une méthodologie*.

**Catherine Berthelon, Claudine Nachtergaële, Mohamed Meskali** (INRETS-MA).
*Simulation de scénario d'accident piéton et expérience de conduite*.

**Benoît Dupriez, Arnaud Houdmont** (Institut Belge pour la Sécurité Routière).
*Accidents de piétons sur un passage pour piétons non réglé par feux en Région de Bruxelles-Capitale : le point de vue de l'infrastructure*.

**Nicolas Mercat** (ALTERMODAL).
*Calcul de l'exposition au risque d'accident des piétons dans la région urbaine de Grenoble*.

**Nicolas Mercat** (ALTERMODAL).
Mise en œuvre de la méthode d'analyse séquentielle des accidents de piétons dans le Grand Projet de Ville de Grenoble.

# Préface

**Bernard Cambou**
*Directeur Scientifique de l'INRETS*

Les Plateformes intégratrices (PFI) ont été introduites à l'INRETS il y a quelques années pour favoriser les échanges entre chercheurs de l'Institut autour d'une thématique transverse. Le succès a été large et immédiat, les chercheurs s'étant fortement appropriés ces structures qui, pour certaines, ont largement débordé le cadre de l'INRETS.

La PFI COPIE (COmportement du PIEton dans son environnement), pilotée par un chercheur relevant des mathématiques appliquées/STIC et d'une chercheuse spécialiste de psychologie, offre un excellent exemple de l'efficacité de l'instrument PFI pour la stimulation des échanges entre unités de recherche, la maturation de projets pluridisciplinaires et l'émergence de nouvelles idées. Cette PFI très ouverte vers l'extérieur constitue également le point de rencontre visible au niveau national entre une demande sociétale forte (la sécurité des « usagers vulnérables ») et le monde de la recherche. Ce premier colloque francophone international sur « Le piéton et son environnement : quelles interactions ? Quelles adaptations ? » constitue une preuve tangible de la réussite des ambitions fortes de cette PFI.

Le thème du « piéton » peut être rattaché à deux priorités nationales: la lutte contre les émissions de gaz à effets de serre et la sécurité routière et de façon indirecte à celle de la santé publique. On le sait, la marche à pied associée à l'usage des transports en commun peut constituer une solution de substitution partielle mais significative à l'usage de la voiture en ville. Ceci passe, entre autres, par des transports en commun efficaces et attractifs et une ville adaptée aux piétons, en particulier assurant un niveau très élevé de confort et de sécurité de leurs déplacements.

Le colloque dont il est rendu compte dans cet ouvrage apporte une contribution significative à l'amélioration des connaissances dans ces domaines, il nourrira la réflexion des chercheurs mais également des pouvoirs publics aussi bien à l'échelle nationale que locale. Il a permis la rencontre de scientifiques de disciplines très diverses (physique, architecture, aménagement, psychologie, sciences sociales, simulation numérique, accidentologie,….) venus d'horizons très divers (universités, instituts, bureaux d'études,…). La

richesse du document résulte à la fois de la pertinence scientifique de chacune des présentations et de la confrontation et du croisement entre des approches variées. La réussite de cette première rencontre est aussi un appel à renouveler l'expérience.

Je tiens à féliciter vivement les organisateurs pour la qualité de cette rencontre dont je souhaite qu'elle ne soit que la première étape d'une réflexion renouvelée sur « les piétons et leur environnement ».

# Introduction

**Marie-Axelle Granié**[1]
**Jean-Michel Auberlet**[2]

Co-organisateurs du colloque

[1]*INRETS-MA, Salon de Provence*
[2]*INRETS-MSIS, Paris*

Le nombre de piétons victimes d'accidents de la circulation, essentiellement les jeunes et les personnes âgées, et les questions environnementales conduisent les villes à mettre en œuvre les moyens nécessaires pour permettre une pratique aisée et massive de la marche à pied, et ce dans des conditions de sécurité et de confort "optimales". Intuitivement, les premières questions posées sont « comment promouvoir la marche ? » et « comment le piéton accède-t-il à l'espace public ? ». Il semblerait pourtant que la question fondamentale sous-jacente soit : *« Le Piéton et son Environnement : Quelles Interactions ? Quelles Adaptations ? ».*

Plus précisément faut-il adapter l'environnement au piéton ou le piéton doit-il s'adapter à son environnement ?

Le type de piéton (jeune, adulte, âgé, à mobilité réduite...), la facilité du trajet, l'accessibilité de la destination, la qualité des ambiances, le confort et la sécurité du déplacement sont autant de facteurs déterminants pour le choix de la marche comme mode de transport. Ce choix peut également être guidé par des aménagements spécifiques favorisant l'adaptation de l'environnement au mode de déplacement piéton. Ces éléments de réflexion sont autant de sujets de recherche.

Mais la sécurité routière du piéton nécessite également de s'interroger sur l'adaptation du piéton à son environnement. La marche en milieu urbain suppose un certain nombre de compétences relevant de l'analyse des relations du piéton à l'environnement physique (aménagement urbain) et social (autres usagers). Ces compétences s'acquièrent par l'expérience et amènent le piéton à prendre certaines décisions (traverser ou non, choix du site de traversée, etc.) qui impliquent également des aspects sociaux, affectifs et motivationnels. Pourquoi le piéton fait-il ce qu'il fait et jusqu'où peut-on l'influencer pour qu'il modifie son comportement et s'adapte mieux à son environnement physique et social ?

Ce premier colloque francophone de COPIE (http://pfi-copie.inrets.fr/) sur « Le piéton et son Environnement : Quelles Interactions ? Quelles Adaptations ?», organisé par les deux pilotes de la PFI COPIE (JM Auberlet, MSIS, et MA Granié, MA) avait pour ambition de rassembler une large communauté scientifique pluridisciplinaire dont le piéton est un des thèmes privilégiés des recherches engagées.

Les communications ont abordé une ou plusieurs thématiques autour de ces questions :

***Axe A – Adapter l'environnement au piéton***

- analyser les déplacements à pied : quels sont par exemple les déplacements typiques du piéton, comment utiliser l'analyse des déplacements en vue de mieux adapter l'environnement physique au piéton ? Pouvons-nous définir des territoires de la marche ?
- assurer la sécurité des piétons : comment augmenter la visibilité entre les piétons et les véhicules, comment réduire les temps de traversée, comment améliorer la détection et la protection des piéton à partir d'équipements dans les véhicules ? La sécurité passe-t-elle aussi par la qualité des ambiances urbaines en général ? Quel est le rôle de la signalétique routière dans la logique du déplacement piéton ?
- développer la qualité des aménagements piétons : comment le déplacement piéton est-il pris en compte dans l'aménagement urbain, dans la conception des lieux de passages (station de métro, tramway, etc.) ? Comment est-il pensé et intégré dans l'ensemble du système de déplacement en général (motorisé et autres) ?
- le piéton vu par les autres : comment est-il perçu par les conducteurs ? Comment est-il pris en compte dans les politiques publiques de sécurité routière nationales et locales ? Peut-on repérer des typologies différenciées de piétons ?

***Axe B – Adapter le piéton à son environnement***

- les compétences en jeu et leur évolution : quelles sont précisément les compétences en jeu dans le déplacement piéton ? Comment évoluent-elles avec l'âge du piéton et certaines compétences sont-elles communes avec d'autres modes de déplacement ? Sont-elles généralisables d'un environnement à un autre ?
- les facteurs du risque piéton : sont-ils spécifiques à ce mode de déplacement, diffèrent-ils réellement des facteurs de risque pour d'autres modes de transport ? le piéton peut-il être un modèle pour l'analyse du rapport au risque dans le domaine du transport ? Quelles sont les stratégies du piéton pour assurer sa sécurité ?
- l'éducation du piéton : quelles sont les avancées en matière d'éducation du piéton, qu'apportent les systèmes du type « pédibus » en matière de

développement durable mais aussi en matière de sécurité routière, l'éducation du piéton doit-elle se limiter à l'enfant ?

- les représentations de l'espace routier chez le piéton : comment le piéton se représente-t-il son environnement physique et social, ces représentations varient-elles avec l'utilisation par le piéton d'autres modes de transport et comment jouent ces représentations sur le comportement du piéton ? Comment le sentiment de confort et de sécurité contribue-t-il à la lisibilité de l'environnement ?

Chaque communication, dans sa version complète originale puis révisée, a été soumise à une expertise en double aveugle par deux membres du comité scientifique (l'un interne et l'autre externe à l'INRETS). Celui-ci (voir Remerciements), composé pour moitié de chercheurs extérieurs à l'INRETS, a sélectionné 11 communications orales et 13 communications affichées, représentant 50 chercheurs.

Elles ont abordé quatre grands thèmes, qui sont repris dans ces actes : le piéton en déplacement, les déterminants psychosociaux du comportement piéton, l'interaction entre le piéton et l'aménagement routier et les défaillances du système piéton-environnement.

Près de 120 personnes ont participé au colloque, venant à la fois du monde de la recherche, des institutions nationales et locales, de la prévention et du monde associatif.

Ce colloque a, semble-t-il, répondu partiellement à une très forte demande, peu ressentie jusque-là, de la part des chercheurs mais aussi des praticiens, d'un lieu de vitrine et d'échanges sur cet usager, dit vulnérable, qu'est le piéton.

Il se propose d'être le premier d'une longue série et permet déjà d'entrevoir les différentes problématiques qui guident la recherche sur le piéton. Dans le contexte du Grenelle de l'Environnement, qui préconise le retour à des modes plus doux de transport en termes d'impacts environnementaux - mais aussi, rajouterons-nous, en termes d'accidentologie -, la thématique des recherches sur un environnement favorable au déplacement à pied pourrait avoir de beaux jours devant elle.

# *1ère partie*

# *Un peu d'histoire…*

# Un bref historique des politiques de sécurité des piétons en Europe de l'Ouest des années 60 à nos jours

**Nicole Muhlrad**
*UMRESTTE - INRETS*
*2, av. Malleret-Joinville*
*94114 Arcueil cedex*
*FRANCE*
*nicole.muhlrad@inrets.fr*

*Nous nous proposons ici de faire un bref historique des politiques de sécurité des piétons en Europe de l'Ouest à travers la planification et les aménagements d'infrastructures urbaines et les réglementations correspondantes qui, à la fois, reflètent la façon dont les décideurs et les concepteurs du système de transports appréhendent les piétons et leurs besoins fonctionnels et influent sur les comportements des piétons et des conducteurs.*

## Introduction

Avant l'invention de l'automobile, les piétons ont été pendant des siècles les principaux utilisateurs de la voirie urbaine, en nombre tout au moins. Les cavaliers et les voitures tirées par des chevaux ont cependant commencé à créer des désordres, des embouteillages et de l'insécurité dès que les villes se sont densifiées (Boileau, ca 1690). Les usagers de voitures prenaient alors la priorité sur les piétons pourtant plus nombreux du fait de leur statut social généralement plus élevé dans une société peu égalitaire.

L'introduction de l'automobile, au début du XXème siècle, s'est d'abord faite avec prudence (en France, une loi fixait alors la vitesse limite à celle des piétons, 5 km/h !). Toute prudence est oubliée, cependant, lorsqu'après la deuxième guerre mondiale, la production en série de voitures dites "populaires" permet l'accession d'une partie plus importante de la population à la motorisation. L'automobile symbolise le progrès technique et social et un énorme effort est fait pour développer les infrastructures afin de satisfaire aux nouveaux besoins d'une motorisation galopante, en rase-campagne comme en milieu urbain (voir la phrase de G. Pompidou en 1971 : "il faut adapter la ville à

l'automobile" !). Dans ce contexte, les codes de la route mis au point dans les années 50 limitent fortement les droits des piétons à l'usage de la chaussée, les réduisant au statut d'"obstacles mobiles" dans la trajectoire des véhicules et de perturbations à la fluidité de la circulation. Les premières limitations de vitesses ne sont réintroduites qu'en milieu urbain (en France, 60 km/h en 1954).

Jusqu'aux années 70, l'adaptation de l'infrastructure au trafic automobile se traduit par la construction d'autoroutes et de voies express urbaines, mais aussi sur l'infrastructure existante par l'élargissement des chaussées, le plus souvent aux dépens de l'espace alloué aux piétons (et aux cyclistes). Les piétons sont généralement considérés comme une "espèce en voie de disparition" dont il convient de limiter les mouvements de façon à gêner le moins possible la circulation motorisée. En même temps, les vitesses augmentent, du fait à la fois des progrès techniques dans la conception des véhicules et des "améliorations" apportées aux infrastructures pour réduire la congestion. La situation devient de plus en plus dangereuse pour les piétons, particulièrement pour les enfants et les personnes âgées, ce qui contribue au déclin de la marche à pied (OECD, 1990). De plus, l'accent évident mis sur la voiture dans le traitement de la voirie confirme la hiérarchie sociale entre piétons et conducteurs et encourage de la part de ces derniers des comportements contraires aux droits des piétons et à leur sécurité.

C'est dans ce contexte que nous allons examiner les étapes de la prise de conscience et du changement de traitement de la mobilité et de l'insécurité des piétons à partir des années 70. On verra que les mesures prises visent particulièrement la réduction des vitesses (voir aussi Muhlrad, 2000) et la réattribution d'espace aux piétons, en pleine opposition aux pressions économique et sociale en faveur du tout-automobile et de la liberté de conduire.

# Les années 60 et 70 : de nouvelles approches en urbanisme et planification des transports

## 1. Nouvelles méthodes de planification pour une meilleure sécurité routière

Ce sont les urbanistes qui se préoccupent les premiers de la sécurité des piétons, plus particulièrement du problème des jeunes enfants en milieu résidentiel. Le "Rapport Buchanan", publié pour le Ministère britannique des Transports en 1963, constitue leur base de travail en introduisant les concepts de hiérarchisation de la voirie urbaine et de "mailles environnementales" dans lesquelles la qualité de vie des résidents et des usagers doit primer sur les considérations d'efficacité économique (Buchanan, 1963). L'université de Göteborg en Suède produit en 1968 le premier dossier-guide explicitement lié à la sécurité routière pour la construction de quartiers d'habitation : le principe fondamental en est de concevoir d'abord un réseau de voirie périphérique et interne qui, par son tracé, élimine le trafic de transit et réduise fortement les

vitesses (SCAFT, 1968). Du fait de la forte croissance urbaine de l'époque, les principes SCAFT sont largement appliqués dans toute l'Europe du Nord.

Devant ce succès, les urbanistes s'essaient dès le milieu des années 70, par exemple en Grande-Bretagne ou au Danemark, à transférer les mêmes principes à des quartiers anciens conçus à l'origine selon un maillage orthogonal en y fermant un certain nombre de rues pour créer des culs-de-sacs et reporter la circulation de transit en périphérie (Department of the Environment, 1974, Jorgensen, 1978). Les premiers exemples sont largement suivis dans les villes où un "zonage" effectif permet la hiérarchisation de la voirie et l'identification de zones purement résidentielles, mais ne s'appliquent guère sur des réseaux et dans des tissus urbains présentant une grande mixité des fonctions.

L'adaptation de la ville à l'automobile commence aussi à poser problème dans les centres anciens où l'augmentation du trafic motorisé endommage les quartiers historiques et provoque des nuisances telles que les résidents comme les usagers des commerces tendent à fuir vers la périphérie. Afin de redynamiser les centres-villes, les urbanistes misent sur une incitation à la marche à pied (et à la bicyclette dans certains pays où ce mode est encore populaire) par la reconstruction d'espaces confortables et sûrs pour les piétons. Les principes SCAFT sont ainsi appliqués aux centres historiques dès les années 70 avec cependant un objectif plus large - non seulement éliminer le transit mais aussi réduire *l'accès* au quartier en voiture particulière – ce qui implique l'utilisation d'une combinaison plus importante de mesures physiques : diminution du nombre des points d'entrée pour les véhicules, fermetures de rues et mises en sens unique, rétrécissement des chaussées et élargissement des trottoirs, réglementation du stationnement. Pour des raisons de sécurité, les voiries utilisées pour créer un contournement du centre-ville doivent également être aménagées (moins de carrefours, système de feux, limitation des points de traversée des piétons, etc.). L'accès au centre-ville est assuré de façon croissante par transports collectifs, démarrant parfois d'assez loin en banlieue avec un système de "park-and-ride", comme par exemple à Nottingham. Les villes pionnières comprennent Göteborg et Uppsala (Suède), Nottingham (Royaume-Uni), Belfort (France), Groningen (Pays-Bas). Les premiers résultats d'expérimentation sont publiés par l'OCDE dans le projet "Better Towns with Less Traffic" (OECD,1975).

Les urbanistes travaillent aussi à la réduction de l'exposition au risque des piétons par une ségrégation complète des piétons et des véhicules : quelques villes nouvelles construites en Grande-Bretagne (Stevenage, Cumbernault, etc.), aux Pays-Bas (Bijlmermeer), en France (Cergy-Pontoise, le Vaudreuil) proposent ainsi des réseaux piétonniers protégés de la circulation motorisée qui permettent, pour la première fois, de relier à pied des lieux résidentiels aux principales fonctions urbaines. Des zones piétonnières importantes commencent aussi à apparaître dans les années 70 en centre-ville (par exemple à Copenhague, Danemark, Rouen, France, Vienne, Autriche), appliquant l'exemple de Stevenage où le premier centre piétonnier est déjà en service depuis 1959 (OECD, 1977, 1979).

Il s'avère rapidement que la ségrégation totale doit être conçue avec beaucoup de soin pour être effective et bénéfique pour la sécurité des piétons, qu'elle coûte cher en termes d'espace et d'aménagements et qu'elle a d'autres inconvénients, notamment pour la lisibilité de la ville et l'organisation des lignes de transports collectifs. De nouveaux principes de "mixité du trafic", plus adaptés à des quartiers existants, sont ainsi expérimentés à Delft, Pays-Bas, où le concept de "Woonerf" ou "cour urbaine" prévoit une voirie surfacée de mur à mur et des aménagements obligeant les conducteurs à régler leur vitesse sur celle des piétons tout en inversant la priorité légale en faveur de ces derniers (ANWB, 1977). L'exemple est rapidement repris dans le reste de l'Europe, les rues mixtes restant cependant de dimensions limitées (OECD, 1979).

La mise en place, dès les années 70, de Plans de Circulation visant à rationaliser l'usage de la voirie urbaine commence par des simples réaménagements coordonnés de la circulation automobile, mais va rapidement offrir une opportunité de développer à plus grande échelle les différentes approches d'amélioration de la mobilité et de la sécurité des piétons en complémentarité avec le développement des transports collectifs (Muhlrad, 1977).

## 2. Discussion

Malgré l'attaque contre le "tout-automobile" que représentent le Rapport Buchanan (Hall, 2004), les principes SCAFT, les zones piétonnes ou le principe du "Woonerf", ils permettent de préserver ou libérer des quartiers bien délimités des nuisances et de l'insécurité routière sans remettre fondamentalement en cause l'adaptation de la ville à la voiture. En bref, les piétons sont encore considérés comme "des automobilistes qui ont réussi à garder leur voiture" et la marche n'est pas encore reconnue comme un véritable mode de transport. Les évaluations menées a posteriori montrent également que, si la sécurité des piétons est effectivement améliorée sur les réseaux locaux aménagés, des problèmes se posent à leur périphérie. De plus, aucune solution n'est encore envisagée pour réduire les accidents corporels plus graves qui se produisent sur les grands axes urbains où s'affrontent les besoins de mobilité des piétons et les impératifs du trafic de transit (Hagson, 2004). Sur ces axes, les aménagements pour les piétons sont minimaux, ne prennent pas en compte les besoins de continuité de leurs itinéraires et défavorisent particulièrement les plus lents, personnes âgées, chargées ou à mobilité réduite. Ce n'est qu'à la fin des années 70 que les Plans de Circulation de deuxième génération proposent une esquisse de solution plus globale pour la mobilité, incluant la marche à pied au moins comme un mode d'appoint pour les usagers de transports collectifs.

Il faut noter que le développement des nouvelles méthodes de planification et d'aménagement urbains n'aurait pu se faire sans la pression exercée par la Fédération des Piétons, notamment aux Pays-Bas, et sans l'appui de la recherche. En particulier, les premiers psychologues qui abordent l'analyse des aptitudes et des comportements des jeunes enfants montrent que ceux-ci ne peuvent gérer leur sécurité dans des conditions de circulation complexes et que c'est leur environnement qui doit en conséquence être adapté à leurs capacités

(Sandels, 1968). Par ailleurs, les débuts d'une coopération internationale orchestrée par l'OCDE contribuent fortement à faire passer les innovations d'un pays européen à l'autre et à en évaluer les effets.

# Des années 70 aux années 80 : approches correctives, remédier aux erreurs du passé

## 1. Accidentologie vs approches urbanistiques

Au début des années 70, les chercheurs et les praticiens en sécurité routière viennent de mettre en évidence le caractère plurifactoriel des accidents corporels et abordent l'analyse des "points-noirs" en milieu urbain selon les méthodes mises au point pour la rase-campagne. Des groupes opérationnels intersectoriels associant police, ingénieurs routiers et élus locaux sont mobilisés pour cette tâche dans certains pays (France, Pays-Bas, Royaume-Uni, etc.), ce qui constitue une première expérience de travail en commun entre professionnels ayant eu auparavant peu de contacts et permet en même temps de mettre en évidence des dysfonctionnements de l'infrastructure urbaine : cycles de feux ne prenant pas en compte les temps de traversée des piétons, passages souterrains mal conçus et peu rassurants et, par conséquent, rarement utilisés par les piétons les plus vulnérables, sections d'artères commerçantes sans aménagements appropriés pour la traversée, passages-piétons non intégrés sans les itinéraires habituels de ces derniers, trottoirs encombrés ou mal entretenus, insuffisance de l'éclairage public, etc. Cependant, si les opérations points-noirs corrigent quelques dysfonctionnements ponctuels, il devient très vite évident que cette approche ne s'attaque pas au gros du problème de l'insécurité des piétons et qu'il faut pour traiter celui-ci mieux comprendre les caractéristiques et les besoins de la marche à pied en tant que moyen de déplacement.

Le rapprochement entre les principes de travail des urbanistes et des spécialistes d'accidentologie ne se fait pas sans difficultés, les premiers étant choqués par les mesures ponctuelles contraignantes pour la mobilité qui leur semblent résumer l'action de sécurité (barrières piétonnes, par exemple) et les seconds hésitant à rechercher les déterminants des facteurs d'accidents mis en évidence ponctuellement à un niveau plus global de gestion des déplacements (Cauzard & L'Hoste, 1982, Muhlrad, 1977, 1985, Muhlrad & Faure, 1987). Si les Plans de Circulation de deuxième génération offrent une opportunité de concilier les deux approches, la prise en compte de la sécurité des piétons se heurte encore à l'absence de méthodologies permettant d'anticiper les effets des changements apportés à la circulation et aux transports.

On commence peu à peu à comprendre qu'il est irréaliste de chercher à canaliser les piétons à l'écart de la circulation motorisée et de leur imposer le respect de mesures qui limitent leurs mouvements ou entraînent un effort supplémentaire : dans ces conditions, la clé de l'amélioration de la sécurité est

la réduction des vitesses au dessous d'un seuil qui permette d'éliminer les blessés graves. Suite aux recherches menées en biomécanique, un abaissement de la limite de vitesse à 50 km/h en ville paraît approprié et plusieurs pays tels que le Danemark (Engel & Thomsen, 1988) et plus tard la Suède (Hydèn C., Odelid K., Vàrhelyi A., 1995) en font l'expérience et en évaluent les effets. Cet exemple sera bientôt suivi partout en Europe occidentale (en 1990 en France).

Pour attaquer enfin les problèmes de sécurité des piétons sur les axes de transit importants, des programmes expérimentaux d'apaisement de la circulation visant à inciter les conducteurs à réduire leur vitesse au-dessous du seuil cherché par une combinaison de mesures physiques (rétrécissements de chaussées, élargissements de trottoirs, ronds-points, dos-d'âne, chicanes, places traversantes, etc.) sont mis en œuvre, notamment au Danemark (Vinderup, Skoerboek), en France ("Ville plus Sûre, Quartiers sans Accidents"), aux Pays-Bas (Eindhoven et Rijsvijk) et au Royaume-Uni. Ils permettent de mettre au point une nouvelle politique d'aménagement et de l'évaluer (Borges, 1987,1988, CETUR, 1989, Herrstedt, 1996, Ward & Allsop, 1982). Les mesures appliquées viennent souvent corriger les erreurs faites dans le passé pour adapter la voirie à la croissance du trafic motorisé. Pour cette raison et du fait de leur caractère innovant, elles doivent faire l'objet d'un consensus entre décideurs et usagers, ce qui entraîne la constitution de groupes intersectoriels locaux impliquant tous les acteurs concernés ainsi qu'une concertation approfondie avec le public. D'autres objectifs illustrant les préoccupations des usagers (lutte contre la pollution et le bruit, meilleure accessibilité, amélioration de la qualité urbaine, redynamisation des commerces) viennent s'ajouter à la sécurité routière et contribuent à justifier le coût des aménagements (Muhlrad & Faure, 1988, OECD, 1990). Après évaluation, les principes d'apaisement de la circulation et les exemples de bonne pratique sont largement diffusés auprès des municipalités, notamment en France (CETUR, 1989).

Entre temps, les quartiers à l'écart du réseau de voiries primaires ne sont pas oubliés, mais les principes de ségrégation du trafic, souvent mal adaptés aux rues des villes anciennes, sont remis en question au profit de rues à circulation "mixte" et à vitesses très réduites. Le concept de "Woonerf" des années 70 apparaît souvent trop contraignant et onéreux et d'autres formes d'aménagements sont expérimentées dans plusieurs pays (Belgique, Allemagne, Suisse, etc.). La solution qui émerge est celle des "zones à 30 km/h" dans lesquelles des aménagements d'apaisement de la circulation sont implantés sur la voirie existante sans qu'il soit nécessaire d'en reprendre entièrement la conception. Des réglementations viennent appuyer cette mesure, sans toutefois inverser la priorité en faveur des piétons comme dans les "Woonerven" (mais on considère qu'une vitesse de 30 km/h rend ce changement inutile).

## 2. Discussion

L'activité intense des années 80 apporte une nouvelle vision du piéton par rapport à la qualité de vie urbaine. L'éventail des mesures de sécurité s'élargit

tandis que le "tout-automobile" est remis en question, particulièrement lorsque l'on comprend que certaines fonctions urbaines réclament un contact personnel des usagers et s'accommodent mal des nuisances d'une circulation motorisée intense: on constate qu'une ville ne peut exister sans présence piétonne. Les besoins propres des piétons, particulièrement en termes de continuité d'itinéraires et de qualité de l'environnement, commencent à être reconnus. Les changements apparaissent progressivement et impliquent un nombre croissant de praticiens et de chercheurs aux niveaux national et local. Un travail intersectoriel de sécurité routière s'engage et des processus de négociations entre acteurs se dessinent (Muhlrad & Faure, 1988, OECD, 1990).

Durant toute cette période, l'image de la ville européenne change profondément. Il semble que la sécurité routière, en réhabilitant le piéton, ait joué un rôle moteur dans la redynamisation des centres-villes et le renouveau urbain. Cependant, les autres nuisances liées à l'usage de l'automobile deviennent une préoccupation croissante.

# De la fin des années 80 à nos jours et au-delà : programmation à long terme, intégration de la sécurité routière et d'objectifs environnementaux

## 1. Cibles de sécurité routière à long terme

Une fois démontré le fait que les accidents corporels ne sont pas inévitables, le public devient demandeur d'une sécurité toujours accrue. La "culture de sécurité" qui se développe aussi dans d'autres domaines amène à repenser de façon systémique l'environnement de vie de l'usager. Dans ce contexte, plusieurs pays européens adoptent par voie Parlementaire le principe de l'éradication à long terme des victimes graves de la route : "Vision Zéro" en Suède, 1997, puis dans d'autres pays (Autriche, Allemagne, Suisse), politique de "Sécurité Durable" aux Pays-Bas (BPA, 2003, Koornstra, 1994, National Swedish Road Administration, 1998). L'application de tels programmes implique une remise à plat du système infrastructures-transports, avec pour préalable en milieu urbain une classification fonctionnelle de la voirie qui reprend en les simplifiant les principes énoncés par Buchanan trente ans auparavant (Marshall, 2004, Wramborg, 2000). On compte également sur certaines innovations technologiques, notamment orientées vers l'aide aux piétons, pour atteindre l'objectif zéro victime grave.

Il est clair que les politiques à long terme visent tous les usagers de la route, mais que les usagers non protégés, piétons ou cyclistes, devraient bénéficier tout particulièrement d'un environnement de déplacement où la sécurité est intrinsèque.

## 2. Intégration de la sécurité routière et d'objectifs environnementaux et de santé

Trois évènements récents apportent un support à la conception du piéton en tant qu'acteur des transports à part entière : l'agenda pour un Développement Durable, les accords de Kyoto sur la réduction des émissions de CO2, enfin la position de l'Organisation Mondiale de la Santé qui, en 2004, a fait de l'insécurité routière une priorité de santé publique (WHO, 2004). Les approches environnementales et de sécurité partagent des objectifs et des moyens communs (réduction des vitesses, des flux motorisés, redéveloppement des circulations "douces"), ce qui rend leur intégration naturelle et fructueuse (OECD, 1997). La marche à pied et la bicyclette sont, non seulement des modes non polluants mais, de plus, des formes d'exercice qui améliorent la santé. Les besoins de mobilité et de sécurité des piétons se retrouvent ainsi au cœur des politiques intégrées environnement-sécurité et santé-sécurité (Carré & Mignot, 2003, COST 358, 2006). Pour mener à bien ces politiques à long terme, il est indispensable de lier urbanisme et planification des transports, ce qui constitue une procédure normale dans certains pays depuis les années 90 (Suisse, Allemagne) mais se heurte encore dans d'autres à la routine institutionnelle.

Ce sont les considérations environnementales qui servent souvent à propulser au premier plan la mobilité et la sécurité des piétons, comme on l'a vu en France avec la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie de 1996 qui oblige les municipalités à prévoir les infrastructures pour les piétons et les bicyclettes dans les PDU (Plans de Déplacements Urbains) (Faure & Muhlrad, 1999, Fleury, Yerpez et al, 2000). Il faut bien souvent de telles lois pour permettre aux élus locaux de promouvoir une décroissance de la circulation urbaine motorisée, particulièrement dans les agglomérations de taille modeste où les effets de la saturation automobile ne sont pas encore ressentis comme insupportables (PROMISING, 1999).

## 3. Discussion

Si la mobilité et la sécurité des piétons est un élément central des politiques intégrées et à long terme, celles-ci fixent dans leurs grandes lignes les infrastructures et la mobilité : pour assurer une sécurité effective des piétons dans les futurs systèmes de transports, il faut aussi travailler au niveau très local (tactique et opérationnel, selon Michon), ce qui fait appel à toute l'expérience acquise au cours des décades précédentes de recherche et de pratique. Cependant, des recherches sont encore nécessaires, autant sur les exigences qualité des piétons (Carré & Julien, 2000, COST 358, 2006) que sur les leviers permettant d'obtenir de façon la moins coercitive possible des transferts modaux de l'usage de la voiture particulière en ville à celui des transports collectifs et des modes non motorisés (WALCYNG, 1999). Par ailleurs, les politiques à long terme ne remplacent pas les politiques ciblées visant à obtenir des gains de sécurité routière plus immédiats : trouver un équilibre entre les deux approches n'est pas une tâche aisée.

L'intégration de la sécurité routière dans des politiques urbaines plus larges implique un nombre croissant de décideurs et de praticiens et une prise en compte accrue des intérêts et préoccupations du public. L'organisation institutionnelle locale doit donc permettre l'intervention d'acteurs privés et les conditions du succès sont une volonté politique affirmée, le partage des responsabilités, la transparence des objectifs et des décisions, enfin la mise en place de procédures de financement pérennes. La mise en place au niveau national d'actions incitatrices vis-à-vis des collectivités locales a aussi fait la preuve de son utilité et la recherche est plus que jamais indispensable pour développer les méthodologies manquantes et suivre les processus et effets à long terme engendrés par les politiques intégrées (OECD, 1997, Tiwari & al, 2005).

# Conclusion

L'histoire de la sécurité des piétons en Europe occidentale nous montre que l'image du piéton a graduellement évolué d'un "obstacle mobile sur la trajectoire des véhicules" à un véritable mode de transport avec ses propres contraintes et objectifs de déplacements. De plus, il est maintenant acquis que la vie urbaine ne peut exister sans une activité piétonne permettant les contacts directs. Cette évolution est le fruit d'une coopération intersectorielle et d'une implication complémentaire de l'Etat et des collectivités locales et a été poussée et confortée tout au long par une recherche pluridisciplinaire dans laquelle psychologues, ingénieurs et spécialistes d'évaluation ont joué un rôle déterminant. Les échanges internationaux, stimulés par l'OCDE et les programmes européens, ont permis la circulation des idées et de l'innovation et la diffusion des "bonnes pratiques" adaptables à différents contextes (Groupes de Recherche de l'OCDE sur la Sécurité des Piétons, projets DUMAS, PROMISING, etc.).

La loi a suivi et officialisé ces évolutions : outre les réglementations particulières liées à des aménagements ou à des objectifs à long terme ("cours urbaines", "zones 30", "vision zéro", "sécurité durable", etc.), certains codes de la route ont été modifiés pour élargir les droits des piétons, comme aux Pays-Bas, tandis que dans d'autres pays, c'est l'interprétation de la loi qui a changé pour mieux affirmer la responsabilité des conducteurs en cas d'accident contre un piéton (en France, par exemple).

L'adaptation de la ville à la circulation motorisée au mépris des droits et des besoins des usagers vulnérables s'est finalement avérée une erreur grave dont nous continuons à payer les conséquences et à tenter de les réparer. Les perspectives à moyen terme de renchérissement et de raréfaction du carburant ne peuvent qu'accélérer la tendance inverse : offrir un environnement de déplacements sûr pour les transports non motorisés.

L'auteur tient à remercier Rob Methorst (AVV, Ministère des Transports, Pays-Bas) ainsi que Anne Faure (Arch'Urba, France), Catia Rennesson

(CERTU, France) et Dominique Van der Muhl (Suisse) pour leur commentaires et apports à cette communication.

# Références

Allsop R., 1993. Agenda for a Safe Access in a Stable Environment : issues for decision-makers as identified at the International Scientific Initiatives on Road Traffic Round Tables, 1989-1991. *IATSS*, Tokyo.

ANWB, the Royal Dutch Touring Club, 1977. *"Woonerf"*, The Hague, the Netherlands.

Boileau N., ca 1690. Les Embarras de Paris. In: *Satires et Epitres*. Les Biolâtres, 1957, France.

Borges P. et al, 1987. *Consequence Evaluation of Environmentally Adapted Through-Road in Vinderup. Report 52A, the Danish Road Directorate*. The Road Data Laboratory, Denmark.

Borges P. et al, 1988. *Consequence Evaluation of Environmentally Adapted Through-Road in Skoerboek. Report 63E, the Danish Road Directorate*. The Road Data Laboratory, Denmark.

BPA, 2003. *Vision Zéro, Base d'une Nouvelle Politique de Sécurité Routière. Arguments. BFU-BPA-UPI*, Bern, Switzerland.

Buchanan Colin, 1963. *Traffic in Towns ("the Buchanan Report"). MoT*, 1963:44, London, U.K.

Carré J.R., Julien A., 2000. *Présentation d'une méthode d'analyse des séquences piétonnières au cours des déplacements quotidiens des citoyens et mesure de l'exposition au risque des piétons*. Rapport n° 207, INRETS, France

Carré J.R., Mignot C., 2003. *Ecomobilité : les déplacements non motorisés : marche, vélo, roller… éléments clés pour une alternative en matière de mobilité urbaine, rapport n° 975*, INRETS, France

Cauzard J.P., L'Hoste J., 1982. *La sécurité en milieu urbain : le cas de Chambéry*. Rapport ONSER, Arcueil, France.

CEMT/OECD, 2007 (to be published). *Working Group on Achieving Ambitious Road Safety Targets. Paradigm shift to a safe system approach*. Draft paper, September 2006. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.

CETUR, 1989. *Ville plus Sûre, Quartiers sans Accidents : savoir-faire et techniques*. CERTU, Lyon, France.

Chapelon J., Boyer S., Sibi P., 2006. *Évaluation : impact du contrôle-sanction automatisé sur la sécurité routière, 2003-2005*. ONISER, France.

COST 358, 2006. *Pedestrian Quality Needs*. www.walkeurope.org

Department of the Environment, Welsh Office, 1974. *Traffic in General Improvement Areas.* Note Nr 9, HMSO, London, U.K.

Engel U., Thomsen L.K., 1988. *Hastigheder, hastighedsgraenser og ulykker : udvikligen i ulykkerne i byerne efter indförelse af 50 km/h*. Report 27, Danish Council for Road Safety Research, Copenhaguen, Denmark.

Faure A., Muhlrad N., 1999. Pedestrian safety and mobility : European viewpoint, incentives for non-motorised transport networks in France. *VI Conferenza Internazionale "Vivere e Camminare in Città"*, Brescia, 14-15 giugno 1999, Italia.

Fleury D., Yerpez J., Montel M.C., Brenac T., 2000. Research Projects in Integration of Road Safety in Urban Management. *Proceedings ICTCT Workshop on Traffic Calming*, Delhi. www. Ictct.org

Hagson A., 2004. *The Paradigm of Urban- and Traffic-Planning. A study of SCAFT 1968, Precedents and Followers.* Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.

Hall P., 2004. *The Buchanan Report : 40 years on*. Institute for Community Studies, University College London. Telford Press, U.K.

Herrstedt L., 1990. *Experience from the Road Directorate's experiment with environment-priority for the reconstruction of through-roads in three towns : Vinderup, Skoerboek and Ugerlöse*. Dansk Vejtidskrift 1990. nr 1, Denmark.

Hydèn C., Odelid K., Vàrhelyi A., 1995. *The effect of general speed reduction in an urban area : results of a comprehensive trial in Växjö*. Department of Traffic Planning and Engineering, LTH, Lund, Sweden.

Jorgensen E., 1978. *Traffic replanning in a part of Österbro in Copenhaguen*. Danish Road Administration, Copenhaguen, Denmark.

Koornstra M., 1994. *The Dutch Policy for Sustainable Road Safety*. Tinbergen Institute. SWOV, Leidschendam, the Netherlands.

Marshall S., 2004. *Building on Buchanan : evolving road hierarchy for to-day's streets-oriented design agenda*. University College London, U.K.

Muhlrad N., 1977. *Répartition de l'Espace Urbain pour les Déplacements: Sécurité et Planification*. TEC n° 21, Paris, France.

Muhlrad N., 1985. *Urbanisme et Sécurité. Recherche: Historique et Prospective*. CNRS, Commission "Architecture, Urbanistique, Société", Paris, France.

Muhlrad N. (1987): Traffic Safety in Urban Areas: Present Trends in Research and Practice. In J. Kraay (Ed.): *Proceedings of the International Workshop on Recent Developments in Road Safety Research*. SWOV, the Netherlands.

Muhlrad N., Faure A., 1987: Urbanisme et Sécurité Routière: Deux Approches Concourantes. *Colloque Européen "la Rue n'est pas une Route"*, CNRS, Paris, mai 1987, France.

Muhlrad N., Faure A., 1988: *Local Road Safety Policies : a Didactical Model*. INRETS, Research report n° 77, Arcueil, France.

Muhlrad N., 2000. A Short History of Physical Speed Reduction Measures in European Urban Areas. *Proceedings of ICTCT Workshop on Traffic Calming*, Delhi, 2000. www.ictct.org

OECD Special Research Group on Pedestrian Safety, 1977. *The Pedestrian's Road Environment*. TRRL, Crowthorne, Berkshire, U.K.

OECD, 1979. *Road safety in Residential Areas. Organisation for Economic Co-operation and Development*, Paris, France.

OECD, 1990. *Integrated Road Safety Management in Urban Areas. Organisation for Economic Co-operation and Development*, Paris, France.

OECD, 1995. *Urban Travel and Sustainable Development.* Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.

OECD, 1997. *Integrated Strategies for Safety and the Environment. Organisation for Economic Co-operation and Development,* Paris, France.

OECD, 1998. *Safety of Vulnerable Road Users*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.

PROMISING, 1999. *Promotion of measures for vulnerable road users, a European Research Project*. Final Report. SWOV, the Netherlands.

Sandels S., 1968. *Smaa barn i trafiken*. Stockholm, Sweden.

SCAFT Guidelines, 1968. *Principles for Urban Planning with respect to Road Safety*. Swedish National Road Administration and National Board of Planning, Karlshamn, Sweden.

Swedish National Road Administration, 1998. *Vision Zero : from Concept to Action*. Borlänge, Sweden.

Tiwari G., Mohan D., Muhlrad N., ed. 2005. *The Way Forward : Transportation Planning and Road Safety*. Macmillan India Ltd.

WALCYNG, 1999. *How to enhance WALking and CYclING instead of short car trips and to make these modes safer*. Final Summary Report. Transport RTD Programme – Research for Sustainable Mobility. http://cordis.europa.eu/transport/src/walcyngrep.htm

Ward H, Allsop R., 1982. Evaluation of area-wide safety schemes by monitoring traffic and accidents. In : *OECD seminar on Short-Term and Area-Wide Evaluation of Safety Measures.* SWOV, Leidschendam, the Netherlands.

WHO, 2004. *World Report on Road Traffic Injury Prevention*. World Health Organisation, Geneva, Switzerland.

Wramborg P., 2000. The New Approach to Urban Planning, Traffic Network, and Street Design. *Proceedings of ICTCT Workshop*, Corfu, 2000. www.ictct.org

# La mise au pas du piéton à Paris au temps de l'autophilie (1900-1930)

**André Guillerme,**
*Centre d'histoire des techniques et de l'environnement (CDHTE, CNAM-EHESS)*
*5, rue du Vertbois, F-75003 Paris*
*guillerm@cnam.fr*

*Le propos tient aux partisans de l'automobiles désignent par « autophobes », marcheurs et flâneurs, lecteurs et badauds, gobe-mouche, manifestants, adolescents, femmes mûres, servantes, nourrices, vieillards, vagabonds, alcooliques, charretiers, mais aussi élégantes, bref ceux qui, par habitude, débordent le trottoir, déambulent et encombrent la chaussée, qui « provoquent » les automobilistes, qui contestent la nouvelle mécanique urbaine. Comment faut-il les discipliner, les conduire, les corriger? Avant, pendant et après la première guerre mondiale.*

*Le questionnement date d'une quinzaine d'années et vise la genèse de l'urbanité contemporaine. Elle interroge donc, du point de vue de l'histoire des techniques, les conséquences d'une innovation majeure — l'automobile — dans le comportement de ses usagers et de ceux qui la refusent ; une innovation jugée dangereuse.. Interrogation transatlantique et urbaine.*

## 1. Les trottoirs

Équipements publics à peine centenaires, les trottoirs sont déjà, à Paris, à la fin du XIXe siècle, largement encombrés par les étalages, « tables, chaises, caisses à fleurs, etc., dont on autorise l'installation, souvent au grand détriment de la commodité de la circulation des piétons. Il est difficile de prévoir la suppression de ces empiétements qui sont la source d'importants revenus pour les communes, et l'on ne pourrait émettre à ce sujet qu'un vœu tout platonique », rappelle l'ingénieur des services techniques d'Angers en 1910 (Leroux, 1910). Ces trottoirs sont constamment labourés par les petits travaux en tranchée pour l'entretien des tuyaux — eau potable, eau d'arrosage, gaz, pneumatique — et des ficelles — éclairage, électricité, téléphone. Ils sont aussi réduits par le débordement des chantiers de bâtiment et par les emprises du Métro qui embourbent les souliers et crottent les jupes. Contre ces trottoirs stationnent les quelque dix mille marchands des quatre-saisons inscrits à la préfecture de Police et se repose une partie des vingt mille voitures à bras.

« Paris est la ville du monde où la traction humaine est la plus en honneur. C'est l'inpedimentum le plus grave de la circulation » (Massart, E.., 1910).

À vrai dire, jusqu'à la fin de la première guerre mondiale, le piéton déborde largement cette portion de la rue destinée à le protéger. En France, en Belgique, en Angleterre, il « ne peut pas se résoudre à considérer la chaussée comme un domaine où il doit séjourner le moins possible et juste le temps de passer d'un trottoir à l'autre. Il se considère comme exproprié parce qu'on lui demande de rester sur le trottoir » (Hanzez, J. 1923). La rue, l'avenue, le boulevard, la place, faits pour lui, lui appartiennent encore ; autour du 1er janvier et du 14 juillet, les forains installent manèges à chevaux de bois, tirs, marchands d'arachides, loteries sur les places du Châtelet et de La République à Paris ou des Terreaux à Lyon. La nuit festoie les théâtres et cabarets des grands Boulevards. Les arcades de la rue de Rivoli «regorgent de monde qui déborde sur la chaussée où voitures et omnibus circulent très péniblement... La circulation souterraine — le Métro — ne diminue donc en rien la circulation à la surface : au contraire elle la multiplie » (Dausset, M, 1910).

L'institution du Comité consultatif permanent de la circulation par le Préfet de police, Charles Blanc — comité chargé de la mise en œuvre de la réglementation du trafic — coïncide avec le premier salon de l'automobile organisé à Paris par l'Automobile Club de France en 1899, qui accueille près de cent cinquante mille visiteurs. Ce comité conduit le préfet à ordonner, le 10 juillet 1900, le plus volumineux et le plus fastidieux des règlements de la circulation — 429 articles. La riche Europe des capitales est alors inondée par le « torrent circulatoire » (Wells, H. G., 1901) hippomobile et bientôt automobile — 3 900 voitures maîtres, 34 000 voitures de commerce, 110 000 vélos enregistrés dans le département de la Seine en 1901, auxquels il faut joindre 120 000 chevaux et deux millions de piétons, respectivement 8 200, 47 000 et 300 000 en 1910. Cette croissance manifeste et sans précédent de la circulation urbaine tient à la croissance économique et à l'industrialisation lourde de la proche banlieue — 280 millions de voyageurs en transport en commun parisiens en 1904, 513 en 1907 ; 16 millions de voyageurs en métro en 1900, 25 en 1909. Cette poussée périphérique ajoutée aux puanteurs des faubourgs portées par les vents (Guillerme, Lefort, Jigaudon, 2005), donne subitement aux Parisiens une impression catastrophique. L'automobile, bruyante, rapide, effrayante, est dangereuse et suscite la haine des paysans, des fiacres et de ceux que les journalistes semblent de plus en plus désigner par « piétons », mot générique qui désigne d'abord le fantassin et qui forme la « piétaille », puis le facteur rural qui marche à bon pied, avant de qualifié communément le citadin ordinaire.

## 2. Les autophobes

L'esprit conquérant voire colonial déployé par l'autophilie dévoile l'autre, non le piéton, le passif, mais les autophobes: des gamins, des femmes, des paysans, des gens âgés, des « conservateurs », que les dessinateurs humoristes caricaturent dans les revues autophiles. À vrai dire, ce n'est que

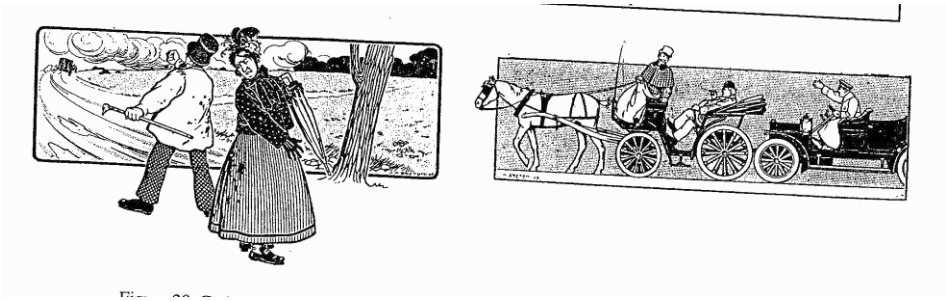
depuis une vingtaine d'années seulement que la rapidité tend à devenir une vertu urbaine. Jusqu'alors l'allure de la marche est réglée sur le pas ; la course est interdite de cité ; le vélocipède réserve sa vélocité pour des épreuves spéciales, en circuits fermés : il est interdit d'usage dans la plupart des rues. Tout coureur est suspect ; le cheval ne trotte que sur les quais, les trottoirs. La ville, les citadins marchent au pas jusqu'à l'intrusion des chemins de fer, de la mécanique ambulatoire, puis du vélo, dans les années 1870, et enfin de l'automobile. La « rapidité » est nervosité maladive, petite folie, au XVIIIe siècle ; elle devient perspicacité, intelligence, à la fin du XIXe siècle. La sagesse et l'inertie citadines sont profondément perturbées par cette nouvelle vision du monde, cette « Weltanschauung » si bien présentée par le mouvement cubiste. La vitesse terrorise, l'accélération mécanique tue.

**Figure 1 : Portrait d'un autophobe**

" Le 7 juin dernier, M. Jacques Cohen, chef-adjoint du Cabinet du Président du Conseil des Ministres, passait à Rosny en voiture automobile en compagnie de cinq autres personnes, quand un jeune homme de 16 ans, Adrien Baillou, s'approche de la voiture et lance une pierre à la tête de M. Cohen qui fut blessé à l'arcade sourcilière.
M. Cohen porta plainte... et a tenu à expliquer que la plainte déposée par lui avait surtout pour motif l'intérêt général des chauffeurs et la nécessité de faire un exemple. Il a néanmoins demandé au Tribunal de se montrer indulgent pour un acte rentrant plutôt dans la catégorie des gamineries que dans celle des actes foncièrement criminels.
Le Tribunal n'en a pas moins prononcé la peine de 15 jours d'emprisonnement avec sursis. La leçon sera bonne et, pour éviter la paille humide des cachots, le jeune autophobe se gardera de récidiver. Il dépend des chauffeurs d'obtenir la tranquillité en provoquant, à l'occasion de semblables " conversions ".

Source : *La Vie Automobile,* n°156, 24 septembre. 1904, p. 612.

**Figure 2. Caricatures d'autophobes**



Source : La vie automobile, juin 1904

## 2.1. Les accidents

À Paris, le rapport Hennequin est publié en 1904 alors que s'installe, dans l'opinion, une certaine fatalité à l'égard de la violence du trafic et la mort accidentelle, une fatalité semblable à la perte de l'Alsace et de la Lorraine. Pour la pallier et donner de l'optimisme scientifique, une enquête spéciale est ordonnée par le Président du Conseil — Circulaire aux préfets du 11 août 1903 — portant sur la circulation viaire et plus particulièrement sur les causes des accidents entre le 1er septembre et le 15 octobre 1903, « période où la circulation des véhicules à traction mécanique est considérable et où la circulation des autres véhicules commence à atteindre son plus haut degré d'activité »(*La Vie automobile*, 1904). Le rapport, très fouillé, rédigé par le secrétaire général de la Commission extra-parlementaire des automobiles, est largement commenté dans cinq numéros de *La vie automobile*, de septembre et octobre 1904. 3 155 accidents corporels sont répertoriés — provoquant la mort de 197 personnes, soit 6,4 % — dont 575 dans le département de la Seine. Extrapolés pour l'année entière, ces accidents donnent près de 3 000 pour la Seine et 20 000 pour les autres départements, pour environ 2,7 millions de véhicules hippomobiles (dont 1,6 transportant des personnes) et 13 000 automobiles. Près de 30 % sont produits en agglomération urbaine. Ces blessures corporelles ou mortelles sont imputables à "trois causes principales : la vitesse, l'inobservation des règlements du roulage, la négligence ou l'incapacité des conducteurs» (*La Vie automobile*, 1904). Hors de Paris, les véhicules transportant des marchandises sont la première cause d'accidents en milieu urbain (233/839), suivis des vélos (188), des véhicules hippomobiles et transport de personnes (178), des tramways (120) et des automobiles (70).

D'une manière générale, il appert que les accidents occasionnés par la traction animale présentent alors beaucoup plus de gravité que ceux de la traction mécanique. La mort rôde principalement en dehors des agglomérations, sur les chemins et les routes. Elle touche d'abord les conducteurs, auteurs des accidents — 60 % des tués et 51,4 % des blessés gravement. Cependant le tiers des victimes représente le public passif, "contingent important qui explique les plaintes incessantes du public, comme les mesures de protection que s'efforcent de prendre en sa faveur les municipalité » (*La Vie automobile*, 1904). Le rapporteur constate d'abord que « l'automobilisme est pratiqué d'une manière périlleuse » ou que « le véhicule à traction mécanique présente encore intrinsèquement plus de dangers que les véhicules hippomobiles ». Il note aussi que la fréquence des accidents causés par les vélos est due pour l'essentiel à l'instabilité du véhicule, à l'insuffisance des moyens d'arrêt, à la marche silencieuse.

**Figure 3 : Quelques accidents au début du XXe siècle extraits des greffes de Tribunaux**

Incapacité du conducteur :
Une voiture automobile marchait dans une rue. Au moment de tourner dans une autre rue, et par suite d'une fausse manœuvre de direction, elle a heurté et culbuté une carriole à bras chargée de vaisselle, et renversé son conducteur ; l'automobile n'étant pas dirigée est allée se jeter dans la devanture d'un épicier qu'elle a enfoncée.
Le conducteur de l'automobile faisait ses essais, pour obtenir un permis de conduire. Un essieu et la direction faussés. Lanternes brisées (Rhône - A.U.)

Excès de vitesse :
Une jardinière de laitière, marchant au pas, à droite dans la rue, conduite par une femme, a été heurtée par une automobile venant en sens inverse à une allure vertigineuse. L'auto, de forme basse, est entrée sous la jardinière, renversant le cheval et projetant à terre le conducteur et par contre-coup un bicycliste qui passait.
Les trois personnes de l'auto sont descendues pour dégager leur véhicule pris sous la jardinière et sont reparties immédiatement à toute vitesse, sans se préoccuper de leur victime et malgré les protestations des témoins. - (Drôme - A.U.)

Obstacles sur les routes :
Un piéton se trouvant sur la route, longeait la voie du tramway, lorsque, entendant le son d'une corne derrière lui, il crut que c'était un tramway et, sans se retourner, afin de se garer, vint au milieu de la route, où il fut heurté par une automobile.
Nous avons rencontré plusieurs accidents de cette nature. Ils démontrent la nécessité qu'il y aurait à mieux réglementer les avertisseurs et à réserver à chaque espèce de véhicule un mode et un appareil spécial d'avertissement.
La Commission est d'ailleurs saisie de la question ; elle fera une œuvre fort utile, en proposant les prescriptions propres à empêcher les confusions souvent meurtrières pour les piétons. - (Bouches-du-Rhône - Route nationale - E.D.A.)

Dérapages et glissements :
Une automobile, marchant à petite vitesse, a dérapé dans une rue dont le pavé était glissant et en mauvais état, près de l'aiguille des rails du tramway.
Le véhicule est alors monté sur le trottoir et a serré contre le mur un piéton qui s'y trouvait et suivait la même direction. Blessé aux jambes. - (Seine-et-Oise - A.U.)

Source : La Vie Automobile, 1913.

**Figure 4 : Causes des accidents de la circulation en 1903**

Détails : 1° - Animaux employés à la traction : emportés sans motif 243 ; par suite de frayeur 79 ; chutes 29 ; rétivité 9 ; arrêts, départs brusques 30.
9° - Ruptures d'organes et avaries : roues 6, essieux 6, guides 6, freins 5, direction 5, pneus 20, avaries et mauvais état du véhicule en service 23.

| | Causes | Traction animale | TRACTION MECANIQUE | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Automobiles et vélocipèdes à moteurs | Tramways | Vélocipèdes sans moteur | |
| 1° | Animaux employés à la traction | 390 | | | | 390 |
| 2° | Imprudence du conducteur | 217 | 27 | 5 | 28 | 277 |
| 3° | Incapacité du conducteur | 64 | 22 | 2 | 56 | 133 |
| 4° | Imprudence du piéton, etc. | 192 | 48 | 64 | 131 | 436 |
| 5° | Collisions | 69 | 27 | 34 | 73 | 203 |
| 6° | Vitesse | 45 | 47 | 1 | 79 | 172 |
| 7° | Chutes accidentelles | 81 | | | 74 | 155 |
| 8° | Obstacles imprévus | 82 | 4 | | 54 | 140 |
| 9° | Ruptures d'organes | 23 | 28 | 1 | 18 | 70 |
| 10° | Défaut d'éclairage | 11 | | | 15 | 26 |
| 11° | Défaut d'avertissement | 1 | 3 | | 14 | 18 |
| 12° | Dérapage | | 4 | | 17 | 21 |
| 13° | Mauvaise voirie | 20 | 1 | | 1 | 22 |
| | Maladies subites | | | | 6 | 6 |
| | Explosions | | 2 | | | 2 |
| | TOTAUX | 1 195 | 214 | 107 | 555 | 2071 |

Source : Rapport Hennequin

**Figure 5 : Répartition des accidents en France entre le 1er septembre et le 15 octobre 1903**

| NATURE | Agglomération urbaine | | Agglomération rurale | | Hors agglomération | | TOTAL | Véhicules (Nb) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | % | Nb | % | Nb | % | | |
| Traction animale | | | | | | | | |
| Transport des personnes | 141 | 23,4 | 168 | 27,9 | 293 | 48,7 | 602 | |
| Transport des marchandises | 207 | 28,6 | 212 | 29,3 | 304 | 42 | 723 | |
| Traction mécanique | | | | | | | | |
| Voitures automobiles | 58 | 24 | 46 | 19 | 137 | 56,8 | 241 | 8 500 |
| Vélocipèdes à moteur | 34 | 25,9 | 37 | 28,2 | 60 | 45,8 | 131 | |
| Vélocipèdes sans moteur | 178 | 26,4 | 235 | 34,9 | 260 | 38,6 | 673 | 244 000 |
| Tramways | 112 | 75,1 | 16 | 10,7 | 21 | 14,1 | 149 | |
| Cavaliers | | | | | | | | |
| Cavaliers | 13 | 21,3 | 29 | 47,5 | 19 | 31,1 | 61 | |
| TOTAUX | 743 | | 743 | | | | 2580 | |

Source : Rapport Hennequin

## 2.2. L’attitude des édiles

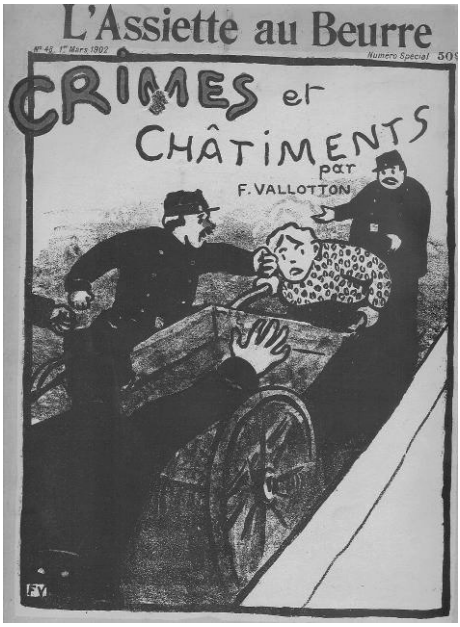
En France, les politiques municipales en matière de gestion de la circulation apparaissent toujours plus répressives envers les modes de locomotion lente. Les considérations humaines semblent échapper aux édiles chargés de résoudre la congestion. La psychologie est un terme inconnu des discours et le référent essentiel est la police de la circulation chargée « d'assurer le bon ordre, la sûreté et la salubrité publiques » — Article 97 de la loi du 5 avril 1884 sur l'organisation municipale.

En Grande-Bretagne au contraire, « la question de la circulation présente un côté psychologique, puisque la chaussée est pour tout le monde et que, dans toute collectivité d'individus, il y a des étourdis, des égoïstes, des insensés et des ignorants qui entendent faire autre chose que ce qu'indiquent le bon sens et l'équité élémentaires. Ce n'est pas résoudre la difficulté que de proposer d'interdire à ces gens de circuler.... Il faut donc conserver à tous le droit de circuler sur les voies publiques et le but doit être d'obtenir, en portant le moins d'atteintes possibles à la liberté, des routes mieux aménagées, des moyens de locomotion plus sûrs et des conditions de circulation plus favorables, de façon à augmenter le nombre de gens qui peuvent aller et venir en toute sécurité » (Cave, Hearne, Rees Jeffreys, 1923).

# 3. Le dressage de l'autophobe

Même si toute personne a le droit de circuler sur la route ou dans la rue si cela lui plaît, la chaussée étant faite pour les piétons, aussi bien que pour les voitures, dès le début des années 20, des mesures plus cœrcitives sont préconisées à l'égard des piétons qu'il faut « traiter comme des enfants qu'il faut surveiller et instruire, pour qu'ils arrivent à une meilleure compréhension de la circulation sur les routes » (Cave, Hearne, Rees Jeffreys, 1923). « Il n'est pas rare de voir un Parisien traverser une rue à grande circulation en lisant son journal, laissant aux conducteurs des voitures le soin de prendre les précautions voulues pour l'éviter » (Massart, Biette, 1912). Plus généralement ces passants « s'attardent à deviser sans regarder autour d'eux. La sonnerie d'un tramway ou la trompe d'une automobile vient vite les rappeler à la réalité et les affoler » (Élie-Berthet, 1913) et l'accident arrive. Pour les techniciens « les piétons sont certainement une des principales causes d'encombrement » (Cave, Hearne, Rees Jeffreys, 1923). Si les dispositions prises pour les cantonner sur les trottoirs ont donné quelques résultats, il n'en reste pas moins que les accidents mortels ne cessent de se multiplier, dépassant largement entre 1927 et 1930 les trois centaines dans la capitale, 3 600 sur les routes françaises tous les ans (une dizaine quotidiennement).

**Figure 6 : Vallotton, F. (1902) Couverture de « Crimes et châtiments », Tout ce qui gène la circulation à Paris est réprimé, d'abord le commerce ambulant, source d'encombrement.**




Source : *L'assiette au beurre*, 45, 1er mars 1902.

## 3.1. Le jugement autophile

Pour les idéologues de l'automobile, cette forte mortalité ne tient pas aux mécaniques mais aux problèmes de la circulation et aux piétons.

**Figure 7 : Vallotton, F. (1902), « Salue d'abord, c'est l'auto de la préfecture ». Caricature parisienne évoquant la condescendance autophile.**

Source : *L'assiette au beurre*, 43, 1er mars 1902

"Monsieur l'Agent, à sa guise, à sa fantaisie, peut vous faire poser plus ou moins longtemps sous prétexte de protéger le public piéton. À peine partis, après cette pause, vous êtes arrêtés à nouveau 30 mètres plus loin, [...] ce sont des voitures qui croisent l'avenue dans laquelle vous vous êtes engagé, [...] puis cela se répète de ci, de là, jusqu'à trois fois par minute :.. Vous vous énervez, ce qui est tout naturel, et [...], dans cet état, aplatissez facilement un piéton avant la fin de votre course. Responsabilités [...] !!, vous êtes coupable d'avoir écrabouillé un pauvre malheureux, qui involontairement se précipitait, "non dans vos bras", mais sous les roues de votre voiture. Coupable, vous le serez peut-être [...] ! Mais si le problème de la circulation eût été mieux travaillé [...] il est à peu près certain que cet accident eut été évité, [...] et combien d'autres !" (Lucand, P. 1920).

Le président de l'Automobile Club de France et président de la commission exécutive de la Conférence Internationale de la Circulation Routière, Edmond Chaix, va plus loin encore : « dans la très grande majorité des cas de collisions entre véhicules et piétons, l'origine de l'accident se trouve dans l'imprudence du piéton qui, sans aucune précaution, s'est jeté devant le véhicule » (Chaix, E., 1923). « Les usagers qui causent des accidents en dehors des automobilistes

sont particulièrement les vieillards, les enfants et les cyclistes » soutient, quinze ans plus tard, le directeur de la Sécurité Nationale, Nativel, qui milite pour créer un « code de civilité routière » (Bedaux, Nativel, Rohan, 1938). Ce comportement jugé suicidaire est largement analysé durant les deux premiers Congrès internationaux de psychotechnique appliquée aux victimes de la route en 1929 (Londres) et 1931 (Rome), cette indiscipline du citadin doivent être jugulés par l'État car les mesures de police arrêtées par les maires sont insuffisantes de l'avis des automobilistes.

## 3.2. Discipliner le piéton

Ici encore la Grande guerre sert de modèle. On ne parle plus de flâneur, de promeneur, mais d'un terme uniforme, le piéton. Dans sa marche, le piéton doit être discipliné, doté de toutes ses facultés visuelles et auditives, marcher uniformément et se déplacer en groupe comme la piétaille des fantassins, rapidement, en piétant. Mais plus encore que l'archétype du troupier volontaire, c'est l'employé taylorisé qui est sollicité dans cette marche forcée dans l'espace rationalisé. « Tout usager de la route — conducteur, cycliste ou piéton qui cause intentionnellement de l'obstruction — doit être considéré comme un ennemi de la société et du progrès ».

“On sait qu'en Angleterre, les cochers doivent tenir leur gauche, mais les piétons ont pris l'habitude de tenir leur droite sur les trottoirs. Des enquêtes faites par le Comité du “Safety First” ont prouvé que cette divergence était la cause d'une foule d'accidents de la rue, les piétons étant écrasés au moment où ils descendent du trottoir par les voitures qui les surprennent. La règle inverse aurait pour effet que les piétons feraient toujours face aux voitures qui approcheraient et seraient ainsi mieux à même d'éviter les accidents. Avec l'appui du ministère des Transports, les autorités locales insistent donc auprès des piétons pour qu'ils adoptent le principe inverse de la “marche à gauche”, les édiles et les organisations, notamment Safety first, font campagne pour obtenir que l'on enseigne aux usagers la façon de circuler. Le comité londonien de cette association « fait de la propagande par le moyen de tracts et de concours [...] parmi les écoliers, les chauffeurs, et édite des milliers de brochures, lance des affiches [...] déploie beaucoup d'énergie pour préconiser la marche à gauche sur les trottoirs » (Cave, Hearne, Rees Jeffreys, 1923). Les jours d'affluence, les policemen “apposent des pancartes aux grands carrefours : « Main droite au mur » et obligent les passants à ce conformer à cet ordre” (Shrapnell-Smith, P. 1923). Aux arrêts d'autobus et de tramways, on dispose des signaux allumés, “des chaînes pour les voyageurs qui font queue et des écriteaux pour les renseigner” (Cave, Hearne, Rees Jeffreys, 1923).

Ailleurs, en Allemagne, on rédige des « commandements du piéton » que la police distribue aux heures d'affluence : « Prends toujours la droite sur un trottoir et ne t'arrête pas aux coins des rues. Passe le trottoir directement en ligne droite, dans la direction la plus courte et jamais en zig-zag [...] Traverse la chaussée non en un endroit qui te plaise, mais seulement à un carrefour » dicte-t-on aux passants à Kiel, en 1928 (Bosshard, 1926). Le *Code des petits écoliers* de l'instituteur Etournay, publié à Bruxelles en 1936, fait un tabac

auprès des éducateurs de Belgique et du nord de la France. En Autriche, aux « dix commandements à l'usage de tout le monde » distribués dans vingt-sept villes en 1931 s'ajoutent des cours pour les instituteurs, des actions spécifiques dans les églises, des fêtes populaires et des expositions sur la sécurité routière. Cet intense effort d'initiation, d'éducation, de formation, de diffusion est contemporain de ce qui se passe dans l'industrie dont l'automobile est alors une des plus haute valeur ajoutée économique (Moutet, P., 1997).

En 1925, la préfecture de police décide la création de points de passages pour la traversée des chaussées par les piétons. Le premier passage, signalisé par des panneaux spéciaux sur les trottoirs, est aménagé à l'essai avenue des Champs-Élysées. Ce système s'avérant rapidement insuffisant, des pistes réservées aux piétons sont signalisées sur les chaussées mêmes. En 1927 on installe les premiers passages délimités par les plots d'acier, les clous.

Un arrêté du préfet de Police du 1er mars 1928 définit pour la première fois les obligations des piétons : il pose tout d'abord le principe d'après lequel la chaussée est destinée à la circulation des véhicules et les trottoirs à celle des piétons, il est donc interdit aux piétons de circuler ou de stationner sur les chaussées sans nécessité. Lorsqu'ils traversent les chaussées d'un trottoir à l'autre, ils doivent le faire par le trajet le plus direct, c'est à dire normalement aux bordures des trottoirs. Les piétons ne doivent pas franchir les carrefours en suivant une diagonale mais les contourner en traversant successivement les voies qui y aboutissent, ni s'engager sur les chaussées en dehors des passages qui leur sont spécialement réservés. Sur les voies où il n'existe pas de passages réservés, ils sont tenus de céder le passage aux véhicules après le premier avertissement des conducteurs. En contrepartie, les conducteurs sont tenus d'arrêter leurs véhicules à proximité des arrêts de tramways pour y laisser monter ou descendre les voyageurs et de ralentir ou même de s'arrêter pour laisser la priorité au piéton engagé sur un passage réservé. L'article 55 du Code de la route révisé par le décret du 18 décembre 1937 jette les bases d'un code — malheureux — du piéton : il l'oblige à se ranger lorsqu'il est averti de l'approche de tous véhicules ou animaux ; il ne doit traverser la chaussée qu'après s'être assuré qu'il peut le faire sans danger !

Pour permettre d'enrayer les problèmes de danger public à la fin des années 1930 en Allemagne, Italie, France, la répression se fait de plus en plus intense. Il ne s'agit plus de promouvoir simplement l'éducation des enfants et des populations, ni de distribuer des placards-prospectus : « il faut éduquer par voie de propagande, apprendre à la jeunesse à se comporter comme il convient sur la voie publique » (Heink, H ; 1934). « L'esprit des enfants particulièrement accessible à toutes les impulsions doit être de bonne heure dirigé vers les conditions d'une circulation sûre afin que plus tard ils agissent comme il faut automatiquement, sans réflexion. » (Weskamp, Schuppan, Parisius, 1934)… Il faut s'opposer énergiquement à ce que les enfants se servent des chaussées de nos artères urbaines comme d'emplacement de jeux, pratique pleine de danger », réclame l'ingénieur en chef de Zurich au congrès de la route à Milan, appuyé par les édiles autrichiens qui ont interdit les jeux sur toutes les voies qui ne sont pas exclusivement réservées aux piétons. Dans cette ville suisse, la

municipalité accorde des prix aux enfants qui ne traversent pas au mauvais moment.

# Conclusion

Le premier tiers du XXe siècle voit se réduire considérablement l'espace déambulatoire du piéton urbain. Le piéton du XIXe siècle occupe tout l'espace public urbain, trottoir, chaussée, boulevard, avenue ; il a l'allure, la même vitesse que les autres modes de transport qui roulent au pas. Le vélocipède puis l'automobile imposent la vélocité — vitesse et attention — et l'agressivité du métal dans la rue, engendrant accidents et conflits que la police ne peut seule réduire. La solution est politique : les experts recommandent d'abord de discipliner le piéton adulte, l'homme actif plus que la femme, par des exclusions — de la chaussée — et des obligations — attente, passage clouté — grâce au service et au contrôle policier ; grâce à l'appui de la presse qui caricature les autophobes. À plus long terme, l'encadrement pédagogique de l'enfant à l'école primaire permet de développer des « réflexes » sécuritaires.

**L'encombrement des passants**

« On admet généralement qu'un mètre carré est couvert par quatre personnes, debout, les uns à côté des autres, sur deux rangs. Un passant occuperait donc une surface de 25 décimètres carrés. Mais en réalité, lorsqu'il y a foule, et foule compacte, l'espace occupé par un piéton est beaucoup plus petit. Un mètre carré peut recevoir jusqu'à neuf ou dix personnes de corpulence moyenne… L'encombrement total, c'est-à-dire l'espace qu'il serait nécessaire pour contenir l'ensemble des habitants concentrés au même endroit, est de 68 hectares… Or la surface des trottoirs des voies publiques de Paris, non compris les jardins et les squares, est de 672 hectares. Il n'y a donc aucune inquiétude à avoir pour la circulation des piétons. Elle est largement assurée pour un long avenir », (Massart, É. 1910, p. 18).

# Références

La vie automobile, 1904-1938.

Bedaux S., Nativel P., Rohan J. (1938) "Accidents sur les routes", *VIIIe congrès de l'Association Internationale Permanente des Congrès de la Route*. (AIPCR), La Haye, fasc. 46

Bosshard D. (1926), *Ve congrès de l'A.I.P.C.R.*, Milan, fasc. 45

Cave H., Hearne Ph., Rees-Jeffreys (1923), "Le Problème de la circulation..", *AIPCR, IV*, 1923, 55.

Dausset M, (1910) *Rapport général sur le budget de 1910*, Paris.

Guillerme A., Lefort A.C., JIGAUDON G., (2005), *Dangereux, incommodes, insalubres, paysages industriels en banlieue parisienne (XIXe-XXe siècles)*, Seyssel, Champ Vallon.

Hansez J. (1923), *IVe congrès de l'A.I.P.C.R.*, Séville, fasc. 53.

Heink H., (1934) "Rapport général de la 4e question : Les moyens propres à assurer la sécurité de la circulation", *VIIe congrès de l'A.I.P.C.R.*, Munich, fasc. 5.

Hennequin G., (1904) *Rapport sur la circulation dans Paris*, Paris.

.Le Roux N., (1910) "Établissement des trottoirs dans les villes", *IIe congrès de l'A.I.P.C.R.*, Bruxelles, fasc. 22, p. 15.

Lucand P. (1920) "Le problème de la circulation dans les grandes villes", *La vie automobile.*

Massart É. (1910) *Circulation générale des voitures et des piétons à Paris*. Historique de la question avec photographies et graphiques. Paris.

Moutet P., (1997) *Les logiques de l'entreprise la rationalisation de l'industrie française de l'entre-deux-guerres*, Paris : EHESS

Norton, P. D. (2007). Street Rivals: Jaywalking and the Invention of the Motor Age Street. *Technology and Culture 48*, 2, 331-359.

Norton, P, D. (2008). *Fighting Traffic: The Dawn of the Motor Age in the American City* ,Cambridge, Mass., MIT Press.

Wells, H. G. (1901) *Anticipations ou de l'influence du progrès mécanique et scientifique sur la vie et la pensée humaines*, trad. fr., Paris.

Weskamp W, Schuppan, F., Parisius, Y. Butenop (1934) *VIIe congrès de l'A.I.P.C.R.*, Munich, fasc. 55.

# *2ème partie*

# *Le piéton en déplacement*

# Modèles comportementaux appliqués à la navigation des piétons

**René Mandiau, David Hanon, Emmanuelle Grislin-Le Strugeon**
*LAMIH UMR CNRS 8530*
*Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis*
*Le Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex 9*
*rene.mandiau,david.hanon,emmanuelle.grislin@univ-valenciennes.fr*

*L'objectif de ce papier vise à présenter nos travaux dans le domaine de la navigation de piétons. Après avoir discuté des modèles existants, nous insisterons sur deux modèles comportementaux qui nous paraissent intéressants en terme de modélisation décisionnelle : la fusion d'actions généralisée et le vote distribué de préférences. Nous nous proposons dans ce papier de donner la comparaison de ces deux modèles en environnement simulé.*

## Introduction

La modélisation de foules de piétons est actuellement un enjeu crucial en terme économique et d'évaluation de risques. De nombreux travaux ont essayé de modéliser des comportements de foule dans des situations complexes. Pour des raisons de clarté, nous nous accordons à confronter deux types de travaux, à savoir les modèles basés sur des approches en « réalité virtuelle » et ceux décrits par des approches comportementales. Dans les travaux en réalité virtuelle, les chercheurs s'orientent naturellement vers une volonté de réalisme de l'environnement et des acteurs plongés dans cet environnement. Différents problèmes font souvent l'objet de réflexion. Dans les travaux en simulation, les chercheurs s'orientent naturellement vers le comportement des acteurs. Plusieurs approches peuvent être envisagées : des approches centralisées aux approches totalement distribuées. Dans les approches centralisées, nous considérons les approches telles que celles des automates cellulaires, les gestions de files d'attente, des algorithmes d'optimisation, l'intelligence artificielle telle que les systèmes à base de connaissances, les réseaux connexionnistes, etc. Pour notre part, nous insisterons sur les approches comportementales qui nous semblent être actuellement un défi plus réaliste :

les approches basées sur les travaux en IA Distribué/ Systèmes multi-agents. Ces approches semblent plus adaptées à ce type de problème pour différentes raisons. Nous en dénombrons trois qui nous paraissent importantes : la notion d'autonomie des agents, des interactions entre les différents acteurs/agents ainsi que l'objectif visé en termes de simulation consistant à restituer de manière « réaliste ou réelle » le comportement global des agents.

Le projet PREDIT « Route Empruntée en Sécurité par le Piéton-Enfant Confronté au Trafic » (RESPECT) est le point de départ de notre étude. Il a fait l'objet d'une collaboration entre plusieurs organismes de recherche (LPC-INRETS, CORYS T.E.S.S. et le LAMIH) Il constitue une proposition originale pour la formation des jeunes piétons. Les enfants sont, en effet, une population fortement touchée par les accidents de la route (cf. (Granié et Aubert, 2001)), en particulier parce qu'ils sont peu visibles par les conducteurs, et qu'ils disposent d'une expérience limitée. Le projet RESPECT a permis la réalisation d'un prototype de simulateur éducatif. Ce simulateur reproduit l'environnement urbain et peut être utilisé pour sensibiliser les enfants à la sécurité routière. Pour cela, il permet de placer l'enfant-joueur dans des situations reconnues comme étant sources d'accidents.

Ce papier est constitué de trois parties. La première partie donne un état de l'art non exhaustif sur les travaux en modélisation de piétons. La seconde partie s'attache à discuter des principes de deux modèles comportementaux que nous avons retenus. La troisième partie se propose de comparer les deux modèles retenus.

# 1. Etat de l'art

Il est habituel de classer la modélisation de foules suivant deux familles d'approches. Citons tout d'abord les travaux en Simulation Informatique : les règles locales (Musse et Thalmann, 2001), les forces (Helbing et al., 2000 ; Henein et White, 2005), les flux (Chenney, 2004), les Boids (Reynolds, 1987), les lois dynamiques (Brogan et Hodgins, 1997). Cependant, ces travaux ont aussi montré un ensemble de limites en terme de modélisation comportementale : d'où des approches en sciences humaines, et en particulier en psychologie, qui peuvent apporter d'autres éléments de réflexion. L'animation de foules est définie par des approches dans lesquelles les chercheurs ont essayé de « donner » aux acteurs des paramètres psychologiques. Nous pensons en particulier à deux travaux qui pourraient a priori servir de réflexion sur le sujet. Le travail de Silverman et al. (2005) propose une variation du comportement qui différencie les différents agents en termes de stress et de pression temporelle pour la prise de décision. Une autre approche proposée par Pelechano et al. (2005) discute d'un plan partagé par différents agents (et qui ferait suite à de nombreuses communications) afin de déterminer collectivement le chemin le plus court. Pour atteindre cet objectif, son idée consiste à définir des agents « leaders » qui vont effectuer une exploration de l'environnement (la partie environnementale non connue par le groupe).

Tous les travaux cités précédemment montrent l'intérêt de l'animation comportementale et du besoin de reproduire le comportement collectif. Toutefois, nous pouvons noter qu'il est difficile d'expliquer ce que signifie ce comportement collectif. Nous pouvons l'exprimer simplement en disant qu'à partir de comportements élémentaires va « émerger » une propriété plus globale (la « fonction émergente », l'organisation émergente, etc.).

La section suivante essaie de donner un point de vue en fonction de notre perception de ce problème.

## 1.1 Modélisation du comportement

De manière classique, nous définissons un modèle comportemental comme la résultante d'une combinaison entre la perception, le raisonnement (au sens IA)/ la décision et l'exécution de l'action sélectionnée. Les différents travaux sur telle ou telle partie influencent le comportement global de l'ensemble ; nous proposons dans la suite de détailler la partie décisionnelle du comportement, considérée dés lors comme le « cœur » du modèle comportemental. Comme l'a d'ailleurs soulignée Maes (1989), le modèle de sélection d'actions est très important dans un modèle comportemental. Elle affirmait que le problème consistait à sélectionner l'action la plus pertinente.

### 1.1.1. Perception : Réduire les Informations

Le choix de l'action la plus pertinente dépend en premier lieu de l'activité de perception. Plusieurs approches sont proposées dans la littérature. L'hypothèse souhaitée consiste à dire que l'agent a sa propre perception de l'environnement. Cette perception doit être localisée, i.e. dépendant de contraintes physiques de l'agent et des contraintes géométriques de l'endroit dans lequel serait immergé ce dernier. A première vue, il semble qu'il existe deux approches différentes, dépendant de la nature de l'agent. Si l'agent est une entité physique (un robot par exemple), sa perception dépendra des capteurs. On peut même imaginer que les informations perçues (percepts) dépendent fortement du traitement d'images effectué (nous savons que des erreurs de reconnaissance d'objets et/ou de positionnement des autres entités sont des problèmes classiques en robotique collective). Si nous sommes plutôt dans un contexte de simulation, la plupart des travaux ne considèrent pas l'activité de perception comme importante (voire cruciale) dans la sélection d'actions. La tendance globale consiste à proposer un mécanisme de filtrage lié aux contraintes précédentes (localisation, positionnement vis-à-vis des autres agents) dans lequel toutes les informations sont transmises aux agents. Ce mécanisme a ainsi pour rôle de réduire le nombre d'informations manipulées (perçues) par ces derniers. Cependant, nous pouvons noter qu'en réalité virtuelle, les informations perçues sont des données associées aux objets de l'environnement. Dans ce contexte, toutes les informations nécessaires sont disponibles et stockées dans la structure de données qui décrit l'environnement. La structuration de l'environnement suivant des contraintes sémantiques et topologiques (Noser et Thalmann, 1995) peut améliorer le temps de recherche d'informations

Dans nos approches, la perception d'un agent est donc caractérisée par un rayon, une position (de même pour un obstacle). Le modèle décisionnel prenant en charge les déplacements d'un agent doit établir, en fonction des perceptions, une consigne permettant de déplacer le personnage. La perception de nos agents est simple : l'agent perçoit tout objet présent dans un disque de rayon fixe, centré sur la position du personnage. L'agent est alors capable de percevoir les objets qui se trouvent derrière lui. Cette hypothèse simplificatrice est généralement prise en simulation de foule (Hostetler et Kearney, 2002).

### 1.1.2. Décision : Sélectionner les Actions

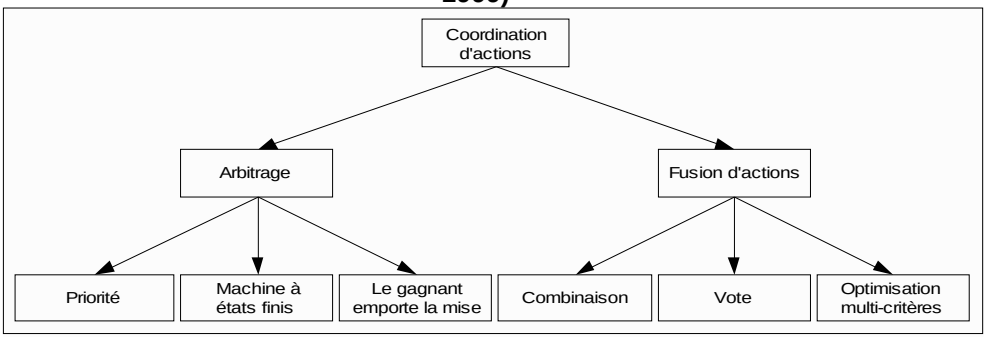
Le problème de la décision et de la sélection d'actions est un « vieux problème ». Il suffit par exemple de voir les travaux en planification et modélisation des actions, par exemple le modèle STRIPS (Fikes et Nilsson, 1971). En général, l'objectif consiste à rechercher les actions les plus adaptées par rapport à un ensemble de connaissances (globales puis partielles) de l'environnement. De manière classique, la façon d'appréhender la structure de l'agent appartient à l'une des approches suivantes : (i) les approches BDI (Cohen & Levesque, 1990) qui ont repris les travaux existants en logique (ii) les approches proposées initialement par (Brooks, 1986), qui reprenaient une idée d'entités plus simples (« agents réactifs »). Les limites de ces approches ont conduit à essayer de proposer des « agents hybrides » qui seraient la combinaison des deux. Plus récemment, cette discussion vaine n'est plus de mise, puisque nous considérons qu'il existe un continuum de l'évolution de l'intelligence et de la capacité décisionnelle des agents.

Avec la maturité du domaine, nous nous apercevons que cette opposition initiale nous a conduits à proposer une notion plus abstraite : le comportement. Nous pouvons la considérer comme une « brique » de base des architectures comportementales. Les comportements perçoivent les stimuli qui les concernent et proposent des réponses. Appelés aussi « services » pendant une certaine période (sans doute pour les distinguer des simples actions décrites dans les modèles de type STRIPS) et plus tard « recettes » (ensemble d'actions primitives constituant un plan connu par l'agent), les comportements développés sont essentiellement réactifs. Par cela, nous entendons qu'il existe un déterminisme strict entre les stimuli et l'action proposée par le comportement. Un comportement réactif peut donc être décrit par une liste de réactions. Par conséquent, le temps d'exécution d'un comportement est relativement court (par rapport à un raisonnement cognitif). Certaines applications utilisent des comportements cognitifs qui vont permettre de planifier des actions. Par exemple, dans l'architecture de Rosenblatt (1996), l'un des comportements est un planificateur qui permet au robot mobile de choisir un itinéraire. L'intérêt d'une architecture comportementale est donc de permettre d'associer différents comportements délibératifs ou réactifs, dirigés par des buts ou par les événements. Le mécanisme de coordination doit permettre d'associer tous ces types de comportements.

L'idée qui semblait intéressante pose en fait un problème considéré comme difficile : la coordination des différents comportements proposés. La figure 1,

extraite de (Pirjanian, 1999) représente une classification de ces politiques de coordination pour des applications en animation comportementale. Le mécanisme de coordination d'actions est le point central des architectures comportementales, avec les deux principales politiques que sont l'arbitrage -la sélection par priorités (Brooks, 1986) : la subsomption à la base de l'architecture ALLIANCE (Parker, 1994) ainsi que des robots de (Mataric, 1994) ; les machines à états finis (Blach et al., 1995), la méthode du « gagnant emporte la mise » (Maes, 1989)- et la fusion d'actions -la combinaison d'actions dans le modèle « Boid » (Reynolds, 1987), dans les champs de potentiels (Rosenblatt, 1996) ou le contrôle aérien (Zeghal 1993), ainsi que l'architecture à fusion d'actions généralisée (Arnaud, 2000) ; l'approche dite du vote de préférences distribuées a été utilisée dans DAMN (Rosenblatt et Payton, 1989) et PolySAPIENT (Sukthankar, 1997), et appliquée aux groupes des piétons dans (Hostetler et Kearney, 2002) permettant de coordonner les propositions des comportements.

**Figure 1 : classification des politiques de coordination d'actions (adaptée de Pirjanian, 1999)**




Nous retiendrons deux principales stratégies de modèles comportementaux : la fusion d'actions généralisée et le vote distribué (ces deux modèles ont été étudiés et implémentés et seront présentés successivement).

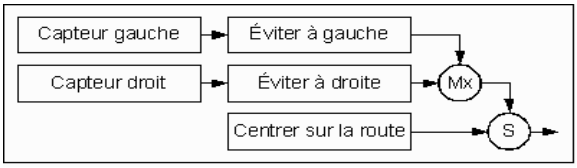
# 2. Stratégies de modèles comportementaux

## 2.1 Architecture à Fusion d'actions Généralisée (AFAG)

Dans cette architecture (Arnaud, 2000) un comportement est caractérisé par : (i) une activité traduisant la pertinence d'un comportement en fonction de la présence et de l'importance des stimuli relatifs à ce comportement ; cette activité conditionne le choix d'une action quelle que soit la stratégie adoptée ; (ii) un vecteur réel dont chaque élément correspond à une consigne sur l'un des « actionneurs » de l'agent, en particulier la vitesse et la direction pour un robot mobile. L'utilisation d'un vecteur et non d'un scalaire prend son sens lorsque le concepteur d'un système basé sur l'AFAG désire mettre en place les méthodes issues de la théorie des schémas (en particulier les techniques à base de champs de forces).

Comme pour la subsomption, le vecteur de consignes appliquées aux actionneurs de l'agent est calculé par un ou plusieurs réseaux de nœuds. Arnaud (2000) en propose quatre types : (i) I : Inhibition (architecture de subsomption), (ii) S : Suppression (architecture de subsomption), (iii) A : Augmentation (schéma moteur), (iv) Mx : Maximum (simplification de la sélection d'actions). Chaque nœud possède deux entrées (directe et transversale) et une unique sortie.

**Figure 2 : Modèle de navigation basé sur l'AFAG**



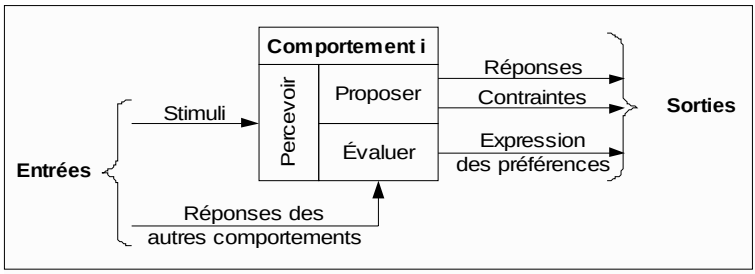

Ce modèle décisionnel a été implémenté dans (Hanon et al., 2005). Cela nous a permis de mieux cerner les avantages et lacunes inhérentes à l'AFAG et aux autres modèles fondés sur l'arbitrage ou la combinaison d'actions. Ce modèle décisionnel est simple (fig. 2) : la vitesse du mobile est fixe, les changements de direction sont calculés par trois comportements et deux nœuds de coordination. Le comportement « centrer sur la route » possède une activité constante (dans un but de simplification, nous supposons arbitrairement que le mobile doit évoluer au milieu de sa voie).

## 2.2 Vote Distribué de Préférences

Nous avons envisagé un second modèle basé sur le vote des comportements. Le principe général de ce type d'architecture basé sur les votes est de laisser les comportements évaluer chacune des actions possibles et transmettre ses préférences sous forme de votes à un arbitre central (un « scheduler »). Lorsque tous les votes ont été transmis, l'arbitre central calcule les scores de chaque action candidate. L'action réalisée par l'agent est donc celle qui a obtenu le meilleur score. Cette démarche présente dans son principe fondateur un avantage certain : l'action sélectionnée est un compromis acceptable pour la majorité des comportements. Il est clair que les choix proposés dans le cadre de notre travail modifient le comportement du modèle proposé. Nous avons souhaité exploiter un niveau variable sur la granularité des comportements et le passage d'un espace discret à un espace continu (la plupart des travaux exploitent des espaces discrets).

Comme le montre la figure 3, un comportement est composé de trois fonctions principales : percevoir, proposer, évaluer. Un comportement dispose également de deux entrées (les stimuli de l'environnement et les réponses des autres comportements) et de trois sorties (correspondant à l'expression des réponses, contraintes et préférences). Notons que comme pour toutes les architectures orientées comportement, la perception est distribuée entre les comportements. La perception d'un comportement est alimentée par des stimuli spécifiques provenant de l'environnement.

**Figure 3 : Comportement par vote**




Le fait que les comportements proposent des options puis les évaluent constitue une différence par rapport aux autres architectures. Pour celles à base de vote, les comportements ne proposent rien mais évaluent les possibilités. Pour celles qui utilisent la combinaison d'actions, chaque comportement fait une proposition mais l'évaluation n'est pas distribuée. Notre proposition présente donc l'avantage de mieux distribuer la sélection d'actions en faisant intervenir les comportements dans plusieurs de ses étapes.

Les options sont représentées sous forme d'un vecteur similaire à la fusion d'actions (Arnaud, 2000). Nous avons souhaité qu'un comportement puisse éventuellement ne pas définir entièrement sa proposition. En conséquent, nous proposons d'ajouter au domaine de définition d'une composante, le symbole joker « * ». Par exemple, dans le cadre de déplacements autonomes, il est possible qu'un comportement propose une direction pour contourner un obstacle. En revanche, la vitesse peut ne pas être importante de son point de vue. Celle-ci ne sera donc pas développée dans sa proposition et un joker viendra prendre la place de la composante de vitesse dans les options proposées. Il faut noter qu'aucune architecture ne propose la notion de « joker ». Introduit par (Sukthankar, 1997) dans le cadre des architectures orientées comportement, le veto permet à un comportement de s'opposer à la sélection d'une action qui lui semblerait trop néfaste.

La méthode de vote n'est pas imposée, excepté qu'elle doit permettre aux comportements d'exprimer leurs préférences sous forme de classement. Afin de diminuer la granularité des comportements ceux-ci sont instanciés dans l'architecture en fonction du contexte environnemental ou des objectifs de l'agent. Ces modifications imposent de synchroniser les comportements pendant les différentes phases de la sélection d'actions. Cela nous conduit à définir un mécanisme fondé sur six étapes : (i) initialiser les comportements, (ii) générer les options et veto, (iii) spécifier les options, (iv) relever les options valides, (v) évaluer les options, (vi) établir les préférences globales.

# 3. Action : modifier l’environnement

Exécuter l’action pose aussi plusieurs problèmes. En effet, lier un modèle décisionnel (permettant de sélectionner les actions abstraites) avec un module d'animation (aspect physique de l’agent) s'avère particulièrement complexe. Comme (Reynolds, 1999) nous admettrons qu'il existe une interface entre ces

deux modules offrant une solution correcte et permettant de s'affranchir de ce problème. La modification de l'environnement est aussi un problème difficile. Il faut effectuer une correspondance entre l'action abstraite et la description de l'environnement simulé. L'environnement des agents est constitué d'obstacles statiques mais également de voies sur lesquelles ils évoluent. Les voies sur lesquelles circulent les agents dans notre environnement de test sont planes. Les voies sont modélisées par un enchaînement de segments et d'arcs de cercles créés à partir des points de l'axiale. Nous nous sommes inspirés des travaux du modèle de Thomas (1999) qui permet ainsi de localiser les objets (et les agents) sur la voie (coordonnées curvilignes).

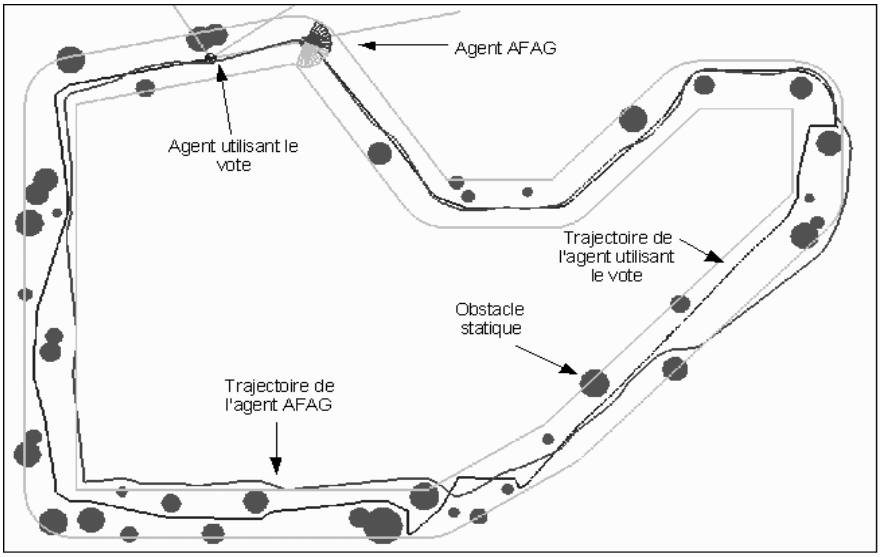
Lors des expérimentations nous avons comparé diverses implémentations de notre modèle, soit directement, soit par rapport à d'autres modèles décisionnels proches (Grislin et al. 2005 ; Hanon et al. 2005). Nous avons proposé deux solutions pour l'évaluation des options par le comportement permettant d'éviter un obstacle statique. Ensuite, nous avons montré les avantages de notre modèle continu par rapport aux modèles habituels en espace discret. Nous avons également expérimenté notre modèle par rapport aux meilleurs résultats proposés par l'AFAG. Nous avons aussi décrit un comportement parasite afin de souligner la robustesse du modèle décisionnel. Enfin, nous avons testé ces modèles comportementaux dans des environnements dans lesquels d'autres entités sont actives.

Par manque de place, nous souhaitons indiquer uniquement les résultats comparant ces deux modèles. Pour le problème de navigation de piétons virtuels, l'environnement dans lequel les essais ont été réalisés est le circuit présenté à la figure 4. Les agents se déplacent à vitesse constante sur ce circuit. Cette voie est encombrée de 40 obstacles circulaires. Nous avons réalisé 50 simulations de 10 000 pas de temps, ce qui permet aux agents de réaliser un peu plus de deux tours du circuit pendant une simulation.

Le tableau 1 récapitule les résultats des deux modèles (les résultats de l'AFAG sont constants, c'est pourquoi nous ne donnons pas les valeurs moyennes, maximales et minimales). Globalement, les résultats des deux modèles sont similaires. Toutefois, la distance utile parcourue par l'AFAG est très légèrement supérieure car l'agent AFAG n'est pas toujours resté sur la voie. De même, les variations moyennes de direction sont très légèrement plus faibles pour notre modèle. La différence majeure entre les deux modèles réside dans le respect ou non des contraintes. Notre modèle n'entre en collision avec aucun des obstacles alors que l'agent AFAG entre en collision pendant 103 cycles de la simulation. De plus, l'agent AFAG sort ostensiblement de la route alors que notre modèle ne sort que légèrement et très ponctuellement. Ces sorties de route de notre agent s'expliquent par un défaut dans la formulation du veto : il devrait être déposé avant que l'agent n'arrive en bordure de la route.

Il faut également noter que, si les variations moyennes de direction sont inférieures, les variations maximales sont plus importantes pour notre modèle. Cependant, les fortes variations de direction correspondent le plus souvent à un rebroussement de chemin suite à la détection d'un mauvais choix.

**Figure 4. Exemple de trajectoires comparées d'un modèle utilisant l'AFAG et d'un modèle utilisant le Vote de Préférences Distribuées**




# 4. Conclusion et perspectives

Les travaux sur les modèles comportementaux donnent de bons résultats. Il est à noter cependant qu'il existe encore de nombreux problèmes à résoudre. Le premier d'entre eux consiste à valider ces modèles dans des contextes plus réalistes (des contextes urbains). La difficulté est actuellement de récupérer des mesures réelles de piétons dans de tels contextes et de vérifier ainsi que nos modèles ont des comportements qualifiés de réalistes. Dans l'état actuel de nos recherches, nos validations vérifient que l'environnement dynamique modifie très peu le comportement des agents. Il est également important d'aborder la simulation de groupes de deux ou trois piétons comme cela se produit dans la réalité. Nous avons remarqué que ces deux modèles avaient des avantages et des inconvénients (l'un évite de sortir des voies et l'autre permet plus facilement d'éviter des obstacles en anticipant). L'hybridation de ces deux modèles pourrait également faire l'objet de travaux ultérieurs.

Par ailleurs, ce problème complexe est intéressant d'un point de vue théorique pour les systèmes multi-agents. En effet, il conviendra d'aborder les interactions entre les agents d'un même groupe, ou de groupes différents ainsi que les interactions entre les groupes et les agents isolés (cas que nous avons déjà commencé à aborder). Enfin, l'apparition de blocages s'avère extrêmement pénalisante, d'autant que l'arrivée de nouveaux agents a tendance à accroître les blocages. Dans le cadre de simulations participatives, il n'est pas acceptable d'arrêter la simulation. Une approche intéressante décrite dans (Doniec et al., 2006) basée sur la détection des éventuels conflits pourrait

apporter des améliorations des travaux présentés. Nous pourrions adapter les travaux cités précédemment afin de prévenir les zones conflictuelles et éviter ainsi l'engagement des agents/piétons dans de telles zones.

**Tableau 1 : Résultats comparés de l'AFAG et de notre modèle (les colonnes grisées sont sans objet)**

| | Vote de Préférences | Distribuées | | AFAG |
|---|---|---|---|---|
| | Moy | Max | Min | |
| Distance totale parcourue | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 |
| Distance utile parcourue | 18995 | 19174 | 18845 | 19835 |
| Sorties de route | 52,96 | 66 | 35 | 692 |
| Ordonnée curviligne maximale | 81,74 | 81,78 | 81,73 | 99,96 |
| Collisions (nombre de cycles) | 0 | 0 | 0 | 103 |
| Variation de direction moyenne (degrés) | 0,42 | 0,48 | 0,38 | 0,64 |
| Variation de direction maximale (degrés) | 180 | 180 | 180 | 90 |
| Blocages | 0 | 0 | 0 | |
| Cycles sans solution | 0 | 0 | 0 | |
| Nombre moyen d'options valides (par cycle) | 6,01 | 6,07 | 5,95 | |
| Nombre maximal d'options valides (par cycle) | 14 | 14 | 14 | |
| Nombre moyen d'options invalides (par cycle) | 0,38 | 0,43 | 0,33 | |
| Nombre maximal d'options invalides (par cycle) | 11 | 11 | 11 | |
| Nombre moyen de comportements (par cycle) | 7,99 | 8,01 | 7,97 | |

# Références

Arnaud, P. (2000). *Des moutons et des robots, Presses polytechniques et universitaires romandes*, Lausanne.

Blach,T., Boone, G., Collins, T., Forbes, H., MacKenzie, D., & Santamaria, J. (1995). Io, Ganymede and Callisto : A Multiagent Robot Trash-Collecting Team, *AI Magazine, 16*(2), 39-53.

Brogan, D.C., & Hodgins, J.K. (1997). Group Behaviors for Systems with Significant Dynamics, *Autonomous Robots, 4*, 137-153.

Brooks, R. A. (1986). A robust layered control system for a mobile robot, IEEE *Journal of Robotics and Automation, RA-2/1*, 14-23.

Chenney, S. (2004). Flow Tiles, *Proceedings of the 2004 ACM SIGGRAPH / Eurographics symposium on Computer animation*, 233-242.

Cohen, P.R., & Levesque, H. J. (1990). Intention is choice with commitment. *Artificial Intelligence, 42*(3), 213-261.

Doniec, A., Mandiau, R., Piechowiak, S., & Espié, S. (2006). L'anticipation comme modèle d'interaction : application à la coordination multi-agent en simulation, *RFIA 2006 15ème congrès francophone Reconnaissance des formes et Intelligence Artificielle* (25-27 Janv. 2006, Tours), Presses Universitaires François-Rabelais.

Granié, M.A., & Aubert, G. (2001). *Projet RESPECT : Dossier de spécifications, volume-1 : Scénarios d'accidents d'enfants piétons*, 22 Nov.

Grislin-Le Strugeon, E., Hanon, D., & Mandiau, R. (2005). Behavioral Self-control of Agent-Based Virtual Pedestrians. In Felix F. Ramos, V. Larios Rosillo, And H. Unger (Ed.), *Advanced Distributed Systems: 5th Int. School and Symposium, ISSADS 2005,* (24-28 Jan. 2005, Guadalajara, Mexico) Revised Selected Papers, (pp. 529-537), Lecture Notes in Computer Science, Springer.

Hanon, D., Grislin-Le Strugeon, E., & Mandiau, R. (2005). A behaviour based decisional model using vote. In M. Mohammadian (Ed.), *Proc. 5th Int. Conf. on Computational Intelligence for Modelling Control and Automation CIMCA'05* (28-30 Nov. 2005, Vienna, Austria).

Fikes, R. E., & Nilsson, N. J. (1971). STRIPS: A New Approach to the Application of Theorem Proving, *Artificial Intelligence, 2*(3-4), 189-208.

Helbing, D., Farkas, I. & Vicsek, T. (2000). Simulating Dynamical Features of escape panic, *Nature, 407*, 487-490.

Henein, C.M., & White, T. (2005). Agent Based Modelling of Forces in Crowds, In *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3415, 173-184.

Hostetler, T., & Kearney, J. (2002). Strolling Down the Avenue with a Few Close Friends, In *Eurographics Ireland 2002 Workshop Proceedings*, Dublin Ireland, (pp. 7-14), Mars.

Maes, P. (1989). The dynamics of action selection, In *Proceedings of the International Joint conference on Artificial Intelligence (IJCAI-89)*, Detroit, Michigan USA.

Mataric, M. J. (1994). *Interaction and Intelligent Behavior*, Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology.

Musse, S.R., & Thalmann, D. (2001). Hierarchical model for real time simulation of virtual human crowds, *IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, 7*(2), 152-164.

Noser, H., & Thalmann, D. (1995). Synthetic vision and audition for digital actors, In *Proceeding of Eurographics'95*, (pp. 325-336).

Parker, L. E. (1994). *Heterogeneous Multi-Robot Cooperation*, Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology.

Pelechano N., O'Brien K., Silverman B. & Badler N. (2005). Crowd Simulation Incorporating Agent Psychological Models, Roles and Communication, *First International Workshop on Crowd Simulation (V-CROWDS '05)*, Lausanne, Switzerland, Nov.

Reynolds, C. (1987). Flocks, Herds and Schools : A Distributed Behavioural Model, *Computer Graphics, 21*(4), 25-34.

Pirjanian, P. (1999). *Behaviour Coordination Mechanisms – State-of-the-art, Research Report Robotics Research Laboratory*, University of Southern California.

Reynolds, C.W. (1999). Steering Behaviors For Autonomous Characters. *Game Developers Conference*.

Rosenblatt, J.K., & Payton, D.W. (1989). A fine-Grained Alternative to the subsumption Architecture for Mobile Robot Control, In Proceedings of the IEEE/INNS International Joint Conference on Neural Networks , Washington DC, June 1989, *IEEE Press, vol. 2*, (pp. 317-324).

Rosenblatt, J.K. (1996). DAMN : *A Distributed Architecture for Mobile Navigation*. Ph.D. Thesis, Université de Carnegie Mellon, Pittsburgh.

Silverman, B.G., Cornwell, J., & O'Brien, K. (2006). Human Behavior Models for Agents in Simulators and Games : Part I et II, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 15*(2), 139-185.

Sukthankar, R. (1997). *Situation Awareness for Tactical Driving*, Ph.D. Thesis, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA.

Thomas, G. (1999). *Environnements virtuels urbains : modélisation des informations nécessaires à la simulation de piétons*. Thèse de l'université de Rennes 1, mention informatique.

Zeghal, K. (1993). *Champs de Forces Symétriques : un Modèle de Coordination d'Actions Réactive Appliqué au trafic Aérien*, Rapport LAFORIA n° 93/14, mai.

# Nouvelles façons de marcher des enfants en milieu urbain : le rôle du pédibus dans l'expérience du déplacement

**Sandrine Depeau**
*UMR ESO – 6590 CNRS*
*Université de Haute Bretagne - Rennes 2*
*Maison de la recherche en Sciences sociales*
*Place du Recteur Henri Le Moal*
*CS 24307 - 35043 RENNES Cedex – France*
*sandrine.depeau@univ-rennes2.fr*

*A l'heure où les mobilités se généralisent, où la nécessité de jongler avec le temps et l'espace devient permanente, se pose de façon de plus en plus acérée la question des déplacements des enfants dans la ville. Aussi, depuis quelques années se développent de nouvelles formes d'organisation des déplacements dans le cadre scolaire. Plus connu sous le terme de « pédibus », il s'agit de la « mise en marche » des enfants sur le chemin de l'école encadrés par un groupe de parents volontaires. S'il ne constitue pas en soi une façon nouvelle de se déplacer, il demeure un trajet fortement encadré et balisé, dont les formes de récurrence sociale, temporelle et spatiale sont supposées dans cette recherche avoir quelque incidence sur la mobilité des enfants et sur leur expérience du déplacement et de la sécurité routière. A partir d'un enquête réalisée auprès d'enfants et de leurs parents (impliqués dans les pédibus versus non impliqués), nous proposerons d'explorer tant ce qui motive les choix d'une telle organisation que les effets sur le développement des enfants et leur rapport à l'espace.*

## 1. Introduction théorique

On entend souvent définir avec ironie les pédibus comme une nouvelle façon d'apprendre aux enfants à marcher en ville. Si ce dispositif de déplacement n'est en effet pas très nouveau dans sa forme – quel enfant, en effet, n'a pas effectué une fois dans sa scolarité quelques déplacements en groupe sous la responsabilité d'un adulte ?- il reste novateur et intéressant dans son organisation et les effets qu'il peut générer sur le développement de l'enfant. Organisé dans le cadre des déplacements scolaires, le pédibus ou

l'accompagnement parental collectif institutionnalisé (APCI) consiste en une caravane d'enfants prise en charge par des parents solidaires et bénévoles, qui à tour de rôle, conduisent à pied et en groupe les enfants vers l'école. Le pédibus recouvre de nombreuses similitudes dans son organisation spatio-temporelle avec d'autres alternatives de déplacements collectifs. Il suit un itinéraire soigneusement étudié par l'ensemble de la collectivité publique (services de la mairie, directeur d'école, police, parents d'élève, etc.), il est rythmé par des horaires et des arrêts spatialement inscrits dans l'espace urbain. Enfin, il est géré et organisé par un groupe de parents tout au long de l'année. Impliquant et intéressant autant les parents que les pouvoirs publics, les pédibus deviennent des solutions écologiques et pratiques pour aménager en toute sécurité, a priori, la mobilité des enfants

Pour ces derniers, ils sont également la solution à une trop grande dépendance à l'automobile pour les déplacements

En effet, depuis une quinzaine d'année, les études tendent à montrer une régression non seulement de l'usage des espaces urbains par les enfants (Gaster, 1991) mais également une perte d'autonomie de déplacements (Hillmann, 1990, 1997 ; Prezza et al., 2001 ; Horelli, 2001). Perte d'autonomie qui ne serait pas sans effet sur le développement cognitif (Lee, 1963 ; Maurer & Baxter, 1972 ; Matthews, 1987 ; Rissotto & Tonucci, 2002) et social de l'enfant (Prezza et al., 2001), sur la régulation des émotions voire sur sa santé, si les enfants perdent l'habitude de marcher pour leurs déplacements quotidiens (French et al., 2001 ; Sleap and Warburton, 1993 ; Merom et al., 2006).

Comme l'ont montré de nombreuses études, les facteurs de régression de cette autonomie sont pluriels. En grande partie liés au type d'urbanisation (Anderson and Tindall, 1972 ; Kyttä, 2002 ; Depeau, 2003) ou à la qualité d'aménagement des espaces urbains renforçant notamment les risques routiers (Björklid, 1994 ; Hillman et al., 1991), ils sont aussi régulièrement associés dans les études à la propre perception des parents de la qualité de l'environnement urbain et à certains risques perçus comme rédhibitoires. Ce sont, en particulier, les peurs et angoisses des parents qui freinent les libertés accordées à l'enfant, qu'il s'agisse de libertés pour se déplacer seul ou de libertés pour aller jouer dehors (Björklid, 1994 ; Blakely, 1994 ; Valentine, 1996 ; Depeau, 2003). Ces peurs sont, dans bien des cas, liées à la densité et à l'hétérogénéité sociale des quartiers, contrariant l'intégration et la visibilité de l'enfant dans l'espace urbain. La bonne intégration des parents ainsi que des enfants dans le quartier garantit un soutien social potentiel (Prezza et al., 2001), qu'il s'agisse d'un autre adulte accompagnateur rencontré sur le trajet ou encore du groupe de pairs.

Le groupe de pairs aurait d'ailleurs un rôle de sécurisation et une fonction dans la vigilance des enfants face aux dangers routiers. L'enfant accompagné d'un autre du même âge, serait deux fois plus visible et aurait deux fois plus de chances de voir, à défaut de regarder (Depeau, 2003). La présence d'autres piétons aiderait les enfants à trouver une place dans l'environnement routier et à prendre des décisions de façon plus « sécurisée » ou du moins appropriée (Depeau, 2008). Enfin, le groupe de pairs ou encore un autre enfant

accompagnateur du même âge, outre leur rôle de socialisation, participe également à l'acquisition de l'autonomie de déplacement.

Cette revue de facteurs justifie, d'une certaine manière, le développement de ces nouvelles formes d'accompagnement que sont les pédibus. Lesquels favorisent également de nouvelles valeurs liées à la démotorisation en déshabituant parents et enfants de l'usage systématique de la voiture (Kearns et al., 2003). Enfin, le pédibus serait aussi une manière pour les parents de dépasser certaines craintes (notamment celles liées à l'isolement). Pour autant, cette nouvelle organisation du déplacement favorise-t-elle le processus de la marche autonome des enfants, puisqu'ils demeurent encore sous la tutelle d'un adulte ? A quels besoins répond principalement cette organisation du déplacement pour les parents et pour les enfants ? Questions que nous proposons de traiter dans cette communication, d'autant qu'à l'heure actuelle, peu de recherches ont étudié les effets des pédibus dans les expériences du déplacement de l'enfant.

### Les objectifs de la recherche

Le pédibus ne constitue pas en soi une façon nouvelle de se déplacer. Toutefois, il demeure un trajet fortement encadré et balisé d'un point de vue temporel et spatial. Ces formes de récurrence sociale, temporelle et spatiale sont supposées dans cette recherche avoir quelque incidence sur la mobilité des enfants et sur leur expérience du déplacement et de la sécurité routière. La recherche que nous proposons d'explorer dans cette communication vise à comparer des enfants différemment impliqués dans le processus de la marche pour aller à l'école. On fait l'hypothèse que le pédibus comme forme singulière de trajets en groupe modifie les rapports des enfants à l'environnement urbain. Sont-ils plus autonomes pour les autres déplacements ? Ont-ils des préférences « paysagères » ou sociales pour se déplacer ? Leur représentation spatiale est-elle modifiée ? Le pédibus permet-il de modifier les rapports de la famille (parents et enfants) à la sécurité ?

## 2. Méthodologie

### 2.1. Terrain

La recherche a été réalisée à Cleunay, au Sud-Ouest de la ville de Rennes, un des cinq quartiers où ont été initiés les pédibus. Quartier longtemps marginalisé et stigmatisé, il est constitué d'habitats mixtes, comprenant une partie très résidentielle (avec maisons individuelles) et une partie de logements collectifs et sociaux. Il est donc composé d'une population assez diversifiée socialement.

Dans sa structure spatiale, le quartier est circonscrit par deux grands axes routiers, dont une partie en rocade. La zone scolaire est composée d'un boulevard (où la densité de circulation peut être importante aux heures de pointe scolaire), de quelques sentes et voies de circulation secondaire. Enfin, le

quartier possède un petit centre (fait de quelques commerces et services), différents squares et un jardin public assez étendu à l'Ouest du quartier.

## 2.2. Population

Un échantillon total de 30 enfants équitablement réparti en terme de genre (15 impliqués dans le pédibus versus 15 non impliqués) a été interrogé dans le cadre scolaire sur autorisations de l'Académie, de la ville de Rennes du directeur de l'école et des parents. Un second échantillon, constitué de parents (N=26) a été interrogé à domicile. Les enfants impliqués dans le pédibus sont en moyenne plus jeunes (moy : 8,8) que les enfants non impliqués (moy : 9,6). La distribution en terme d'âge est également plus étendue pour les enfants impliqués dans le pédibus. Elle s'étend de 6 à 11 ans (méd : 8 ans) pour ces derniers et de 8 à 11 ans (méd : 9 ans) pour les enfants non-impliqués.

Du fait d'être entrée directement en contact avec les parents responsables des deux lignes de pédibus dans le quartier de Cleunay, une proportion plus importante de parents impliqués dans les pédibus a été interrogée (n=15 vs n=11). Ce qui contraint les niveaux d'analyse ultérieure.

## 2.3. Recueil de données

La passation (réalisées auprès des enfants et des parents) d'une durée d'une heure, s'est déroulée de manière individuelle dans l'ordre suivant : (1) recueil de la représentation cognitive de l'espace d'action des enfants à l'aide du jeu de reconstruction spatiale (JRS) permettant de recueillir la structure de la représentation spatiale (VD1) en utilisant une typologie développée lors de précédentes recherches (Depeau and Ramadier, 2005 ; Ramadier and al., 2005) établie sur la base des catégories de structure de Shemyakin (1962), la densité des éléments (VD2), des éléments mentionnés afin de repérer d'éventuelles différences de sensibilité au quartier (VD3) et l'étendue de la représentation (VD4) analysées à partir d'un Système d'Information Géographique (MapInfo) ; (2) questionnaire semi-structuré portant sur les déplacements, l'autonomie de déplacements mesuré à partir d'un score d'autonomie développé par Prezza & al. (2002) (VD5), les préférences de trajets et les activités dans la ville (VD 6 & 7), les motivations à s'impliquer dans un pédibus permettant de considérer la place de la sécurité routière dans celles-ci (VD8).

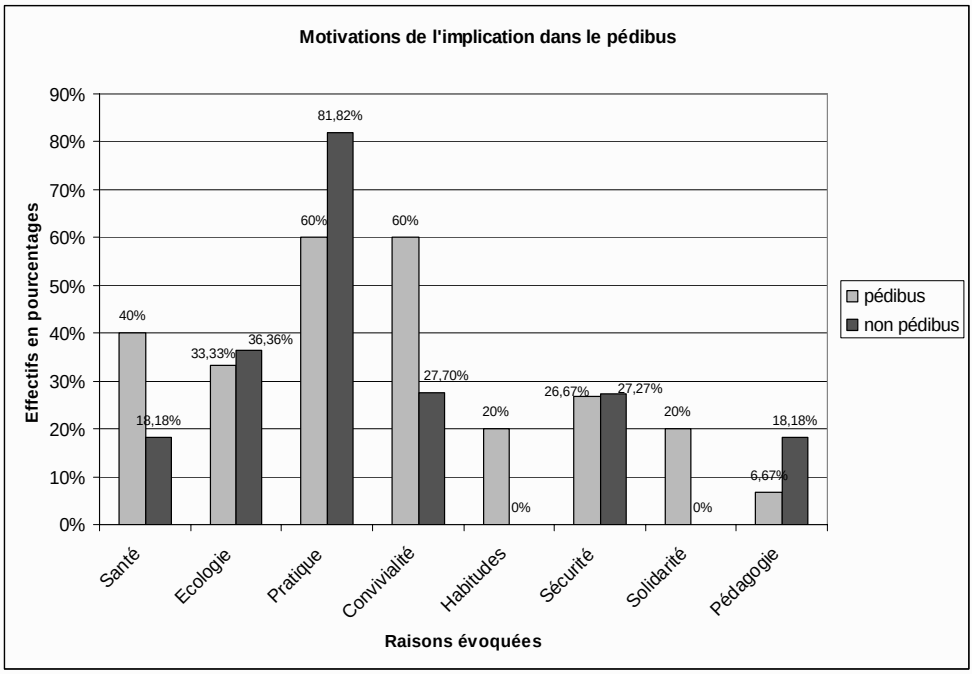
# 3. Résultats

La taille de nos échantillons doit rappeler la prudence de lecture des résultats à adopter. Taille qui par ailleurs limite certaines manipulations croisées de résultats. Notamment quand il s'agit d'observer l'effet du mode d'accompagnement (au-delà de celui d'être en groupe organisé ou non) ou encore de comparer les groupes de parents.

De manière générale, on observe aussi bien dans le discours des enfants que dans celui des parents impliqués dans le pédibus que la question de la

sécurité routière prend une place très minime et n'est pas la raison principale ni la plus fréquemment évoquée. Ce sont les aspects pratiques, de convivialité, de solidarité (cf. Fig. 1) qui sont les plus fréquemment énoncés. Ainsi que les bienfaits de la marche à pied souvent discutés par les enfants. Marcher en groupe demeure, au-delà d'un moment d'exercice agréable pour les enfants, surtout un instant de convivialité en même temps qu'un moment d'expérience en commun de l'environnement.

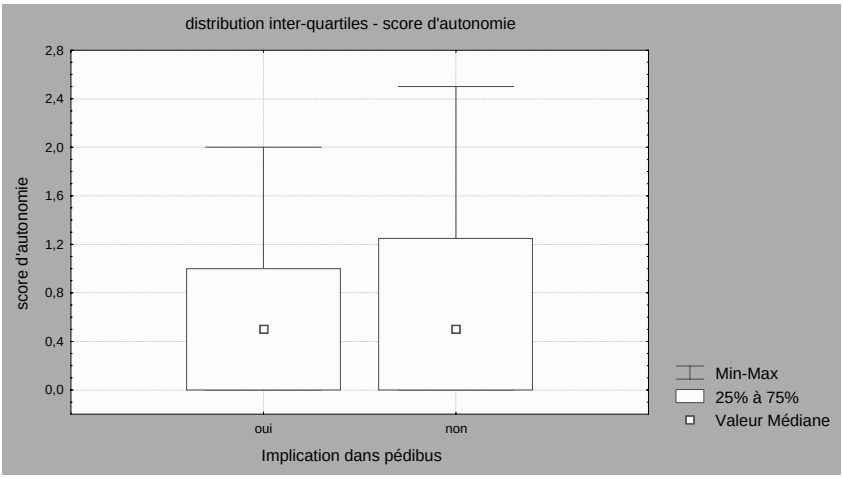
**Figure 1 : Comparaisons des motivations de l'implication des parents dans le pédibus**




Cet effet groupal et l'habitude de la marche pour aller à l'école modifient-ils les expériences du déplacement des enfants ? Les résultats concernant les scores d'autonomie montrent que parents et enfants évaluent de manière relativement identique l'autonomie de déplacement. Les scores issus des familles impliquées dans les pédibus sont de 0,63 (score identique pour les parents et les enfants). Néanmoins, dans les familles non impliquées, on observe des scores différents et une légère surestimation du score d'autonomie par les enfants par rapport à leur parent (le score est de 0,78 pour les enfants et 0,73 pour les parents). De plus, la comparaison des scores entre les deux groupes de parents montre une légère différence supposant une évaluation de l'autonomie plus grande dans les familles non impliquées dans le pédibus (cf. Fig. 2). La variabilité intra-groupe est également plus importante dans ce groupe que dans le groupe des parents impliqués où l'on observe une certaine homogénéité. Notons que les différences entre ces deux moyennes (0,63 dans le groupe impliqué et 0,73 dans le groupe non impliqué) ne peuvent être

validées du fait d'un échantillon assez faible. Toutefois, la variabilité observée dans ce groupe peut également être expliquée par l'âge des enfants plus élevé.

**Figure 2 : Comparaison des scores d'autonomie dans les deux groupes de parents**




Cette tendance est confirmée par l'auto-évaluation des enfants à propos de leur autonomie (cf. Fig. 3). En effet, les tendances sont les mêmes : les médianes sont à peu près équivalentes tandis que les valeurs maximales de l'autonomie sont plus élevées pour les enfants ne pratiquant pas les pédibus. Néanmoins, comme dans les groupes de parents, les différences de moyenne ne sont pas significatives. (0,63 dans groupe pédibus et 0,78 dans groupe non pédibus). Cette faible différence peut néanmoins être expliquée par la variabilité en terme d'âge et le fait que les enfants sont également plus jeunes dans de ce groupe ; les plus âgés de ce groupe ayant un score d'autonomie supérieur à 0,8 voire à 1, 1 pour les enfants âgés de 11 ans.

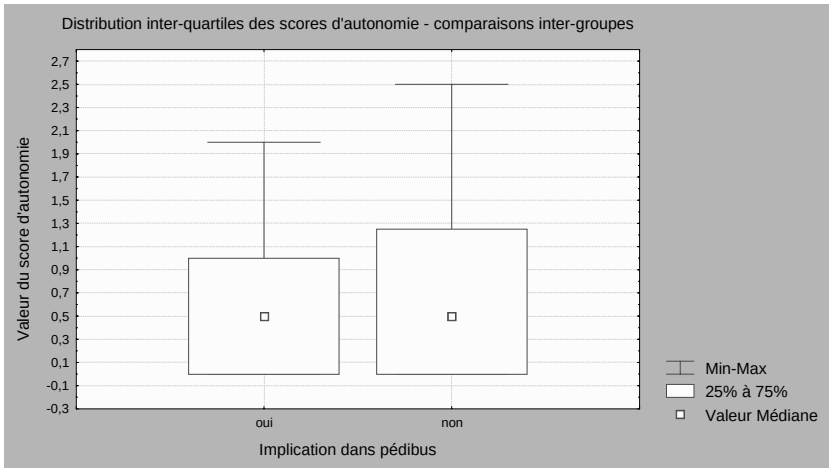
Outre un score finalement peu élevé pour les deux groupes, il semble que se déplacer à l'aide du pédibus n'encourage pas plus les enfants dans le reste de leur mobilité (trajet retour de l'école, d'autres formes de déplacements, etc.). Néanmoins, cette organisation rituelle pour marcher jusqu'à l'école génère-t-elle une représentation cognitive de l'espace d'action des enfants singulière ?

L'ensemble des productions spatiales soumises à deux types d'analyse, statistique et géomatique, permettent de montrer quelques différences en termes de représentations.

De manière générale, la représentation de l'espace d'action entre les deux groupes d'enfants est différente. Le nombre total d'éléments est de 32,6 pour les enfants pratiquant les pédibus et de 27,7 pour les enfants non impliqués. Le contexte cognitif de l'espace d'action des enfants semble donc plus dense pour les groupes qui ont une mobilité quotidienne spatialement et socialement organisée malgré l'absence de différences significatives entre les moyennes du groupe d'enfants (t=1,001734 ; dl : 28 ; p= .325051). Les qualités des représentations spatiales sont également différentes du point de vue de la

typologie des éléments notamment en ce qui concerne l'impact du réseau social fortement représenté à partir des éléments symbolisant le bâti privé (cf. Fig. 4.).

**Figure 3 : Comparaison des scores d'autonomie dans les deux groupes d'enfants**




Les différences les plus saillantes entre les deux groupes d'enfants concernent la présence plus importante de places et d'espaces ouverts (tels que des parkings ou places de jeux) de points repère caractérisés par les services et d'espaces verts (F= 1,0801 ; dl : 28 ; p= .3075) pour les enfants impliqués dans les pédibus. A l'opposé, le taux de quartiers représentant principalement des groupes de bâtis résidentiels est plus important pour les enfants non impliqués dans le pédibus ainsi que le taux de voies routières (pour lequel la différence est significative (F= 3,5265 ; dl : 28 ; p=.0709). Du point de vue de la structure, et après une analyse inter-juges, aucune différence saillante n'est observée. Enfin, d'un point de vue géographique, la représentation de l'espace d'action s'étend différemment d'un groupe à l'autre et marque la nature des territoires fréquentés, sans pour autant assimiler les espaces représentés aux pratiques effectives réalisées. Plus étendu (Carte 1) et orienté au nord-est à proximité du centre-ville pour le groupe impliqué dans le pédibus, il est également plus diversifié et moins circonscrit à l'espace du quartier de Cleunay (Carte 1).

Il dépasse les limites du quartier, pour comprendre certaines zones du centre-ville ou encore de quartier limitrophes comme Bréquigny. On observe également que l'étendue globale varie peu entre les enfants mais que les différences sont plus marquées entre les groupes de parents (Tableau 1).

Enfin, marcher en groupe jusqu'à l'école sous le chaperonnage d'un adulte n'est pas sans incidence non plus sur les préférences de déplacements des enfants. Au-delà d'un itinéraire à suivre de manière très réglementée, le trajet en pédibus est l'occasion pour les enfants de s'approprier certains espaces du quartier en élaborant des liens à partir d'histoires construites par les enfants

entre eux. Histoires qui participent au développement d'un attachement au quartier basé sur des préférences environnementales.

**Fig 4. Répartition des catégories d'éléments constitutifs de la représentation de l'espace d'action des enfants**

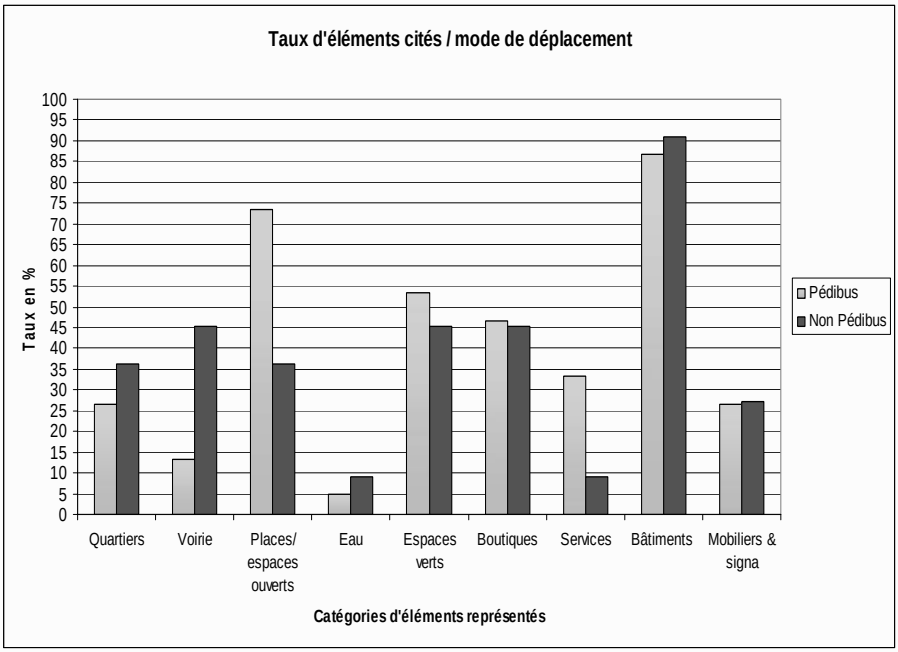


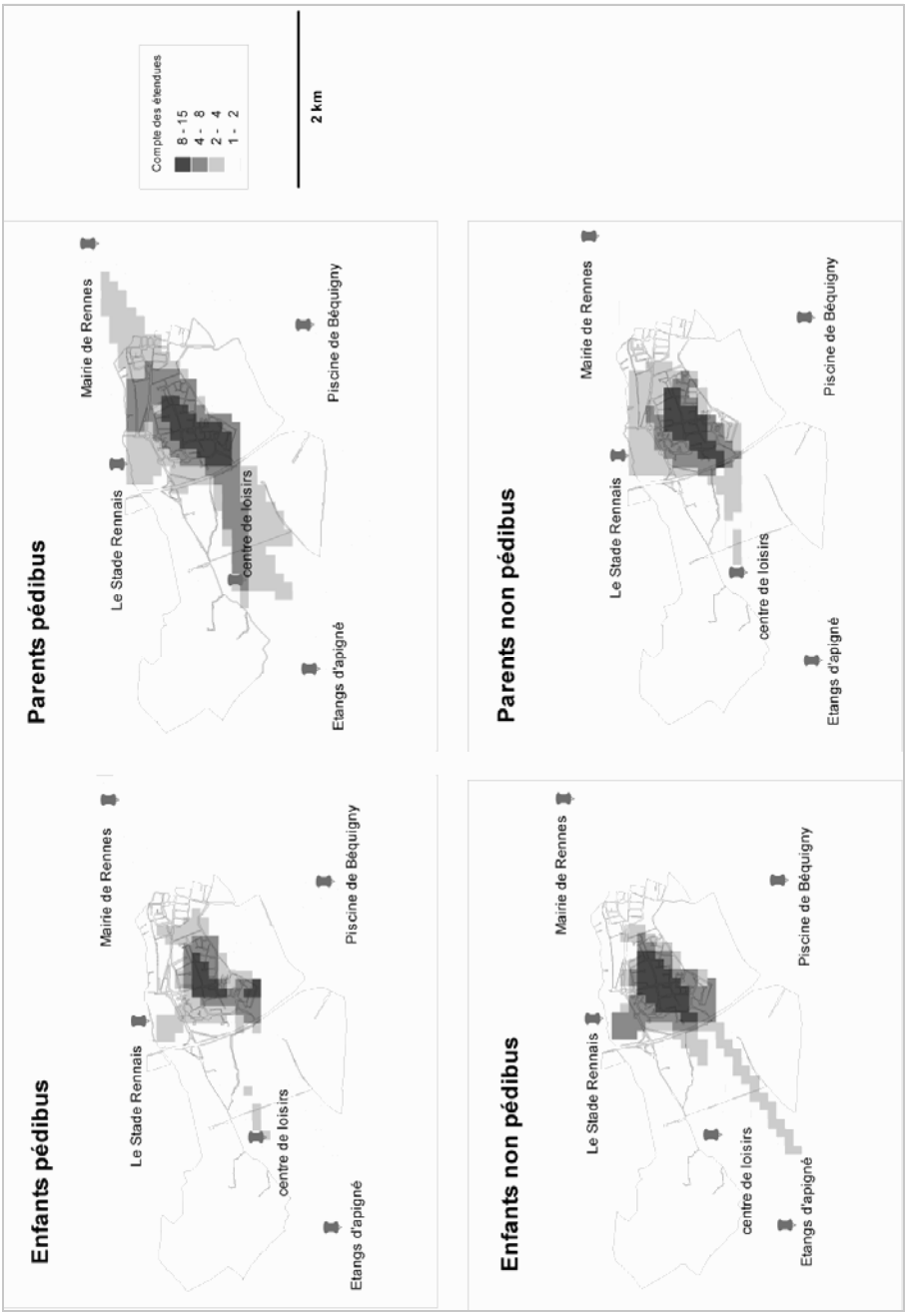

**Tableau 1 : Surface de l'étendue globale de l'espace d'action en km2**

| | Parents | Enfants |
|---|---|---|
| Pédibus | 0,74 | 0,22 |
| Non pédibus | 0,41 | 0,23 |

# Discussion

A partir de ces premiers résultats qui n'ont pas l'ambition de généraliser le tableau à l'ensemble des organisations de pédibus mais bien de décrire des profils de groupes identifiés dans le quartier étudié, à savoir celui de Cleunay à Rennes, on observe que les pédibus demeurent une expérience tout à fait concluante pour encourager parents et enfants à changer leurs comportements dans les déplacements quotidiens. Toutefois, les résultats ne permettent pas de tirer de fortes conclusions quant aux vertus développementales, et surtout sécuritaires du pédibus dans le processus d'apprentissage du déplacement des enfants.

**Carte 1 : Comparaisons des représentations de l'étendue géographique de l'espace d'action des enfants (parents vs enfants ; groupe pédibus vs non pédibus). Étendue calée sur les points extrêmes**




Source : Données : S. Depeau ; auteur : E. Quesseveur

La faible présence de la thématique sécuritaire dans les réponses des parents (autant que des enfants) nous engage à penser que les pédibus fonctionnent comme un espace super-protégé où l'unique présence d'un adulte suffirait à annuler les craintes des parents voire la probabilité de risques sur le trajet scolaire. Les raisons pratiques et sociales l'emporteraient sur la raison sécuritaire. Plus qu'un espace d'apprentissage, il devient un espace et un temps d'absolue garantie, une sorte de « bulle » assurée par la protection « toute puissante » de l'adulte conducteur. Il y aurait même dans certains cas, le transfert de responsabilités. Le pédibus permettrait aux parents de s'affranchir des contraintes sociales et temporelles pour permettre à l'enfant de franchir les frontières fonctionnelles et spatiales.

Néanmoins, cette forme d'organisation du déplacement, sa récurrence spatiale, temporelle, sociale et les règles de discipline qui en découlent aurait quelque impact sur les habitudes de déplacement des enfants, et notamment, pour certains groupes d'âge, sur le besoin de se déplacer à plusieurs. Se déplacer en pédibus devient un mode de socialisation institutionnalisé où les connaissances et savoir-faire spatiaux s'acquièrent sur une base sociale. En particulier, les échanges et formes de guidance des adultes, le partage de connaissances et compétences avec les pairs durant les trajets auraient une influence sur la qualité des informations retenues par les enfants. Ce résultat confirmerait les constats de Sissons & Joshi (1999), à propos des bénéfices de l'échange avec un adulte durant un trajet sur le développement des connaissances environnementales des enfants. Ce qui ne garantit pas un apprentissage de l'autonomie de déplacement plus rapide ou plus précoce comme nos résultats peuvent le montrer.

Enfin, ces premiers résultats confirment ceux des premières études portant sur l'évaluation des pédibus. Notamment celle de Kingham & Ussher (2007, sous presse) qui expose le bénéfice social de cette façon de « marcher » en ville pour les enfants.

# Références

Anderson, J. & Tindall, M. (1972). The concept of home range: new data for the study of territorial behavior. In W.J. Mitchell (Ed.) *Environmental Design : research and practice*, Los Angeles : University of California.

Björklid, P. (1994). Children- traffic-environment. Special Issue: Children and the city. *Architecture and behavior, 10* (4), 399-405.

Blakely,K.S. (1994). Parents' conceptions of social dangers to children in the urban environment. *Children's Environments, 11*(1), 16-25.

Depeau, S. (2003). *L'enfant en ville : autonomie de déplacement et accessibilité environnementale*. CNRS Programme Pir-Ville, Thèse de Doctorat. Université Paris 5.

Depeau, S., Ramadier, T. (2005). Les Trajets Domicile-École en Milieux Urbains: Quelles conditions pour l'autonomie de l'enfant de 10-12 ans ? *Psychologie et Société, 8*, 81-112.

Depeau, S. (2008). Des lignes, des points et des surfaces : Radioscopie des territoires de la mobilité des enfants en milieu urbain. Comparaison entre Paris intra-muros et banlieue parisienne. *Enfances, Familles et générations* (à paraître).

French, S. A., Story, M., Jeffery, R.W. (2001). Environmental influences on eating and physical activity. *Annual Review of Public Health, 22*, 309–335.

Gaster, (1991). Urban children's access to their neighborhood : changes over three generations. *Environment and Behavior, 23* (1), 70-85.

Hillman, M., Adams, J. & Whitelegg, J. (1990). *One False Move...A Study of children's independant mobility*. London: PSI.

Hillman, M., Adams, J. & Whitelegg, J. (1997). *One False Move...A Study of children's independant mobility*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Horelli, L. (2001). A comparison of Children's autonomous mobility and environmental participation in Northern and Southern Europe – The case of Finland and Italy. *Journal of Community and Applied Social Psychology, 11*, 451-455.

Kearns, R. A., Collins, D. C. & and Neuwelt P. M. (2003). The walking school bus: extending children's geographies? *Area, 3* (3), 385-392.

Kingham, S. & Ussher, S. (2007). An assessment of the benefits of the walking school bus in Christchurch, New Zealand. *Transportation Research Part A, 41* (6), 502-510.

Kyttä, M., (2002). Affordances of children's environments in the context of cities, small towns, suburbs and rural villages in Finland and Belarus. *Journal of environmental Psychology, 11*, 109-123.

Lee, T. R., 1963. On the relation between the school journey and social and emotional adjustment in rural infant children. *British journal of Educational Psychology, 27*, 100-116.

Matthews, M., H., 1987. Gender, Home-Range and Environmental Cognition. *Transactions of the Institute of British Geographers N.S, 12*, 43-56.

Maurer, R. & Baxter, J.C., 1972. Images of the neighborhood among Black, Anglo and Mexican-American children. *Environment and Behavior, 4*, 351-358.

Merom, D., Tudor- Locke, C., Bauman, A. & Rissel, C. (2006). Active commuting to school among NSW primary school children: implications for public health. *Health & Place, 12*, 678–687.

Prezza, M., Pilloni, S., Morabito, C., Sersante, C., Alparone, F.R., Guiliani, M.V. (2001). The Influence of Psychosocial an Environmental Factors on Children's Independant Mobility and Relationship to Peer Frequentation. *Journal of Community & Applied Social Psychology, 11*, 435-450.

Ramadier, T., Depeau, S., Lavarde, A.-M. & Collavo, N. (2005). Le jeu de reconstruction spatiale (JRS). Dans A. Legendre (Dir.) *Développement des pratiques urbaines au cours de l'enfance: l'apport*

*des nouvelles technologies dans l'analyse de la mobilité et de l'usage des espaces publics*. Programme interdisciplinaire de recherche « Géomatique, Espaces, Territoires et Mobilités (GETM) » CNRS. Rapport final (173 pages).

Rissotto, A. & Tonucci, F., 2002. Freedom of movement and environmental knowledge in elementary school children. *Journal of environmental Psychology, 22*, 65-77.

Shemyakin, F.N. (1962). Orientation in space. In Annayer, B.G. (Ed.) *Psychological sciences in the USSR*. Office and technical. Washington: Services Report, 62.

Sissons Joshi, M., MacLean, M., Carter, W., 1999. Children's journey to school: spatial skills, knowledge and perceptions of the environment. *British Journal of Developmental Psychology 17*, 125–139.

Sleap, M., Warburton, P., (1993). Are primary school children gaining heart health benefits from their journeys to school? *Child: Care, Health and Development, 19*, 99–108.

Valentine, G. (1996). Children should be seen and not heard: the production and transgression of adults' public space. *Urban Geography, 17* (3), 205–220.

# La mobilité quotidienne d'adolescents de milieux périurbains de la communauté métropolitaine de Québec

**Nabila Bachiri**
*Groupe Interdisciplinaire de Recherche sur les Banlieues (GIRBa)*
*École d'Architecture, Université Laval, 1, Côte de la Fabrique, Québec, G1K 7P4, Canada*
*Nabila.bachiri.1@ulaval.ca*
*Bachiri_nabila@yahoo.fr*

*Peu de recherches traitent de la mobilité quotidienne des adolescents en lien avec l'environnement physique qui les entoure. Cette étude qualitative se penche sur les pratiques de déplacements de 30 adolescents âgés de 12 à 18 ans résidant six secteurs périurbains de la communauté métropolitaine de Québec, ainsi que les significations qui leur sont attachées. Le but est de comprendre l'influence des formes urbaines étalées sur le type de mobilité des adolescents.*

*Les résultats montrent que ces adolescents ont une mobilité quotidienne principalement dépendante de l'accompagnement automobile par les parents et de l'autobus scolaire. L'automobile est le moyen de transport le plus valorisé par ces adolescents, principalement pour la vitesse et le confort qu'il assure. La voiture privée est aussi synonyme de liberté et d'autonomie vis-à-vis de l'accompagnement parental. Ainsi, les adolescents attendent avec anticipation le moment où ils auront le permis de conduire et leur propre automobile. La majorité d'entre eux n'a jamais eu recours au transport en commun à cause de l'inexistence ou de la rareté de sa desserte mais aussi pour plusieurs à cause d'une certaine crainte éprouvée à l'idée de partager un même espace avec des inconnus. Enfin, bien que la pratique de la marche et du vélo soit valorisée, les longues distances à parcourir en milieu périurbain ainsi que le climat nordique rigoureux du Québec se dressent comme des barrières difficiles à surmonter pour avoir recours à ces transports actifs.*

Cette communication faisant désormais l'objet d'une publication, n'est publié ici que le diaporama de la présentation orale.

Pour plus de détails, veuillez consulter la publication citée en référence.

## 1. Grandir en banlieues éloignées

- Choix résidentiel des parents de s'établir en milieu périurbain, avec conséquences sur la mobilité quotidienne de leurs enfants.
- Explorer la mobilité quotidienne des adolescents (en quête d'autonomie) dans un contexte de dépendance à l'automobile.
- Comprendre
  - Les stratégies de déplacements
  - Les représentations de la mobilité et des modes de déplacement.

## 2. Grandir dans un milieu dédié à l'automobile

1. La mobilité quotidienne des adolescents est mal comprise autrement qu'en termes de déplacements;
2. Les pratiques et représentations de la mobilité demeurent peu investiguées;
3. Peu de recherches portent sur la mobilité des adolescents en lien avec l'environnement physique qui les entoure.

## 2. Cadre théorique

Adolescent

Dimensions personnelles et intra-personnelles

- Âge
- Sexe
- Âge des parents
- Revenu du ménage
- Éducation des parents
- Années d'établissement
- Structure familiale
- Interactions sociales
- Nombre de voitures
- Perception du danger et de l'insécurité par les adolescents et leurs parents

Pratiques et représentations

Milieu de vie

Dimensions spatiales et fonctionnelles

- Localisation de la maison, des commerces, équipements et services fréquentés
- Fréquence et durée des déplacements
- Moyens de transport utilisé
- Activités sédentaires
- Présence de trottoirs, de pistes cyclables et de sentiers piétons
- Typologie des rues
- Topographie

Mobilité dépendante ⇔ Mobilité indépendante

## 2. Questions de recherche

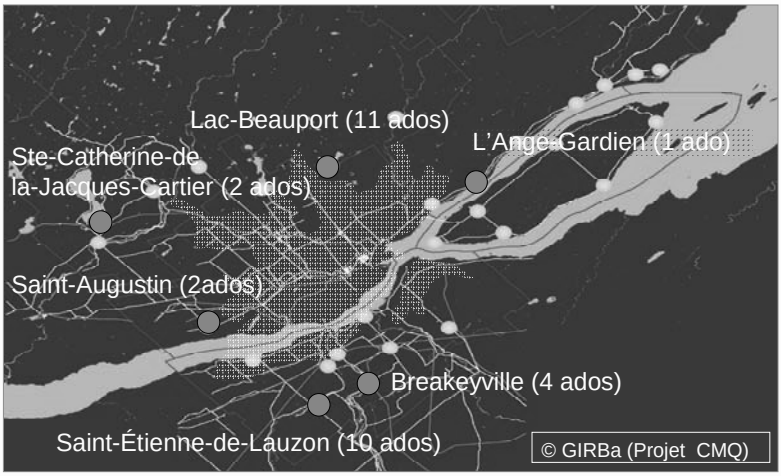
1. Comment est pratiquée la mobilité des adolescents résidants dans des secteurs périurbains?
2. Quel est leur niveau d'autonomie dans leurs déplacements ? Quels facteurs l'influencent le plus?
3. Comment perçoivent-ils et se représentent-ils leur mobilité au quotidien ?

## 3. Stratégie méthodologique: Approche qualitative

1. Décrire en profondeur des aspects fondamentaux de l'expérience vécue.
2. Identifier des tendances plutôt que des relations de cause à effet.
3. Contextualiser plutôt que généraliser.

- Base de données recueillies à l'été 2005
- 6 secteurs périurbains de la CMQ
- 30 entretiens semi-structurés
- Âge: 12 à 18 ans
- Sexe: 21 filles et 9 garçons

## 3. Terrain d'enquête

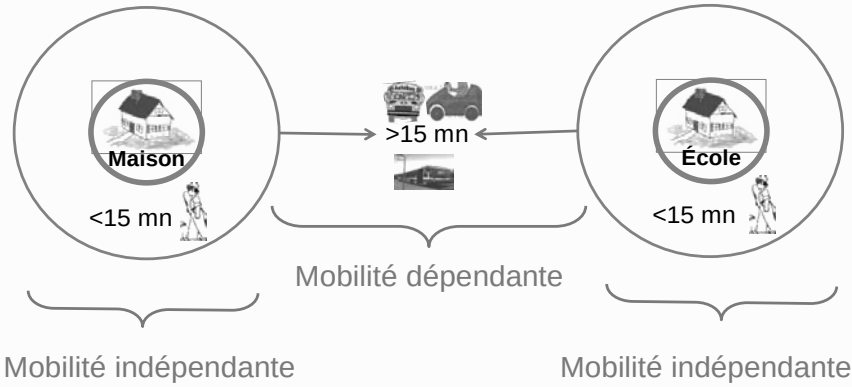


## 3. Terrain d'enquête

*Typologies variées, étalement et « ruralité »*

## 4. Grandir dans un milieu dédié à l'automobile

*La maison et l'école comme "générateurs de mouvement"*



## 4. Grandir dans un milieu dédié à l'automobile

D'une part,

- Le « *Périmètre temporel* » détermine le type de mobilité

D'autre part,

- Morphologie étalée des secteurs de résidence
- Structure des réseaux routiers
- Dispersion des lieux de résidence sur le territoire
- Nombre limité de commerces de proximité
- Éloignement des équipements et services
- Climat

## 4. Grandir dans un milieu dédié à l'automobile

*Perception de la marche et du vélo*

1. Perception positive mais…

- Éloignement
- Perte de temps
- Climat

« *J'aime beaucoup le vélo, puis la marche, bien je ne peux pas me déplacer avec la marche.* […]. *Mais je ne vais jamais me déplacer à pied*.. *C'est trop loin. Je ne peux même pas aller à l'épicerie à pied. Ça me prendrait trop de temps.*» (Carole, 18 ans)

« *Ici, si je veux me rendre à pied, ça va me prendre vraiment du temps. Puis, il n'y a personne que je ne connais vraiment qui habite dans la rue* »

(Claudia, 14 ans)

« *Ah bien en hiver je ne fais pas de vélo, mais en hiver j'aime mieux prendre l'auto parce que…quand il fait froid, c'est pas trop drôle, marcher à –30* » (David, 13 ans)

## 4. Grandir dans un milieu dédié à l'automobile
### *Stratégies de déplacements*

1. Accompagnement automobile par ses parents

   « *Je n'aime que l'on se soit éloigné .. parce que mes parents sont toujours obligés de me faire des 'lifts'…donc, ils 'Chialent'… il faut toujours que je prenne mon vélo ou que je 'quête' des 'lifts' à mes parents. Ce n'est pas super 'le fun' !* » (Claudia, 14 ans)

2. Accompagnement automobile par un adulte

   « *On s'organise ..genre le matin c'est la mère de mon ami qui fait le 'lift' à tout le monde, après ça c'est une autre mère.* »

   (Martin, 13 ans)

## 4. Grandir dans un milieu dédié à l'automobile
### *Valorisation de l'accès à l'automobile*

1. Liberté et autonomie vis-à-vis des adultes

   « *Aller n'importe où quand on veut.. Là j'ai l'impression que je ne peux jamais aller où je veux, quand je veux. Je suis 'tannée' !* »

   (Clara, 15 ans)

   « *Ne pas avoir à «quêter des lifts». Pouvoir aller où je veux. C'est plus de liberté…je vais pouvoir aller où je veux et ça va moins embêter mes parents.* » (Claudia, 14 ans)

2. Fierté d'être autonome

   «*…je vais pouvoir aller chez mes amis, mettons, qui habiteraient plus loin,…ou je pourrais aller au cinéma ou magasiner, faire des courses. […] Bien moi je serais fière.*» (Claudine, 12 ans)

## 5. Conclusions

- La pratique de la marche en milieux périurbains soulève un questionnement assez complexe en termes d'aménagement du territoire.
- Stratégies d'adaptation (quêter des «lifts» en attendant d'avoir le permis de conduire et sa propre voiture);
- Aspiration à l'(auto)mobilité (hâte d'être indépendant);
- Accès à l'automobile comme étape naturelle dans l'accomplissement du processus d'autonomisation et d'indépendance vis à vis de leurs parents et des adultes en général.

## 5. Conclusions

- Ancrage de la pratique de l'(auto)mobilité
  - Mode de transport de moins en moins interchangeable.
- Insertion par l'(auto)mobilité
  - L'(auto)mobilité comme **mode de vie** de moins en moins interchangeable
  - Faible disposition à recourir à des modes de transport alternatifs à l'automobile une fois adulte.

## 5. Discussion

### Mode de vie sédentaire?

- La ville étalée, par ses aménagements et la dépendance qu'elle entraine aux transports motorisés, limite-t-elle l'usage de transports actifs par les adolescents? Il semble que oui.

- Les adolescents des quartiers centraux ont-ils une mobilité plus active que ceux des territoires périphériques?

## Référence

Bachiri, N., Després, C., 2008. Mobilité quotidienne dans la communauté métropolitaine de Québec d'adolescents résidant en territoires rurbains. In A. Fortin et C. Després (dir.) Les familles dans la ville étalée, No thématique de la revue électronique *Enfances, Familles, Générations* (à paraître). http://www.uqtr.ca/efg/

# Les Cannes Blanches Électroniques : confort et sécurité du piéton aveugle.

**Joselin Villanueva, Roger Leroux, Alain Jucha, Roland Damaschini & René Farcy**
*CNRS – Université Paris-Sud*
*Laboratoire Aimé Cotton*
*Bâtiment 505*
*91405 Orsay Cedex*
*rene.farcy@lac.u-psud.fr*
*http://www.lac.u-psud.fr/teletact/index-teletact.htm*

## 1. La sécurité du piéton aveugle.

Longtemps les seules aides au déplacement des aveugles étaient la canne blanche et le chien guide. La canne blanche signale l'aveugle aux passants. Ceux-ci vont lui céder le passage. De plus elle palpe le sol et permet de détecter, un peu avant que l'aveugle n'arrive dessus, les irrégularités du sol : bordure de trottoir, escalier, trou et bosse et d'éviter les collisions avec les obstacles qu'elle a touchés. C'est un prolongement de la main.

La canne actuellement la plus utilisée est la canne dite « canadienne ». Elle est repliable, comporte à son extrémité une rotule en téflon qui roule sur le sol au cours du balayage. Sa longueur dépend de la taille de l'aveugle. Tenue à hauteur du nombril elle fait un angle d'environ 50° avec le sol.

30 à 50 séances données par un instructeur en locomotion sont nécessaires pour apprendre :

- la bonne tenue de la canne
- le balayage symétrique sur une largeur égale à celle du corps, synchronisé avec la marche.
- l'analyse de la texture ou de l'inclinaison du sol.
- la tenue de la canne lorsque l'on est avec un accompagnant ou lorsque l'on monte un escalier.

- l'exploitation des courants d'air, des odeurs, des bruits de pas, des bruits permanents de la ville : jets d'eau, circulation automobile, sens des masses.
- l'analyse à l'oreille d'un carrefour équipé de feux : entendre sur quelle rue se fait la circulation avant de traverser.
- la perception et le souvenir des changements de direction que l'on a opérés.

L'attention donnée à la canne ne doit pas occulter les autres perceptions. Toutes les fonctions qui doivent être mise en œuvre ne sont pas synthétisées de la même façon chez tous les aveugles. Aussi la capacité à se déplacer varie beaucoup d'un non-voyant à l'autre.

## 2. L'apport des cannes électroniques au piéton aveugle

Il s'avère que l'aveugle qui se déplace avec la canne est très tendu car il redoute :

- de ne pas réagir assez vite lorsque la canne a touché un obstacle, vu sa faible portée
- d'avancer sa canne dans les jambes des passants qui croisent sa route, ce qui se produit surtout lorsqu'il arrive perpendiculairement à une rue très passante. De ce fait une canne qui a servi depuis quelques semaines est souvent complètement tordue
- de donner des coups de canne aux passants qui ne l'ont pas vu (par exemple un passant arrêté lui tournant le dos).
- que sa tête heurte un obstacle qui ne descend pas jusqu'au sol et donc que la canne ne peut détecter (surtout s'il n'a pas le sens des masses très développé).
- il craint aussi de s'égarer.

Pour y remédier des aides électroniques ont été conçues. Elles doivent remplir à priori un certain nombre de conditions :

- fiabilité, légèreté, commodité, ergonomie, autonomie énergétique, étanchéité à la pluie.
- ne pas ralentir l'aveugle par rapport à son allure à la canne seule.
- être utile dans différentes situations : en intérieur, en extérieur, en milieu encombré, dans la foule,
- le débit de l'acquisition et de la transmission de l'information doit être compatible avec le besoin et la capacité de le recevoir de l'aveugle.

Les 2 dispositifs développés sont, par ordre de complexité, le Tom-pouce et le Télétact. (la formation aux cannes blanches électroniques se fera dans cet ordre).Le dispositif permettant de ne pas s'égarer est le Géotact.

Le **Tom-pouce** est un appareil qui détecte les obstacles se trouvant devant l'aveugle grâce à des faisceaux infrarouges (Farcy et al., 2006). Il se fixe facilement sur la canne (photo1). Lorsque celle-ci est en position normale le rayon central est horizontal. 3 portées sont disponibles : 3 m ,1.5 m, 0.80 m, commutées à volonté grâce à un interrupteur à 3 positions. Lorsqu'un obstacle se trouve dans la portée, les radiations qu'il réfléchit arrivent sur un détecteur qui commande un vibreur. Les portées ont été réglées empiriquement en jouant sur la puissance émise. L'appareil n'indique pas une distance jusque l'obstacle mais que celui-ci est dans la portée. On peut aussi l'appeler : Proximètre infrarouge.

**Photo n°1**

En extérieur la portée de 3 m est recommandée. Celle de 1.5 m est utilisée lorsque l'espace est très encombré. Enfin celle de 0.80 m est plus adaptée aux déplacements à l'intérieur d'un bâtiment (pièce encombrée, couloir) ou lorsque l'on monte un escalier (en tenant la canne verticalement). Le faisceau est tel que sa section droite à 1.5 m aille de la hauteur de la tête à celle des genoux, alors qu'horizontalement sa largeur est égale à celle du corps. L'évitement des collisions corporelles est ainsi assuré dans la plupart des cas.

Le système fonctionne aussi lorsque l'obstacle est une surface vitrée perpendiculaire au faisceau. Mais la vibration n'est pas déclenchée lorsque le faisceau arrive rasant sur la vitre. Il en est de même pour les surfaces polies telles que les portes des voitures.

Un autre cas particulier est à prendre en compte : c'est le cas des plaques minéralogiques et des panneaux de la signalisation routière. Ceux-ci renvoient trop la lumière et sont détectés bien avant 3 m. Surdétectés, ils peuvent donner l'impression d'une obstruction totale du passage. A l'inverse les petits poteaux fins placés au bord des trottoirs pour les interdirent aux voitures ne sont pas détectés par l'appareil mais par la canne. L'apprentissage, proposé aux aveugles maniant correctement la canne, traitera ces cas. Le Tom-pouce est

très utile aux aveugles qui n'ont pas le sens des masses. S'ils longent un mur, le mouvement de la canne va diriger le faisceau infrarouge alternativement vers le mur et vers la rue. Ils perçoivent donc un signal qui leur permet de marcher toujours à la même distance du mur.

Le **Télétact** est un appareil qui permet d'explorer plus finement l'espace environnant.
Le composant principal est un télémètre laser tenu à la main ou fixé sur la canne (Farcy et al., 1996a, Farcy et Damaschini 1997b) . Le télémètre mesure la distance séparant l'appareil du spot laser. Cette distance est communiquée à l'aveugle de manière sonore et le sens kinesthésique donne la direction du faisceau (photo2). Le spot est donc ainsi bien repéré dans l'espace (direction et distance).

La portée maximum du télémètre est d'environ 10 m. Le faisceau laser est de faible puissance (sécurité oculaire). Malgré cela, grâce à un filtrage adéquat, la lumière du jour, même très forte, ne perturbe pas l'appareil. Le temps de mesure d'une distance est très petit. On peut donc déplacer le spot à une certaine vitesse tout en ayant une information quasi continue sur la distance.

Le télémètre est couplé à un proximètre infrarouge qui opère une veille anti-collision avec les obstacles en hauteur et avec les surfaces vitrées car elles sont traversées par le faisceau laser mais pas par le faisceau infrarouge. Si l'on compare ce dispositif avec la vue on peut dire que le laser correspond à la vision centrale et le proximètre et la canne à la vision périphérique.

**Photo n°2**

La portée maximum du télémètre laser est divisée en 30 intervalles inégaux (l'intervalle croit avec la distance) auxquels doivent correspondre 30 signaux rapidement commutables vu les nombreux changements de distance effectués en peu de temps au cours d'un balayage du faisceau. Nous avons choisi de les

faire correspondre à 30 notes de musique que l'on reçoit par une oreillette placée à proximité de l'oreille de manière à entendre aussi le bruit ambiant par cette oreille. Les sons graves correspondent aux longues distances tandis que les aigus indiquent la proximité de l'obstacle. Le taux d'émission des notes correspond à celui d'un instrument de musique jouant une partition. Il n'est pas nécessaire d'identifier les notes mais d'être attentif à leur succession. Par exemple si l'on balaye un sol horizontal allant jusqu'à un mur on entendra la gamme filer vers les graves tant que le spot se déplacera sur le sol en direction du mur. Puis on entendra une rupture dans le rythme de succession des notes lorsque le spot atteindra le mur, les notes ne variant presque plus lorsque le faisceau est quasi perpendiculaire au mur.

La finesse du faisceau laser permet de détecter les passages étroits ou les ouvertures vues de biais bien avant que ne le fait le Tom-pouce. Ce véritable profilomètre de l'environnement, sera proposé aux aveugles capables de maîtriser un grand flux d'informations. L'appareil permet, grâce à des balayages, d'identifier des objets (colonne, panneau d'affichage, arbre,…) qui seront des repères sur leur trajet. Mais alors une notion qui leur est peu familière intervient : la perspective. Le même objet correspond à un plus grand angle de balayage si l'on est plus près. C'est une notion à apprendre.

Le **Géotact** est un capteur GPS spécialement adapté à l'aveugle. Il fournit le cap et la distance du point de destination par rapport au déplacement de la personne. Cette forme de présentation de l'information se rapproche de celle du randonneur contrairement aux autres dispositifs concurrents destinés aux non-voyants utilisant la couche vocale des dispositifs conçus pour les automobilistes (Fruchterman, 1996 ; Denham et all 2004 ; BrailleNote 2007, Trekker 2007, Wayfinder 2007). L'électronique a totalement été développée en interne autour de l'antenne GPS ce qui assure une accessibilité totale des fonctions, aucune latence de chargement de programme, contrairement aux autres dispositifs constitués de surcouches sur des dispositifs type PDA et Smartphones présentant déjà à la base des difficultés d'accès.

Pourquoi avons nous considéré que le piéton urbain non – voyant était plus un randonneur qu'une automobile ?

- Il ne peut pas aller sur certaines routes (voies rapides ou non aménagées piétons)
- Très souvent il emprunte des passages non cartographiés ce qui perturbe les dispositifs automobiles
- Il peut trouver de nombreux raccourcis par rapport à une voiture
- Il doit pourvoir choisir une route plutôt qu'une autre fonction de ses critères personnels et de ses possibilités d'appréhension de l'environnement.

Les premiers essais réalisés en 2005 et 2006 ont montré les points suivants :

- Dans un milieu urbain, l'information de cap et distance au point d'arrivée est largement suffisante pour y parvenir. Ce mode d'utilisation est très rapidement compris par les non-voyants au bout de quelques minutes (même si une mise en œuvre judicieuse dans des milieux complexes sera plus longue).
- En cas de perte temporaire du signal GPS due à un effet canyon ou à un passage souterrain, la personne peut se servir de sa « centrale inertielle » naturelle, dans la mesure où elle sait où se trouve la destination finale (contrairement aux systèmes automobiles qui disent quoi faire uniquement pour le prochain carrefour).
- L'information fournie par les dispositifs GPS est efficace et permet d'arriver à destination. Les problèmes dans 5% des cas proviennent d'erreurs cartographiques dues à une dénomination floue ou à une déficience de la carte utilisée. Nous avons réduit ce problème en créant un site de recoupement de l'ensemble des cartographies publiques http://geotact.ouvaton.org/

**Photo n°3**

Le **Géotact** se porte sur l'épaule (photo3). Un clavier numérique permet d'y rentrer des coordonnées, de l'interroger et d'enregistrer le point de départ. Les coordonnées du point d'arrivée étant rentrées, l'aveugle interroge l'appareil. Une synthèse vocale lui donne la direction et la distance à vol d'oiseau qui le sépare du point d'arrivée. La direction est donnée à la manière des aviateurs, par exemple si la synthèse vocale dit : « 2 heures, 800m » cela signifie que si l'on imagine que l'aveugle a un cadran d'horloge à plat devant lui de telle sorte que sa direction de marche soit vers midi, la direction du point d'arrivée est donnée par la petite aiguille sur 2 h.

L'aveugle peut rarement prendre tout de suite la direction indiquée. Mais il tournera dans une bonne direction dès qu'il le pourra et ré interrogera l'appareil. Le processus est donc convergent.

Le tableau suivant résume l'apport des cannes électroniques relativement au confort et à la sécurité du piéton aveugle

| | confort | sécurité |
|---|---|---|
| Canne seule | L'aveugle est très tendu | Détecte à un 1m trou et bosse au sol et obstacle posé au sol |
| Canne + Tom-pouce | Moins de tension car portée supérieure à celle de la canne seule. Marche plus fluide. | Détecte à partir de 3m les obstacles y compris ceux uniquement en hauteur |
| Canne + Télétact | Permet l'anticipation et l'identification d'obstacles et repaires jusqu'à 10m. | Tom-pouce intégré : donc même protection Détecte le mobilier urbain. |
| Canne + … + Géotact | Permet de ne pas s'égarer et de rejoindre un lieu totalement inconnu. | |

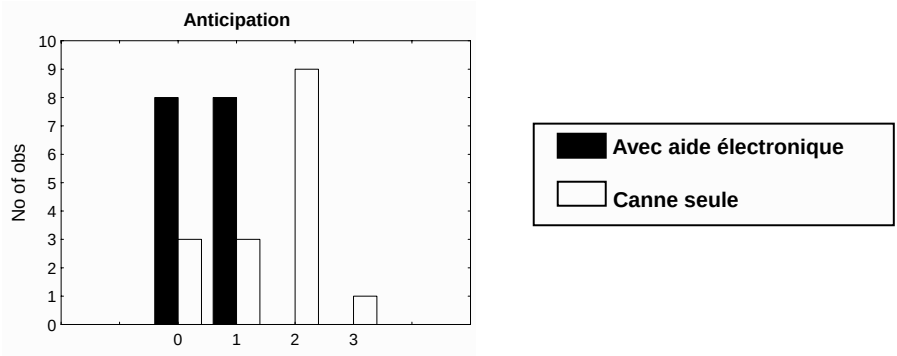
## 3. Une formation adaptée à l'appropriation des cannes blanches électroniques

Après un contrôle de la bonne utilisation de la canne seule, l'apprentissage commence par celui du Tom-pouce fixé sur la canne. En extérieur la portée généralement choisie est 3m. Dès que l'aveugle perçoit une vibration il doit explorer d'autres directions par balayage car un obstacle lui barre la route (un objet encombrant sur un trottoir, par exemple une moto, une poubelle, une cabine téléphonique, …). La direction pour laquelle la vibration cesse lui permet d'amorcer le contournement de l'obstacle. Il doit ensuite reprendre sa route normale. Avec de l'habitude ceci doit se faire sans ralentissement de la marche. Il faut aussi apprendre à commuter les portées quand c'est nécessaire : passer à 1,5m pour trouver un passage étroit (de la taille d'une porte ouverte) ou en présence d'une foule.

Après une formation de 10 à15 séances d'environ 1h30, l'appareil est laissé à l'aveugle pour environ 6 mois. S'il est utilisé quotidiennement avec profit on propose une formation au Télétact qui va aussi durer 10 à 15 séances.

Concernant l'apport des aides électronique quand à la qualité de l'anticipation des obstacles, nous avons effectué une étude portant sur 16 utilisateurs, utilisant alternativement la canne seule, puis les aides électroniques sur plusieurs paires de trajets comparables décrite en détails dans la référence (Damaschini et al. 2005).

| Critère | niveau | définition |
|---|---|---|
| Qualité de l'anticipation<br>Nombre d'impacts à la canne | 0 | Beaucoup d'impacts |
| | 1 | Nombre modéré d'impacts |
| | 2 | Peu d'impacts |
| | 3 | Pas d'impact |




Le Géotact est essayé depuis deux ans par 15 personnes en vie quotidienne. Nous avons fait faire un certain nombre de trajets tests, cette partie n'a pas encore été analysée de manière quantitative. Nous n'avons que très rarement observés d'échecs concernant l'arrivée à la destination quels que soient les difficultés. Par contre, la densité de dangers de la circulation rencontrés par un déficient visuel sur un long trajet urbain est importante. Seules les personnes très douées et très expérimentées en locomotion peuvent prétendre à de tels déplacements dans de bonnes conditions de sécurité.

Des séquences vidéos montrant des aveugles se déplaçant en ville et surmontant de nombreuses embûches grâce aux cannes électroniques ont été présentées à la conférence (consultables pour certaines sur le site http://www.lac.u-psud.fr/teletact/index-teletact.htm ).

# Références

Braille Note GPS (2007). http://www.senderogroup.com.

Damaschini, R., Legras, R., Leroux R. & Farcy, R. (2005, September 6-9). Electronic Travel Aid for blind people, *AAATE 2005, 8th European conference for the advancement of assistive technology in Europe* , Henri Warembourg Faculty of Medicine - Lille – France.

Denham, J., Leventhal, J. & McComas, H. (2004), Getting from Point A to Point B: A Review of Two GPS Systems : Trekker and GPS Braille Note, AccessWorld, *AFB Press, American Foundation for the Blind, 5*, 6.

Farcy, R. & Damaschini, R. (1997). Triangulating profilometer as three-dimentional space perception system for the blind. *Applied Optics, 36*(31), 8227-8232)

Farcy, R., Denise, B. & Damaschini, R. (1996). Triangulating laser profilometer as navigational aid for the blind: optical aspects. *Applied Optics, 35*(7), 1161-1166.

Farcy, R., Leroux, R., Jucha, A., Damaschini, R., Grégoire, C. & Zogaghi, A. (2006, July 19-21). Electronic Travel Aids and Electronic Orientation Aids for blind people: technical, rehabilitation and everyday life points of view, *Conference on Assistive Technologies for People with Vision & Hearing Impairments, CVHI 2006*, Kufstein, Austria.

Fruchterman, J. (1996, March 25-28). “Talking maps and GPS systems”. Paper presented at *The Rank Prize Funds Symposium on Technology to Assist the Blind and Visually Impaired*, Grasmere, Cumbria, England.

Trekker (2007), http://www.humanware.ca/web/en/p_DA_Trekker.asp

Wayfinder (2007). http://www.wayfinder.com.

# 3ème partie
# *Les déterminants psychosociaux du comportement piéton*

# Approche psychologique de l'activité de traversée de piétons au carrefour

**Ariane Tom[1], Jean-Michel Auberlet[1], Roland Brémond[2]**

*[1]INRETS-MSIS, [2]LCPC-DESE*

*58 Boulevard Lefebvre*
*75732 Paris Cedex 15*
*ariane.tom@inrets.fr*
*jean-michel.auberlet@inrets.fr*
*roland.bremond@lcpc.fr*

*Chaque année en France 800 piétons sont tués, et 17 000 sont blessés, 95% des accidents corporels impliquant au moins un piéton se produisent en agglomération (82% des tués piétons) et 34% des accidents corporels impliquant au moins un piéton se produisent en intersection. Le programme d'amélioration du déplacement pour le piéton passe en premier lieu par la sécurité donc par la réduction des conflits piétons-véhicules. Pourtant, les déplacements des piétons ne sont pas toujours aisés à décrire et à comprendre. La tâche de traversée de voie en carrefour est une tâche complexe, qui requiert la mise en oeuvre efficace de processus notamment perceptifs et cognitifs. Notre contribution consiste, à travers une revue de questions, à identifier les processus psychologiques mis en œuvre dans l'activité de traversée au carrefour, avec l'objectif sous-jacent d' intégrer ces données psychologiques en vue d'une modélisation informatique des comportements des piétons et de la modélisation des interactions avec l'environnement (piétons, véhicules,…) en situation de traversée de voie en carrefour.*

## 1. Introduction

Le lien social entre passants est caractérisé par le silence et l'indifférence (Relieu, 1996). Malgré ce constat, les déplacements piétonniers en milieu urbain ont fait l'objet d'études dans diverses disciplines, aussi bien en psychologie (e.g. Michon & Denis, 2001; Tom & Denis, 2004), en accidentologie (e.g. Carré & Julien, 2000) en planification des transports (e. g., Fruin, 1971)

qu'en simulation de flux (Yang, Deng, Wang, Li, & Wang, 2006). A travers ces différentes disciplines, nous observons que ces déplacements ne sont pas toujours aisés à décrire et il en est de même pour la compréhension de ces déplacements. Par exemple, bien que ne disposant pas de marquage explicite au sol, les flux de piétons semblent s'organiser en voies, respectant ainsi le " code de la route " et permettant par là même à chacun de prédire la trajectoire des autres usagers (Lee & Watson, 1992). De plus, de nombreux aspects de la morphologie urbaine et du mobilier urbain entravent le cheminement du piéton. Pour faciliter les déplacements, Fruin (1971) propose trois solutions : améliorer l'éclairage des rues, améliorer la circulation des piétons et améliorer l'esthétique de la ville. Outre le mobilier urbain, le programme d'amélioration du déplacement pour le piéton passe en premier lieu par la sécurité donc par la réduction des conflits piétons-véhicules. Deux moyens sont décrits pour y parvenir : une séparation dans l'espace (passerelle) ou une séparation dans le temps (feux tricolores). C'est cette dernière solution qui va nous intéresser. Plus spécifiquement, nous décrirons dans un premier temps les données d'accidentologie, pour nous intéresser dans un second temps aux processus psychologiques mis en œuvre dans l'activité de traversée au carrefour. Ce travail préliminaire permettra par la suite une modélisation informatique du passant et de ses interactions avec l'environnement (piétons, véhicules,…).

# 2. Accidentologie

## 2.1. Données globales sur le piéton

Les enjeux de notre travail concernent principalement la sécurité des piétons, plus particulièrement en situation de traversée au carrefour. Les données en accidentologie montrent que chaque année en France 800 piétons sont tués, et 17 000 sont blessés (Brenac, Nachtergaële, & Reigner, 2003). 95% des accidents corporels impliquant au moins un piéton se produisent en agglomération et font 82% des tués piétons. Sur ces données, les populations les plus touchées sont celles des enfants et des personnes âgées (Koepsell et al., 2002). C'est au cours des mois de mai, octobre, novembre et décembre que ces accidents sont les plus nombreux. Ils se produisent davantage les lundis et jeudis, entre 16h et 19h. Ces accidents ont lieu de façon prépondérante le jour dans des conditions météorologiques normales. Enfin, 34% des accidents corporels impliquant au moins un piéton se produisent en intersection. Bien que moins fréquents qu'en section courante, ces accidents (du moins ceux qui ont lieu aux passages protégés) risquent de voir leur nombre croître. En effet, une des pistes de recherche pour assurer la sécurité des déplacements est de retirer les passages piétons des sections courantes pour les implanter aux carrefours (Rennesson, 2004) : « [...] leurs traversées seront organisées et localisées en des endroits sûrs, c'est-à-dire presque exclusivement aux carrefours ». Ceci permet de réguler les flux de trafic mais par suite fait des carrefours de nouveaux enjeux pour la sécurité routière. Nous nous centrons sur ce cas dans la section suivante.

## 2.2. Données en carrefour

Les travaux de Brenac et al. (2003) utilisent une méthode d'élaboration de scénarios types d'accidents de piétons. Cette méthode consiste en trois phases :

- analyse de cas
- regroupement des cas jugés similaires d'où élaboration d'une classification
- description du prototype de déroulement correspondant à ces cas

A partir d'un échantillon de 189 cas détaillés d'accidents, 20 scénarios types ont été extraits. Sur ces 20 scénarios, 2 ont trait au carrefour :

- Dans le scénario type n°8, le conducteur tourne puis heurte en sortie de carrefour un piéton traversant, souvent non détecté. Ce cas représente 5.8% des accidents corporels.
- Dans le scénario type n°10, le conducteur franchit un feu rouge ou orange et heurte en sortie de carrefour un piéton détecté trop tard. Ce scénario représente 1.5% des accidents corporels.

Les données sur le piéton décrites dans la section précédente ainsi que les chiffres exposés nous permettent d'établir la pertinence de l'étude de la traversée de chaussée par le piéton en carrefour. A cette fin, notre cadre théorique de base sera le modèle de Michon (1985), exposé dans ce qui suit.

# 3. Cadre théorique général : le modèle de Michon (1985)

Le modèle de Michon (1985) décrit l'activité de conduite automobile à partir de trois niveaux de traitement différents :

- le niveau stratégique : il est relatif à la planification de l'itinéraire et à la tâche de navigation ;
- le niveau tactique : il regroupe les diverses actions telles que l'évitement d'obstacles, le dépassement, le choix de la distance intervéhiculaire ou encore le choix de la vitesse.
- le niveau opérationnel : il s'agit de la mise en œuvre des actions sélectionnées au niveau tactique (exécution de la manœuvre).

Il est à noter que cette conception tripartite de l'activité humaine trouve sa source dans les travaux de Rasmussen (e.g., Rasmussen, 1983) qui a proposé le modèle SRK (Skills, Rules, and Knowledge pour Habiletés, Règles et Connaissances) pour rendre compte des différents niveaux de traitement d'une tâche, et des méta-règles de passage d'un niveau à l'autre. Une différence notable entre ces deux modèles est que la taxonomie de Rasmussen se réfère à des processus internes à l'individu tandis que celle de Michon se base sur les caractéristiques de la tâche (Nilsson, 2001).

Le modèle de Michon peut être transposé au piéton confronté à une tâche de déplacement incluant une traversée de voies en carrefour. Le niveau stratégique serait alors notamment relatif au choix de l'itinéraire à parcourir. Il nous semble intéressant de subdiviser le niveau tactique en deux : le niveau supérieur concernerait le lieu de traversée, le niveau inférieur le choix du moment de traversée. Enfin, le niveau opérationnel comprendrait la séquence motrice à mettre en œuvre pour traverser.

Le travail que nous présentons se centre sur le niveau tactique. Appliqué au piéton, la question soulevée par ce niveau est alors la suivante : *pourquoi et grâce à quelles informations un piéton prend-il la décision de traverser ?* Cette question apparaît d'autant plus centrale que le piéton peut se situer dans un environnement complexe, comme c'est le cas au carrefour. Nous traitons cette question dans la partie suivante.

# 4. Processus impliqués dans la tâche de traversée en carrefour

Thomson, Tolmie, Foot et Mclaren (1996) ont mis en évidence quatre capacités impliquées dans la tâche de traversée de voies. Il s'agit de la détection de la présence de trafic, du jugement des minutages visuels, de la coordination des informations en provenance de différentes directions et de la coordination perception/action. Par ailleurs, Granié (2004) distingue six types de savoirs et savoirs-faire en lien avec la sécurité routière :

- Perceptifs (e.g. perception des vitesses, distances et formes). Dans la tâche de traversée de rue, Oxley (1995) trouve que certains facteurs sont fondamentaux et surtout : l'acuité visuelle, la sensibilité au contraste, l'étendue du champ visuel, le traitement des informations visuelles, la perception de la profondeur et du mouvement. L'audition est également sollicitée, pour localiser les sons et donc pour connaître la direction d'approche des véhicules.
- Psychomoteurs (e.g. contrôle des mouvements, maîtrise de l'impulsivité)
- Cognitifs (e.g. capacités de concentration, d'anticipation)
- Métacognitifs (e.g. connaissances des limites perceptives)
- Affectifs (e.g. estime de soi)
- Sociaux (e.g. relation à la règle)

Dans ce qui suit, nous développerons deux de ces capacités, à savoir les capacités perceptives et cognitives.

## 4.1. Processus perceptifs

Parmi les processus perceptifs, la *vision* et l'*audition* sont prépondérants dans la problématique de traversée, aussi bien pour le conducteur que pour le piéton. En effet, la perception mutuelle des usagers est essentielle dans le

sens où automobilistes et piétons doivent pouvoir percevoir clairement les mouvements des autres afin d'évaluer les conditions de son propre mouvement. Dans ce qui suit, nous nous centrerons sur les processus visuels. Effectivement, Hills (1980) indique que la grande majorité de l'information d'entrée pour le conducteur est visuelle. De plus, l'étude de Guth, Ashmead, Long, Wall et Ponchilia (2005), conduite sur trois ronds points différents en taille et en volume de trafic, a cherché à comparer les performances de sujets voyants *vs*. non-voyants dans une tâche de traversée. Plus précisément, la tâche était de juger si l'intervalle entre deux véhicules était suffisamment important pour permettre la traversée jusqu'à un îlot central. Les sujets aveugles sont 2.5 fois moins performants dans cette tâche de jugement, mettent plus de temps pour identifier les intervalles où on peut traverser et sont plus à même de manquer un bon créneau pour traverser.

De plus, un facteur visuel à prendre en compte est celui de la *conspicuité*, (également appelée saillance visuelle) qui correspond à la propension d'un objet à attirer l'attention (Simon, Tarel, & Brémond, 2007). Plus le contraste avec le fond est marqué, plus la conspicuité est forte. Selon Langham et Moberly (2003) et Hills (1980), dans le contexte de la conduite, les facteurs les plus importants pour décrire la conspicuité d'une cible sont :

- La taille apparente de l'objet
- Le contraste entre l'objet et le fond
- Le niveau lumineux ambiant
- La présence de sources éblouissantes
- La couleur

A ces facteurs, il faut ajouter la *complexité du fond*. Par exemple, Paulmier, Brusque, Carta et Nguyen, (2001) ont montré que celle-ci affectait la capacité à détecter une cible. Les auteurs trouvent que plus la complexité est forte, plus la visibilité doit être importante pour détecter la cible.

Langham et Moberly (2003) soulignent qu'une des raisons pour lesquelles le taux de piétons accidentés/tués est si élevé est qu'ils font preuve d'une faible conspicuité pour l'automobiliste.

Dans la littérature, la conspicuité est rarement considérée du point de vue du piéton. On peut pourtant identifier trois paramètres importants permettant d'associer la visibilité (ou la conspicuité) des véhicules, dont le piéton a besoin pour traverser en sécurité lors de sa traversée en carrefour, et le comportement du dit piéton :

- la vitesse du véhicule, où plutôt l'évaluation qui en est faite par le piéton. Ceci peut être rapproché des obstacles en mouvement définis par Gibson et Crooks (1938) pour lesquels les « clearance-lines », qui composent le champ de déplacement sûr, émettent depuis le point d'impact supposé. L'évaluation de la vitesse des mobiles est un processus automatisés et non conscient, dont l'exécution est très rapide.

- les temps de détection et de réaction. Le Transportation Research Board (TRB, 2000) recommande de fixer ce temps de détection-réaction à 3 s.
- le temps de traversée, tel qu'il est estimé par le piéton lui-même, influe sur sa décision de traverser. Dans une perspective de modélisation du comportement piéton, il peut être observé sur le terrain à partir des créneaux acceptés pour traverser, ou être déduit depuis la vitesse de marche et la distance à franchir. Il semble que le jugement du créneau suffisant pour traverser se base sur les distances inter-véhiculaires plutôt que sur la vitesse (Simpson, Johnston, & Richardson, 2003).

## 4.2. Processus cognitifs

Outre les facteurs environnementaux et perceptifs mentionnés ci-dessus, la prise d'information par le piéton (ou par l'automobiliste) et son traitement dépendent également de facteurs cognitifs, notamment les *facteurs attentionnels*. L'attention possède une propriété sélective : James le souligne dès 1890 ; cette notion est reprise par Gibson et Crooks (1938). De plus, l'attention influe sur le contenu des représentations cognitives sur lesquelles elle porte (James, 1890). Dans une tâche de traversée de voie, c'est l'attention visuo-spatiale du piéton qui est prépondérante. Posner (1980) distingue deux régions de l'espace pour l'attention visuo-spatiale :

- une zone comme éclairée par un faisceau de taille fixe où l'information est perceptivement rehaussée, où les décisions sont plus efficaces et les temps de réaction plus courts : c'est le bénéfice attentionnel.
- une zone qui correspond aux régions périphériques qui sont inhibées, impliquant un coût attentionnel.

Selon Camus (2003), l'attention permet de surmonter la limitation de nos ressources cognitives ou pour intégrer des informations indépendantes. Cette hypothèse du rôle intégratif de l'attention a été reprise en perception visuelle. Simons (1999) et O'Reagan, Deubel, Clark et Rensik (2000) ont mis en évidence les phénomènes de « cécité au changement » et de « cécité attentionnelle ». L'attention est portée sur les éléments pertinents à la tâche en cours, ce qui peut conduire, en situation de conduite, à l'erreur dite « regarde mais ne voit pas » qui peut être une cause d'accident (Hills, 1980).

L'attention est également nécessaire pour contrôler l'accès à la *mémoire de travail :* Baddeley lui-même (1997) considère que le processeur central équivaut à un processeur attentionnel. Dans le modèle de Baddeley sont en effet distingués un espace de stockage, l'administrateur central, et deux espaces de traitement destinés au maintien de l'information : la boucle phonologique (ou articulatoire) et le calepin visuo-spatial. Dans une tâche de traversée à laquelle est confronté le piéton, la mémoire de travail est systématiquement sollicitée. Il s'agit en effet de stocker les informations sensorielles pertinentes, essentiellement visuo-spatiales, tout en continuant à traiter les nouvelles informations arrivant des différentes branches du carrefour ; ceci vient souligner la double activité simultanée de stockage et de traitement propre à la mémoire

de travail. Nous avons donc affaire à un pool de processus limités en ressources (Norman & Bobrow, 1975 ; Barrouillet, 1996). Le calepin visuo-spatial ayant pour fonction le maintien et le stockage de l'information sous forme d'image mentale (Baddeley, 1997 ; Barrouillet, 1996), la notion de représentation mentale va à présent être abordée.

La notion de *représentation mentale* est fondamentale lors de la prise en compte de l'activité de traversée. Elle est au centre du modèle de diagnostic de Hoc et Amalberti (1994). Elle est assistée à la fois par des processus automatiques et par des connaissances générales. Rappelons que les représentations peuvent prendre la forme d'images mentales manipulables (Denis, 1991). Dans ce cas, elles ont des similitudes fonctionnelles et structurales avec la perception visuelle. Plus que leur format, c'est ici leur caractère adaptatif et dynamique qui nous intéresse, notamment le fait qu'elles peuvent changer leur contenu pour rester en adéquation avec les changements de l'environnement. Il y a évocation ou construction d'une représentation (sub)symbolique qui permet au sujet d'accéder instantanément à ses connaissances procédurales (Hoc & Amalberti, 1994). Or, dans la situation de traversée de rue, une variable fondamentale est la variable *temps* : la tâche de traversée se réalise fréquemment sous pression temporelle. Ceci est particulièrement le cas en carrefour, où la représentation mentale de la situation à un instant donné perd de sa pertinence si elle n'est pas mise à jour.

Enfin, il convient de souligner l'importance de la notion de *prise de risque*. Himanen et Kulmala (1988) ont appliqué des modèles "logit" à l'analyse de l'activité de traversée, aussi bien du point de vue de l'automobiliste que du piéton. Un des résultats montre que si le piéton traverse à un passage protégé, la probabilité de détection du piéton par l'automobiliste est plus forte que s'il traverse en dehors. Ce résultat peut s'expliquer par les attentes du conducteur vis-à-vis du piéton qui sont plus fortes pour les comportements adéquats à la signalisation routière. Néanmoins, il est fréquent que la traversée se fasse en dehors des passages piétons. Le piéton prend des risques notamment en cherchant à raccourcir les distances (CETUR, 1983) et les temps d'attentes : 64 % des piétons restent moins de 4 secondes sur le trottoir avant de commencer la traversée (de la Sablière, 1988). Un rapport du CETE de Rouen (1982) a d'ailleurs montré que pour traverser, le piéton se guide en priorité sur les véhicules et qu'il a tendance à sous évaluer le temps nécessaire à la traversée. Harrell (1990) trouve que la prise de risque lors de la traversée d'une intersection est moins importante chez le piéton âgé, quand le piéton est une femme ou quand le trafic est faible. De plus, Harrell et Bereska (1992) mettent en évidence le fait que les intervalles temporels acceptés pour traverser sont réduits lorsque les passants sont en groupe (sauf lorsque celui-ci comporte un enfant âgé de moins d'un an) et se rapprochent donc de la valeur de 2 secondes jugée comme juste sûre. On peut rendre compte de ces comportements risqués en groupe par les phénomènes de dilution de responsabilité ou de sentiment de " sécurité en nombre ".

Les modèles de risque permettent de proposer un élément de réponse. Ainsi, dans le modèle de l'homéostasie du risque de Wilde (1982, 1994),

l'hypothèse est avancée qu'à chaque fois qu'un usager (conducteur ou piéton) perçoit un certain niveau de risque, il le compare avec celui qu'il souhaite accepter. Si les deux niveaux de risque diffèrent, l'individu aura recours à une action pour éliminer cette différence. Cette action d'ajustement est liée au taux d'accident, mais de manière indirecte puisque c'est la perception du risque, et non pas le risque objectif, qui déclenche l'ajustement. Le modèle du risque nul de Näätänen et Summala (1974), appliqué au piéton, stipule que le piéton contrôle le risque sur la base d'indices extraits de la situation de locomotion ; il y a évitement des comportements qui induisent la peur ou son anticipation. L'habitude et la peur agissent conjointement pour fixer les limites de sécurité. Les besoins de mobilité sont satisfaits en affrontant des situations potentiellement dangereuses mais en modulant l'activité de manière à éviter les situations accidentogènes. Enfin, le modèle du risque hiérarchisé de Van der Molen et Bötticher (1988) prend en compte le fait que la tâche à réaliser peut se décomposer en trois niveaux : stratégique, tactique et opérationnel (cf. Michon, 1985). Au niveau opérationnel, se trouvent les réactions d'urgence qui permettent d'éviter les dangers potentiels et soudains. Deux facteurs sont pris en compte : la perception de l'environnement physique et sa représentation interne. C'est cette dernière qui détermine les jugements (de risque ou autre) au niveau tactique. Les jugements sont également influencés par les motivations – via les attentes (d'accident ou autre) – qui dépendent du niveau stratégique.

# 5. Conclusions

La tâche de traversée de voie en carrefour est une tâche complexe, qui requiert la mise en œuvre efficace de processus notamment perceptifs et cognitifs. Le piéton doit en permanence être attentif aux véhicules susceptibles de les écraser, et intégrer ce qu'il perçoit à ce sujet aux informations déjà présentes dans sa représentation de la situation en mémoire. Il s'agit d'un système dynamique, dans lequel les représentations mentales deviennent rapidement obsolètes.

Dans cet article, nous avons souligné l'importance des processus perceptifs et cognitifs supposés mis en œuvre dans l'activité de traversée de voie en carrefour. Deux questions sont soulevées par cette brève revue de la littérature : comment intégrer ces données psychologiques en vue d'une modélisation informatique des comportements des piétons ? Quid de la modélisation des interactions entre piétons en situation de traversée de voie en carrefour ? De futures recherches permettront de répondre à ces questions. Notamment, l'étude de la conspicuité du point de vue du piéton ainsi que celle de l'implication de la mémoire de travail dans la tâche de traversée de voies semblent constituer des pistes intéressantes de travail.

# Références

Baddeley, A. D. (1997). *Human memory : Theory and practice*. Hove : Allyn & Bacon.

Barrouillet, P. (1996). Ressources, capacités cognitives et mémoire de travail : postulats, métaphores et modèles. *Psychologie française, 41,* 319-338.

Brenac, T., Nachtergaële, C., & Reigner, H. (2003). Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention. *INRETS, rapport 256*, 207 p.

Camus, J.-F. (2003). L'attention et ses modèles. *Psychologie française, 48,* 5-18.

Carré J. R., & Julien A. (2000). Présentation d'une méthode d'analyse des séquences piétonnières au cours des déplacements quotidiens des citadins et mesure de l'exposition au risque des piétons. *INRETS, rapport 221*, 109 p.

C.E.T.E. de Rouen (1982). Sécurité des piétons aux carrefours à feux.

CETUR (1983). Sécurité des piétons lors de leur traversée de chaussées. Les dossiers du Cetur No 21. Centre d'Études des Transports Urbains. France. 112 p.

de la Sablière, P. (1988). La sécurité des piétons. *Circuler, 24,* 9-24.

Denis, M. (1991). *Image and Cognition.* New York : Harvester Wheatsheaf.

Fruin, J. J. (1971). *Pedestrian : planning and design*. New York : New York.

Gibson, J. J., & Crooks, L. E. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. *The American Journal of Psychology, 51,* 453-471.

Granié, M.-A. (2004). L'éducation routière chez l'enfant: Évaluation d'actions éducatives. *INRETS, rapport 254,* 258p.

Guth, D., Ashmead, D., Long, R., Wall, R., & Ponchilia, P. (2005). Blind and sighted pedestrians' judgments of gaps in traffic at roundabouts. *Human Factors, 47,* 314-331.

Harrell, W. A. (1990). Factors influencing pedestrian cautiousness in crossing streets. *The Journal of Social Psychology, 131,* 367-372.

Harrell, W. A., & Bereska, T. (1992). Gap acceptance by pedestrians. *Perceptual and Motor Skills, 75,* 432-434.

Hills, B. L. (1980). Vision, visibility, and perception in driving. *Perception, 9,* 183-216.

Himanen, V., & Kulmala, R. (1988). An application of logit models in analysing the behaviour of pedestrians and car drivers on pedestrian crossings. *Accident Analysis & Prevention, 20,* 187-197.

Hoc, J. M., & Amalberti, R. (1994). Diagnostic et prise de décision dans les situations dynamiques. *Psychologie Française, 39,* 177-192

James, W. (1890). *The Principles of Psychology.* New York : Holt.

Koepsell, T., McCloskey, L., Wolf, M., Vernez Moudon, A., Buchner, D. Kraus, J., & Patterson, M. (2002). Crosswalk markings and the risk of pedestrian-motor vehicle collisions in older pedestrians. *JAMA, 288,* 2136-2143.

Langham, M. P., & Moberly, N. J. (2003). Pedestrian conspicuity research : A review. *Ergonomics, 46,* 345-363.

Lee, J. R. E. & Watson, R. (1992). Regards et habitudes des passants. *Les Annales de la Recherche Urbaine, vol. 57-58,* 100-109.

Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models. What do we know, what should we do? In L. Evans & R. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety* (pp. 485-521). New York : Plenum Press.

Michon, P.-E., & Denis, M. (2001). When and Why Are Visual Landmarks Used in Giving Directions? In D. Montello (Ed.), *Spatial Information Theory : Foundations of Geographic Information,* (pp. 292-305). Morrow Bay : Springer.

Näätänen, R., & Summala, H. (1974). A model for the role of motivational factors in drivers' decision making. *Accident Analysis and Prevention, 3*, 243-261.

Nilsson, R. (2001). Safety margins in the driver. Thèse de Doctorat non publiée. Université d'Uppsala, Uppsala, Suède.

Norman, D. A., & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology, 7,* 44-64.

O'Reagan, K., Deubel, H., Clark, J. J., & Rensik, R. A. (2000). Picture change during blinks : looking without seeing and seeing without looking. *Visual Cognition, 7,* 191-211.

Paulmier, G., Brusque, C., Carta, V., & Nguyen, V. (2001). The influence of visual complexity on the detection of targets investigated by computer generated images. *Lighting Research and Technology, 33,* 197-207.

Posner, M. I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 32,* 3-25.

Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 13,* 257-266.

Relieu, M. (1996). Voir et se mouvoir en marchant dans la ville. In : Le courrier du CNRS : Villes, pp. 107–109. – CNRS, juin 1996.

Rennesson, C. (2004). Les piétons sur le devant de la scène. *Techni.Cités, 67,* 1-8.

Simon, L., Tarel, J.-P., & Brémond, R. (2007). A new paradigm for the computation of conspicuity of traffic signs in road images. *International Conference of the 26th session of the CIE (CIE'07)*, July 2007.

Simons, D. J. (1999). Gorilla in our midst: sustained inattentional blindness for dynamic events. *Perception,* 28, 1059-1074.

Simons, D. J. (2000). Current approaches to change blindness. *Visual Cognition, 7,* 1-15.

Simpson, G., Johnston, L., & Richardson, M. (2003). An investigation of road crossing in a virtual environment. *Accident Analysis & Prevention, 35,* 787-796.

Thomson, J. A., Tolmie, A. K., Foot, H. C., & McLaren, B. (1996). Child development and the aims of road safety education: A review and analysis. London: H. M. S. O.

Tom, A., & Denis, M. (2004). Language and Spatial Cognition : Comparing the Roles of Landmarks and Street Names in Route Instructions. *Applied Cognitive Psychology, 18,* 1213-1230.

TRB (2000). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board. Washington, D. C.

Van der Molen, H. H., & Bötticher, A. M. T. (1988). A hierarchical risk model for traffic participants. *Ergonomics,* 31, 537-555.

Wilde, G. J. S. (1982). The theory of risk homeostasis : Implications for safety and health. *Risk Analysis, 2*, 209-225.

Wilde, G. J. S. (1994). Risk homeostasis theory and its promise for improved safety. In R. M. Trimpop & G. J. S. Wilde (Eds.), *Challenges to accident prevention : The issue of risk compensation behaviour* (pp. 9-24). Groningen, The Netherlands : Styx Publications.

Yang, J., Deng, W., Wang, J., Li, Q., & Wang, Z. (2006). Modeling pedestrians' road crossing behavior in traffic system micro-simulation in China. *Transportation Research Part A, 40,* 280–290.

# Vers une étude du développement orienté par les enjeux : le cas de l'enfant-piéton de 6 à 10 ans confronté à une tâche de traversée de rue

**Camilo Charron, Aurélie Hairon, Aurélie Festoc, Anne-Claire Petibon**
*Centre de Recherche en Psychologie Cognition et Communication (E.A. 1256)*
*Université Rennes 2*
*Campus Villejean Place du Recteur Henri Le Moal - CS 24307 35043 Rennes cedex – FRANCE*
*camilo.charron@univ-rennes2.fr*

*Trois études expérimentales sur la traversée de rue sont réalisées auprès d'enfants de 8 à 11 ans. Il s'agit de déterminer dans quelle mesure les enfants peuvent prendre volontairement des risques, en connaissance de cause, lorsque les enjeux ressentis (ex. le besoin d'aller vite) les y incite. Les résultats obtenus permettent de formuler des conclusions pour l'éducation à la sécurité routière. Des pistes de recherche sur l'influence positive ou négative des enjeux ressentis sur le développement à long terme des compétences sont esquissées.*

## Position du problème

Le développement de l'enfant piéton, encore peu étudié, reste, à bien des égards, *terra incognita*. Ce domaine d'investigation est pourtant intéressant à un double titre. D'abord, il permet d'éclairer les mécanismes sous-jacents à l'apprentissage des conduites piétonnes. Il peut ainsi contribuer à la conception et à l'amélioration de dispositifs éducatifs. Ensuite, ce terrain d'étude est susceptible d'apporter des éléments de réponse à une question importante : comment s'oriente le développement des compétences ? Ce dernier ne saurait être systématiquement mu par un besoin irrépressible de progrès, comme le postulait Piaget (Piaget et Inhelder, 1966). En effet, au travers de nombreuses données, le développement, avec ses dimensions multiples, ses accélérations et ses retours en arrière, apparaît bien plus chaotique que ne le prévoyaient les

théories orthogénétiques (Houdé, 2004). Ainsi, l'assimilation et l'accommodation ne déboucheraient pas toujours sur des compétences plus expertes, c'est-à-dire jugées plus proches de savoirs ou de savoir-faire savants déposés dans une culture. Selon une thèse fonctionnaliste, qui vise à prolonger et à élargir les travaux piagétiens (Charron, 1999), le développement et les apprentissages tendraient surtout, fréquemment, à satisfaire les enjeux et les besoins ressentis et privilégiés par le sujet (Récopé, 1997 ; Charron, 2003 ; Charron *et al*., 2005). Lorsque ces enjeux et besoins diffèrent de la vision normative de ce qui constitue le terme idéal de l'évolution – dans le cas présent, le niveau de compétence garantissant au mieux la sécurité – le développement paraîtrait donner lieu à une stagnation ou à un recul marqué[1]. C'est seulement dans le cas contraire que le développement semblerait engendrer un progrès (Charron, 2003).

Or, les situations à risques, en général comme dans le cas particulier des déplacements piétons, offrent de nombreuses occasions d'être aux prises avec des enjeux concurrents (par exemple gagner du temps *versus* éviter un accident) qui ne coïncident pas nécessairement avec la norme. Dans le but d'éprouver la thèse d'un développement orienté par les enjeux, les situations à risques permettent donc d'examiner les conséquences des enjeux privilégiés par le sujet sur son activité, cette dernière étant un mécanisme important de transformation des compétences.

En matière d'activité piétonne, les données relatives à l'accidentologie et l'étude des effets d'éducation à la sécurité routière en milieu scolaire (Granié, 2004) ont montré que, dans un certain nombre de cas, l'enfant piéton adopte un comportement dangereux alors même qu'il semble disposer par ailleurs des ressources cognitives adéquates lui permettant d'éviter ce comportement (capacités de traitement des informations pertinentes, connaissances et savoir-faire permettant de minimiser les risques...). Ce phénomène est particulièrement visible lors des traversées d'une rue. Parmi les explications possibles, on peut envisager que le sujet prenne parfois des risques, non pas par oubli de sa propre sécurité, mais tout simplement pour en retirer un bénéfice qu'il juge plus important sur le moment (par exemple, rejoindre un camarade).

L'objectif général des recherches rapportées ici est, en premier lieu, de vérifier que de telles prises de risques volontaires peuvent effectivement exister chez l'enfant piéton. En second lieu, il s'agira de découvrir si, en pareilles circonstances, les solutions adaptatives produites s'avèrent très négatives pour la sécurité ou si elles se traduisent, malgré tout, par une gestion optimale du risque d'accident. L'hypothèse théorique est que la mise en place par l'enfant d'une conduite adaptée pour un enjeu (l'urgence d'un déplacement), se traduira par un déclin de performance au regard de l'enjeu concurrent (la sécurité), jugé

[1] Il s'agit d'involutions durables des compétences, très différentes des régressions passagères, que l'enfant donne à voir, lors des phases de réorganisation de ses connaissances, et qui ont été décrites par Piaget sur le plan cognitif, de même que par la psychanalyse sur un plan psycho-affectif.

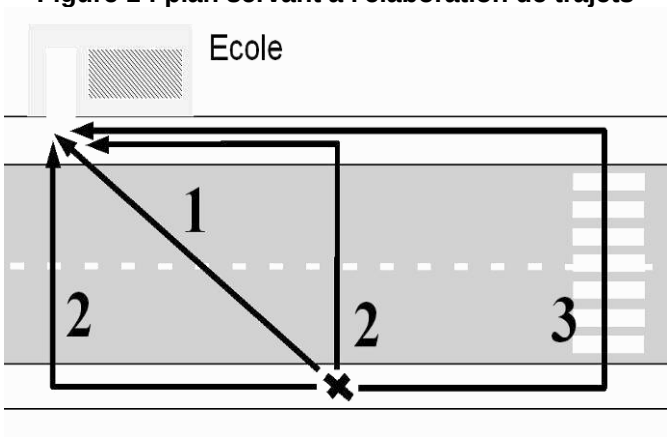
au demeurant plus vital par la norme. La discussion générale esquissera les implications développementales des résultats obtenus.

# Expérience 1

## 1. Objectif et hypothèse

Pour savoir si les enfants peuvent prendre délibérément des risques selon les enjeux, des études exploratoires (Charron, 2005) avaient été menées auprès de 132 élèves de 6 à 10 ans issus de classes de CP, CE2 et CM2. Sur un plan (*cf*. figure 1), les sujets devaient élaborer un trajet leur permettant de se rendre depuis une croix vers une école qui se trouvait de l'autre côté d'une rue à double sens de circulation. Les types de trajets possibles (en biais, à angle droit ou sur le passage piéton) se distinguaient quant à leurs avantages et inconvénients (rapidité, dangerosité, conformité aux exigences du code de la route, voir la figure 1) pour faire face à différents enjeux. Sur la figure 1, les flèches représentent les types de trajets possibles. Le type n°1 (en biais) est à la fois le plus court et le plus dangereux (durée d'exposition sur la chaussée plus longue et prise d'information plus difficile sur l'une des deux voies). Le type n°2 (à angle droit), est de longueur et de dangerosité intermédiaires. Le type n°3 (le passage piéton), est le plus long, le plus sûr et aussi le seul que le code de la route autorise à emprunter dans cette situation. La hiérarchie de dangerosité entre ces trois types de trajet a été dégagée par Tolmie et al. (2002).

**Figure 1 : plan servant à l'élaboration de trajets**




Contrairement à ce qui était attendu, les résultats avaient révélé une indépendance entre les trajets élaborés et les enjeux suggérés dans la consigne (risque d'être en retard, d'avoir un accident ou de se faire réprimander par un agent de police). La réponse majoritaire était systématiquement le trajet le plus long et le plus sûr, c'est-à-dire sur le passage piéton. La proportion des enfants qui élaboraient un trajet risqué mais plus rapide (hors passage piéton) diminuait avec le niveau scolaire (36% des élèves en CP, 11% des CE2 et 5% des CM2). Il n'y avait, par ailleurs, aucun effet du sexe.

La première expérience a été conçue pour savoir si la réponse majoritaire passage piéton remet véritablement en question l'éventualité de prises de risque volontaires ou si elle peut être interprétée comme un conformisme à la réponse socialement valorisée à l'école, selon laquelle il est bien de « toujours traverser sur le passage piéton ». Auquel cas, l'amélioration des réponses observées avec l'âge serait le signe d'une intégration progressive de la norme. On peut admettre que ces réponses sont normatives si elles sont données en connaissance des différents trajets possibles ainsi que de leurs avantages et inconvénients selon les enjeux. Telle est l'hypothèse.

## 2. Méthode

Des tâches papier-crayon « Élaboration de trajets » et « Connaissance des trajets possibles » suivies d'un entretien ont été soumises en passation individuelle à 72 enfants répartis en deux groupes égaux (CE2 et CM2), âgés respectivement, en moyenne, de 8 ans 6 mois et 10 ans 10 mois. Chaque groupe était composé du même nombre de filles et de garçons.

La tâche « Élaboration de trajets » était similaire à celle utilisée dans les études exploratoires (Charron, 2005). Elle consistait à tracer un trajet sur un plan (figure 1) après avoir entendu la consigne suggérant un enjeu. Les enjeux suggérés étaient, pour un tiers des sujets, le risque d'être en retard, pour un second tiers, le risque d'avoir un accident et, pour le reste des sujets, le risque de se faire réprimander par un agent de police. Avant que le sujet ne donne sa réponse, l'expérimentateur s'assurait que l'enjeu avait bien été mémorisé et pris en compte par l'enfant[2].

L'épreuve « Connaissance des trajets possibles » consistait à demander au sujet de tracer tous les trajets envisageables sur un exemplaire vierge du plan de rue.

Lors de l'entretien, l'expérimentateur présentait un nouvel exemplaire du plan de rue avec les trois types de trajets déjà dessinés (*cf*. figure 1). Il demandait successivement à l'enfant (1) le trajet qu'il prendrait s'il ne voulait surtout pas être en retard, (2) celui qu'il prendrait s'il ne voulait surtout pas avoir d'accident et enfin (3), celui qu'il choisirait s'il ne voulait surtout pas se faire verbaliser par un agent de police. Après chaque réponse de l'enfant, l'expérimentateur lui demandait de classer les trajets, respectivement, selon leur rapidité, leur dangerosité et leur caractère respectueux ou non du code de la route.

## 3. Résultats

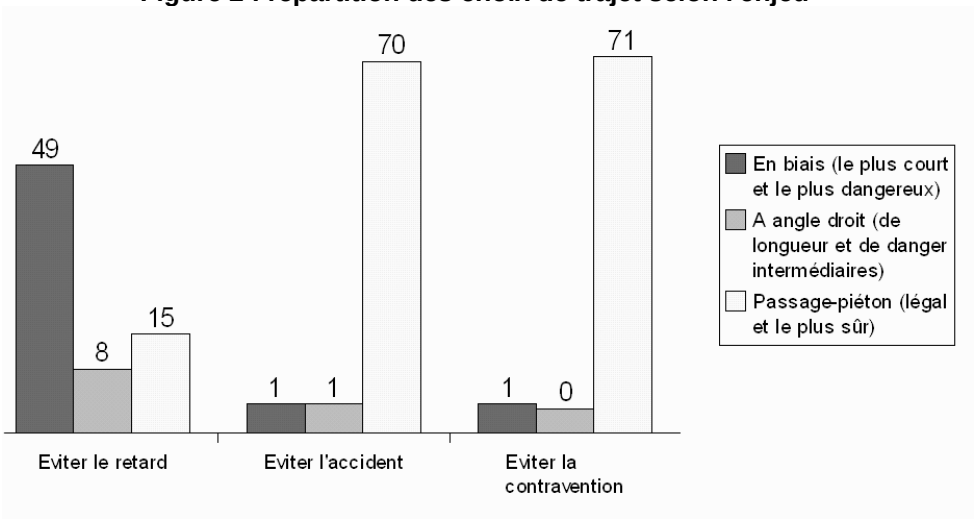
Les données obtenues à l'épreuve « Élaboration de trajets » montrent que le trajet sur le passage piéton a été produit par tous les sujets sauf un. Concernant cette réponse majoritaire, il n'y a donc pas eu de différences selon les enjeux suggérés, ni d'ailleurs selon l'âge ou le sexe.

[2] Les consignes et la procédure détaillée, trop longues pour être reproduites intégralement ici, peuvent être communiquées à la demande, par le premier auteur de cet article.

A l'épreuve « Connaissance des trajets possibles », 57 enfants (soit près de 80%) ont dessiné au moins deux types de trajets, et 30 d'entre eux (soit près de 42%) ont tracé les trois types. Le nombre de types de trajets dessinés était très peu lié à l'enjeu suggéré [$V^2$ de Cramér = 0.04, $X^2(4, N = 72) = 5.96$ NS], à l'âge [$V^2$ de Cramér = 0.05, $X^2(2, N = 72) = 3.85$ NS] ou au sexe [$V^2$ de Cramér = 0.03, $X^2(2, N = 72) = 2.24$ NS].

A propos de l'entretien, la figure 2 expose la répartition des trajets choisis en fonction des enjeux proposés. Chacun de ces choix se sont révélés indépendants de l'enjeu suggéré à la première épreuve (les $V^2$ de Cramér sont tous inférieurs à .03). La lecture de la figure 2 montre que, pour éviter un retard, les sujets déclarent majoritairement préférer le trajet le plus dangereux et le plus court (en biais), alors que pour éviter un accident ou une contravention, ils choisissent presque exclusivement le trajet à la fois conforme à la règle et le plus sûr (sur le passage piéton). Ces choix majoritaires diffèrent tous significativement du hasard (tests avec la binomiale B(72, 1/3), $p < .01$). Leur proportion ne change guère avec l'âge ou avec le sexe.

**Figure 2 : répartition des choix de trajet selon l'enjeu**




En ce qui concerne, les classements de trajets, le taux de bonnes réponses (i.e. semblables au classement fourni dans la figure 1) est systématiquement très élevé. Le nombre des enfants à donner une réponse correcte est de 66 (soit près de 92%) pour le rangement par ordre de rapidité, il est de 70 (environ 97%) pour le classement par degré de dangerosité et de 72 (soit 100%) pour l'identification des trajets non conformes à la règle. Les résultats recueillis confirment donc tous l'hypothèse.

## 4. Discussion

Il ressort de cette première expérience que les enfants, bien qu'ils aient quasiment tous élaborés spontanément le trajet qui est à la fois le plus long, le plus sûr et conforme à la règle (sur le passage piéton), l'ont fait en connaissant

par ailleurs (1) les autres parcours possibles, (2) les avantages qu'ils pouvaient en retirer au regard des différents enjeux et (3) leurs propriétés en termes de dangerosité, de longueur et de leur caractère légal. Les réponses du type passage piéton, déjà repérées dans les études exploratoires de Charron (2005), sont donc normatives. Ainsi, l'effet développemental mis en évidence dans ces études exploratoires est bien la marque de l'intégration de la norme. Comme, les réponses du type passage piéton étaient déjà majoritaires en CP dans les données de Charron (2005), on peut penser que l'apprentissage de cette norme se fait à l'âge préscolaire. D'après les résultats de notre expérience 1, cette norme semble totalement acquise dès le CE2.

Au-delà, de son caractère normatif, le parcours passage piéton semble aussi être conçu comme une ressource utile, puisque les élèves le choisissent préférentiellement lorsqu'il faut éviter à tout prix un accident. Toutefois, ce recours ne leur apparaît pas pour autant comme étant indispensable puisque, dans le même temps, les enfants, pour éviter d'être en retard, déclarent préférer au passage piéton le trajet le plus dangereux (en biais). La prise de risque volontaire semble donc être possible chez l'enfant. Il reste maintenant à vérifier, grâce à l'expérience 2, qu'elle peut réellement se produire lorsque le sujet agit.

# Expérience 2

## 1. Objectif et hypothèse

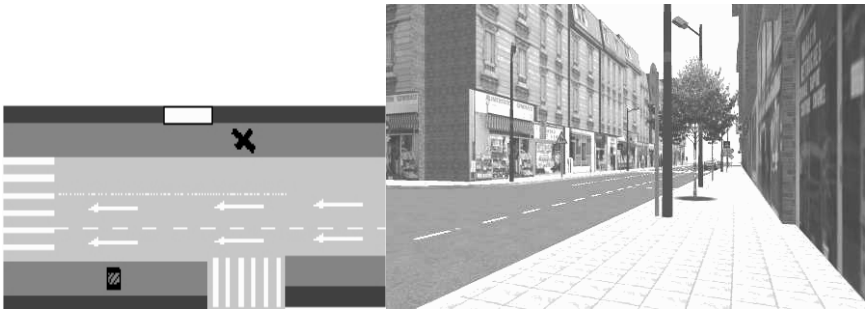
Les tâches de type papier-crayon utilisées par Charron (2005) et dans l'expérience 1, ont mis en évidence les connaissances de l'enfant relatives aux trajets lors d'une traversée de rue. Toutefois, ces tâches ne nous renseignent que très partiellement sur l'activité effective du piéton car cette dernière implique, outre les connaissances, la mise en œuvre simultanée de divers processus comme la perception, la gestion des comportements moteurs, la régulation des comportements en fonction du trafic... (Van der Molen, Rothengatter & Vinje, 1981 ; Van der Molen, 1981, 1983 ; Thomson, 1991 ; Thomson *et al*, 1996 ; Tolmie *et al*, 2001, 2002, 2003 ; Aubert, Charron et Granié, 2005). De plus, compte-tenu du format des épreuves, les enjeux suggérés dans les consignes des tâches papier-crayon étaient factices. Même si l'enfant y a répondu le plus honnêtement possible, rien ne nous garantit in fine que les enjeux, lorsqu'ils sont réellement ressentis, génèrent des effets comparables à ceux précédemment mesurés. D'où la nécessité d'effectuer des investigations dans des conditions aussi proches que possible de la réalité, sans pour autant exposer la vie des enfants aux dangers de la route. L'expérience 2 a donc utilisé un simulateur piéton. En manipulant implicitement l'importance accordée aux contraintes temporelles et au danger, il s'agit de tester l'hypothèse théorique selon laquelle les enfants se comportent de façon plus dangereuse lorsqu'ils ont réellement intérêt à aller vite.

## 2. Méthode

Une tâche de traversée de rue en environnement urbain avec trafic routier a été administrée en passation individuelle à 80 enfants d'âge moyen 10 ans 5 mois (CM1-CM2) sur le simulateur piéton RESPECT (Charron, 2004 ; Aubert, Charron et Granié, 2005) reproduisant de façon visuelle et sonore ce que percevrait le sujet lors d'un véritable déplacement (voir la figure 3). Pour que l'enfant soit véritablement intéressé par l'issue de ses déplacements virtuels et donc pour qu'il se sente concerné par les enjeux sous-jacents, cette activité s'est déroulée dans le cadre d'un jeu-concours réalisé à l'école. Après avoir achevé avec succès une phase de familiarisation avec le matériel (maîtrise de toutes les commandes : déplacements, marche, course, mouvements virtuels de la tête), le jeu-concours débutait. L'enfant était totalement libre d'y participer[3].

La tâche consistait à atteindre deux objectifs (boîte aux lettres puis cinéma) en temps limité. Les sujets étaient répartis de façon aléatoire en trois conditions (respectivement 25, 27 et 28 sujets) dont l'enjeu se distinguait par le nombre et par la nature des éléments à prendre en compte pour gagner le concours. Dans la première condition (Destination), l'accent était mis uniquement sur la nécessité d'atteindre les objectifs. Dans la deuxième (Destination-Danger), la consigne insistait sur l'atteinte des objectifs et le besoin d'éviter tout accident. Dans la troisième (Destination-Danger-Temps), il fallait en plus mettre le moins de temps possible. Les conditions ont été administrées dans l'ordre de présentation.

**Figure 3 : illustrations du simulateur piéton RESPECT**



A gauche, ce que voit le sujet au démarrage : le premier objectif encadré par le « fil de fer » jaune et le passage-piéton au fond. Le trafic automobile arrive dans la seconde qui suit. A droite, le plan schématique de la rue. La croix est le point de départ, le carré hachuré la boîte aux lettres et le rectangle blanc le cinéma.

[3] Les données de la psychologie sociale ont abondamment montré que le sentiment de liberté est la condition principale d'engagement d'un individu dans une tâche. Cet engagement nous semble être un préalable important à la formation d'un enjeu authentique chez l'enfant.

En accord avec les déclarations des enfants données à l'expérience 1 (voir figure 2), on s'attend (1) à ce que la condition Destination-Danger incite les enfants à se déplacer le plus lentement (temps le plus long) en prenant le moins de risque possible (nombre le plus faible de comportements dangereux) et (2) à ce que la condition Destination-Danger-Temps pousse les sujets à aller vite (temps de parcours le plus court) en s'exposant au danger (nombre de comportements dangereux le plus élevé).

## 3. Résultats

Tous les enfants ont accepté sans réserve de participer au jeu-concours. Les mesures effectuées (figure 4) ont révélé, quant à elles, que les sujets se déplaçaient d'autant plus vite et adoptaient d'autant plus de comportements dangereux (traversées hors passage piéton, courses sur la chaussée, défauts d'observation avant de traverser[4]) que la consigne insistait sur un nombre important d'éléments. Ce résultat ne vérifie que la seconde partie de notre prédiction.

Concernant les comportements, différents modèles ont été testés, au moyen de l'AIC (Akaike Information Criterion ; Akaike, 1973). Alors que les traversées hors passage piéton et les courses sur la chaussée diffèrent d'une condition à l'autre, les défauts d'observation restent indépendants de la condition.

## 4. Discussion

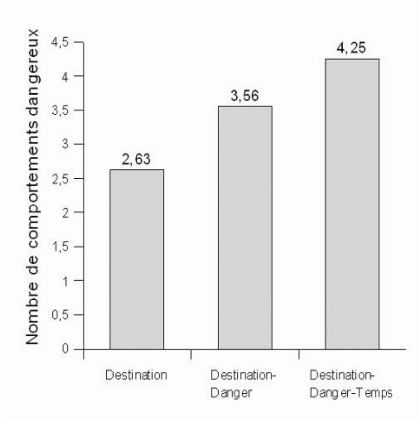
L'acceptation par tous les enfants de participer au jeu-concours témoigne de leur bon enrôlement dans la tâche. Par conséquent, ils se sont véritablement sentis concernés par l'activité proposée. Cependant, les enjeux ressentis semblent être quelque peu différents de ceux attendus. Tout se passe comme si le nombre d'éléments de la consigne avait augmenté chez l'enfant le sentiment d'urgence : ce nombre produit une réduction du temps de parcours alors que, dans le même temps, il n'y a eu aucune diminution des comportements dangereux dans la deuxième condition. Les enfants n'ont donc pas été sensibles à un enjeu de type évitement du danger. Ils ont peut-être systématiquement interprété l'activité comme un concours de vitesse. Par ailleurs, l'accroissement du sentiment d'urgence est assorti d'une augmentation des comportements dangereux. Il s'agit clairement, comme nous l'attendions, d'une baisse de performance (du point de vue de la sécurité) liée à l'enjeu.

Il reste cependant à savoir si les comportements dangereux ont été délibérés. En ce qui concerne les traversées hors passage piéton, on peut le penser. On sait en effet, grâce à l'expérience 1, que leur dangerosité est par ailleurs connue. Sur ce point, les sujets ont donc pris volontairement un risque. A propos des comportements de courses sur la chaussée et des défauts

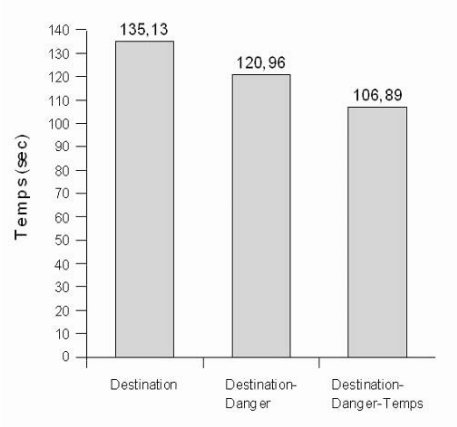
[4] Les comportements des enfants sur le simulateur étaient intégralement enregistrés par le logiciel. Il s'agit de la trajectoire empruntée, de la vitesse de déplacement (marche *versus* course) et des mouvements virtuels de la tête pour la prise d'information. On appelle ici « défaut d'observation » l'absence, avant ou pendant la traversée, de mouvements virtuels de la tête en direction des véhicules roulant sur la chaussée, de telle sorte que ces derniers n'apparaissent pas à l'écran.

d'observation, rien ne nous permet, pour le moment, de nous prononcer. L'un comme l'autre peuvent être imputables aussi bien à un choix qu'à un manque de maîtrise de la tâche. Pour la course sur la chaussée, le lien constaté avec la condition plaiderait pour la thèse du choix. En revanche, du fait de leur absence de lien avec la condition, les défauts d'observation, quant à eux, seraient plutôt dû à un manque de maîtrise. L'objectif de l'expérience 3 est d'apprécier, parmi les comportements dangereux, lesquels sont adoptés délibérément.

**Figure 4 : moyennes du temps de parcours et du nombre de comportements dangereux selon la condition**




*Pente* = -13.13, *t*(70) = -2.53 *p* < .05




*Pente* = +0.99, *t*(70) = 4.86 *p* < .05

# Expérience 3

## 1. Objectif

On peut penser qu'un comportement est intentionnel si un même sujet s'avère capable d'en changer à dessein. L'expérience précédente a dégagé les agissements spontanés des enfants en fonction des enjeux. L'expérience 3 vise, quant à elle, à déterminer comment le sujet procède lorsqu'on lui demande explicitement d'être prudent, d'aller vite ou les deux. Aucune hypothèse spécifique n'est faite. On conclura que les comportements dangereux sont délibérés, s'ils diminuent fortement dès que la prudence est exigée, y compris lorsqu'il faut aller vite. Dans le cas contraire, ils seront liés à un manque de maîtrise de la tâche.

## 2. Méthode

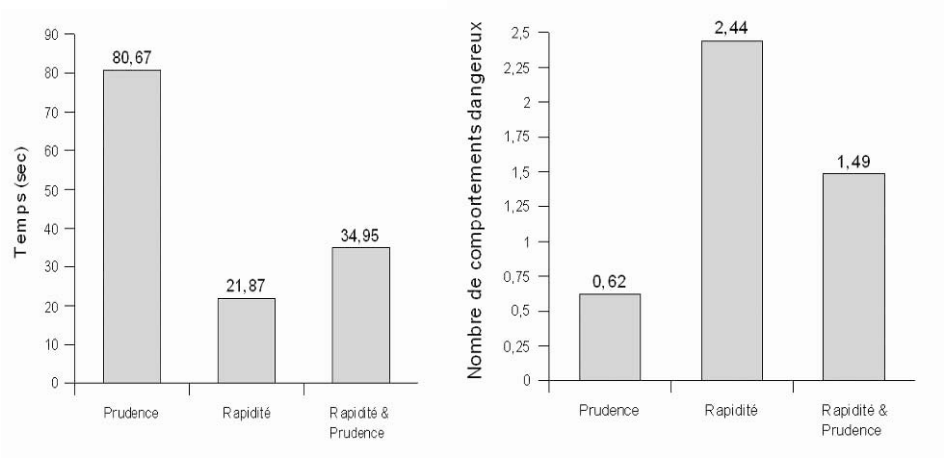
Une tâche de traversée de rue sur le simulateur RESPECT, dans le même environnement virtuel que l'expérience précédente (*cf.* figure 3), a été administrée en passation individuelle à 39 enfants âgés en moyenne de 10 ans

et 2 mois (CM1-CM2) successivement dans trois conditions, présentées dans le même ordre pour tous : Prudence (« ne prends aucun risque, sois le plus prudent possible, tu as largement le temps ») ; Rapidité (« il faut être très rapide, peu importe si tu prends des risques et que tu n'es pas prudent ») ; Rapidité & Prudence (« il faut être très rapide mais sans prendre de risque »). A chaque fois, le sujet devait se rendre à la boîte aux lettres. La mission débutait après une phase de familiarisation avec le matériel, strictement identique à celle utilisée à l'expérience précédente.

## 3. Résultats

La figure 5 expose les résultats obtenus. Précisons que tous les écarts observables (testés avec des t de Student) sont significatifs au seuil bilatéral .01. Sa lecture révèle que les sujets agissent en tenant compte des demandes : ils prennent le plus de temps dans la condition Prudence, le moins de temps dans la condition Rapidité et un temps intermédiaire dans la condition Rapidité & Prudence. Leurs comportements dangereux sont peu nombreux dans la condition Prudence et très nombreux dans la condition Rapidité. Dans la condition Rapidité & Prudence, leur nombre diminue, sans atteindre pour autant le niveau de celui de la condition Prudence.

**Figure 5 : moyennes des temps de parcours et des comportements dangereux selon la condition**




L'étude détaillée de chaque comportement dangereux (traversées hors passage piéton, courses sur la chaussée et défauts d'observation) révèle un profil de résultats comparable à celui obtenu sur la figure 5, excepté pour les défauts d'observation dont la fréquence est quasiment aussi élevée dans les conditions Rapidité et Rapidité & Prudence (respectivement .97 et .92).

## 4. Discussion

Il ressort donc que les enfants sont capables de moduler volontairement leurs comportements en fonction des exigences de prudence et de rapidité.

Cependant, leur niveau de compétence ne leur permet pas d'adapter tous les comportements de façon égale. En effet, au vu des données, seules les traversées hors passage piéton et les courses sur la chaussée semblent faire l'objet d'un choix intentionnel : elles baissent dès qu'il faut être prudent, contrairement aux défauts d'observation qui restent élevés dans la dernière condition. Les défauts d'observation semblent donc provenir d'un manque de maîtrise de la tâche de traversée. Les enfants ayant été au préalable bien familiarisés avec le matériel, un déficit éventuel d'adresse avec les commandes du simulateur paraît hors de cause. L'insuffisance de compétence tiendrait plutôt d'un défaut d'automatisation de la prise d'information. Du fait de cette carence, la gestion du risque d'accident par les enfants de 10 ans, placés en situation d'aller vite, ne s'avère donc pas optimale.

# Discussion générale

La première recherche a révélé que les enfants ont acquis, dès le CE2, la connaissance de la norme sociale passage piéton ainsi que des avantages et inconvénients des trajets possibles au regard d'enjeux différents. La mise en relation de ce résultat avec les données exploratoires de Charron (2005) permet de penser que le développement de cette norme débute dès avant 6 ans. La deuxième étude a établi que, lorsqu'il convient d'agir, les enfants le font différemment selon les enjeux qu'ils ressentent et ce, en s'exposant plus au danger en situation d'urgence. Enfin, la dernière expérience a montré que les enfants se comportent en grande partie selon leurs choix. Parmi les comportements dangereux étudiés, la trajectoire hors du passage piéton et le fait de courir constituent bien des prises de risque volontaires. Les défauts d'observation, quant à eux, ne seraient pas délibérés. Ils seraient plutôt un indice rappelant que la compétence de traversée, malgré l'acquisition de la norme passage piéton, reste encore en chantier à l'âge de 10 ans.

Au terme de cet article, on peut donc conclure que les enjeux jouent un rôle déterminant dans l'activité. En accord avec les attentes, la mise en place par l'enfant d'une conduite adaptée pour un enjeu (l'urgence d'un déplacement) se traduit effectivement par un déclin de performance au regard de l'enjeu concurrent (la sécurité), non pas uniquement par défaut de compétence mais aussi – chose importante – en en raison des arbitrages établis par l'enfant.

En matière de déplacement piéton, il n'est donc pas vain, dans les messages adressés aux enfants au sein des campagnes de prévention ou des dispositifs éducatifs, d'insister sur la nécessité de faire de la sécurité une priorité absolue, puisque, à ce sujet, les enfants ont un pouvoir de décision effectif. Toutefois, la portée d'un tel discours ne peut être que limitée car nous avons appris que l'observation correcte du trafic, pour la tâche de traversée, ne dépend pas uniquement du bon vouloir de l'enfant. L'entraînement et l'expérience s'avèrent donc particulièrement indispensables : il ne saurait y avoir de gestion satisfaisante du risque sans une prise d'information correcte.

Concernant l'impact des enjeux sur l'orientation du développement des compétences, les résultats obtenus ouvrent de nouvelles perspectives. En effet,

puisque les enfants choisissent d'agir différemment selon les enjeux, à chaque fois, ils ne mobilisent pas les mêmes schèmes et ne ressentent pas non plus les mêmes nécessités adaptatives. Il suffirait alors qu'au cours de l'existence, des enjeux donnés se répètent suffisamment, soit à cause des circonstances (ex. un emploi du temps qui crée une urgence chronique pour certains déplacements, ou un contexte qui incite, au contraire, fortement au respect régulier des règles) soit aussi en raison des valeurs propres du sujet (ex. « par principe, je n'aime pas perdre du temps dans un déplacement » *versus* « il est essentiel de respecter le code quitte à y passer plus de temps »), pour que germent des contrastes développementaux. En effet, selon les enjeux, on peut s'attendre à ce que les besoins de construction et de modification des compétences diffèrent, de même que les schèmes qui font l'objet d'assimilation/accommodation. L'objectif de nos recherches actuelles est donc de déceler dans quelle mesure, sous la pression répétée des enjeux, les compétences construites par le preneur récurrent de risque sont différentes de celles de l'individu qui est amené plus fréquemment à suivre le code de la route. Il s'agira de découvrir si une voie développementale donnée aboutit, à terme, plus qu'une autre, à des solutions efficaces pour une protection durable contre les accidents piétons. Dans ce cas, les enjeux seraient un facteur du développement à considérer avec attention.

## Remerciements

Nous remercions les collègues et les reviewers, qui ont eu l'amabilité de lire en profondeur la première version de cet article, pour les précieux conseils qu'ils nous ont donnés.

## Références

Akaike, H. (1973). Information Theory and the Extension of the Maximum Likelihood Principle. In Petrov V.N., Csaki F. (eds). *Second International Symposium on Information Theory*. Budapest : Akailseoniai-Kiudo. pp. 267-281.

Aubert, A., Charron, C., Granié, M.A. (2005). Les fondements psychologique de RESPECT, un simulateur éducatif pour l'enfant-piéton. *Actes du colloques First International VR-Learning Seminar*. Laval 2005. p 1-9.

Charron, C. (1999). Piaget après Piaget, évolutions des modèles, richesses des pratiques. Note de lecture. In *Revue Européenne de psychologie appliquée*. vol 49, n°2, pp. 154-159.

Charron, C. (2003). Comment appréhender le développement de la pensée ? Des approches mécaniste et conceptuelle à une lecture intégrée et relativiste. In G. Vergnaud (Ed.), *Qu'est-ce que la pensée ? Compétences complexes dans l'éducation et le travail* (ouvrage publié sur cédérom). Paris : ARDéCO. pp. 465-463.

Charron, C. (2004). Respect, un simulateur éducatif pour l'enfant piéton. *MicroSimulateur*. n°124. pp. 26-29.

Charron, C. (2005). Relations entre les enjeux et les comportements de traversée d'une chaussée. Etudes exploratoires chez l'enfant de 6 à 12 ans. In M.A. Granié (Dir), *Développement social et sécurité routière. Rapport final*. Arcueil : INRETS. pp. 85-101.

Charron, C., Duquesne, F., Marchand, M.H., Meljac, C. (2005). Conduites numériques des enfants en grande difficulté et développement de la pensée. In Van Hout A., Meljac Cl. Et Fischer J.P. (eds). *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*. Paris : Masson. pp. 358-370.

Granié, MA. (2004). *L'éducation routière chez l'enfant : évaluation d'actions éducatives*. Arcueil : INRETS.

Houdé, O. (2004). La psychologie de l'enfant. Que sais-je ? Paris : PUF.

Piaget J., Inhelder B. (1966 1ère édition, rééd 1992). *La psychologie de l'enfant*. Que-sais-je ? N°369. Paris : PUF.

Récopé, M. (1997). Vers un constructivisme énactif. *Psychologie française*, 42-1, pp. 77-78.

Thomson, J. A. (1991). *The facts about child pedestrian accidents*. London: Cassell Educational Ltd.

Thomson, J. A., Tolmie, A. K., Foot, H. C., & McLaren, B. (1996). *Child Development and the Aims of Road Safety Education: A Review and Analysis*. London: H.M.S.O

Tolmie, A. K., Thomson, J. A., Foot, H. C., Whelan, K., Sarvary, P., & Morrison, S. (2001). *Development and evaluation of a computer-based pedestrian training resource for children aged 5 to 11 years* (Project Record S214G - Child perception phase II). London: Road safety division DETR.

Tolmie, A. K., Thomson, J. A., Foot, H. C., Whelan, K., Sarvary, P., & Morrison, S. (2002). *Computer-based pedestrian training resource. Report n°27*. London: Road Safety Division DETR.

Tolmie, A., Thomson, J., Foot, H., Whelan, K., Sarvary, P., & Morrison, S. (2003). *Training children in safe use of designated crossings*. London: Department of Transport.

Van der Molen, H. H. (1981). Child pedestrian's exposure, accidents and behavior. *Accident Analysis & Prevention*, 13(3), 193-224.

Van der Molen, H. H. (1983). *Pedestrian ethology*. Groningen: University of Groningen.

Van der Molen, H. H., Rothengatter, J. A., & Vinjé, M. P. (1981). Blueprint of an analysis of the pedestrian's task - I Method of analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 13(3), 175-191.

# Recherche de sensation, attachement aux parents et prise de risque dans l'espace routier chez l'adolescent piéton.

**Alexia Abou[1], Marie-Axelle Granié[2], Pascal Mallet[1]**
*[1] Laboratoire Développement Social et Émotionnel, Université Paris 10 Nanterre*
*48 avenue du Général Leclerc, 75014 Paris*
*alexia.abou@noos.fr*

*[2] Département Mécanismes des Accidents, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.*
*Chemin de la Croix Blanche*
*13300 Salon de Provence*

*Nous étudions le rapport entre la prise de risque dans l'espace routier et les deux dimensions que sont la recherche de sensations et l'attachement aux parents chez les adolescents âgés de 12 à 15 ans (N = 379). La prise de risque a été évaluée grâce à une version française du questionnaire des comportements imprudents des adolescents usagers de la route d'Elliott et Baughan. Le besoin de recherche de sensations a été évalué à l'aide d'une version française du questionnaire bidimensionnel de recherche de sensations d'Arnett et l'attachement aux parents a été évalué en utilisant la version française d'un questionnaire d'attachement aux parents d'Armsden et Greensberg.*

*Les résultats montrent que la recherche de sensations et l'attachement aux parents sont des facteurs explicatifs de l'émergence de comportements à risque dans l'espace routier à l'adolescence.*

## 1. Introduction

Le comportement piéton est le mode privilégié de déplacements des adolescents jusqu'à l'accès au permis. Campbell et Keegan (2000) dans une

étude sur les activités des adolescents de 11-16 ans, ont montré que les 12-15 ans commencent à s'engager dans des activités telles que « flâner, rôder » dans l'espace routier avec les pairs. Or, d'après les bases de données nationales et internationales d'accidentologie, les accidents de piétons constituent l'une des plus grandes causes d'accidents mortels chez les adolescents. En 2000, il y avait 437 accidents de piétons graves ou mortels pour les adolescents de 12 ans, 359 et 365 pour les 14 et 15 ans, respectivement (SETRA, 2000). Il est donc primordial d'avoir une meilleure compréhension de ce qui rend les adolescents particulièrement vulnérables en tant qu'usagers de la route pour améliorer leur sécurité dans l'espace routier.

Le but de la présente étude est de préciser comment évolue la propension à prendre des risques dans l'espace routier en tant que piéton au cours de l'adolescence, et plus précisément au cours de la période allant de la classe de 5ème à celle de seconde, période au cours de laquelle garçons et filles accroissent de plus en plus l'autonomie individuelle de leurs déplacements à pied, à distance de la tutelle parentale. Compte tenu de cette donnée fondamentale du développement psychologique à l'adolescence et sur la base des données nationales et internationales d'accidentologie, on peut s'attendre à ce que la fréquence des comportements à risque comme piéton augmente au cours de l'adolescence. On peut également penser que selon le sexe de l'individu, la prise de risque sera plus ou moins élevée. En effet, de nombreuses recherches ont montré que les garçons ont tendance à prendre plus de risque que les filles (Byrnes, Miller, & Schafer, 1999; Coppens & Gentry, 1991; Ginsburg & Miller, 1982; Morrongiello & Dawber, 1999) et particulièrement en ce qui concerne la prise de risque piéton (Baker, O'Neill, & Ginsburg, 1992; Rivara, Bergman, LoGerfo, & Weiss, 1982; Rivara & Mueller, 1987).

Beaucoup de chercheurs se sont intéressés à la prise de risque dans l'espace routier chez le piéton selon une approche cognitive. Dans cette étude, nous choisirons d'analyser les rapports (positifs ou négatifs) entre cette propension à prendre des risques et plusieurs caractéristiques psychologiques individuelles susceptibles d'en être des facteurs : la recherche de sensations et l'attachement à la mère et au père suivant une approche sociale et affective.

En effet, de nombreuses études ont montré la relation entre la recherche de sensations et une large variété de comportements à risque, notamment les comportements imprudents dans l'espace routier (Arnett, 1990, 1996 ; Zuckerman & Neeb, 1980). L'approche traditionnelle de la recherche de sensations a été initiée par Zuckerman (1979), comme besoin psychobiologique de sensations. Selon lui, la recherche de sensations est caractérisée par « le besoin de sensations et d'expériences nouvelles et complexes ainsi que par la tendance à prendre des risques physiques et sociaux dans la recherche de telles expériences » (Zuckerman, 1979, p.10). Arnett (1994) a critiqué la conception de Zuckerman de la recherche de sensation comme besoin de stimulations nouvelles et complexes. Arnett explique que l'idée de complexité n'a pas été développée clairement ou de façon adéquate dans la théorie et l'étude sur la recherche de sensation. Pour Arnett, l'autre dimension qualifiant la recherche de sensation, en plus de la nouveauté, ce n'est pas la complexité

mais l'intensité. Des études ont montré que la recherche de sensations est plus élevée à l'adolescence qu'à l'âge adulte (Arnett, 1994 ; Zuckerman, Eysenck & Eysenck, 1978) et que cette évolution de la recherche de sensations pourrait expliquer l'élévation de la fréquence des comportements à risque à l'adolescence. Le comportement à risque fournirait à l'adolescent les sensations nouvelles ou intenses qu'il recherche : par exemple, traverser en courant alors que des voitures arrivent à toute vitesse donne une stimulation intense ; prendre des drogues conduit à un état d'esprit nouveau. On peut s'attendre à ce que la recherche de sensations intenses, plus que la recherche de nouveauté, soit liée à la prise de risque dans l'espace routier. En effet, on peut facilement imaginer qu'un comportement routier imprudent, comme chercher son ballon sur la route, fournisse à l'adolescent des stimulations intenses (de peur par exemple) plutôt que nouvelles. Autrement dit, on peut penser que plus un(e) adolescent(e) déclare rechercher des sensations intenses, plus il prend de risques dans l'espace routier.

Très peu d'études existent sur le développement de la recherche de sensations et en particulier sur les différences développementales selon le sexe. Mallet et Carrère (2004) ont constaté que les garçons recherchent plus les sensations intenses et les filles recherchent plus la nouveauté. Mais ils n'ont pas étudié l'effet de l'âge sur la recherche de sensations intenses. On peut s'attendre à retrouver ces différences de sexe, et on peut s'attendre également à observer une augmentation avec l'âge au cours de l'adolescence ; en effet les garçons et les filles ayant de plus en plus de liberté entre 12 et 15 ans, la propension à faire de nouvelles expériences augmenterait.

Les connaissances sur les comportements à risque autres que routiers à l'adolescence, tels que la consommation d'alcool ou de drogues, permettent de faire des hypothèses sur l'existence d'autres facteurs que la recherche de sensation pour expliquer les comportements imprudents dans l'espace routier. Par exemple, Loeber, Farrington, Stouthamer-Loeber et Van Kammen (1998) ont mis en évidence le rôle des relations avec les parents pour différentes sortes de conduites à risque à l'adolescence, en particulier l'abus de substances psychoactives, l'agression et les pratiques sexuelles à risque. Les résultats de l'étude de Greenberg (1983) montrent que les parents continuent d'être une ressource émotionnelle importante à l'adolescence. Leurs résultats sont consistants avec d'autres recherches (Bell & Bell, 1983 ; Kandel & Lessor, 1969), qui suggèrent le rôle soutenant des parents pendant cette période. Les parents continuent donc au cours de l'adolescence d'exercer une influence sur les décisions prises par l'individu. Cette influence des parents peut se manifester par l'intermédiaire de la qualité de l'attachement parent- adolescent.

L'attachement peut être défini comme un lien affectif puissant qui unit une personne à une autre, dans lequel la présence du partenaire produit un sentiment de sécurité chez l'individu (Bee, 2002). La sécurité de l'attachement repose sur la réceptivité et l'accessibilité des figures d'attachement, le plus souvent les parents. Cette définition, qui s'applique à la toute petite enfance, peut également correspondre à la relation parents – enfants pendant l'adolescence. De ce point de vue, l'attachement n'est pas un lien régressif dont

l'adolescent doit se libérer, mais plutôt une relation dynamique qui évolue avec le développement de l'enfant. Si on se réfère à la conception de Bowlby (1979), les relations entre l'attachement et la prise de risque peuvent paraître paradoxales, puisque c'est le sentiment de protection qui amène chez le sujet l'envie d'explorer le monde qui l'entoure. En fait, la sécurité de l'attachement permet un niveau modéré de prise de risque, alors que le sentiment d'insécurité peut propulser le sujet dans une prise de risque excessive, où la sensation remplace l'émotion. Ainsi, Parker et Benson (2004) ont montré qu'un attachement confiant aux parents tend également à faire diminuer le risque d'abus de consommation de substances psychoactives chez les adolescents de 12 à 15 ans, en facilitant une exploration avisée de l'environnement, ce qui leur permet d'éviter ses aspects les plus dangereux.

On peut supposer l'existence d'un lien direct entre l'attachement aux parents et la prise de risques dans l'espace routier à l'adolescence : plus l'adolescent aurait un attachement sécure avec ses parents plus il/elle voudrait se protéger du danger et moins il/elle prendrait de risques dans l'espace routier. Et inversement, moins l'adolescent(e) aurait un attachement sécure avec ses parents plus il/elle prendrait des risques.

# 2. Méthodologie

## 2.1 Participants

Les participants de cette étude étaient 379 adolescents âgés de 12, 14 et 15 ans, effectuant leur scolarité dans un collège-lycée privé des Hauts-de-Seine. Les garçons sont surreprésentés dans l'échantillon, avec 231 garçons (soit 61% des participants) pour 145 filles (trois élèves n'ont pas indiqué leur sexe). Les élèves étaient pour 188 d'entre eux en classe de 5ème, 76 étaient en classe de 3ème et 115 en classe de seconde.

## 2.2 Mesures

### 2.2.1 Évaluation de la prise de risque des adolescents dans l'espace routier

La prise de risque piéton a été mesurée grâce à la version révisée de l'instrument d'Elliott et Baughan (2004), l'Adolescent Road user Behaviour Questionnaire, traduite pour la population française. La distinction grâce à cette mesure, des adolescents susceptibles de prendre des risques dans l'espace routier et de ceux qui n'en prennent pas, permettra d'étudier les facteurs développementaux et sociaux qui amènent les adolescents usagers de la route à se comporter dangereusement. Cet instrument en 21 items a une bonne fiabilité interne. Une analyse factorielle a permis à Elliott et Baughan (2004) d'identifier trois facteurs : « Traversée de rue insécuritaire » (par exemple : traverser entre des véhicules en stationnement alors qu'il y a un endroit plus sûr pour traverser à proximité), « Jeux dangereux dans la rue » (par exemple : faire du skateboard dans la rue sans penser à vérifier la circulation) et « Comportements de protection planifiés » (par exemple : porter des vêtements

clairs ou réfléchissants pour marcher la nuit). Pour chaque item, le participant doit indiquer dans quelle mesure la proposition décrivant un comportement observable dans la rue ou sur la route lui correspondait de (1) jamais à (5) *très souvent*. Seuls deux items sur sept permettant de mesurer la dimension « jeux dangereux dans la rue » ont pu être présentés aux élèves pour cause de refus des autres items par les responsables de l'établissement scolaire.

### 2.2.2 Évaluation de la recherche de sensation chez les adolescents

Les deux dimensions de recherche de sensation d'Arnett ont été mesurées avec le questionnaire de recherche de sensations mis au point pour les adolescents français par Mallet et Carrère (2004). Mallet et Carrère (2004) ont démontré la validité de ce nouvel instrument adapté à la population française. Cet outil comporte 26 items répartis en deux échelles, 13 pour le besoin de sensations intenses (par exemple : « Tout ce qui peut me donner des impressions de vitesse, ça m'attire ») et 13 pour le besoin de stimulations nouvelles (par exemple : « J'ai toujours envie de faire connaissance avec des nouvelles personnes »). Pour chaque proposition, le participant devait indiquer dans quelle mesure il considérait que cette phrase le décrivait de 1 (*Pas du tout d'accord*) à 5 (*Tout à fait d'accord*).

### 2.2.3 Évaluation de l'attachement aux parents chez les adolescents

L'attachement adolescent-parent a été mesuré avec l'Inventaire d'attachement aux parents et aux pairs, l'IPPA, la version validée pour la population des adolescents français (Vignoli & Mallet, 2004) du questionnaire d'Armsden et Greenberg (1987). Une analyse factorielle exploratoire de cet instrument a permis de révéler un modèle significatif en trois dimensions : communication, confiance et aliénation (Vignoli & Mallet, 2004). La communication peut être vue comme une analogie pour l'adolescent de la dimension recherche de proximité du tout petit, la confiance est liée au sentiment de sécurité et l'aliénation signifie que les parents ne sont pas disponibles pour leur enfant et ne répondent pas à ses besoins.

La mesure est constituée de 19 items, chaque item étant présenté séparément pour la mère et pour le père. Six items mesurent la communication (par exemple : « ma mère/mon père m'encourage à parler de mes difficultés ») ; sept items évaluent la confiance (par exemple : « Ma mère/ Mon père a confiance en mon jugement ») ; six items mesurent l'aliénation (par exemple : « Ma mère/ Mon père ne comprend pas ce qui m'arrive ces jours-ci »). Pour chacun des items, l'adolescent indique sur une échelle en 5 points (de 1- pas du tout d'accord à 5- tout à fait d'accord) dans quelle mesure celui-ci caractérise la relation qu'il a avec chacun de ses parents.

# 3. Résultats

## 3.1 Validation des instruments

A l'aide de l'analyse factorielle, nous avons pu vérifier la validité des différents instruments utilisés dans la présente étude. Nous retrouvons bien les

structures factorielles de départ de ces outils. En ce qui concerne la version française du questionnaire d'Elliot et Baughan, l'analyse factorielle permet bien de retrouver, en fonction des items que nous avons pu utiliser, les deux facteurs proposés par Elliott et Baughan (2004) (« traversée de rue insécuritaire » et « comportements de protection planifié »).

## 3.2 Effets des variables sexe et classe sur les différentes dimensions.

### 3.2.1 La prise de risque

**Tableau 1 : Médianes (et rang) des variables recherche de nouveauté, recherche d'intensité, prise de risque et précautions planifiées chez les filles et chez les garçons.**

| variable | filles | garçons |
|---|---|---|
| Recherche nouveauté | 3,69(2,38) | 3,38 (2,92) |
| Recherche intensité | 3,23(3,76) | 3,84(3,30) |
| Comportement à risque | 2,30(3,10) | 2,35(3,90) |
| Précaution planifiée | 1,80(4) | 1,80(3,60) |

**Tableau 2 : Médianes (et rang) des variables recherche de nouveauté, recherche d'intensité, prise de risque et précautions planifiées pour les classes de 5ème, 3ème et seconde.**

| variable | 5ème | 3ème | 2nd |
|---|---|---|---|
| Recherche nouveauté | 3,46(2,23) | 3,46(2) | 3,69(3,15) |
| Recherche intensité | 3,84(4) | 3,46(3,46) | 3,46(3,23) |
| Comportement à risque | 2,30(3,90) | 2,40(3,30) | 2,4(3) |
| Précaution planifiée | 2,20(4) | 1,50(3,60) | 1,6(3,80) |

Des ANOVAs 2 x 3 de Kruskal-Wallis sur les variables sexe (2) et classe (3), ont été effectuées sur les comportements à risque et sur les comportements de précaution. On observe un effet de la classe sur la variable « précaution planifiée », $\chi^2$=41,351, dl=2, p<.0005. Le niveau de propension à prendre des précautions est plus bas en 3ème et seconde qu'en 5ème ; Les élèves de 5ème déclarent prendre plus de précautions que les deux autres groupes. Il n'y a aucun effet de la variable sexe ni sur les comportements à risque, ni sur les comportements de précaution.

### 3.2.2 La recherche de sensation

Des ANOVAs 2 x 3 de Kruskall-Wallis sur les variables sexe (2) et classe (3) ont été effectuées sur la recherche de sensations nouvelles et sur la recherche de sensations intenses. On observe des effets significatifs du sexe et de la classe sur la variable « recherche de sensations nouvelles », avec respectivement : $\chi^2$=17,6, dl=1, p<.0005 et $\chi^2$=11,9, dl=2, p<.0005. Les filles déclarent plus que les garçons rechercher la nouveauté. Le niveau de recherche de sensations nouvelles est plus élevé dans les classes de secondes que dans les deux autres groupes.

On observe également des effets significatifs du sexe et de la classe pour la variable intensité, avec respectivement $\chi^2$=25,59, dl=1, p<.0005 et $\chi^2$=11,5, dl=2, p<.0005. Les garçons déclarent plus que les filles rechercher des sensations intenses. Les 5èmes ont un niveau de recherche de sensations intenses supérieur aux deux autres groupes.

## 3.3 Corrélations entre la prise de risque, l'attachement et la recherche de sensation.

**Tableau 3 : corrélation entre les variables : recherche de sensation, attachement aux parents et la variable prise de risque chez les filles et chez les garçons.**

| variable | Prise de risque chez les filles | Prise de risque chez les garçons |
|---|---|---|
| Recherche nouveauté | 0,12 | -0,03 |
| Recherche intensité | 0,26** | 0,16* |
| Recherche Sensation | 0,25* | 0,11 |
| Confiance mère | -0,25* | -0,09 |
| Communication mère | -0,18* | 0,03 |
| Aliénation mère | 0,28** | 0,21** |
| Confiance père | -0,27 | -0,20** |
| Communication père | -0,08 | -0.06 |
| Aliénation père | 0,23* | 0,18** |
| Attachement mère | -0,27** | - 0,12 |
| Attachement père | -0,19 | -0,16* |

Les coefficients de corrélation non paramétriques (*rho* de Spearman bivarié) entre la prise de risque et les variables psychologiques étudiées ont été calculés pour chaque sexe séparément.

Le tableau 3 des corrélations réalisées pour chaque sexe, concernant les comportements à risque, permet de constater que le besoin de recherche de sensations intenses est davantage relié au comportement à risque chez les filles que chez les garçons (*rs*=0.26, N=145, *p*<.001 et *rs*=0,16, N=231, *p*<.05, respectivement).

En ce qui concerne l'attachement aux parents, pour les filles, l'attachement à la mère a un effet sur la prise de risque (*rs* = -0.27, N=145, *p*<.001). Plus l'adolescente a confiance en sa mère et communique avec elle, moins elle déclare prendre des risques (*rs*=-0.25, N=145, p<.05 et *rs*=-0.18, N=145, *p*<.05 respectivement). En ce qui concerne la variable aliénation, on observe cette fois pour les deux parents une corrélation positive avec la prise de risque *(rs*=0.28, N=145, *p*<.001 et *rs*=0.23, N=145, *p*<.05 pour la mère et le père respectivement).

En ce qui concerne les garçons, seul l'attachement global du père a un effet sur la prise de risque (*rs*=-0.16, N=231, *p*<. 05). On observe une corrélation

négative entre la variable « confiance au père » et la prise de risque (*rs*=-.20, N=231, *p*<.001). Plus l'adolescent a confiance en son père moins il déclare prendre des risques dans l'espace routier. Dans le même sens, on observe une corrélation positive entre « l'aliénation » au père et à la mère et la prise de risque (*rs*=0.18, N=231, *p*<.001 et *rs*=0.21, N=231, *p*<.001 respectivement). Plus l'aliénation au père et à la mère est forte plus l'adolescent déclare prendre des risques.

**Tableau 4 : corrélation entre les variables recherche de sensation, attachement aux parents et la variable précautions planifiées chez les filles et les garçons.**

| variable | Précautions chez les filles | Précautions Chez les garçons |
|---|---|---|
| Recherche nouveauté | -0,14 | -0,04 |
| Recherche intensité | -0,17* | 0,04 |
| Recherche Sensation | -0,19* | 0,01 |
| Confiance mère | 0,23** | 0,10 |
| Communication mère | 0,20* | 0,15* |
| Aliénation mère | -0,20* | -0,04 |
| Confiance père | 0,29** | 0,10 |
| Communication père | 0,22** | 0,16** |
| Aliénation père | -0,26** | -0,03 |
| Attachement mère | 0,24** | 0,12 |
| Attachement père | 0,30** | 0,13* |

Le tableau 4 des corrélations réalisées pour chaque sexe concernant les comportements de protection planifiés nous permet de constater que la variable « protection planifiée » est corrélée négativement à la recherche de sensation globale pour les filles. Plus les filles recherchent des sensations et moins elles ont des comportements de protection planifiés. On observe également une corrélation positive entre l'attachement global avec les deux parents et les comportements de précautions chez les filles (*rs*=0.24, N=145, *p*<.001 et *rs*=0.30, N=145, *p*<.001 pour la mère et le père respectivement). Plus l'adolescente communique avec ses parents et a confiance en eux, et plus elle prend des précautions. Par contre, pour les garçons, seul l'attachement global du père a un effet sur les comportements de précautions (*rs*=0.13, N=231, *p*<.05). Plus l'adolescent communique avec son père, plus il déclare prendre des précautions (*rs*=0.16, N=231, *p*<.001). En ce qui concerne la variable aliénation, on observe une corrélation négative entre l'aliénation aux parents et les comportements de précaution chez les adolescentes uniquement (*rs*=-0.20, N=145, *p*<.05 et *rs*=-.26, N=145, *p*<.001 pour la mère et le père respectivement). Plus l'aliénation au père et à la mère est forte et moins les adolescentes ont des comportements de protection planifiés.

# 4. Discussion

L'objectif de cette étude était de préciser, chez les adolescents français en classe de 5ème, 3ème et 2de, d'une part comment évolue la propension à prendre des risques dans l'espace routier en tant que piéton au cours de l'adolescence et d'autre part les rapports entre les comportements à risque ou de précaution et différentes caractéristiques individuelles théoriquement susceptibles de contribuer à ces comportements : la recherche de sensations et l'attachement aux parents. Conformément à notre hypothèse, un effet de l'âge a été observé sur la variable protection : les cinquièmes déclarent prendre plus de précautions que les troisièmes et secondes. On peut penser que les plus grands prennent moins de précautions parce qu'ils ont acquis plus de compétences vis-à vis du risque que les plus jeunes. Ils ont davantage confiance en eux et par conséquent, ils font moins attention au danger (Tolmie, Thomson, O'Connor, Foot, Karagiannidou, Banks, O'Donnell, & Sarvary, 2006).

Les résultats de cette étude ont permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle le comportement à risque dans l'espace routier est associé au niveau de recherche de sensations. Les résultats de la présente recherche permettent aussi de confirmer notre hypothèse que les comportements routiers à risque sont liés, non pas à la recherche de nouveauté, mais spécifiquement à la recherche d'intensité. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que le comportement à risque dans l'espace routier fournit au sujet des stimulations intenses plutôt que des sensations nouvelles (par exemple traverser la rue en courant). On observe également que la recherche de sensations intenses a davantage d'effet sur la prise de risque chez les filles que chez les garçons. On sait que la recherche de sensations intenses est une caractéristique plutôt masculine (Mallet et Carrère, 2004). On peut faire l'hypothèse que les filles qui recherchent des sensations intenses, adhèrent davantage que celles qui n'en prennent pas à des stéréotypes masculins et par conséquent ont des comportements plus masculins comme ceux de prendre des risques. Cette observation mérite d'être approfondie notamment en étudiant l'effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la prise de risque.

Les résultats de cette étude ont aussi permis de confirmer l'hypothèse d'un lien direct entre l'attachement aux parents et la prise de risque dans l'espace routier à l'adolescence. Ils confirment en cela les résultats de recherches précédentes (Parker et Benson, 2004) en montrant que l'effet de l'attachement sur le comportement à risque de l'adolescent existe également dans le cas du risque routier. L'existence d'un lien affectif permet à l'adolescent de se sentir exister. Il se sent considéré et aimé par ses parents, ce qui lui permet d'avoir suffisamment d'estime de soi pour se protéger du danger. On observe chez les filles, que l'attachement à la mère a un effet sur la prise de risque et l'attachement aux deux parents sur la précaution. Plus précisément, on constate que plus les filles ont confiance en leur mère et communique avec elle, moins elles prennent des risques et plus elles ont confiance en leur deux parents et communiquent avec eux plus elles se protègent dans l'espace routier. Nous pouvons donc penser que les deux parents jouent un rôle dans le

comportement piéton des filles. En ce qui concerne les garçons, l'attachement à la mère n'a pas d'effet sur la prise de risque ou le comportement de précaution. Seul l'attachement au père joue un rôle. Plus précisément, plus l'adolescent a confiance en son père et communique avec lui moins il prend des risques et plus il se protège dans l'espace routier. La variable confiance est reliée à la prise de risque et la variable communication est reliée à la précaution. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les garçons à l'adolescence s'identifient davantage à un modèle masculin, en l'occurrence le père, et donc se reconnaissent en lui et souhaitent être reconnus par lui. On peut s'interroger sur la question des familles monoparentales au sein desquelles en général seules les mères élèvent leurs garçons. Peut-être faudrait-il être plus vigilant sur le comportement routier de ces enfants.

On constate aussi que l'aliénation au père et à la mère est reliée positivement à la prise de risque pour les deux sexes. Si le parent n'est pas disponible pour son enfant, s'il ne répond pas à ses attentes et à ses besoins, on peut penser que l'adolescent(e) se sentira négligé et développera une faible estime de soi. Il/elle prendra des risques pour se sentir exister et exister auprès des autres et accordera peu d'importance à sa sécurité. Ces résultats nous amènent à penser que le fait de se sentir fille ou garçon pourrait jouer un rôle important dans la prise de risque chez l'adolescent piéton. Une nouvelle étude, prenant en compte l'identité sexuée permettrait sans doute d'améliorer nos connaissances dans ce domaine.

# Références

Armsden, G. C., & Greenberg, M.T. (1987). The Inventory of Parent and Peer Attachment: Individual differences and their relationship to psychological well-being in adolescence. *Journal of Youth and Adolescence, 16*, 427-454

Arnett, J.J (1990). Contraceptive use, sensation seeking and adolescent egocentrism. *Youth and Adolescence, 19* (2), 171-180.

Arnett, J.J. (1994). Sensation seeking: a new conceptualization and new scale. Personality and Individual Differences, 16, 289-296.

Arnett, J.J. (1995). *The young and the reckless: Adolescent Reckless Behavior*. American Psychological Society.

Arnett, J.J. (1996). Sensation seeking, aggressiveness, and adolescent reckless behavior. *Personality and Individual Differences, 20*, 693-702.

Baker, S. P., O'Neill, B., & Ginsburg, M. J. (1992). *The injury fact book*. New York: Oxford University Press.

Bowlby, J. (1979). *The making and breaking of affectionnal bonds*. London: Tavistock.

Byrnes, J. P., Miller, D. C., & Schafer, W. D. (1999). Gender differences in risk taking: a meta-analysis. *Psychological Bulletin, 125*(3), 367-383.

Coppens, N., & Gentry, L. (1991). Video analysis of play-ground injury-risk situations. *Research in Nursing and Health, 14*, 129-136.

Elliott, M.A. & Baughan, C. (2004). Developing a self-report method for investigating adolescent road user behaviour. *Transportation Research Part F, 7*, 373-442.

Elliott, M.A., Armitage, C.J. & Baughan, C.J. (2005). Exploring the beliefs underpinning driver s'intentions to comply with speed limits. *Transportation Research Part F, 8*, 459-479.

Ginsburg, H. J., & Miller, S. M. (1982). Sex differences in children's risk-taking behavior. *Child Development, 53*, 426-428.

Hagan, L. K., & Kuebli, J. (2007). Mothers' and fathers' socialization of preschoolers' physical risk taking. *Journal of Applied Developmental Psychology, 28*, 2-14.

Haynes, C.A., Miles, N.V. & Clements, K. (2000). A confirmatory factor analysis of two models of sensation seeking. *Personality and Individual Differences, 29*, 693-702.

Jessor, R., Turbin, M.S. & Costa, F.M. (1997). Predicting Developmental change in Risky Driving: The Transition to Young Adulthood. *Applied Developmental Science, 1*, 4-16.

Kandel, D.B., & Lessor, G.S. (1969). Parental and Peer Influences on Educational Plans of Adolescents. *American Sociological Review, 34*(2), 213-223.

Loeber, Farrington, Stouthamer-Loeber & Van kammen (1998). *Anti-social Behavior and Mental Health Problems*. Lawrence Erlbaum Associates.

Mallet, P. & Carrère, M. (2004). Are novelty seeking and intensity seeking associated with adolescent's risk behavior? Communication orale à la *VIII th conférence of the European Association for Research on Adolescence*.

Morrongiello, B. A., & Dawber, T. (1999). Parental influences on toddlers' injury-risk behaviors: are sons and daughters socialized differently? *Journal of Applied Developmental Psychology, 20*(2), 227-251.

Rivara, F. P., & Mueller, B. A. (1987). The epidemiology and causes of childhood injury. Journal of Social Issues, 43, 13-32.

Rivara, F. P., Bergman, A. B., LoGerfo, J., & Weiss, M. (1982). Epidemiology of childhood injury II: sex differences in injury rates. *Developmental and Behavioral Pediatrics, 16*, 362-370.

Tolmie, A. K., Thomson, J. A., O'Connor, R., Foot, H. C., Karagiannidou, E., Banks, M., O'Donnell, C., & Sarvary, P. (2006). *The role of skills, attitudes and perceived behavioural control in the pedestrian decision-making of adolescents aged 11-15 years*. London: Department for Transport.

Vignoli, E. & Mallet, P. (2004). Validation of a brief measure of adolescent's parent attachment based on Armsden and Greenberg s' three-dimension model. *Revue de psychologie appliquée, 54*, 251-260.

Zuckerman, M., Eysenck, S.B.G, & Eysenck, H.J. (1978). Sensation seeking in England and America: cross-cultural, age and sex comparisons. *Journal of consulting and clinical psychology, 46*, 139-149.

Zuckerman, M. (1979). *Sensation seeking: Beyond the optimal level of arousal*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Zuckerman, M. & McDaniel, S.R. (2003). The relationship of impulsive sensation seeking and activities. *Personality and Individual Differences, 35*

# Le rôle des frères et sœurs dans le rapport au risque du jeune adolescent piéton

**Géraldine Espiau**
*Université Paris X Nanterre*
*200 avenue de la République*
*92001 Nanterre Cedex*
*geraldine.espiau@u-paris10.fr*

*L'objectif de cette communication est d'étudier dans quelle mesure les aînés (12 ans) de fratries peuvent influencer leurs frères et sœurs plus jeunes (9 ans ½) dans leurs comportements à risque et dans leur adhésion aux stéréotypes de sexe. Nous avons interrogé 25 cadets et aînés de même fratrie (mixte et non mixte) par le biais de deux questionnaires. Le premier est relatif aux perceptions des comportements piétons et le second mesure l'adhésion aux stéréotypes de sexe. Les principaux résultats révèlent que les comportements déclarés des aînés et des cadets sont corrélés entre eux. Cependant, l'engagement dans des comportements à risque des cadets est liée à leur perception du risque de ces situations. De plus, le type de fratrie et l'adhésion aux stéréotypes de sexe ne semblent pas avoir d'effet sur les différentes perceptions des comportements piétons des cadets. En revanche, les comportements à risque des aînés féminins sont liés à leur perception du danger et de l'interdit des situations.*

## 1. Introduction

Les données de l'accidentologie routière en France relèvent deux pics dans la morbidité piétonne : à 7 ans et à 11 ans. Si l'on observe les courbes de mortalité par sexe et par âge, on s'aperçoit vite qu'un écart se creuse entre les mortalités féminine et masculine à l'adolescence. Cet écart existe bien avant, les comportements à risque étant plus fréquents dès 2 ans chez les garçons que chez les filles. Les filles sont dès leur plus jeune âge, plus prudentes que les garçons, plus conformes aux règles et aux attentes parentales au plan général (Berk, 2000) et dans la sécurité routière (Granié, 2004). En effet, certains travaux montrent que les hommes sont plus vulnérables en matière d'accident car ils s'exposent plus au risque (et ce, dès l'enfance) et qu'ils prennent plus de risques tandis que les femmes sont plus résistantes à la prise

de risque et aux comportements infractionnistes (Assailly, 2001). Une autre étude (Granié, Espiau, & Beaumatin, 2005) révèle que les filles, plus souvent que les garçons, font une différence entre la transgression et la dangerosité des situations. Cela signifierait que pour les garçons, la règle ne serait pas posée quelle que soit la situation, mais varierait davantage en fonction de la situation : l'interdiction serait fonction de la situation, alors que l'interdit serait valable quelle que soit la situation pour les filles. Cette étude montre également que les adolescents de 11 ans qui prennent rarement de risque ont un plus fort score de danger, c'est-à-dire qu'ils estiment davantage de situations comme étant dangereuses, que ceux qui prennent souvent des risques et les filles qui prennent des risques ne se différencient pas des garçons preneurs de risque en termes de rapport à l'interdit.

Les travaux menés actuellement en France par l'INRETS sur la sécurité routière de l'enfant (Granié, 2004) montrent le poids très important du comportement et du discours parental sur les constructions par l'enfant de ses représentations, de ses attitudes et de ses comportements en tant que piéton et passager de véhicule. Sans nier cette influence, et partant de ces constats, nous interrogeons le rôle des frères et sœurs aînés dans le rapport au risque du jeune adolescent piéton en fonction de son sexe et de la composition fraternelle. En d'autres termes, nous voulons mettre en exergue d'autres variables explicatives de la vulnérabilité des plus jeunes et de la différence de sexe constatée.

Selon certains auteurs, l'action socialisante de la fratrie est fonction du rang dynastique de l'enfant. Ainsi, les aînés sont à la fois plus dominants et plus prosociaux, ils contrôlent les ressources, dirigent l'interaction et servent de modèles aux plus jeunes. Ces derniers empruntent davantage un rôle de subordonnés, ils imitent leurs aînés et ont des comportements qui favorisent l'interaction (Brody & Stoneman, 1996; Coutu, Provost, & Pelletier, 1996). Différents rôles peuvent être repérés dans une fratrie : le rôle de parents est beaucoup plus du domaine de l'aîné que du cadet et les filles l'endossent plus souvent que les garçons. Le statut de fille aînée se distingue par la très faible proportion de perturbatrices qu'il comprend. Enfin, les aînés sont plus censeurs que les cadets, ils disent le bien et le mal, imposent certaines normes.

Il y a une autorité de l'aîné qui tient à son statut de premier venu ou de plus grand, qui lui donne une supériorité qu'il considère bien souvent comme naturelle (Bossard, Boll, 1960 in Widmer 1999) et qui est perçue de manière similaire chez les cadets. Les résultats de Widmer (1999) rendent compte que les cadets se réfèrent à l'aîné comme autrui significatif. Il a émis et confirmé l'hypothèse selon laquelle les aînés et les garçons auraient plus de pouvoir que les cadets et les filles au sein d'une même fratrie : sexe et rang jouent donc un rôle important dans la répartition du pouvoir.

Les recherches sur la fratrie montrent une influence du sexe de l'aîné sur l'adhésion aux stéréotypes de sexe. Ainsi, les résultats de l'étude de Brody et Stoneman (1996) indiquent que des garçons avec des frères plus âgés sont en plus grande proportion engagés dans des activités typées masculines et proportionnellement dans moins d'activités mixtes que ne le font les garçons

avec des sœurs aînées. Ces choix d'activité valent autant lorsque l'enfant joue seul. Des filles avec des frères plus âgés s'engagent plus dans des activités contre-stéréotypées que ne le font les filles avec des sœurs plus âgées, lorsque qu'elles jouent avec leur fratrie ou lorsqu'elles jouent seules. Par conséquent, le genre de l'aîné n'influence pas seulement les activités dans lesquelles s'engagent les plus jeunes lorsqu'ils jouent avec leur fratrie, mais les influence aussi lorsque les enfants jouent seuls. L'aîné joue un rôle de leader et son genre est un prédicteur des comportements des frères et sœurs suivants.

Il existe très peu d'études sur la fratrie et le rapport au risque. Morrongiello et Bradley (1997) ont examiné l'influence de l'aîné sur les décisions du plus jeune à s'engager dans des comportements mettant en péril leur sécurité physique. Elles démontrent qu'après les sollicitations des aînés, les plus jeunes changent significativement leurs décisions. Les filles et les garçons aînés sont également effectifs dans leur persuasion mais ils avancent des arguments différents. Les garçons développent des arguments liés au plaisir et les filles des arguments liés à la sécurité. De plus, la perception par l'enfant des normes parentales concernant la prise de risque ne suffit pas à limiter le niveau de prise de risque des garçons alors que les filles se comportent de façon cohérente avec les normes parentales perçues.

Nous savons que les règles comportementales que crée l'enfant sont construites à partir des régularités comportementales observables dans son environnement quotidien immédiat et des attentes de ses milieux de vie. Nous posons l'hypothèse que les cadets se laissent influencer par leurs aînés qui jouent un rôle de leader dans la fratrie. Mais cette influence est aussi modulée par le sexe des enfants. La question qui se pose alors est : est-ce que le fait d'avoir des modèles de sexe opposé dans sa fratrie, amène l'enfant à avoir une adhésion moins forte aux stéréotypes de son sexe et un rapport au risque plus proche de celui de son frère ou de sa sœur ?

# 2. Méthode

## 2.1. Population

Nous avons interrogé 25 fratries dont 6 fratries non-mixtes fille, 7 fratries non-mixtes garçon, 6 fratries mixtes fille (dont l'aîné est une fille) et 6 fratries mixtes garçons (dont l'aîné est un garçon). Les aînés sont âgés de 145,44 mois en moyenne et les cadets de 114,96 mois en moyenne, l'écart d'âge moyen est de 30,48 mois.

## 2.2 Outils

Dans les études sur les fratries mixtes, le genre est bien souvent un bon prédicteur des comportements des plus jeunes (ils sont par exemple plus contre-stéréotypés), nous évaluerons de ce fait le score de féminité et de masculinité de chacun des enfants interrogés par le biais du questionnaire d'adhésion aux rôles de sexe II (QARSII) élaboré par Marro (2003).

En outre, la revue de question montre que le sexe de l'aîné influence les comportements des plus jeunes et que filles et garçons n'ont pas le même rapport au risque, nous supposons alors que le sexe de l'aîné va avoir un effet sur le rapport au risque, par exemple que les filles cadettes de fratries mixtes auront des scores de masculinité plus élevés que les filles cadettes de fratries non mixtes et donc un rapport au risque différent (dans le sens d'une plus grande prise de risque).

Pour mesurer cela, du côté du rapport au risque nous soumettrons un questionnaire de 16 items qui évalue le comportement à risque, le danger et l'interdit de chaque situation appelé Échelles des Perceptions des Comportements de l'Usager de la Route (EPCUR). Sur les 16 items, huit questions sont relatives à des situations de danger sans interdit inspirées de l'outil mis en place par Elliott & Baughan (2003) et huit sont relatives à des situations d'interdit sans danger inspirées des échelles d'interdit et de danger mises en place par Granié, Espiau et Beaumatin (2005). Ces 16 questions sont posées à chaque fois pour 4 échelles différentes : l'échelle de comportements déclarés, l'échelle d'estimation du risque pour soi, l'échelle de perception du danger et enfin celle de la gravité de la transgression.

# 3. Résultats

## 3.1. Les traitements statistiques

Le traitement des résultats a été effectué à l'aide du logiciel Spss.

Nous avons dans un premier temps déterminé l'homogénéité interne des Échelles des Perceptions des Comportements de l'Usager de la Route (EPCUR) pour nos deux populations (aîné et cadet).

L'homogénéité interne de ces dernières étant bonnes (cf tableau 1), nous avons fait des scores de comportements déclarés, d'estimation du risque pour soi, de perception du danger et de celle de la gravité de la transgression pour nos deux populations sachant que les items de ces échelles sont relatifs à des situations à risques (soient dangereuses, soit interdites).

**Tableau n°1 : test d'homogénéité (alpha de Cronbach) des sous-échelles EPCUR**

| | Aîné | Cadet | Population globale |
|---|---|---|---|
| Comportements déclarés | .81 | .80 | .80 |
| Perception du risque pour soi | .89 | .86 | .87 |
| Estimation du danger | .86 | .86 | .86 |
| Estimation de la gravité de la transgression | .94 | .85 | .92 |

Ces scores nous permettront d'estimer dans quelles mesure ces échelles sont corrélés entre elles et entre nos deux populations (en utilisant le Rho de Spearman car la faiblesse de notre échantillon nous amène à utiliser

préférentiellement des tests non paramétriques pour l'ensemble de nos analyses).

Nous ferons aussi des comparaisons de rang d'échantillon lié avec le test de Wilcoxon afin d'évaluer si les scores des aînés et des cadets se différencient significativement. Nous faisons l'hypothèse qu'il n'y a pas de différence. Nous comparerons de plus, les scores des quatre sous-échelles entre eux pour les cadets.

Nous utiliserons le test de comparaison de rang pour échantillon indépendant de Mann-Whitney pour évaluer chez les cadets des différences de rang selon le sexe et la composition fraternelle. Nous faisons l'hypothèse que les cadets de sexe masculin auront des scores de prise de risque plus importants que les cadets de sexe féminin et que la mixité favorise une plus grande perception du danger, du risque et de l'interdit (comparé à des enfants de fratries non-mixtes).

Nous avons fait une Analyse en composante principale avec rotation Varimax sur l'échelle d'adhésion aux stéréotypes de sexe. Nous avons conservé les items féminins qui avaient le plus de poids sur le premier facteur (tous les items pour les aînés et les cadets) et les items masculins qui avaient le plus de poids sur le second facteur (4 items). Toutefois, il est apparu que ce n'était pas les mêmes items pour les aînés et les cadets (cf. tableaux 2 et 3). La définition de la masculinité est différente selon le rang (et donc l'âge) : chez les aînés elle fait référence au rapport au groupe et à l'agressivité tandis que chez les cadets, elle est plutôt liée au rapport à soi et à la confiance. Suite à cela nous avons testé l'homogénéité des échelles de féminité et de masculinité pour les aînés et les cadets. L'homogénéité interne étant satisfaisante (cf. tableau 4) nous avons créé des moyennes de score pour chaque type de population. Nous avons comparé les moyennes de rang avec le test de Wilcoxon pour les cadets afin de vérifier si leur adhésion aux stéréotypes de sexe féminins était différente selon le sexe et la mixité ou non dans la fratrie. Nous postulons que les enfants de fratries mixtes auront des scores de féminité et de masculinité assez proche tandis que les enfants de fratries non mixtes adhéreront plus fortement aux stéréotypes de leur sexe.

Enfin nous ferons des corrélations non paramétriques pour mesurer si l'adhésion aux stéréotypes de sexe des cadets et des aînés est corrélée avec leur prise de risque (échelle EPCUR).

## 3.2. La prise de risque

Nous voudrions savoir dans un premier temps si les échelles sont corrélées entre elles et si notamment les comportements déclarés des enfants sont corrélés avec leur perception du risque, du danger ou de l'interdit (cf. tableau 5 et 6).

La corrélation chez les cadets est significative concernant les échelles de risques perçu avec celles du danger (rs=.789, p=.000) et de l'interdit (rs = .657, p=.000). C'est-à-dire que plus l'enfant considère les situations comme risquées pour lui plus il les considère comme dangereuses et interdites. En outre, plus ils

les considèrent comme dangereuses plus il les estime comme interdite (rs = .835, p=.000). Nous notons aussi au niveau de ses comportements des corrélations négatives. En effet, plus l'enfant estime les situations comme risquées (rs = -.503, p=.01) ou a tendance à les estimer dangereuses (rs = -.385 p=.06) moins il déclare avoir de comportements à risque.

Les aînés quant à eux, plus ils perçoivent les situations comme risquées (rs = -.438, p=.03), dangereuses (rs = -.498, p=.01) ou transgressant un interdit (rs = -.600, p=.002), moins ils déclarent avoir de comportements à risque. Ici toutes les sous-échelles sont corrélées entre elles. Plus une situation est jugée risquée, plus elle est jugée dangereuse (rs = .805, p=.000) et interdite (rs = .769, p=.000). De même si elle est jugée dangereuse, elle est également jugée comme transgressant un interdit (rs = .924, p=.000).

Les corrélations entre les aînés et les cadets sur leur comportement déclarés est significative. En effet plus les aînés déclarent avoir des comportements risqués plus les cadets déclarent avoir des comportements risqués (rs = .416, p=.04).

Si nous comparons maintenant les scores des aînés et des cadets (tests de Wilcoxon) sur ces 4 échelles nous ne notons aucune différence significative.

Par contre si nous comparons les scores des 4 échelles entre elles pour les cadets (test de Wilcoxon, cf tableau 7), les résultats révèlent, comme nous l'avons vu par ailleurs, que les comportements déclarés sont significativement moindre que leur perception des situations évaluées comme dangereuses (Z=-4.34, p=.000), interdites (Z=-4.37, p=.000) et risquées (Z=-4.32, p=.000). En outre, il n'y a pas de différence significative entre leur perception du danger et du risque. Par contre il y en a entre leur perception de l'interdit des situations et celle du risque (Z=-2.87, p=.004) et du danger (Z=-2.3, p=.02). Les situations sont davantage perçues comme interdites que dangereuses ou risquées. Les comparaisons en fonction du sexe des scores aux 4 sous-échelles chez les cadets révèlent que les garçons déclarent davantage de situations comme risquées (U=38,50, p=.03) et dangereuses (U=42,50, p=.05) que ne le font les filles. En revanche quelle que soit la composition fraternelle, il n'y a aucune différence entre les cadets. Que l'enfant ait un germain aîné de sexe féminin ou masculin ne change pas sa perception du comportement piéton, ni même son propre comportement à risque.

## 3.3. L'adhésion aux stéréotypes de sexe

Les comparaisons de rang (test de Mann-Whitney) révèlent que les cadets de sexe féminin ont des scores de féminité significativement plus élevés que les cadets de sexe masculin (U= 40.5, p=.04) par contre ils ne se différencient pas dans leur adhésion aux stéréotypes de sexe masculin.

Si nous comparons maintenant les aînés aux cadets (test de Wilcoxon), les cadets ont une plus forte adhésion aux stéréotypes masculins que les aînés (Z= -.37, p=.00) et il n'y a pas de différence significative dans leur adhésion aux stéréotypes de sexe féminin.

Nous avons cherché à savoir si selon le type de fratries, les cadets avaient des scores de féminité et de masculinité qui se différenciaient. Nous notons une différence significative pour les filles de fratries non mixtes, en effet leur score de masculinité est toujours inférieur à leur score de féminité (Z=-2.20, p=.03). Pour les autres types de fratrie les scores ne se différencient pas.

## 3.4. Lien entre l'adhésion aux stéréotypes de sexe et la prise de risque

Les analyses de corrélation ne révèlent pas d'effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexes sur EPCUR chez les cadets.

En revanche, en ce qui concerne les aînés, plus ils adhérent aux stéréotypes de sexe féminins moins ils déclarent avoir des comportements à risque (rs=-.566, p=.003), plus ils perçoivent des situations comme dangereuses (rs=.441, p=.03) et comme transgressant un interdit (rs=-.512 p=.009).

**Tableau n°2 : Matrice des composantes principales après rotation d'adhésion aux stéréotypes de sexe des aînés**

| | Composante | |
|---|---|---|
| | Féminin | masculin |
| fém, vois quelqun de triste, l'est aussi | ,624 | -,495 |
| féminin, quand peut faire plaisir, est content | ,691 | ,184 |
| masculin, dans un grpe aime bien être le chef | ,016 | ,741 |
| féminin, j'aime rendre service | ,500 | -,082 |
| masculin, interêt compétition, gagner | ,023 | ,520 |
| féminin, parle d'une voix douce | ,527 | -,398 |
| féminin, aime s'occuper des bébés ou des enfants | ,648 | ,178 |
| féminin, peut comprendre une personne même si pense diffemment | ,471 | -,370 |
| masculin, je me bats facilement | -,026 | ,635 |
| féminin, quand aime bien quelqu'un, le lui montre | ,578 | ,377 |
| féminin, sait s'y prendre pour plaire aux autres | ,661 | ,351 |
| masculin, aime bien se moquer des autres | ,128 | ,746 |
| féminin, quand quelqu'un a de la peine, essaie de le consoler | ,869 | -,117 |
| féminin, important d'être gentil | ,747 | -,059 |

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.
Méthode de rotation : Varimax avec normalisation de Kaiser.

* explique 29,54% de la variance

**Tableau n°3 : Matrice des composantes principales après rotation d'adhésion aux stéréotypes de sexe du cadet**

| | Composante | |
|---|---|---|
| | Féminin | Masculin |
| Masc, je suis quelq'un de sportif | ,080 | ,864 |
| fém, vois quelqu'un de triste, l'est aussi | ,603 | ,026 |
| féminin, quand peut faire plaisir, est content | ,545 | -,104 |
| maculin, prend facilement décision | ,047 | ,473 |
| Féminin, j'aime rendre service | ,704 | -,309 |
| féminin, parle d'une voix douce | ,371 | ,016 |
| féminin, aime s'occuper des bébés ou des enfants | ,614 | -,238 |
| féminin, peut comprendre une personne même si pense differemment | ,757 | ,387 |
| féminin, quand aime bien quelqu'un, le lui montre | ,512 | -,279 |
| féminin, sait s'y prendre pour plaire aux autres | ,659 | ,285 |
| féminin, quand quelqu'un a de la peine, essaie de le consoler | ,692 | -,360 |
| féminin, important d'être gentil | ,739 | -,196 |
| masculin, j'ai confiance en moi | ,455 | ,754 |
| masculin, quand je dis aux autres ce qu'il doivent faire, le font | ,035 | ,576 |

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

* explique 29,21% de la variance

**Tableau n°4 : test d'homogénéité (alpha de Cronbach) des échelles d'adhésion aux stéréotypes de sexe féminins et masculins**

| | Féminin | Masculin |
|---|---|---|
| Aîné | .83 | .62 |
| Cadet | .82 | .68 |
| Population globale | .82 | .62 |

**Tableau n° 5 : corrélations entres les sous-échelles d'EPCUR et l'adhésion aux stéréotypes de sexe des aînés**

| | Comportement. | Risque | Danger | Interdit | Score masculinité |
|---|---|---|---|---|---|
| Perception du risque | -,438(*) | — | | | |
| Perception du danger | -,498(*) | ,805(**) | — | | |
| Perception de l'interdit | -,600(**) | ,769(**) | ,924(**) | — | |
| Score masculinité | ,082 | -,144 | -,088 | -,218 | — |
| Score féminité | -,566(**) | ,362 | ,441(*) | ,512(**) | -,154 |

(* p < .05) (** p < .01)

**Tableau n° 6: corrélations entres les sous-échelles d'EPCUR et l'adhésion aux stéréotypes de sexe des cadets**

| | Comportement. | Risque | Danger | Interdit | Score masculinité |
|---|---|---|---|---|---|
| Perception du risque | -,506(**) | — | | | |
| Perception du danger | -,378 | ,789(**) | — | | |
| Perception de l'interdit | -,215 | ,657(**) | ,835(**) | — | |
| Score masculinité | ,120 | ,260 | ,383 | ,154 | — |
| Score féminité | -,081 | ,195 | ,148 | ,192 | ,145 |

(* p < .05) (** p < .01)

**Tableau n° 7 : Test de Wilcoxon, comparaison de rang des sous-échelles EPCUR pour les cadets**

| | Risque> comportement | Danger > comportement | Interdit > comportement | Danger > risque | Interdit > risque | Interdit > danger |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rangs négatifs | 2.00 | 1.00 | .00 | 8.06 | 8.00 | 11.58 |
| Rangs positifs | 13.46 | 13.50 | 13.00 | 12.81 | 14.94 | 12.81 |
| Z | -4,32** | -4,35** | -4,37** | -1,75 | -2,87** | -2,31** |

(* p < .05) (** p < .01)

# 4. Discussion

Les échelles relevant de l'interdit, du danger et du risque perçu sont corrélés entre elles chez les deux populations. Par contre les enfants plus âgés tiennent davantage compte de l'ensemble des paramètres (le risque, le danger, l'interdit) pour s'engager dans un comportement à risque tandis que pour les plus jeunes ce n'est que lorsqu'ils considèrent que la situation est risquée pour eux qu'ils ne s'y engagent pas. On peut supposer dans un premier temps, dans une perspective développementale, que les cadets n'ont pas encore acquis une certaine forme de discrimination entre danger, risque et interdit. Ce primat du risque perçu pour soi montre bien à cette âge une tendance à centrer son intérêt sur soi plutôt que sur une perception plus large et abstraite des situations en lien avec les normes et les règles de la société concernant le déplacement piéton. Les adolescents plus âgés ont davantage conscience des enjeux sécuritaires liés aux interdits par exemple.

Nous partions de l'hypothèse que les cadets seraient influencés par leurs aînés dans leur comportement de prise de risque. La littérature sur les relations entre germains montrent bien le rôle de leader et de modèle des aînés. Ainsi nous constatons que les comportements déclarés des aînés et des cadets sont corrélés entre eux et qu'en outre il n'y a pas de différence entre ces deux populations sur l'ensemble des Echelles des Perceptions des Comportements de l'Usager de la Route. Il nous reste bien sûr à analyser le rôle effectif détenu ou perçu des aînés pour l'ensemble de la population et de vérifier que c'est bien cette variable qui joue sur le fait que les cadets et les aînés ont des scores qui ne se différencient pas aux 4 sous-échelles.

Nous avions également fait l'hypothèse que la mixité pouvait jouer un rôle sur la prise de risque des enfants plus jeunes, or les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence entre les enfants plus jeunes qui ont des germains du sexe opposé au leur. C'est donc bien en termes de modèle de référence et non pas de modèle sexué que se pose la question de l'influence de l'aîné sur son cadet en matière de prise de risque.

Pour finir et contre toute attente les enfants plus jeunes de sexe masculin perçoivent davantage de situations comme risquées ou dangereuses que ne le font les filles. Or les résultats précédents des recherches sur la question montraient que c'était les filles qui avaient une perception plus accrue du risque ou de la dangerosité des situations. Notre échantillon de taille modeste et l'utilisation de tests non paramétriques exige un maximum de prudence dans l'interprétation des résultats.

L'adhésion aux stéréotypes de sexe est différente selon le rang, les cadets adhérant plus fortement au masculin que ne le font les aînés. Toutefois nous devons nuancer ce résultat car les scores de masculinité ne regroupent pas les mêmes items. Nous avons trouvé très intéressant que selon l'âge, l'adhésion à ces stéréotypes était à l'opposé. Il semble donc évident qu'il est plus facile pour les cadets d'adhérer à des stéréotypes plutôt positifs et valorisants (tourné vers soi/confiance) que ça ne l'est pour les aînés (tourné vers les autres, agressivité) même si c'est ce qu'il ressort de leurs réponses dans l'analyse en composante

principale. Nos analyses chez les enfants cadets de sexe féminin révèlent une plus forte adhésion au féminin qu'au masculin notamment chez les filles de fratries non-mixtes. Dans une recherche antérieure (Espiau, 2003) nous avions déjà montré que les filles de fratries non mixtes étaient moins flexibles quant aux stéréotypes de sexe que les filles de fratries mixtes. En tous les cas, la flexibilité n'est possible que si les enfants ont de bonnes connaissances sur le sexe (Hort, Fagot & Leinbach, en 1990 in Golombok & Fivush, 1994) et nous avions remarqué que les filles avaient davantage de connaissances des traits de personnalité féminins que masculins.

Il n'y a aucun lien significatif chez les cadets entre leur perception du comportement piéton et leur adhésion aux stéréotypes de sexe. En revanche les comportements à risque des aînés qui adhèrent aux stéréotypes féminins sont liés à leur perception du danger et de l'interdit des situations. Donc ce n'est pas le sexe qui a un poids sur la prise de risque des enfants plus âgés mais bien leur adhésion au sexe féminin qui les amène a plus de prudence et notamment de respect de la règle.

Nous pouvons conclure de ces premiers résultats qu'il y a bien une influence de l'aîné sur son cadet en matière de prise de risque mais qu'elle est davantage fonction du rôle de référent que du genre de l'aîné. Il existe également une différence développementale entre les aînés et les cadets sur la perception du comportement piéton et sur l'adhésion aux stéréotypes de sexe. En outre chez les cadets le sexe différencie les enfants en matière de prise de risque, les garçons sont plus prudents que les filles, tandis que chez les aînés c'est l'adhésion aux stéréotypes de sexe féminin qui amènent les enfants à être plus prudents. Il s'avère nécessaire ainsi, dans les recherches ultérieures et sur un échantillon plus grand, de faire la part entre le rôle du sexe des enfants et leur adhésion aux stéréotypes de sexe sur leur prise de risque en fonction de l'âge d'une part et du rang de naissance d'autre part.

# Références

Assailly, J.-P. (2001). *La mortalité chez les jeunes*. Paris: Que sais-je? P.U.F.

Berk, L. E. (2000). *Child development* (Vth ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Brody, G. H., & Stoneman, Z. (1996). Parameters for inclusion in studies on sibling relationships. Some heuristic suggestions. In Z. Stoneman & P. W. Berman (Eds.), *The effects of mental retardation, disability, and illness on sibling relationships: Research issues and challenges* (pp. 275-286). États-Unis: P.H. Brookes.

Coutu, S., Provost, M., & Pelletier, D. (1996). Relation mère-enfant et qualité des interactions fraternelles chez des enfants d'âge préscolaire. *Canadian Journal of Behavior Science, 28*(1), 1-11.

Elliott, M. A., & Baughan, C. J. (2003). *Adolescent road user behaviour: A survey of 11-16 year olds. Trl report 561*.Londres: Department for Transport.

Espiau, G. (2003). *Influence de la présence/absence de fratrie, du type de fratrie et des préférences affectives sur l'identité sexuée des filles de 4/5 ans.* Université Toulouse II Le Mirail, Toulouse.

Golombok, S., & Fivush, R. (1994). *Gender development*. Cambridge: Cambridge university press.

Granié, M. A. (2004). *L'éducation routière chez l'enfant: Évaluations d'actions éducatives. Apports de la recherche en psychologie du développement à la compréhension de l'enfant en sécurité routière. Rapport inrets n°254*. Arcueil : Les collections de l'INRETS.

Granié, M.-A., Espiau, G., & Beaumatin, A. (2005). La construction des règles chez l  enfant: Socialisation et différences de sexe. In M. A. Granié (Ed.), *Développement social et sécurité routière. Rapport final de recherche, inrets-dscr* (pp. 17-70). Arcueil: INRETS.

Marro, C. (2003). Se qualifier de "fille féminine" ou de "garçon masculin" à l'adolescence. *Pratiques Psychologiques, 3*, 5-20.

Widmer, E. (1999). *Les relations fraternelles des adolescents*. Paris: PUF.

# Différence de sexe et effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la perception des comportements piétons chez l'adulte

**Marie-Axelle Granié**
*Département Mécanismes des Accidents*
*Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité*
*Chemin de la Croix Blanche*
*13300 Salon de Provence*
*marie-axelle.granie@inrets.fr*

*Dans cette communication, nous nous proposons d'étudier les différences de sexe ainsi que l'effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la perception du risque et des comportements piétons d'adultes. L'adhésion aux stéréotypes de sexe, la perception du danger, du risque et de la gravité de la transgression de 16 comportements piétons ont été mesurés chez 258 adultes (104 hommes et 154 femmes). Les résultats montrent un effet du sexe et de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la perception de la gravité de la transgression de certains comportements piétons. Ils sont discutés en termes d'éducation et de prévention.*

## 1. Introduction

Le sexe reste un des déterminants communs à l'ensemble des prises de risques et notamment le risque routier. Ainsi, 70 à 80% des tués sur la route entre 15 et 59 ans sont des hommes (voir par exemple Assailly, 2001). Les garçons ont des accidents plus fréquents (Baker, O'Neill, & Ginsburg, 1992; Rivara & Mueller, 1987) et plus graves (Rivara, Bergman, LoGerfo, & Weiss, 1982) que les filles, et l'exposition au risque ne semble pas être la seule variable explicative (Waylen & McKenna, 2002). En particulier, on observe des différences de sexe dans l'engagement dans les comportements à risque (Byrnes, Miller, & Schafer, 1999; Coppens & Gentry, 1991; Morrongiello & Dawber, 1999), mais aussi dans l'évaluation du risque chez les enfants, les

adolescents et les adultes (DeJoy, 1992; Harré, Brandt, & Dawe, 2000; Peterson, Brazeal, Oliver, & Bull, 1997; Rosenbloom & Wolf, 2002).

Les comportements sûrs sur la route ne dépendent pas seulement des attitudes à l'égard des risques et de la capacité à évaluer les dangers routiers. En effet, l'usager de la route doit aussi prendre en compte les règles formelles et informelles qui gouvernent les interactions sociales sur la route (Björklund & Aberg, 2005). Les recherches sur l'adulte montrent des différences de sexe dans la conformité aux règles routières. Les comportements dangereux et l'implication dans un accident des conducteurs sont dus plus souvent à la transgression de règles légales chez les hommes que chez les femmes (Harré, Field, & Kirkwood, 1996; Simon & Corbett, 1996; Yagil, 1998). De plus, des études ont montré que les hommes piétons transgressent plus les règles que ne le font les femmes piétonnes (Moyano Diaz, 2002; Rosenbloom, Nemrodov, & Barkan, 2004; Yagil, 2000). Certains auteurs affirment que le sexe n'est prédictif des accidents que par sa relation aux infractions routières (Lawton, Parker, Stradling, & Manstead, 1997). Pourtant, très peu d'études ont pour l'instant cherché à expliquer cette différence entre sexes dans la conformité routière (Granié, 2007; Yagil, 2000). Ainsi, les motivations amenant les usagers à se conformer aux règles diffèrent en fonction du sexe : les hommes conducteurs (Yagil, 1998) et les garçons piétons (Granié, 2007) expriment un degré plus faible de motivations normatives, c'est-à-dire une plus faible internalisation de la règle (Tyler, 1990) que les femmes conductrices et les filles piétonnes.

De nombreux psychologues expliquent cette différence de sexe dans la conformité aux règles en termes de rôles de sexe (Eagly & Chrvala, 1986; Schwarzwald & Koslowsky, 1999). Cette interprétation est cohérente avec les normes de sexe à l'égard de la transgression (Yagil, 1998). En effet, les garçons et les hommes perçoivent plus d'approbation sociale aux transgressions et infractions qu'ils commettent et font l'expérience de moins de contrôle sur leur comportement que les femmes (Parker, Manstead, Stradling, & Reason, 1992).

Les rôles de sexe se définissent comme les attentes de comportement que développe le groupe social en fonction de l'appartenance de l'individu à un groupe de sexe (Hurtig, 1982). Ainsi, un stéréotype de sexe est défini par la somme des croyances sur ce que signifie être un homme ou une femme. Les stéréotypes de sexe comprennent les informations concernant l'apparence physique, les attitudes, les intérêts, les traits psychologiques, les relations sociales et les occupations (Ashmore, Del Boca, & Wahlers, 1986; Deaux & Lewis, 1984; Huston, 1983, 1985). Les hommes sont stéréotypiquement considérés comme instrumentaux : ils agissent et provoquent les événements ; les femmes sont stéréotypiquement relationnelles : elles sont concernées par les interactions sociales et les émotions (Bakan, 1966; Block, 1973; Parsons, 1955). Mais ce n'est pas parce qu'un individu se reconnaît dans certains traits stéréotypiquement féminins qu'il se reconnaît dans tous les traits féminins, ni même qu'il ne se reconnaît pas dans certains traits masculins (Bem, 1974, 1981). Bem (1981, 1986) définit ainsi quatre catégories d'adhésion aux

stéréotypes de sexe : les individus masculins, les individus féminins, les androgynes qui se reconnaissent fortement à la fois dans les stéréotypes féminins et dans les stéréotypes masculins, et les individus indifférenciés qui se définissent par une faible adhésion à la fois aux stéréotypes masculins et aux stéréotypes féminins.

Dans le domaine du risque et de l'infraction dans l'espace routier, cette prise en compte de l'adhésion aux stéréotypes de sexe est très récente. Plusieurs études montrent ainsi un effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la prise de risque chez le jeune enfant (Granié, 2008), sur l'utilisation des jugements moraux dans la justification de la conformité ou non aux règles routières chez l'enfant (Tostain, Lebreuilly, & Georget, 2005), sur la catégorisation morale des infractions et des risques routiers chez l'enfant et l'adolescent (Granié, Girault, & Thiruthuvarajan, 2007a; Granié, Keyser, & Marquet, 2007b; Granié, Ruby, & Courcoul, 2007c), sur la prise de risque, le style de conduite et l'accidentologie routière chez l'adulte (Özkan & Lajunen, 2006). Dans cette communication, nous nous proposons d'étudier les différences de sexe ainsi que l'effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la perception du risque et des comportements piétons d'adultes. D'après les études citées plus haut, nous nous attendons à trouver une plus grande conformité aux règles routières chez les femmes et, plus généralement, chez les individus féminins.

# 2. Méthode

## 2.1. Participants et procédure

Les participants à cette étude sont 258 adultes (104 hommes et 154 femmes), âgés de 25 à 54 ans (M = 36,58, ET = 5,34). Cinquante pour cent de l'échantillon a un niveau d'étude inférieur ou égal au baccalauréat. L'échantillon est composé de 17% de cadres supérieurs ou professions libérales, de 43% de cadres moyens ou employés et de 16,7% d'ouvriers ou assimilés. L'ensemble des participants a été recruté par l'intermédiaire de 5 écoles maternelles de la même municipalité du Val-de-Marne, dans le cadre d'une recherche sur l'effet du sexe du parent et de l'enfant sur les pratiques éducatives à l'égard du risque (Granié, 2006b). Les questionnaires ont été distribués sous plis « anonymé » par les enseignants et déposés, remplis, par les participants sous plis cachetés dans une urne dans le hall de l'école.

## 2.2. Mesures

### 2.2.1 Adhésion aux stéréotypes de sexe (ASS)

Notre échelle de mesure de l'adhésion aux stéréotypes de sexe reprend l'ensemble des items communs aux deux versions du Bem Sex Role Inventory (Bem, 1981) validées pour la population française des adolescents (Fontayne, Sarrazin, & Famose, 2000) et des adultes (Gana, 1995), ainsi que les items spécifiques à chaque outil. L'outil final comprend 12 items masculins, 11 items féminins et 10 items neutres présentés en alternance. Les items neutres, dits

distractifs, reprennent pour 5 d'entre eux les items issus de la version de Gana (1995), ainsi que des items utilisés dans la version de Tostain (1993). Pour éviter toute ambiguïté dans le sens donné aux traits de personnalité, nous avons repris les formulations des items utilisées par Stericker et Kurdek (1982), Boldizar (1991), Tostain (1993) ou Marro (2003). La consigne est reprise de l'outil de Fontayne, Sarrazin et Famose (2000). On demande à l'individu de dire à quel point chaque affirmation reflète son caractère, de 1 = ce n'est jamais vrai à 7 = c'est toujours vrai.

### 2.2.2 Échelles de Perception des Comportements des Usagers de la Route (EPCUR)

EPCUR est composé de quatre échelles comprenant chacune les mêmes 16 items présentant des comportements piétons dangereux. Les items différencient des comportements piétons de transgressions non dangereuses et des comportements dangereux sans transgression. Les items sont issus à la fois de l'outil de Elliott et Baughan (2003, 2004) et d'une recherche précédente sur le piéton (Granié, Espiau, & Beaumatin, 2005). L'ordre des items varie à l'intérieur de chaque échelle.

L'échelle de comportements déclarés (ECUR) mesure la fréquence à laquelle l'individu déclare présenter ce comportement, sous forme Likert de 1 = jamais à 5 = très souvent.

L'échelle de perception du risque (EPRUR) reprend la consigne de l'échelle de perception du risque développé par Mallet (2005). Il s'agit pour l'individu d'évaluer de façon intuitive sa probabilité d'avoir un accident s'il s'engageait dans le comportement évoqué de 1 = aucun risque à 5 = risques très élevés.

L'échelle de perception du danger (EPDUR) reprend la consigne la formulation utilisée par Granié, Espiau et Beaumatin (2005) demandant à l'individu d'évaluer le niveau de danger perçu de chaque situation, de 1 = pas du tout dangereux à 5 = très dangereux.

L'échelle de perception de la gravité de la transgression (EPTUR) reprend la consigne type des outils destinés à mesurer la gravité de la transgression dans le domaine du jugement moral par domaine (voir par exemple Nucci, Guerra, & Lee, 1991). Il s'agit pour l'individu d'estimer le niveau de tort de chacun des comportements présentés de 1 = pas du tout mal à 5 = très mal.

Les quatre échelles sont présentées à l'individu à quatre moments différents de son questionnement comprenant d'autres outils (Granié, 2006b), mais toujours dans le même ordre (comportement, risque, danger, transgression) pour limiter les recherches de cohérence interne dans les réponses données.

# 3. Résultats

## 3.1. Validation des outils

Une ACP avec rotation varimax nous a permis de vérifier que les items masculins et féminins de l'ASS se répartissaient bien sur deux axes, l'un

regroupant les items masculins et l'autre regroupant les items féminins. Nous avons conservé les items qui avaient le plus poids sur chaque axe. L'échelle de masculinité comprend au final 9 items et l'échelle de féminité 8 items (voir tableau 1).

**Tableau 1. Matrice des composantes après rotation des items masculins (M) et féminins (F) composant l'ASS**

| | Axes | |
|---|---|---|
| | Masculin | Féminin |
| Confiance en soi M | ,646 | ,128 |
| Va vers les autres F | -,077 | ,560 |
| Sensible aux besoins des autres F | ,236 | ,625 |
| Sur de soi M | ,480 | ,261 |
| Compréhensif F | ,301 | ,531 |
| Forte personnalité M | ,593 | ,194 |
| Compatissant F | -,154 | ,490 |
| Énergique M | ,460 | ,310 |
| Sensible aux sentiments des autres F | ,080 | ,736 |
| Apte à diriger M | ,704 | -,009 |
| Chaleureux F | ,167 | ,557 |
| Dominateur M | ,619 | -,060 |
| Tendre F | ,243 | ,503 |
| Prends volontiers position M | ,692 | ,191 |
| Agit en chef M | ,724 | -,097 |
| Gentil F | -,149 | ,540 |
| Compétitif M | ,492 | -,150 |

Les alphas de Cronbach sur les échelles ainsi obtenues sont de $\alpha$ = .79 pour l'échelle de masculinité et de $\alpha$ =.72 pour l'échelle de féminité. Pour catégoriser les individus selon leur degré d'adhésion aux stéréotypes de sexe, nous avons utilisé la technique du partage à la médiane (Fontayne et al., 2000). Les individus sont ainsi répartis, selon leur positionnement par rapport à la médiane, comme masculin (faiblement féminin et fortement masculin), féminin (fortement féminin et faiblement masculin), androgyne (fortement masculin et fortement féminin) et indifférencié (faiblement masculin et faiblement féminin). Dans cette communication, nous nous intéresserons seulement aux sujets schématiques (Bem, 1981, 1985), c'est-à-dire les individus masculins ou féminins (voir tableau 2).

**Tableau 2. Répartition des hommes et des femmes dans les catégories d'ASS**

| | | Catégorie d'adhésion aux stéréotypes de sexe | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | masculin | féminin | androgyne | indifférencié | Total |
| sexe | homme | 36 | 10 | 24 | 33 | 103 |
| | femme | 20 | 32 | 43 | 56 | 151 |
| Total | | 56 | 42 | 67 | 89 | 254 |

Nous avons également effectué des ACP avec rotation varimax sur les échelles composant EPCUR. Nous n'avons gardé que les items qui avaient les plus forts poids sur l'ensemble des 4 échelles, sur un seul des deux axes dégagés par ACP. Deux types de situations se différenciaient systématiquement sur les 4 échelles (voir annexe) : les situations de transgression volontaire en traversée (6 items) et les situations de prise de risque involontaires (4 items). Les tests d'homogénéité sur ces sous-scores sont plutôt satisfaisants, variant entre .69 et .92 (voir tableau 3).

**Tableau 3. Alphas de Cronbach sur les sous échelles EPCUR**

| | Sous-score de transgression volontaire | Sous-score de prise de risque involontaire |
|---|---|---|
| Comportements ECRUR | .82 | .69 |
| Perception du risque EPRUR | .85 | .89 |
| Perception du danger EPDUR | .90 | .74 |
| Perception de la transgression EPTUR | .92 | .84 |

## 3.2. Corrélation inter-échelles

**Tableau 4. Corrélations entre les échelles d'EPCUR**

| | 1. | 2. | 3. | 4. |
|---|---|---|---|---|
| 1. Perception du risque | — | ,52 (**) | ,43 (**) | -,14 (*) |
| 2. Perception du danger | | — | ,73 (**) | -,38 (**) |
| 3. Perception de la gravité de la transgression | | | — | -,29 (**) |
| 4. Comportement | | | | — |

(* p < .05) (** p < .01)

Le tableau 4 présente les corrélations entre les 4 échelles globales d'EPCUR. Le comportement piéton est corrélé négativement avec les échelles de perception du risque, de perception du danger et de perception de la gravité de la transgression. Les autres scores sont également intercorrélés. Plus l'individu perçoit un danger dans une situation, plus il la perçoit comme transgressive, plus il la perçoit comme risquée pour lui-même et moins il s'y engage. Par contre, la corrélation entre la perception du risque et le

comportement existe chez les hommes (r (102)= -.20 à p < .05) mais pas chez les femmes (r (150)= -.09, ns), alors que pour chaque groupe de sexe le comportement est relié négativement à la perception du danger et à la perception de la gravité de la transgression. Plus les hommes perçoivent le risque d'une situation pour eux-mêmes et moins ils déclarent s'y engager fréquemment, mais la fréquence d'engagement dans les comportements n'est pas liée chez les femmes à leur perception du risque du comportement pour elles-mêmes. Par ailleurs, l'étude des inter-corrélation entre les scores d'EPCUR chez les individus masculins et féminins montrent que 1/ les perceptions du risque, du danger et de la gravité de la transgression sont intercorrélés chez les individus masculins, mais le comportement piéton déclaré n'est relié qu'à la perception du danger (tableau 5) ; 2/ les scores d'EPCUR ne sont pas intercorrélés chez les individus féminins, hormis une corrélation positive entre perception du danger et perception de la transgression et le comportement déclaré n'est expliqué par aucun des scores de perceptions (tableau 6).

**Tableau 5. Corrélations entre les échelles d'EPCUR chez les individus masculins**

| | 1. | 2. | 3. | 4. |
|---|---|---|---|---|
| 1. Perception du risque | — | ,82 (**) | ,71 (**) | -,10 |
| 2. Perception du danger | | — | ,80 (**) | -,29 (*) |
| 3. Perception de la gravité de la transgression | | | — | -,26 |
| 4. Comportement | | | | — |

(* p < .05) (** p < .01)

**Tableau 6. Corrélations entre les échelles d'EPCUR chez les individus féminins**

| | 1. | 2. | 3. | 4. |
|---|---|---|---|---|
| 1. Perception du risque | — | ,09 | ,08 | ,13 |
| 2. Perception du danger | | — | ,79 (**) | -,31 |
| 3. Perception de la gravité de la transgression | | | — | -,28 |
| 4. Comportement | | | | — |

(* p < .05) (** p < .01)

## 3.3. Différences de sexe sur EPCUR et sur les sous-scores

Le tableau 7 montre les scores obtenus par les hommes et les femmes sur les 4 échelles d'EPCUR. Les différentes ANOVAs effectuées sur l'effet de la variable sexe (2) sur les échelles et les sous-scores de comportement, de perception du risque, du danger et de la transgression ne montrent aucune différence de moyenne entre le groupe des hommes et le groupe des femmes. Par contre, on trouve un effet du sexe sur le score moyen de perception de la gravité de la transgression concernant le sous-score des situations des prises de risque involontaire, F (1,247)= 4,28, p <.05. Les hommes ont un score de

perception de la gravité de la transgression des situations de prise de risque involontaire plus élevé que les femmes (M = 18,63, ET = 2,08 et M = 17,90, ET = 3,07 respectivement).

**Tableau 7. Moyenne (et écart-type) par sexe sur les 4 échelles EPCUR**

| | sexe | |
|---|---|---|
| | hommes | femmes |
| Comportement | 21,64 (6,46) | 22,61 (6,27) |
| Risque | 36,40 (7,85) | 35,32 (8,02) |
| Danger | 39,89 (6,57) | 38,85 (6,34) |
| Gravité transgression | 39,41 (7,15) | 38,80 (8,02) |

## 4. Effet de la masculinité et de la féminité sur EPCUR et sur les sous-scores

**Tableau 8. Moyenne (et écart-type) par catégorie d'adhésion aux stéréotypes de sexe sur les 4 échelles EPCUR**

| | Adhésion aux stéréotypes de sexe | |
|---|---|---|
| | Individus masculins | Individus féminins |
| Comportement | 22,48 (6,55) | 21,07 (6,64) |
| Risque | 36,41 (7,03) | 34,92 (9,24) |
| Danger | 38,61 (6,43) | 40,02 (5,45) |
| Gravité transgression | 37,11 (7,27) | 40,73 (7,27) |

Le tableau 8 présente les scores obtenus par les individus masculins et les individus féminins sur les 4 échelles d'EPCUR. Les ANOVAs effectuées sur l'effet de la variable « adhésion aux stéréotypes de sexe » (2 : masculin ou féminin) sur les échelles et les sous-scores de comportement, de perception du risque, du danger et de la transgression montrent seulement une différence de moyenne entre le groupe masculin et le groupe féminin sur la perception de la gravité de la transgression, $F$ (1, 96) = 5,83, $p$ <.05. Comme le montre le tableau 5, les individus féminins ont un score de perception de la gravité de la transgression supérieur aux individus masculins. Au niveau des sous-scores, on observe un effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur la perception de la gravité de la transgression dans les situations de transgression volontaire ($F$ (1, 94) = 7,26, $p$< .01). Les individus féminins ont un score de perception de la gravité de la transgression plus élevé que les individus masculins pour les situations de transgression volontaire ($M$ = 22,39, $ET$ = 6,03 et $M$ = 18,91, $ET$ = 6,43 respectivement). Pour affiner l'effet de la masculinité et de la féminité dans ces résultats, nous avons analysé l'effet des scores de masculinité et de féminité transformés en classes dichotomiques en eux-mêmes, par des ANOVAs 2x2. Il en ressort que le score de féminité a un effet sur la perception de la gravité de la transgression globale, $F$ (1, 242) = 4,51, $p$ < .05. Les individus qui ont un fort score de féminité ont un score de perception de la gravité de la transgression significativement plus élevé que les individus qui ont un faible score de féminité ($M$ = 40,04, $ET$ = 7.16 et $M$ = 38.23, $ET$ = 7.95,

respectivement). Le score de masculinité n'a pas d'effet sur le score de gravité de la transgression et il n'y a pas d'effet d'interaction entre masculinité et féminité. Par ailleurs, les scores de masculinité et de féminité ont un effet sur la perception de la gravité de la transgression des situations de transgression volontaire ($F$ (1, 242) = 5,42, $p < .05$ pour la masculinité et $F$ (1, 242) = 4,28, $p < .05$ pour la féminité). Ainsi, les individus ayant un faible score de masculinité ont un score de perception de la gravité des comportements de transgression volontaire plus fort que les individus fortement masculins ($M$ = 21,57, $ET$ = 5,90, et $M$ = 20,02, $ET$ = 6,15 respectivement). Au contraire, ce sont les individus fortement féminins qui ont un plus fort score de perception de la gravité des comportements de transgression volontaire que les individus faiblement féminins ($M$ = 21,52, $ET$ = 5,90 et $M$ = 20,29, $ET$ = 6,15 respectivement). Il n'y a pas d'effet d'interaction.

# Discussion

Les premiers résultats livrés par cette étude montrent des différences de sexe et un effet de la masculinité et de la féminité sur la perception des comportements piétons chez l'adulte.

Concernant les différences de sexe, les résultats montrent que les hommes perçoivent plus que les femmes les comportements de mise en danger involontaire comme transgressifs. La gravité de l'inattention, voire de l'erreur, est ainsi davantage mise en avant par les hommes que par les femmes. Les comportements de mise en danger involontaire de l'échelle utilisée ici se caractérisent par l'importance du regard et de la prise d'information sur l'environnement au moment de la traversée (voir annexe). L'importance plus grande que semble revêtir cette prise d'information sur l'environnement pour les hommes n'est pas sans rappeler les résultats que nous avons trouvé lors de l'observation du comportement piéton de jeunes enfants (Granié, 2007) : il apparaissait ainsi que les seuls moments du déplacement piéton pour lesquels les garçons de 5 ans observés avaient un comportement plus sécuritaire que les filles étaient également la prise d'information sur le trafic. Ceci est peut-être ici à rapprocher d'autres résultats qui montrent une tendance à explorer les objets dangereux plus importante chez les garçons (Morrongiello & Dawber, 1998).

Sur l'effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe, les résultats révèlent que les individus féminins ont une perception de la gravité de la transgression plus élevée sur celle des individus masculins, en particulier dans les situations de transgressions volontaires. Cette différence de perception semble particulièrement due au niveau d'adhésion aux stéréotypes féminins. Ainsi, les individus qui adhèrent fortement aux stéréotypes féminins considèrent la transgression de la règle légale comme plus grave que les individus qui adhèrent peu aux stéréotypes féminins. La différence de sexe dans la perception des règles routières, avec des motivations normatives (perception de la règle) plus importantes chez les femmes, telle que l'a observée par Yagil chez les conducteurs (1998), pourrait être expliquée par le niveau d'adhésion

aux stéréotypes féminins sur l'évaluation des règles. Mais ces motivations normatives n'expliquent pas dans nos résultats les comportements déclarés. Yagil (1998) montrait une relation entre l'évaluation de la règle et les comportements. Le lien entre le comportement infractionniste et l'évaluation de la règle comme illogique ou dépassée - ou, en d'autres mots, conventionnelle (Turiel, 1998) – était alors interprété en termes de recherche de cohérence et de réduction de la dissonance cognitive (Festinger, 1957). Dans nos résultats, l'absence d'effet de la perception de la règle sur le comportement déclaré semble montrer que la relation développementale entre le comportement transgressif de l'individu et sa perception de la gravité de la transgression de ces comportements reste encore à mieux comprendre.

Par ailleurs, la perception du risque des comportements piétons ne semble pas être reliée aux comportements déclarés par les femmes. De plus, si la fréquence de comportement piéton à risque accidentel est relié chez les individus masculins à leur perception de la dangerosité de ces comportements (motivations instrumentales, Yagil, 2000), la fréquence des comportements déclarés par les individus féminins n'est relié ni à la perception du risque, ni à la perception du danger, ni à la perception de la gravité de la transgression de ces comportements. Ainsi, il semble que le comportement piéton des individus féminins soit moins sous l'emprise de leur perception de ces comportements que celui des individus masculins. Ces résultats ne montrent pourtant aucune différence de sexe dans la fréquence de comportements à risque déclarés en tant que piéton chez l'adulte, ce qui semble aller à l'encontre des données de la littérature (Moyano Diaz, 2002; Rosenbloom et al., 2004; Yagil, 2000). Il faut tout de même noter que les résultats de Yagil (2000), sur un échantillon plus homogène socialement et plus jeune (tous les participants étaient étudiants), montraient une différence entre hommes et femmes sur un seul des 5 comportements piétons étudiés : la fréquence déclarée de traversée au feu rouge, plus importante chez les hommes. Des recherches ultérieures permettront prochainement d'investiguer les effets potentiels de l'âge sur la perception des comportements piétons (Granié, 2006a).

Les résultats de cette étude renforcent l'hypothèse d'un effet du sexe mais surtout de l'adhésion aux stéréotypes féminins sur la conformité aux règles routières (Özkan & Lajunen, 2006; Tostain et al., 2005; Yagil, 2000), cette conformité étant mesurée ici sous l'angle de la perception de la gravité de la transgression des règles piétonnes. Ils montrent que, même si cette différence de conformité ne se traduit pas en comportements déclarés, le rapport à la règle diffère en fonction de la façon dont l'individu se définit en regard des stéréotypes féminins. On peut ainsi se demander comment cet effet de l'adhésion aux stéréotypes féminins sur la perception de la règle agit sur la perception de l'environnement routier (aménagements et infrastructures par exemple) et sur la perception de l'environnement social plus généralement. Nos résultats les plus récents montrent ainsi que la relation entre adhésion aux stéréotypes de sexe et perception de la règle et du risque est médiée par la catégorisation que l'individu fait de ces règles et de ces risques en termes moraux (Granié et al., 2007a; Granié et al., 2007b; Granié et al., 2007c). Ainsi,

la féminité n'a pas un effet direct sur la conformité : la conformité plus grande des individus féminins est liée à une perception des règles et des risques, qui prend davantage en compte les effets du comportement individuel sur le bien-être d'autrui. Dans une perspective d'éducation et de prévention, il semble donc que, pour amener une baisse de la prise de risque et de l'infraction chez le piéton, il faille davantage insister sur ce qui fonde en partie la féminité, c'est-à-dire l'accent mis sur la relation à l'autre.

# Références


Ashmore, R. D., Del Boca, F. K., & Wahlers, A. J. (1986). Gender stereotypes. In R. D. Ashmore & F. K. Del Boca (Eds.), *The social psychology of female-male relations: a critical analysis of central concepts*. New York: Academic Press.

Assailly, J.-P. (2001). *La mortalité chez les jeunes*. Paris: Que sais-je? P.U.F.

Bakan, D. (1966). *The duality of human existence*. Chicago: Rand Mc Nally.

Baker, S. P., O'Neill, B., & Ginsburg, M. J. (1992). *The injury fact book*. New York: Oxford University Press.

Bem, S. L. (1974). The measurement of psychological androgyny. *Journal of consulting and clinical psychology, 42*, 155-162.

Bem, S. L. (1981). Gender schema theory: a cognitive account of sex-typing. *Psychological Review, 88*, 354-364.

Bem, S. L. (1986). Au-delà de l'androgynie. Quelques préceptes osés pour une identité de sexe libérée. In M.-C. Hurtig & M.-F. Pichevin (Eds.), *La différence des sexes. Question de psychologie* (pp. 251-271). Paris: Edition Tierce.

Björklund, G. M., & Aberg, L. (2005). Driver behaviour in intersections: formal and informal traffic rules. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 8*, 239-253.

Block, J. H. (1973). Conceptions of sex-roles: some cross-cultural and longitudinal perspectives. *American Psychologist, 28*, 512-526.

Boldizar, J. P. (1991). Assessing sex typing and androgyny in children: the children's sex role inventory. *Developmental Psychology, 27*(3), 505-515.

Byrnes, J. P., Miller, D. C., & Schafer, W. D. (1999). Gender differences in risk taking: a meta-analysis. *Psychological Bulletin, 125*(3), 367-383.

Coppens, N., & Gentry, L. (1991). Video analysis of play-ground injury-risk situations. *Research in Nursing and Health, 14*, 129-136.

Deaux, K., & Lewis, L. L. (1984). Structure of gender stereotypes: interrelations among components and gender labels. *Journal of Personality and Social Psychology, 46*(5), 991-1004.

DeJoy, D. M. (1992). An examination of gender differences in traffic accident risk perception. *Accident Analysis & Prevention, 24*, 237-246.

Eagly, A. H., & Chrvala, C. (1986). Sex differences in conformity: status and gender role interpretations. *Psychology of Women Quarterly, 10*, 203-220.

Elliott, M. A., & Baughan, C. J. (2003). *Adolescent road user behaviour: a survey of 11-16 year olds. TRL Report 561*. Londres: Department for Transport.

Elliott, M. A., & Baughan, C. J. (2004). Developing a self-report method for investigating adolescent road user behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 7*(6), 373-393.

Festinger, L. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*. Evanston, Ill.: Row, Peterson.

Fontayne, P., Sarrazin, P., & Famose, J.-P. (2000). The Bem Sex-Role Inventory: validation of a short-version for French teenagers. *European Review of Applied Psychology, 50*(4), 405-417.

Gana, K. (1995). Androgynie psychologique et valeurs socio-cognitives des dimensions du concept de soi. *Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale, 25*, 27-43.

Granié, M. A. (2006a). Approche développementale de l'influence de l'adhésion aux stéréotypes de sexe sur le rapport au risque: méthodologie commune. In M. A. Granié (Ed.), *Genre, Risques, Éducation, Socialisation. Le rôle du sexe et du genre dans les influences sociales sur le développement du rapport au risque dans l'enfance et l'adolescence. Rapport d'étapes de recherche 1 & 2 sur subvention PREDIT/DSCR* (pp. 47-51). Arcueil: INRETS.

Granié, M. A. (2006b). Sexe du parent, socialisation différenciée et socialisation au risque. In M. A. Granié (Ed.), *Genre, Risques, Éducation, Socialisation. Le rôle du sexe et du genre dans les influences sociales sur le développement du rapport au risque dans l'enfance et l'adolescence. Rapport d'étapes de recherche 1 & 2 sur subvention PREDIT/DSCR* (pp. 4-22). Arcueil: INRETS.

Granié, M. A. (2007). Gender differences in preschool children's declared and behavioral compliance with pedestrian rules. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 10*(5), 371-382.

Granié, M.A. (2008). Sex, age and gender as determinants of preschoolers' injury-risk behaviors. *Journal of Pediatric Psychology, soumis.*

Granié, M. A., Espiau, G., & Beaumatin, A. (2005). La construction des règles chez l'enfant: socialisation et différences de sexe. In M. A. Granié (Ed.), *Développement Social et Sécurité Routière. Rapport final de recherche sur subvention PREDIT/DSCR* (pp. 17-68). Arcueil: INRETS.

Granié, M. A., Girault, S., & Thiruthuvarajan, S. (2007). *L'évolution de la prise de risque entre 11 et 15 ans en lien avec l'identité sexuée et la catégorisation morale. Mémoire de recherche de Master 1 de Psychologie du Développement sous la direction de M.A. Granié.* Université Paris 10, Nanterre.

Granié, M. A., Keyser, J., & Marquet, M. (2007). *Rôle des pratiques éducatives, de l'identité sexuée, de la catégorisation morale sur les prises de risques générales et deux roues: différences intra-groupes. Mémoire de recherche de Master 1 de Psychologie du Développement sous la direction de M.A. Granié.* Université Paris 10, Nanterre.

Granié, M. A., Ruby, M., & Courcoul, R. (2006). *Effet de l'identité sexuée, du jugement moral et de l'engagement dans les comportements à risque sur les comportements transgressifs à l'adolescence. Mémoire de recherche de Master 1 de Psychologie du Développement sous la direction de M.A. Granié.* Université Paris 10, Nanterre.

Harré, N., Brandt, T., & Dawe, M. (2000). The Development of Risky Driving in Adolescence. *Journal of Safety Research, 31*(4), 185-194.

Harré, N., Field, J., & Kirkwood, B. (1996). Gender differences and areas of common concern in the driving behaviors and attitudes of adolescents. *Journal of Safety Research, 27*(3), 163-173.

Hurtig, M. C. (1982). L'élaboration socialisée de la différences des sexes. *Enfance, 4*, 283-302.

Huston, A. (1983). Sex-typing. In P. H. Mussen (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (Vol. Vol. IV Socialization Personality and social development). New-York: Wiley.

Huston, A. (1985). The development of sex-typing: themes from recent research. *Developmental Review, 5*, 1-17.

Lawton, R., Parker, D., Stradling, S., & Manstead, A. S. R. (1997). Predicting road traffic accidents: the role of social deviance and violations. *British Journal of Psychology, 88*, 249-262.

Mallet, P. (2005). A quoi tient la propension des adolescents de 15 ans, placés dans des situations fictives, à conduire imprudemment une voiture? Les poids respectifs des pairs et de la personnalité. In M. A. Granié (Ed.), *Développement Social et Sécurité Routière. Rapport final de recherche sur subvention PREDIT/DSCR* (pp. 161-173). Arcueil: INRETS.

Marro, C. (2003). Se qualifier de "fille féminine" ou de "garçon masculin" à l'adolescence. *Pratiques Psychologiques, 3*, 5-20.

Morrongiello, B. A., & Dawber, T. (1998). Toddlers' and mothers' behaviors in an injury-risk situation: implications for sex differences in childhood injuries. *Journal of Applied Developmental Psychology, 19*(4), 625-639.

Morrongiello, B. A., & Dawber, T. (1999). Parental influences on toddlers' injury-risk behaviors: are sons and daughters socialized differently? *Journal of Applied Developmental Psychology, 20*(2), 227-251.

Moyano Diaz, E. (2002). Theory of planned behavior and pedestrians' intentions to violate traffic regulations. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 5*(3), 169-175.

Nucci, L. P., Guerra, N., & Lee, J. (1991). Adolescent judgments of the personal, prudential, and normative aspects of drug usage. *Developmental Psychology, 27*(5), 841-848.

Özkan, T., & Lajunen, T. (2006). What causes the differences in driving between young men and women? The effects of gender roles and sex on young drivers' driving behaviour and self-assessment of skills. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 9*, 269-277.

Parker, D., Manstead, A. S. R., Stradling, S. G., & Reason, J. T. (1992). Determinants of intention to commit driving violations. *Accident Analysis & Prevention, 24*(2), 117-131.

Parsons, T. (1955). *Family socialization and interaction process*. New-York: The Free Press of Glencoe.

Peterson, L., Brazeal, T., Oliver, K., & Bull, C. (1997). Gender and developmental patterns of affect, belief, and behavior in simulated injury events. *Journal of Applied Developmental Psychology, 18*(4), 531-546.

Rivara, F. P., Bergman, A. B., LoGerfo, J., & Weiss, M. (1982). Epidemiology of childhood injury II: sex differences in injury rates. *Developmental and Behavioral Pediatrics, 16*, 362-370.

Rivara, F. P., & Mueller, B. A. (1987). The epidemiology and causes of childhood injury. *Journal of Social Issues, 43*, 13-32.

Rosenbloom, T., Nemrodov, D., & Barkan, H. (2004). For heaven's sake follow the rules: pedestrians' behavior in an ultra-orthodox and a non-orthodox city. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 7*(6), 395-404.

Rosenbloom, T., & Wolf, Y. (2002). Sensation seeking and detection of risky road signals: a developmental perspective. *Accident Analysis & Prevention, 34*(5), 569-580.

Schwarzwald, J., & Koslowsky, M. (1999). Gender, self-esteem, and focus of interest in the use of power strategies by adolescents in conflict situations. *Journal of Social Issues, 55*(1), 15-32.

Simon, F., & Corbett, C. (1996). Road traffic offending, stress, age, and accident history among male and female drivers. *Ergonomics, 39*, 757-780.

Stericker, A. B., & Kurdek, L. A. (1982). Dimensions and correlates of children's sex role self concept. *Sex Roles, 8*, 915-929.

Tostain, M. (1993). Androgynie psychologique et perception de la déviance : aspects développementaux. *Revue Internationale de Psychologie Sociale, 1*, 87-104.

Tostain, M., Lebreuilly, J., & Georget, P. (2005). Construction du jugement moral chez l'enfant. Jugement de gravité, de dangerosité et effet de l'adhésion aux stéréotypes de sexe. In M. A. Granié (Ed.), *Développement social et sécurité routière. Rapport final sur subvention PREDIT/DSCR* (pp. 69-92). Arcueil: INRETS.

Turiel, E. (1998). The development of morality. In N. Eisenberg (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (Vol. 3: Social, emotional and personality development, pp. 863-932). New York: Wiley.

Tyler, T. (1990). *Why people obey the law*. New Haven: Yale University Press.

Waylen, A., & McKenna, F. (2002). *Cradle attitudes - grave consequences. The development of gender differences in risky attitudes and behaviour in road use*. Reading University: Foundation for Road Safety Research.

Yagil, D. (1998). Gender and age-related differences in attitudes toward traffic laws and traffic violations. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 1*, 123-135.

Yagil, D. (2000). Beliefs, motives and situational factors related to pedestrians' self-reported behavior at signal-controlled crossings. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 3*(1), 1-13.

# ANNEXE : Items composant les 4 échelles terminales de EPCUR

Transgression volontaire lors de la traversée

- Ne pas traverser tout droit pour arriver plus près de l'endroit où vous voulez aller
- Rejoindre quelqu'un sur l'autre trottoir en traversant au feu piéton rouge dans une rue sans voiture
- Traverser en dehors des passages piétons pour gagner du temps
- Traverser entre des véhicules en stationnement, alors qu'il y a à proximité un endroit plus sûr pour traverser
- Traverser au feu piéton rouge car vous pensez que vous avez le temps de le faire
- Traverser au passage piéton lorsque le feu piéton est rouge

Prise de risque involontaire

- Traverser en oubliant de regarder correctement parce que vous êtes en train de discuter avec quelqu'un
- Traverser en courant sans regarder parce que vous êtes en retard
- Traverser en oubliant de regarder correctement parce que vous pensez à autre chose
- Traverser alors que des véhicules gênent votre visibilité

# *4ème partie*

# *Le piéton et son environnement*

# Effets des caractéristiques de l'environnement sur le comportement des piétons à des intersections urbaines

**Jacques Bergeron*, Brigitte Cambon de Lavalette**, Charles Tijus***, Sébastien Poitrenaud***, Christine Leproux***, Jean-Pierre Thouez* et André Rannou***

** Université de Montréal,*
*** INRETS,*
**** Université de Paris 8*

## 1. Introduction

Parmi les usagers des voies de circulation, le piéton est très mobile et comme le soulignent avec humour Jian, Lizhong et Daoliang (2005), il est moins rigide et plus intelligent qu'un véhicule : il peut établir sa trajectoire comme bon lui semble, en particulier avec peu d'astreintes dans l'espace et, en outre, sans subir, ou peu, le contrôle policier qui s'adresse aux autres usagers. Pour sa sécurité, le problème est évidemment celui de la traversée de rue, puisque dans la très grande majorité des cas, c'est durant la traversée que surviennent les accidents. À ce sujet, il s'avère que le piéton est un usager peu discipliné en regard de la réglementation, au comportement souvent imprévisible. L'objectif de notre approche est de chercher à mieux comprendre le processus de prise de décision du piéton et les raisons pour lesquelles cette prise de décision ne correspond pas toujours à ce qui est attendu par les concepteurs de la régulation du trafic.

La réglementation dédiée aux voies routières rassemble l'ensemble des préceptes relatifs aux comportements de ses usagers. Pour les piétons, cette réglementation n'est pas très étendue, comparativement, par exemple, à celle qui régule les comportements des conducteurs. Elle commande de marcher sur les trottoirs, de traverser les rues dans les espaces réservés, les passages piétons, et enfin de se conformer à la signalisation lumineuse. La réglementation pour les piétons concerne donc l'usage d'un lieu, le passage

piéton, et une durée, celle de la phase lumineuse accordant le passage et n'est composée que de quelques règles simples. Pourtant, on observe couramment que cette réglementation n'est pas observée. Il en résulte de profondes divergences entre les comportements attendus par les concepteurs de la sécurité et les comportements effectifs tels qu'ils sont observés quotidiennement dans le trafic. Cette divergence entre comportement prescrit et comportement effectif n'est pas une question de connaissances puisqu'on peut supposer que le manque de respect des règles ne serait pas observé auprès de piétons qui auraient comme tâche principale de respecter la réglementation en ayant un parcours à faire comme tâche secondaire.

Pour expliquer le manque de respect d'une réglementation pourtant simple à comprendre et à utiliser pour contrôler son comportement, il faut envisager que la tâche de traversée est une tâche secondaire, subordonnée à une tâche principale de parcours qui peut souvent être plus exigeante : pour un élève, la minute de retard à l'école peut être plus importante que la minute à attendre l'autorisation de traverser. En outre, on peut considérer que la tâche de parcours est, comme pour toute tâche, une tâche qui est réalisée en cherchant à réduire sa pénibilité et sa complexité, tout en maintenant un niveau de sécurité satisfaisant. Il ne s'agit pas alors de se conformer ou de ne pas se conformer à la réglementation d'une tâche secondaire, mais d'évaluer ses exigences en gain pour la tâche principale. Un des facteurs pouvant expliquer le manque de respect de la signalisation doit être recherché, selon nous, dans l'influence de l'environnement de la tâche principale et de la tâche secondaire sur la prise de décision de traverser du piéton.

Au final, l'objectif de notre approche est d'améliorer la sécurité des piétons par la recherche d'une meilleure adéquation entre les usagers et le système de régulation tel qu'il est implanté physiquement dans l'environnement de la tâche principale. Il s'agit d'une part, de parvenir à ce que les usagers des transports se conforment aux comportements prescrits, puisque c'est lorsqu'ils dérogent à la réglementation que dysfonctionnements et accidents surviennent (Ward, Cave, Morrison, Allsop & Evans, 1994). Pour cela, notre proposition est qu'il faut faire en sorte que la réglementation puisse tenir compte des capacités et aptitudes des usagers, puisqu'une part des transgressions peut provenir de comportements et de réactions difficilement modifiables. Bien souvent, en effet, la réglementation relative à un système est conçue selon un modèle « idéal » de l'usager, différent de l'usager lui-même qui peut, de son côté, avoir un modèle du système qui est différent du système lui-même. On peut penser à un système installé pour régler la traversée d'une rue, à partir d'un modèle de l'usager qui lève la tête pour regarder la couleur de la lumière alors que des usagers ne lèvent jamais la tête et pensent que le système installé a pour fonction de réglementer la circulation des voitures. Comme il n'y a pas forcément d'adéquation entre les deux modes de représentation, il peut s'ensuivre dysfonctionnements et accidents (Richard, 1983 ; Tijus, Cambon de Lavalette, Leproux & Poitrenaud, 2003).

## 1.1 Que sait-on de la traversée de rue par les piétons ?

Les collisions entre piétons et véhicules ont longtemps été perçues comme relevant de comportements imprudents des protagonistes ; puis on a constaté qu'ils peuvent aussi être induits par les configurations routières ou les aménagements environnementaux qui favorisent la présence de conflits entre les usagers (Bergeron, Thouez, Bélanger, Bourbeau, Lord & Rannou, 2003). Certaines recherches se sont alors portées sur la prise de décision des piétons et du choix de la trajectoire de leurs itinéraires du point de vue de la sécurité. Ces recherches procèdent le plus souvent par questionnaires ou par entretiens auprès des piétons. Quelques-unes de ces recherches, par exemple Evans & Norman (1998), ou encore Holland et Hill (2007), s'appuient sur la théorie du comportement planifié de Ajzen qui fournit un outil opératoire particulièrement adapté. Les thèmes abordés sont ceux des variations d'attitude avec l'âge et le sexe (Holland & Hill, 2007), de la comparaison entre facilitation de l'activité et internalisation des normes dans les prises de décisions des piétons (Yagil, 2000 ; Evans & Norman, 1998), ou encore de l'effet de balance dans la recherche d'un gain (Räsänen, Lajunen, Alticafarbay & Aydin, 2007).

Evans et Norman (1998) ont ainsi montré que c'était beaucoup plus en fonction de l'évaluation de la maîtrise du comportement que les piétons prenaient la décision de traverser, qu'en fonction de l'intériorisation des normes et des représentations sociales. Yagil (2000) a obtenu des résultats analogues. Dans l'attitude des piétons face au danger, Holland et Hill (2007) ont cherché à expliquer les différences dans l'exposition au risque selon l'âge et le sexe. Comparant les intentions des sujets à traverser dans plusieurs types de situations, elles ont montré que les décisions n'étaient pas prises en fonction du risque perçu mais de la difficulté à réaliser la tâche. Dans l'alternative entre utiliser un passage surélevé ou traverser la rue, Räsânen et al. (2007) ont montré qu'un escalier mécanique était une bonne mesure incitative pour emprunter la passerelle, alors que la présence d'une signalisation lumineuse incitait au contraire les piétons à traverser à niveau. Prouvant ainsi le rôle de l'environnement sur les décisions des piétons, il est intéressant de noter en outre qu'il y a un gain dans chaque terme de l'alternative, mais que le gain n'est probablement pas de même nature.

Toutes ces recherches s'accordent sur l'importance de l'évaluation de l'activité sollicitée par la traversée et l'environnement de la traversée: ce serait à partir d'elle que le piéton déciderait du lieu et du moment de sa traversée. Notre approche se situe dans cette lignée de recherches en identifiant parmi les composantes de l'activité, les facteurs environnementaux susceptibles d'avoir une incidence sur la pénibilité et sur la conformité ou la transgression des règles.

## 1.2 Proposition pour une approche située du comportement piétonnier

Notre point de vue est que le comportement de traversée du piéton est déterminé en partie par la tâche qu'il a à assumer et en partie par

l'environnement physique de la traversée. La tâche à assumer est de traverser la chaussée pour se rendre quelque part en évitant les véhicules qui s'y déplacent dans un environnement physique qui a une configuration viaire particulière : la couleur du feu de signalisation, la présence de voitures, les actions des autres piétons, … Ces variables peuvent être vues comme un ensemble de contraintes qui déterminent l'issue du comportement : décider de traverser ou attendre. En cela, nous nous appuyons sur un modèle de résolution de problème développé par JF Richard, le modèle des contraintes.

Le modèle des contraintes (Richard, Poitrenaud & Tijus, 1993) a été développé pour les problèmes qui consistent à modifier l'état de la situation jusqu'à obtention de l'état final désiré. C'est le cas lorsqu'il s'agit de se déplacer d'un endroit x à un endroit y. En considérant les contraintes comme des règles qui restreignent les actions possibles, le modèle formalise l'idée que la résolution de problème est un compromis entre des contraintes qui peuvent se révéler contradictoires : atteindre les buts de la tâche en utilisant les connaissances qu'on a sur la situation, en utilisant les interprétations qu'on a des objets et de leurs propriétés et les heuristiques d'adaptation qui proviennent de la vie quotidienne. Les buts, connaissances, interprétations et heuristiques sont des contraintes qui s'ajoutent. Le cumul des restrictions peut aboutir à des impasses, à savoir des situations pour lesquelles, compte tenu des contraintes, on ne peut rien faire : pour pouvoir agir, il faut sacrifier certaines contraintes.

Le modèle des contraintes nous a paru s'appliquer particulièrement bien à la tâche de traversée du piéton. Étudier le comportement du piéton au regard des variables qui peuvent jouer comme contraintes, permettrait de mieux comprendre sa prise de décision, de faire des propositions d'aménagement de l'environnement pour faciliter un comportement naturel, non dangereux, avec moins d'infractions, et d'obtenir une meilleure adéquation de l'individu avec le système. De ce point de vue, comment envisager l'activité mentale du piéton ?

## 1.3 Modéliser l'activité piétonnière

Dans le contexte d'un parcours qui comprend une rue à traverser consiste à anticiper le trajet que l'on va suivre, en optimisant la réalisation du parcours tout en évitant de se trouver, lors de la traversée de la rue sur la trajectoire des véhicules qui y roulent. Comme dit plus haut, notre hypothèse est que la décision de traverser à un endroit plutôt qu'un autre résulte de l'évaluation de l'activité impliquée dans la réalisation du parcours des trajets anticipés avec comme objectif la diminution du coût de l'activité. Cette activité variant avec le contexte, le gain sur chacune des variables qui constituent le coût dépendra du contexte. Un trajet plus court peut être plus élevé en termes de risques lorsqu'on est accompagné d'enfants, par exemple.

Qu'entend-on par activité piétonnière? Dans une recherche sur la mobilité urbaine des piétons, Carré et Julien (2000) ont distingué trois actions de base du cheminement piétonnier : marcher, s'arrêter et attendre, et traverser. Une quatrième action nous semble également composer l'activité : la surveillance perceptive, visuelle et auditive. Du point de vue de l'activité impliquée dans ces quatre composantes, les variables qui déterminent le coût n'ont pas toutes le

même poids, et cette différence devrait avoir une incidence sur l'économie du parcours.

Marcher représente l'activité de base du piéton, sans laquelle il ne peut réaliser son projet : arriver à destination. La longueur du trajet et le temps de réalisation peuvent être tous deux des variables du coût. Lorsque c'est possible et utile, la longueur du trajet peut être réduite par une trajectoire plus courte, par exemple, en traversant une rue en diagonale, ou en évitant les détours. Le piéton en obtiendra un gain de temps et de pénibilité. Pour un trajet donné, lorsque c'est possible et utile, le temps de réalisation peut être réduit en augmentant la vitesse de la marche. S'arrêter et attendre sont des actions qui diffèrent l'atteinte du but et que l'on peut chercher à éliminer quand c'est possible. Elles sont propres à une situation ou à un environnement particulier, à sa dangerosité : certains itinéraires peuvent être parcourus sans avoir à traverser de rues, sans avoir à s'arrêter. S'arrêter, attendre et traverser, des actions qui surchargent la tâche initiale et qui diffèrent l'arrivée à destination. Du point de vue de la rationalité du comportement, on suppose que le piéton cherche à minimiser le coût de son activité.

Dans ce contexte, quelles sont les contraintes qui peuvent interférer dans la décision de traverser ? Certaines contraintes sont liées au but : atteindre sa destination, dans la plupart des cas, le plus rapidement possible. D'autres sont liées à la nature de l'environnement, principalement la largeur de la voie, la densité du trafic automobile, qui chacune accroissent l'activité de surveillance. La présence d'un passage piétons, d'une signalisation lumineuse pour les véhicules, ou pour les piétons, sont des éléments du système de régulation qui peuvent réduire la part de surveillance visuelle, mais aussi contraignent à devoir attendre que le feu passe au vert, ou encore à parfois faire un détour. Le volume du trafic piétonnier peut aussi interférer avec la décision du piéton : il est plus facile de transgresser à plusieurs !

Notre hypothèse est que ces contraintes interagissent les unes avec les autres. Il s'agit donc d'en étudier la hiérarchie, notamment en ce qui concerne les caractéristiques de l'environnement. Pour cela, nous avons procédé à l'analyse d'un grand nombre de traversées de rue par des piétons.

## 2. L'observation extensive de traversées de rue

La première étape de notre recherche a consisté à observer le comportement en situation réelle. À Montréal, plus de 4000 piétons ont été observés pendant la traversée de rues situées dans 12 intersections réparties sur toute la ville (Bergeron, Thouez, Bélanger, Bourbeau, Lord & Rannou, 2002). Certains sites se trouvent dans le centre-ville (le site 4, rue Sainte-Catherine, par exemple) ou dans des quartiers commerciaux (le site 6, sur l'avenue Mont-Royal) ; d'autres sont à la périphérie, comme le site 7 (intersection Langelier et Pie IX).

La ville de Montréal, comme bien des villes d'Amérique du Nord, se prête particulièrement bien à ce type de questionnement sur l'environnement. La configuration viaire, en quadrilatère, y est organisée avec une grande

régularité : les intersections ont toutes la même géométrie. Elles se différencient les unes aux autres par la présence ou l'absence de signalisation lumineuse (pour véhicules ou pour piétons), par le nombre de voies de circulation et les sens de circulation. Il devient alors possible de procéder plus facilement à des comparaisons en maîtrisant au mieux les variables environnementales (cf. en annexe, le plan des sites caractéristiques).

## Procédure

Pour la cueillette des données, deux grilles d'observation ont été conçues, permettant de noter de façon concomitante les comportements des piétons et des automobilistes sur un même site. Ces grilles ont été d'abord validées sur différents types de sites : carrefours urbains avec feux de signalisation, simples intersections sans feux de signalisation, passages piétonniers aménagés sur une rue achalandée, etc. Plusieurs milliers d'observations ont été menés sur ces sites, en enregistrant de façon systématique les comportements des piétons et des conducteurs, la vitesse des véhicules, les temps de traverser d'une intersection, les conditions climatiques, l'heure ou encore le débit de circulation. La grille d'observation comprenait une vingtaine de variables.

Pour l'approche que nous présentons ici, nous avons considéré 10 intersections, toutes munies de signalisation lumineuse pour le trafic des véhicules. Les intersections 3 et 12 qui n'étaient pas munies de signalisation lumineuse ont été retirées de l'échantillon et ne figurent pas dans les résultats. Pour chacune, on a distingué les piétons traversant l'un ou l'autre axe de l'intersection. On a ainsi obtenu 20 sites qui se différenciaient selon les descripteurs suivants :

- munis ou non de signalisation lumineuse piétons (définie comme une aide à la traversée),
- le nombre de voies de circulation (augmentation de la vigilance)
- en sens unique ou à double sens (complexification de la tâche).

Nous avons aussi tenu compte, ultérieurement, d'autres variables environnementales comme la présence ou non d'un terre-plein central, la densité des trafics véhicules et piétons.

A partir de ces descripteurs, nous avons organisé les sites en hiérarchie de catégories sous la forme d'un treillis de Gallois. Cette étape, a été réalisée en utilisant le programme STONE (Poitrenaud, 1995). Enfin, les infractions à la signalisation lumineuse pour chacun des 20 sites ont été rapportées dans chaque catégorie, avec l'hypothèse d'une congruence entre les types de sites et la distribution des infractions. Notons que la particularité de la méthode est de hiérarchiser les descripteurs et les sites qu'ils catégorisent.

# 3. Résultats

Les 10 intersections réparties en 20 sites expérimentaux ont été catégorisées dans un treillis d'implication des descripteurs, ou propriétés des sites. Dans la figure 1, qui présente le treillis, les catégories sont repérables par

leur nombre de voies et la présence de signalisation lumineuse. Le nombre de voies est celui de chaque sens de circulation de l'axe où les piétons sont observés. Une rue où le piéton doit traverser 2 voies de circulation est codée 1. Le code est 2 pour 4 voies de circulation et 0 quand il s'agit d'un sens unique. Les pourcentages en regard de chacun des sites de la catégorie indiquent les taux d'infraction à la signalisation lumineuse qui ont été observés sur le site.

Selon les sites, les taux de piétons traversant en infraction varient de 7% à 33%. On constate que :

- Sur les axes à une voie de circulation, le taux des infractions est assez faible quand le site est muni d'un feu pour les piétons (7% , 10%, 13%, 14%), mais s'élève à 26 % quand il n'y en a pas.
- Sur les axes à deux voies de circulation, encore une fois, il y a moins d'infractions avec le feu piéton, et leur pourcentage s'élève jusqu'à 33% en l'absence de ce dispositif.
- Dans chacune de ces catégories, on observe cependant des exceptions à ces tendances : sur les sites 6-2 et 11-2 où les infractions s'élèvent à 23% et 27%, et le site 7-2 avec 10% d'infractions.
- Sur les axes à trois voies de circulation, les pourcentages d'infractions sont élevés : 19 et 25%.
- Sur les axes à sens unique, les résultats sont inversés : on observe des taux d'infractions élevés avec la lumière piéton (28%), peu sans lumière piétons (11% et 12%).

Il apparaît que les taux d'infractions augmentent en l'absence de signalisation piétons et en fonction du nombre de voies. Certains sites dérogent à cette tendance. L'examen des sites à la lumière des autres descripteurs qui ne figurent pas sur le treillis pour des raisons de lisibilité, comme la densité des circulations, la présence de terre-plein central, apparaissent comme des causes de variation. On note par exemple que pour le site 11-2, (2 voies de circulation, signalisation piétons), qui a un terre-plein central, le taux d'infractions est 27%. Ce taux élevé est proche de ceux des deux autres sites qui ont aussi un terre-plein central (19% et 25%).

Autre exception dans sa catégorie, le site 7-2, avec 10% seulement d'infractions. Le site est situé dans le centre-ville de Montréal qui a une forte densité de trafic des piétons : 30.300 piétons par jour. Il apparaît, comme pour d'autres sites dans ce quartier, que le degré de conformité à la réglementation est plus élevé quand le flot des piétons est plus important.

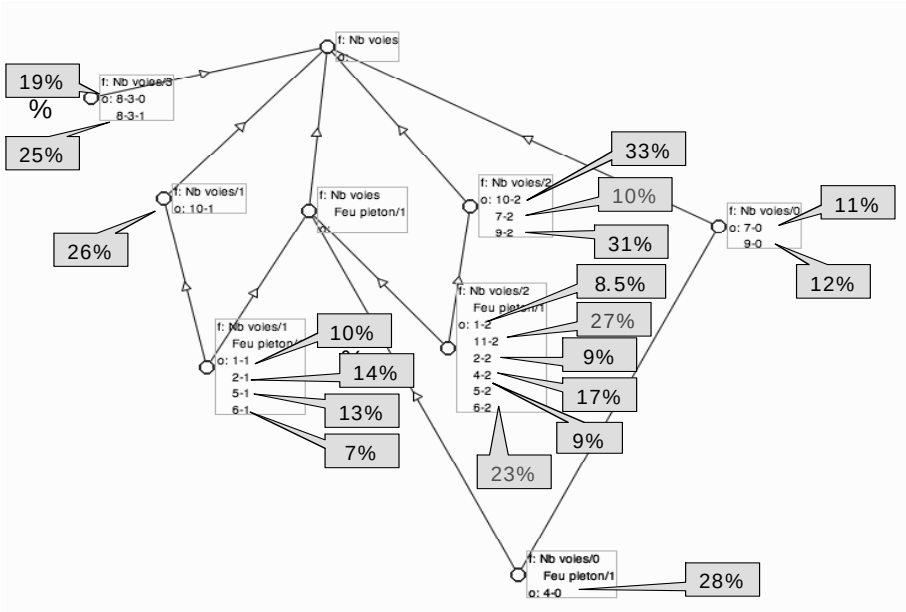
Quant au site 6-2, implanté rue Saint Denis, un quartier très commerçant, il s'avère fournir la seule opportunité de traverser sur une longue section de l'axe.

En dépit de la particularité de ces 3 sites, l'analyse de la variance entre les catégories s'avère significative avec les résultats suivants :

- Nombre de voies: SM2 (2.4), $p<.0006$)
- Signalisation piéton: SM2 (3), $p<.0001$)
- Terre Plein central : SM2 (7.4), $p<.0001$)

– Sites: SM2 (19.8), p<.0001)

**Figure 1. Hiérarchie des catégories d'environnement et taux d'infractions associés.**




# 4. Discussion et conclusion

La question de recherche était la détermination du poids des facteurs environnementaux dans l'infraction à la traversée de rue, celle de la hiérarchie de ces facteurs agissant comme des contraintes auxquelles le piéton est confronté. L'alternative entre deux formes de gains est également mise en évidence par Räsänen et al. (2007) avec l'utilisation d'une méthode issue de la théorie du comportement planifié (TCP) de Ajzen. Avec la modélisation informatique (STONE, S. Poitrenaud, 1995), nous avons utilisé une méthodologie différente. Elle est basée sur la catégorisation hiérarchique des sites et descripteurs, dans le but de contribuer à une meilleure connaissance des sources d'infraction à la réglementation piéton. Les résultats de l'analyse hiérarchique permettent de mieux cerner les facteurs environnementaux associés au niveau du taux d'infraction, et surtout de hiérarchiser ce qui pourrait bien être les contraintes qui déterminent, pour une part, le comportement du piéton. Cette hiérarchie des contraintes est celle que montre la figure 1, du bas jusqu'en haut du graphe.

Cette analyse est bien évidemment incomplète. Mais elle constitue un premier pas dans la détermination des contraintes et de leur hiérarchie. Elle

montre que le nombre des infractions est nettement inférieur quand les sites sont aménagés avec un dispositif lumineux pour piéton, sauf pour les axes à sens unique. Il est possible que le dispositif lumineux pour piétons, plus facilement repérable que la signalisation dédiée aux véhicules, apporte une aide à la prise de décision en allégeant de façon fiable la tâche de surveillance visuelle, ce qui inciterait le piéton à s'y conformer. À l'opposé, on voit que les axes aménagés avec terre-plein central sont les lieux de nombreuses infractions. Le terre-plein central permet d'alléger la surveillance visuelle du trafic ; il induit une protection en cours de traversée en infraction, ce qui peut dissuader d'attendre le passage du feu au vert.

Ces deux exemples fournissent une bonne illustration de la façon avec laquelle les piétons s'adaptent aux exigences environnementales quand ils ont une rue à traverser pour poursuivre leur trajet. Lorsque l'environnement fournit des contraintes qui apportent une aide à la décision, elles sont utilisées, du type :

- R1 - Si traversée dangereuse et terre-plein central alors traverser en deux temps
- R2 - Si traversée non dangereuse alors traverser
- R3 - Si traversée dangereuse, alors attendre
- R4 - Si traversée dangereuse et dispositif lumineux et lumière piéton rouge, alors attendre
- R5 - Si traversée dangereuse et dispositif lumineux et lumière piéton verte, alors traverser

On voit ainsi que R2 introduit une contrainte, le terre plein central, qui est utilisé pour traverser en deux temps avec les règles R1, R2 et R3. L'ordre des règles est déterminé par la hiérarchie des descripteurs mise en évidence par le réseau hiérarchique de catégories. Enfin, la transgression ou non transgression découle de l'application des règles et non l'inverse.

En conclusion, notre approche postule que l'environnement doit être interprété, notamment dans ses aspects topographiques (ex : nombre de voies à traverser), infra-structuraux (ex : présence d'un terre-plein central), réglementaires (ex : dispositifs lumineux pour véhicules, pour piétons), mais aussi dans le cadre de la tâche principale du piéton (aller à l'école, faire ses courses, etc.). Nous avons commencé à traiter cet aspect du point de vue de la hiérarchie des variables externes (environnementales) et internes (but de la traversée dans le cadre de la tâche principale), de façon à mettre en évidence celles qui apparaissent favoriser les comportements en sécurité. Il reste à poursuivre le travail d'analyse et de cueillette de nouvelles données de façon à avoir une vue plus complète de l'ensemble des variables en cause, dont le type de signalisation pour piétons : la main comme icône pour signifier l'interdiction vs. la lumière verte destinée aussi bien aux voitures qu'aux piétons.

# Références

Bergeron, J., Thouez, J-P., Bélanger H., Bourbeau, R., Lord, D. & Rannou, A., (2002). Study on conflicts among pedestrians and drivers. *Proceedings of the IX PRI World Congress,* Madrid, 26-28 February 2002.

Carré, J.R., Julien, A., (2000) 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 *Rapport INRETS n° 221*

Evans, D., & Norman, P. (1998) Understanding pedestrian'sroad crossing decisions: an application of the theory of planned behavio*r Health educ. res. 13*, 4, 481-489

Grayson, G. B., & Inwood., J. (1979). *The Comparative Safety of Pedestrian Crossings*. Report 895. Transport and Road Research Laboratory, United Kingdom, 1979.

Holland, C., & Hill, R., (2007) *The effect of age, gender and driver status on pedestrians' intentions to cross the road in risky situations,* AA & P, 39, 2, 224-237

Jian, L., Lizhong, Y., & Daoliang, Z. (2005). Simulation of bi-direction pedestrian movement in corridor*, Physica: Statistical Mechanics and its applications, 354*, 619-628

Poitrenaud, S., (1995), The Procope Semantic Network: an alternative to action grammars, *International Journal of Human-Computer Studies* 42:31-69.

Poudel-Tandukar, K., Nakahara, S., Ichikawa, M., Poudel, K., & Wakai, S. (2006) *Relationship between mechanisms and activities at the time of pedestrian injury and activity limitation among school adolescents in Kathmandu, Nepal* AA & P, 38, 6, 1058-1063

Räsänen, M., Lajunen, T., Alticafarbay, F., Aydin, C. (2007). *Pedestrian self-reports of factors influencing the use of pedestrian bridge* AA & P

Richard,, J.-F. (1983). *Logique du fonctionnement et logique de l'utilisation*. Rapport de recherche n° 202, INRIA

Richard, J.F., Poitrenaud, S., & Tijus, C. (1993). Problem-solving restructuration: elimination of implicit constraints. *Cognitive Science, 17*, 497-529.

Thouez, J-P., & Bergeron, J. (2006). *Le contact visuel à la traversée d'une intersection par les piétons à Montréal et à Toronto.* Assurances et gestion des risques, 73 (4), 525-544.

Tijus, C. (2001), *Introduction à la psychologie cognitive*. Paris : Armand Colin*.*

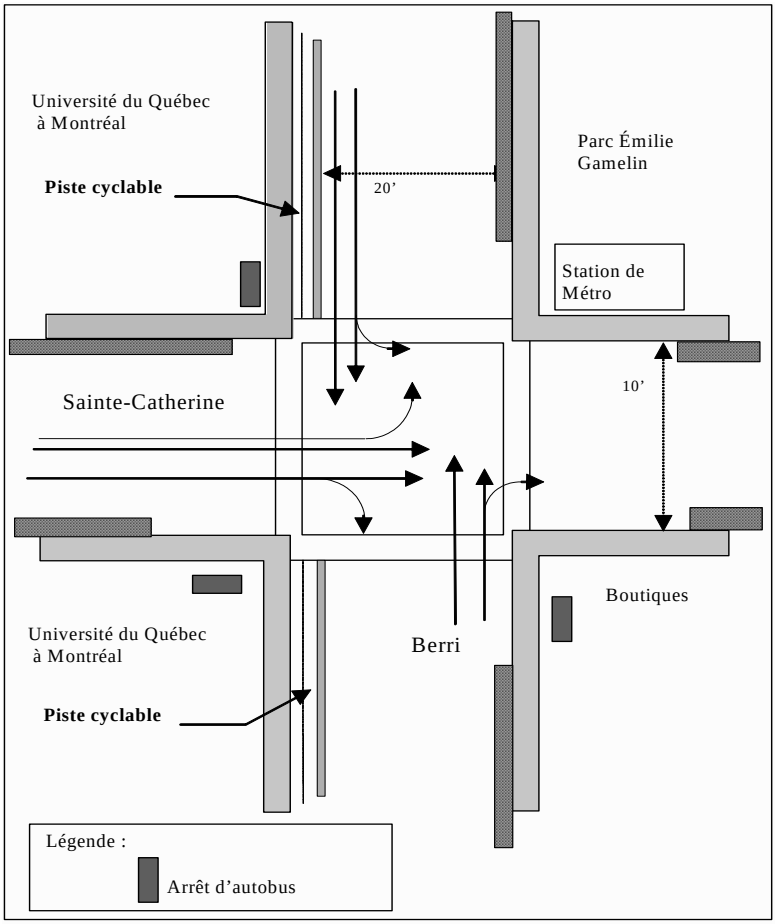
Tijus, C., Cambon de Lavalette, B., Leproux, C., & Poitrenaud, S. (2003). L'interaction autorégulatrice entre dispositif et utilisateur : la modélisation des inférences sur les durées du parcours routier. *Le Travail Humain*; *1,* 23-44

Ward, H., Cave, J., Morrison, A., Allsop, R. & Evans, A. (1994). *Pedestrian Activity and accident risk. Foundation for Road Safety Research*, Basingstoke.

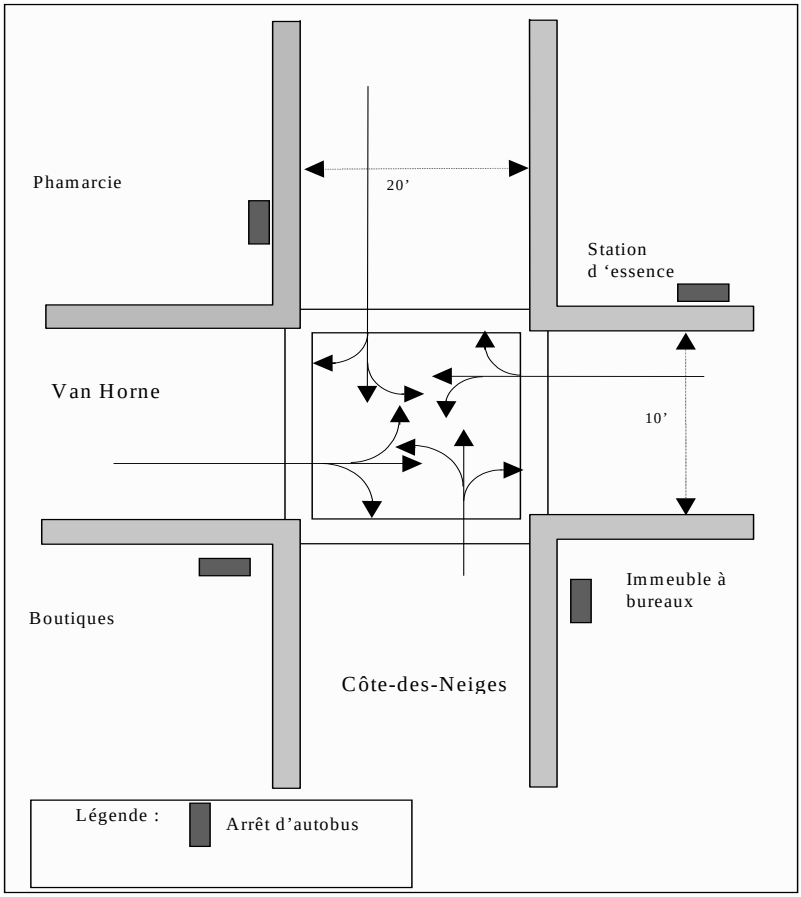
Yagil, D. (2000). Beliefs, motives and situational factors related to pedestrian's self-reported behavior at signal-controlled crossings*, Transportation research, 3, 1*, 1-13.

# ANNEXE 1

**L'intersection Berri et Sainte-Catherine (centre-ville)**



**L'intersection Côte-des-Neiges et Van Horne (quartier résidentiel).**



# Le piéton et son environnement : un travail de configuration réciproque

**Théo Fort-Jacques**
*Doctorant en géographie*
*Laboratoire SET UMR 5603 – CNRS et Université de Pau et des Pays de l'Adour*
*IRSAM – Domaine universitaire – 64000 Pau*
*theofortjacques@hotmail.com ; theo.fort-jacques@etud.univ-pau.fr*

*Considérés sous l'angle de leurs configurations réciproques, le piéton et son environnement apparaissent comme indissociablement liés. L'étude de déplacements piétons à travers les espaces du métro et du pôle d'échange de la Défense à Paris tend ainsi à démontrer que l'environnement ne se réduit pas au dispositif spatial, mais inclut les piétons agissant au sein d'espaces communs. Dans cette perspective, améliorer la condition du piéton suppose de prendre au sérieux ses manières de faire dans et avec l'espace, à la fois conçu comme ressource et comme enjeu.*

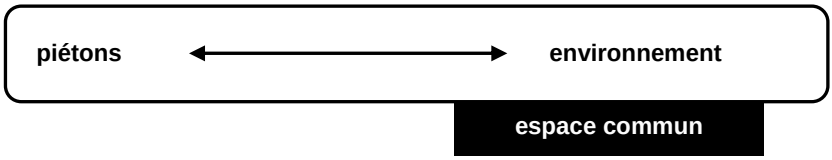
## 1. Introduction

Envisager le rapport entre le piéton et son environnement sous l'angle de l'adaptation revient souvent à penser les deux termes de la relation comme étant séparés : d'un côté le sujet-piéton, de l'autre, l'objet-environnement. Il y aurait donc des problèmes relevant de l'environnement d'une part (des problèmes d'aménagement liés à un manque de fonctionnalité, d'accessibilité ou de lisibilité) et du piéton d'autre part (des problèmes de sécurité ou d'apprentissage). La notion d'interaction complique ce rapport en en suggérant la réciprocité. Mais ne serait-il pas plus pertinent de faire porter l'analyse sur la relation elle-même, en dehors de laquelle chacun de ces termes, ainsi que les problèmes qui leur sont associés n'ont pas de sens ? Le piéton et son environnement ne peuvent se concevoir l'un sans l'autre. Le piéton se réalise par projection dans ce qui l'entoure. Il y trouve et y pose ses marques. Réciproquement, il en importe des sensations qui alimentent ses représentations et il en mobilise les fonctionnalités pour parvenir à ses fins. Mais comment échapper à ce qui s'annonce comme une nouvelle alternative entre une approche utilitariste ou stratégique de l'environnement, alors conçu

comme une ressource, et une approche strictement sensible de l'environnement, alors conçu comme une ambiance ?

L'environnement doit donc être compris au sens large, comme un ensemble de relations établies par les individus entre eux, mais aussi avec les objets qui composent le dispositif spatial dans lequel les piétons se meuvent. Dans cette perspective, l'environnement du piéton peut être présenté comme un espace commun (figure 1), c'est-à-dire un espace d'actes (spatiaux) et de convergence interactionnelle (Lussault, 2001). L'espace commun est toujours en construction et sans cesse en péril ; il fait l'objet d'une constante négociation. Son étude suppose l'analyse des manières de faire et des modes d'engagement des individus avec les gens et les choses (Thévenot, 2006).

**Figure 1 : l'interaction du piéton et de son environnement participe d'un espace commun**




La constitution des espaces communs est d'autant plus délicate en situation de déplacement, tel qu'on peut l'observer dans les lieux-mouvements (Hennion, Dubuisson, Rabeharisoa, 1997, Joseph, 1996). Espaces liés à la mobilité, les lieux-mouvements sont produits à la faveur d'appropriations éphémères, construits sur le mode d'une « négociation » de l'individu à l'espace, soumis à un processus de territorialisation-déterritorialisation-reterritorialisation récurrent (Raffestin, 1986). Dans de telles conditions, la construction des espaces communs suppose une remise en cause permanente de la relation entre le piéton et son environnement. Plutôt que de supposer le lien entre le piéton et son environnement comme allant de soi, il paraît ainsi pertinent de s'intéresser à des situations où il pose problème. Dans cette perspective, s'intéresser au piéton dans son environnement, c'est certes prendre en considération ses dimensions sensible et fonctionnelle – l'environnement du piéton, conçu comme une ambiance et une ressource dont la mobilisation suppose des compétences spécifiques. C'est surtout replacer l'environnement dans une perspective éthique, voire politique – l'environnement et le piéton, conçus comme une configuration réciproque, traversée par l'enjeu de la coprésence.

## 2. Méthode : Etudier le piéton dans le métro

Ces hypothèses peuvent être légitimement éprouvées à travers l'étude des déplacements effectués au sein du complexe d'échange de La Défense, à Paris. Intéressant par sa taille (l'une des principales gares parisiennes), sa complexité (connexité et interpénétration d'espaces aux divers statuts), il a de surcroît fait l'objet d'un réaménagement récent (entre 1998 et 2001), particulièrement attentif à la complexité du lieu-mouvement (Amar, 1996). Il

s'agissait selon ses concepteurs d'amorcer un changement de paradigme dans l'aménagement du métro et de ses extensions, jusqu'alors dominé par une pensée essentiellement fonctionnaliste conduisant à une conception pauvre de l'environnement. « Pauvre », non parce que ce dernier serait absent des préoccupations aménagistes, mais parce qu'il s'y trouve limité au statut de support objectif : le tube lisse dans lequel on organise les flux. Or l'observation des déplacements piétons indique nombre de rugosités, les piétons s'appropriant les aménagements qui constituent l'environnement dans l'action et l'interaction. L'espace du métro n'apparaît donc plus seulement comme un espace de circulation efficient, mais comme un espace commun source d'enjeux. Précisons que l'espace du métro tel que nous l'entendons ici va de la rame à l'interface avec la surface, en passant par les quais, les couloirs et la station. La nécessité d'une pensée intégrée de ces différents agencements s'inscrit dans la politique d'aménagement des pôles d'échanges urbains, qui accorde la priorité à l'interconnexion des lieux-mouvements. En d'autres termes, il s'agit ici de sonder la problématique de la multi-modalité au delà de ses aspects strictement fonctionnels.

Avant d'analyser la relation entre le piéton et son environnement à travers le prisme de la construction des espaces communs, il convient de s'attarder sur des options méthodologiques spécifiques. Compte tenu de la diversité des pratiques, une étude exhaustive semble exclue. L'analyse portera donc sur un nombre restreint de situations, considérées comme autant d'épreuves spatiales impliquant une certaine réflexivité. Les situations de seuil, « où l'on se voit vu » (Bordreuil, 2000), les situations de promiscuité par exemple, se révèlent riches d'enseignements. La méthode d'approche empirique de ces situations est fondée sur l'observation. Mais comment prétendre saisir les manières de faire élaborées par les individus dans et par l'espace sans les interroger ? Des entretiens sous forme de « parcours commentés » permettent une telle mise en perspective. Il s'agit pour l'individu de décrire l'espace en même temps qu'il le parcourt (Grosjean & Thibault, 2001), méthode qui présente l'intérêt de faire coïncider la situation d'énonciation et la pratique décrite, le dire et un faire qui se passe usuellement de mots. Cette méthode postule en outre que la parole de l'autre constitue non pas tant un témoignage, qu'une analyse en tant que telle. La subjectivité n'est donc pas un obstacle. Elle est la matière première de la fabrique du savoir sur le piéton et son environnement. L'enjeu consiste ainsi à « prendre au sérieux » les actes et les mots des individus, sans pour autant ignorer qu'ils se racontent dans des récits de soi. D'où la nécessité de compléter le parcours commenté par un « rétro-commentaire » (Amphoux, 2001) : effectué dans des conditions plus classiques, il permet de multiplier les fenêtres figuratives et de rattacher l'expérience singulière du parcours commenté à un discours général sur les pratiques de déplacement. Ces récits d'action ne constituent donc pas tant une ressource pour l'analyse qu'un objet d'étude en soi (Mondada, 2000).

Ces méthodes ne visent pas la représentativité d'ordre statistique, mais plutôt la description et la justification denses et en profondeur par l'individu de ses propres manières de faire. L'analyse porte donc légitimement sur deux cas singuliers (complétés par quelques observations de situations), celui d'Alice et

celui de Tom[1]. Particulièrement riches, ils illustrent bien l'implication réciproque du piéton et de son environnement. Au préalable, il convient de préciser qu'Alice est une jeune femme de 24 ans. Elle réside à Paris, où elle mène des études supérieures en histoire. Elle a une pratique quotidienne du métro, mais ne connaît pas le complexe d'échanges de la Défense. L'expérience du parcours commenté est donc ici plus proche du parcours occasionnel que de l'itinéraire routinier. Tom, 28 ans, est ingénieur au sein d'une entreprise localisée à La Défense. Il s'y rend tous les jours en transports en commun (train ou métro).

À travers leurs discours se dégage une idée du bon chemin et de la bonne place dans lesquels piéton et environnement se trouvent mêlés. Cet enchevêtrement se manifeste selon trois registres. Tout d'abord, dans leurs pratiques, les piétons prennent en compte les autres usagers dans la qualification de l'environnement, au même titre que l'architecture du site. Ensuite, le caractère problématique de la coprésence révèle la dimension spatiale d'un piéton qui semble parfois faire corps avec son environnement. Enfin, l'étude des modalités de ces projections renseigne sur les manières de faire avec l'environnement qui contribuent à la construction des espaces communs, processus dans lequel l'environnement et le piéton se trouvent engagés et transformés.

# 3. Résultats

## 3.1 Les piétons comme part constitutive de l'environnement

Du point de vue du piéton, l'environnement fait l'objet d'une appréciation qui associe humains et non-humains. L'environnement sensible, tel qu'il apparaît dans les descriptions du dispositif spatial aménagé, est systématiquement renvoyé à une écologie des activités, c'est-à-dire à un agencement collectif de choses et de gens en constante recomposition. Dans cette perspective, les piétons sont constitutifs de l'environnement. Dans sa description, Tom combine en fait deux critères différents : l'architecture au sens strict et l'environnement en général, qui inclut l'ambiance résultant des pratiques collectives du lieu-mouvement (Chelkoff et Thibaud, 1993) : « *à la fin du hall, le p'tit souterrain redevient un peu plus étroit, là où re-convergent ceux qui viennent des bus, du train comme moi, et du métro, RER... et clac ! ça fait trois ou quatre flux qui desservent trois ou quatre tours assez importantes... Donc ce passage-là est un peu plus... un peu moins agréable quoi. Puis il y a aussi quelque chose qui moi m'importe beaucoup, et c'est pour ça que je privilégie les trajets en extérieur,*

[1] Entretiens jugés exemplaires parmi une série de parcours commentés effectués en 2006, durant une année de M2R, puis à partir de 2007 dans le cadre d'un doctorat de géographie. Les différents informateurs, à chaque fois approchés dans leur singularité, posaient tous la question problématique de la co-présence. Les cas d'Alice et de Tom sont ici isolés en raison de la richesse du propos, liée à une aversion particulièrement prononcée pour les situations de presse chez Alice, et à une méthode particulièrement explicitée chez Tom.

*c'est que c'est confiné. Y'a pas beaucoup de lumière, y'a des petits puits de lumière naturelle qui font que... bon, c'est pas la mort. Et puis c'est court, hein, de toutes les façons, mais c'est moins agréable. Et il y les gens... C'est vrai que dans le regard des gens, tu vois qu'y a pas beaucoup de monde qui est là quoi. Il y a plein de gens qui sont absents, c'est le côté répétitif et impersonnel du lieu* ». L'architecture générale du lieu, ses qualités sensibles (la lumière) et la situation de co-présence participent ici de la qualification de l'environnement dans lequel le piéton se meut.

Les autres usagers du complexe d'échange peuvent être assimilés à l'environnement dans une perspective fonctionnelle, comme une ressource ou un obstacle à éviter en vue d'une action à accomplir, toute fonctionnelle elle aussi : passer du mode de transport au lieu de travail (ou au domicile). Cette approche fonctionnelle, voire utilitariste de l'environnement est particulièrement explicite lorsque les individus interrogés évoquent les flux d'usagers, soit parce qu'il s'agit d'un obstacle à négocier, soit parce qu'il constitue une ressource mobilisable. Suivre le flux et suspendre l'attention constitue ainsi une attitude routinière bien analysée (Lee & Watson, 1993).

Si les autres individus prennent une telle importance dans les discours recueillis, c'est aussi parce que le piéton n'est pas simplement un usager, parce qu'il n'apprécie pas l'environnement d'une manière uniquement utilitaire. Il constitue une personne avec laquelle être en contact peut provoquer une gêne, un sentiment d'intrusion, voire d'agression, ce que Tom indique explicitement : « *c'est clair que dans mon trajet idéal en train là, y a quand même un truc qui est sympa, c'est que je suis jamais dans les gros flux quoi. Donc en fait, si vraiment je veux faire l'autiste et croiser vraiment le moins de monde possible, ça c'est un truc qui est assez agréable* ». Tom utilise ici la métaphore physiologique du flux, courante dans le lexique du transport, pour qualifier, en les distanciant, les autres piétons. Dans un même temps, il revendique l'intégrité de sa personne en recourant à sa forme pathologique, l'autisme. Le choix du trajet apparaît dès lors comme un moyen de se préserver.

A la faveur de la description et de la justification du parcours, Tom explicite différents critères constituant autant de discriminants du bon chemin. Si la durée du trajet est un facteur évident, il précise que celle-ci n'est pas toujours déterminante, choisir un itinéraire agréable et/ou peu fréquenté étant souvent préférable. La déconstruction opérée au cours du rétro-commentaire révèle que chaque critère contient les autres, dans une perspective plus englobante que combinatoire : la durée et l'efficience du dispositif spatial constituent un premier critère, mais il est subordonné à l'agrément que procure l'environnement parcouru, agrément fortement tributaire de la situation de coprésence. L'intérêt d'un itinéraire extérieur, préféré à un parcours sous-terrain, réside ainsi autant dans l'extériorité elle-même, que dans la possibilité de s'affranchir du rythme des autres, et, surtout, « d'avoir de l'espace ». C'est-à-dire ici de disposer d'un espace d'action, ensemble de possibles : « *donc je continue... des escaliers qui montent jusqu'à la dalle... il est 19 h et y'a pas grand monde en fait... Y'a beaucoup d'espace, on peut marcher tranquillement. Y'a pas de pas de flux à couper, ou de... enfin de truc à traverser, à négocier quoi. Tu n'es pas guidé* ».

## 3.2. Le piéton se projette dans l'environnement

Ces descriptions de l'espace du déplacement renseignent sur la dimension humaine de l'environnement. Il convient toutefois de préciser que les choses et les gens ne coexistent pas seulement de façon juxtaposée, composant un environnement dont on pourrait aisément dissocier les parts humaines et non-humaines. En évoquant autrui comme une source de gêne ou comme un danger potentiel, les usagers se livrent à la description de leur projection spatiale dans l'environnement : leur place.

Comme Tom, Alice associe les autres usagers et leurs pratiques au dispositif spatial dans sa description de l'environnement et dans la justification de ses choix d'itinéraires. Au cours de l'entretien, elle affirme la nécessité d'éviter le monde de façon très virulente, ses propos laissant suggérer que sa relation aux autres, et donc son parcours, sont ordonnés à la préservation d'une certaine intimité : « *En fait il y a tout le monde, tout le monde je cherche à l'éviter... le tas d'humain... si je peux éviter de me frotter, d'être tout près, d'être collée... d'avoir la main en contact. Tous les contacts, ça je déteste. Aux heures de pointe, l'enjeu justement, dans un trajet, pour que le trajet soit agréable et soit pas... le but c'est de trouver la place pour pas être collé aux gens* ». La redondance dans l'évocation de la foule indifférenciée souligne la dimension systématique du problème de la promiscuité, évoquée à travers différentes formes de contacts physiques : se frotter, être coller.

La « place » peut s'entendre de deux manières, qui se confondent dans les propos d'Alice, donnant ainsi son contenu à l'enjeu spatial. Elle est à la fois l'enveloppe, l'espace minimum nécessaire au confort (y compris dans le mouvement) – ce qu'Erwing Goffman nomme la réserve – et le territoire personnel, « *espace bien délimité et localisé auquel l'individu peut avoir droit temporairement et dont la possession est basée sur le principe du tout ou rien* » (Boissonade, 2001) – ce qu'Erwing Goffman nomme la place (Goffman, 1973). Alice évoque cette projection de soi dans et par l'espace à travers la figure de la « bulle », sphère intime qui résulte d'une proxémique, au sens de Edward T. Hall (Hall, 1971) : « *Je crois qu'on se crée une bulle pour se protéger. Enfin, chacun a une taille de bulle parce que moi, des fois, y a des gens qui se mettent juste derrière moi dans une queue, enfin quand il y a la place hein, et c'est l'agression. Ils rentrent dans ma bulle quoi. Donc cette bulle, c'est peut-être celle qui pousse à échapper au monde dans le métro, à vérifier qu'y a personne derrière moi et tout* ».

La figure de la bulle traduit à la fois l'importance prise par l'environnement dans la construction de la personne et la dimension relationnelle de cette construction. Les piétons semblent faire partie de l'environnement, non seulement parce qu'ils le constituent, mais aussi et plus fondamentalement parce qu'ils y déposent une partie d'eux-mêmes, une empreinte éphémère certes, mais qui n'en est pas moins prégnante dans les discours. Au grès de leurs cheminement, les usagers dessinent ainsi leurs « *géographies tranquilles du quotidien* » (Di Méo, 1999, Augoyard, 1974). Piétons et environnement s'y trouvent pris dans un travail de configuration réciproque, le sujet se constituant

en même temps qu'il façonne un espace commun par ses pratiques du lieu (Berdouay et Entrikin, 1998). À la spatialité des corps piétons, répond donc une corporéité de l'espace, dialogique qui est constitutive de l'environnement (Berque, 1997), et dont il convient maintenant d'identifier les modes opératoires.

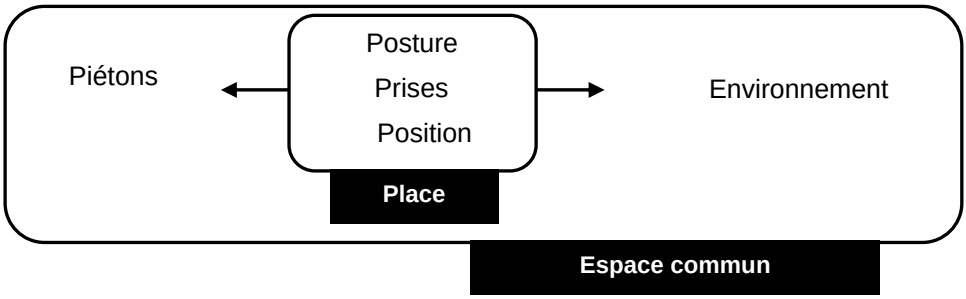
## 3.3. Le piéton fait avec l'environnement

Que ce soit à travers l'élaboration du « trajet idéal » chez Thomas ou par le soin mis à trouver la « bonne place » chez Alice, la volonté de se protéger de la foule participe pleinement de la pratique du lieu. L'environnement est mis à contribution non seulement dans le déplacement au sens strict (fonctionnel), mais aussi et plus généralement en tant qu'engagement sans cesse remis en question avec les choses et les gens. Afin de préserver la sphère intime sans laquelle ils ne se trouvent pas à leur place, les usagers mobilisent les objets techniques dont le dispositif spatial est constitué. Dans la rame de métro, élaborant des tactiques, ils n'hésitent pas à ruser pour atteindre un objectif-enjeu précis : « trouver la place ». Par « tactique », il faut entendre ce que Michel de Certeau oppose aux stratégies. Alors que les stratégies sont « *des actions qui, grâce au postulat d'un lieu de pouvoir (la propriété d'un propre), élaborent des lieux théoriques (systèmes et discours totalisants) capables d'articuler un ensemble de lieux physiques où les forces sont réparties* », la tactique est « *l'action calculée que détermine l'absence d'un propre. […] La tactique n'a pour lieu que celui de l'autre. Aussi doit-elle jouer avec le terrain qui lui est imposé tel que l'organise la loi d'une force étrangère* » (de Certeau, 1990, p.60-62). Ainsi Alice cite-t-elle le cas des strapontins, dont l'usage procède d'une négociation en situation : « *y a des trucs qui sont pas mal. Par exemple s'asseoir, c'est mieux qu'être debout. Quand il y a plein de monde au milieu, moi je préfère m'asseoir. T'es un peu en dessous, t'es pas collé aux gens, t'as pas le regard des gens, t'es au niveau de leur ventre... Chacun à ses trucs. Tout le monde fait un petit peu attention. En fait, j'ai l'impression que c'est chacun pour sa peau. Voilà. Et c'est encore plus visible quand le métro arrive et que là c'est la chasse à la place quoi* ».

Cette lutte pour l'obtention d'un siège n'est cependant pas systématique. Dans des contextes similaires, il y a des situations où on laisse volontiers sa place, et d'autres où tout moyen est bon pour se l'approprier. Dans la rame, vers 14 heures, une femme se tient debout, la main droite sur l'une des ramifications de la barre centrale. Arrivant dans une station, un voyageur assis sur un strapontin devant elle se lève pour sortir. La femme saisit l'occasion : elle fait volte-face, se plaque contre le strapontin relevé et laisse les individus descendre de la rame. Au lieu de gagner les sièges fixes, elle choisit le strapontin, bien que le flux n'a pas encore cessé, et qu'elle peut être amenée à se lever à tout moment. Mais quelques stations plus loin, la rame s'est vidée ; la femme délaisse alors le strapontin pour un siège fixe. Aussi peut-on supposer que ce que cette femme fuyait, ce n'était pas tant la promiscuité, mais la situation de face-à-face induite par la disposition des sièges fixes. Autrement dit, il peut être plus confortable de rester debout là où la distance est la plus

importante, que d'être assis là où il faut ruser pour éviter tout empiétement, visuel notamment (Quéré et Brezger, 1993). Dans cette perspective, jouer avec le dispositif spatial constitue un moyen de préserver l'intimité. Il s'agit là autant de mettre en œuvre des compétences socio-spatiales pour trouver la bonne place, que d'occuper la bonne place afin de mettre en œuvre des procédés d'intimisation. La construction de la place recouvre ainsi trois processus : l'occupation corporelle d'une portion d'espace (la posture) ; l'actualisation d'un potentiel contenu dans le dispositif aménagé (la prise) ; l'interaction avec les autres usagers (la position).

**Figure 2. Faire place : la configuration du piéton et de l'environnement**



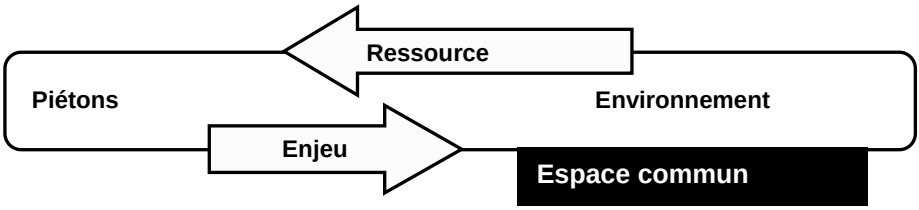

Une autre méthode consiste à planifier le parcours afin de minimiser les situations de promiscuité. Cette méthode suppose une bonne connaissance des différentes options et donc une représentation à la fois suffisamment précise et suffisamment générale du dispositif spatial à différentes échelles. C'est pourquoi il est ici question de stratégie, qui suppose moins l'aptitude à la ruse qu'une certaine maîtrise des lieux. Rappelons qu'il ne s'agit pas de savoir si cette maîtrise est effective ou non, mais de restituer des manières de se déplacer telles qu'elles sont rapportées par les piétons. Ainsi Tom revendique-t-il à la fois un savoir-faire, des connaissances acquises au gré des parcours, et la capacité de varier les itinéraires en fonction des circonstances : « *je suis un peu privilégié. Moi j'ai un choix quoi. C'est pas le cas de tout le monde. Ça c'est une richesse. C'qui est bien je trouve dans ce trajet-là, c'est qu'il est pas subi, c'est comme ça que je le ressens* ».

Parallèlement aux compétences liées à la conduite de soi évoquées par Alice, Tom met donc en avant une capacité stratégique à choisir son chemin. Dans son cas, c'est l'ensemble du parcours, un environnement multi-scalaire, qui est mis à contribution dans une stratégie de l'itinéraire : « *en discutant j'ai l'impression que c'est vraiment les gens, le monde qui gouverne le trajet quoi. Que ce soit dans le choix du train par rapport au RER, ou même de mon positionnement dans le train, pour éviter les gens à l'entrée et la sortie... Et voilà : tout le temps, au maximum* ».

# 4. Conclusions

Ces observations attestent de la complexité des rapports entretenus entre le piéton et son environnement. Les entretiens menés avec Alice et Tom invitent à relativiser une approche dichotomique et suggèrent de considérer les deux termes à partir de leurs relations, celles-ci n'allant pas de soi. Un travail de configuration réciproque entre le piéton et son environnement apparaît alors dans les compétences mises en œuvre dans le déplacement. L'idée de place traduit bien ce phénomène. Encore faut-il préciser que l'enjeu du placement se déploie à plusieurs échelles et selon plusieurs modalités.

**Figure 3 : un environnement ressource et enjeu**




Le cas de Tom illustre la stratégie du plan, qui consiste à planifier le parcours. L'outil spatial mobilisé est le réseau, ce qui suppose une bonne connaissance des lignes de transport ainsi que des correspondances. L'usager se place ici dans la posture du conducteur-planificateur, qui recherche un contrôle optimal du parcours. On comprend alors que l'agencement résultant de l'interaction entre le piéton et son environnement comprend l'espace du déplacement dans son ensemble. Le cas d'Alice traduit la tactique de l'évitement. Elle mobilise différentes ressources (sièges, barre de maintient, techniques du corps) en vue de constituer ce qu'elle appelle sa « bulle ». Cette sphère se déploie au-delà de son enveloppe corporelle, en incorporant des objets techniques et en modulant la distance par des jeux de regards. On peut ici esquisser une approche des critères de différenciation des relations piéton-environnement : le genre, la fréquence du déplacement, le capital spatial par exemple. Autant de facteurs qui requièrent une mise en perspective de ces cas singuliers avec d'autres individus. Ce que les parcours de Tom et Alice rendent bien perceptible ici, c'est la pluralité du statut de l'environnement, à la fois ressource constitutive d'espaces communs et enjeu de la mise la mise en commun.

Mobilisant l'environnement comme une ressource, les piétons ne semblent pas manquer d'inventivité, y compris dans leurs activités les plus anodines. Alors que l'espace du métro – sens large : la rame, la station et ses interfaces avec l'espace urbain – est essentiellement aménagé selon un perspective fonctionnelle où l'espace est le plus souvent conçu de manière neutre, comme le contenant de flux à gérer, il convient de le penser comme un espace habité, avec toutes les incertitudes que cela implique. Si la portée des aménagements réalisés en ce sens dans le pôle d'échange de La Défense est à relativiser, la démarche initiée par la RATP mérite d'être soulignée. En effet, considérer l'espace du métro comme un espace relationnel et non seulement comme un

lieu fonctionnel conduit à réviser les modes d'interventions des opérateurs urbains. Il ne s'agit plus uniquement de modifier l'espace pour améliorer la condition du piéton, mais aussi de s'appuyer sur les pratiques quotidiennes des usagers qui contribuent à l'agencement des lieux. Déterminer une méthode pour l'aménagement dans cette perspective demeure cependant un défi pour la pensée et l'action.

Parce qu'il est une ressource, l'environnement constitue également un enjeu politique, au sens où la question des déplacements pose le problème d'une gouvernance ordinaire et éphémère des lieux-mouvements. S'intéresser aux déplacements du piéton conduit inévitablement à une réflexion sur la crise, constatée ou supposée, de l'espace public et de l'urbanité, questions certes très générales, mais qui se posent d'emblée, lorsque le piéton s'engage sur une voie de circulation. Il doit alors composer avec son environnement, du bitume aux automobiles et automobilistes, en passant par les feux de circulation, les bandes blanches du passage piéton, le cycliste qui file en silence, la personne à mobilité réduite qu'il faut assister, ou, au moins surveiller... L'approche en termes d'espace commun invite à considérer l'environnement comme partie prenante de l'instauration de la civilité. Le piéton doit composer avec son environnement et la nature de la relation dont procède cette configuration n'est pas réductible à un espace intime égocentré où le piéton serait seul dans un face-à-face avec le dispositif spatial, conçu comme chose en soi, lui étant extérieur. Une telle configuration ne doit pas non plus être conçue comme un espace public menacé par l'instauration de cet espace intime, tyrannique à en croire Richard Sennett (Sennett, 1979). L'espace considéré est commun, au sens où il fait l'objet d'une mise en commun mêlant les gens et les choses. Autant d'éléments révélant le caractère problématique de la coprésence, véritable épreuve dans laquelle le piéton et son environnement s'engagent mutuellement. C'est dans cette tension entre un environnement-ressource et un environnement-enjeu que peut s'inscrire la pensée et la conception des espaces communs.

# Références

Amar, G. (1996). Complexes d'échanges urbains. *Les annales de la recherche urbaine*, n°71.

Amphoux P. (2001). Le rétro-commentaire. In : Grosjean M., Thibaud J.-P. (dir.). *L'espace urbain en méthode*. Marseille : Parenthèse.

Augoyard, J.-F. (1979). *Pas à pas, essai sur le cheminement quotidien en milieu urbain*. Paris : Seuil.

Berdoulay V., Entrikin, J. N. (1998). Lieu et sujet : perspectives théoriques. *L'espace géographique*, n°2, 111-121.

Berque, A. (1997). Géogramme. *L'espace géographique*. Vol.28, n°4, 320-326.

Bordreuil J.-S. (dir.). (2000). *Champs relationnels, champs circulatoires. « Ville émergeante » et urbanité au prisme de la zone de Plan de Campagne*, Paris, Aix-en-Provence : Plan Urbanisme Construction et Architecture, LAMES/MMSH.

Boissonade, J. (2001). Pratiques d'agrégation juvénile et dynamiques du proche. *Les annales de la recherche urbaine*, n°90, 173-181.

Certeau, M. de (1990). *L'invention du quotidien. 1. Arts de faire*. Paris : Gallimard.

Chelkoff, G., Thibaud, J.-P. (1993). L'espace public, modes sensibles. *Les annales de la recherche urbaine*, n°57-58, 6-16.

Di Méo, G. (1999). Géographies tranquilles du quotidien. *Cahiers de géographie du Québec*, vol.118, n°43, 75-93.

Dubuisson, S., Hennion, A., Rabeharisoa, V. (1997). *Passages et arrêts en gare. Les régimes de présence en situation de passage*. Paris : CSI-Ecole des mines de Paris.

Goffman, E. (1973). *La mise en scène de la vie quotidienne* [2 tomes]. Paris : Minuit.

Grosjean, M., Thibaud, J.-P. (2001). *L'espace urbain en méthode*. Marseille : Parenthèse.

Hall, E. T. (1971). *La dimension cachée*. Paris : Seuil.

Joseph, I. (1996). Ariane et l'opportunisme méthodique. *Les annales de la recherche urbaine*, n°71, 4-13.

Lee J., Watson R. (1993). Regards et habitudes des passants. *Annales de la recherche urbaine*, n°57-58, 100-109.

Lussault, M. (2001). Propositions pour l'analyse générale des espaces d'actes. In Ghorra-Gobin C. (dir.). *Réinventer le sens de la ville : les espaces publics à l'heure globale*. Paris : L'Harmattan.

Quéré, L., Brezger, D. (1993). L'étrangeté mutuelle des passants. *Les annales de la recherche urbaine*, n°57-58, 88-99.

Raffestin, C. (1986). Écogénèse territoriale et territorialité. In Auriac, F., Brunet, R. (dir.). *Espaces, jeux et enjeux*. Paris : Bayard.

Sennett, R. (1979). *Les tyrannies de l'intimité*. Paris : Seuil.

Thévenot, L. (2006). L'action au pluriel. Sociologie des régimes d'engagements. Paris : La Découverte.

# Appréhender l'expérience des piétons par la méthode des itinéraires pour révéler l'impact de l'environnement urbain sur les pratiques piétonnes : l'exemple montréalais

**Sylvie Miaux**
*Centre Léa Roback,*
*Direction de la santé publique de Montréal,*
*1301 Sherbrooke Est*
*Montréal (Québec) H2L 1M3.*
*smiaux@santepub-mtl.qc.ca*

*De nombreuses mettent en avant l'impact inquiétant du tout automobile sur la santé des citadins. Face à ce constat, il semble important d'intervenir sur l'organisation de la ville au niveau de la circulation, des secteurs réservés aux piétons… Concernant les piétons les données se limitent souvent à des analyses de fréquentation, à des enquêtes Origine/Destination… peu de données traitent de l'expérience piétonne, de la perception, des comportements et des stratégies développées par les piétons. C'est pourquoi cette recherche vise à partir de la méthode des itinéraires à révéler, d'une part, les potentialités de l'espace favorisant le déplacement à pied et, d'autre part, à identifier les éléments de l'expérience du piéton qui influencent le choix du parcours.*

## 1. Introduction

Le monopole de l'automobile au cœur de nos cités tend à créer de sérieuses difficultés de circulation et de stationnement qui fragilisent ceux qui se déplacent à pied. Le piéton est confronté au manque d'espace, à l'absence dans certains secteurs de la ville de trottoirs lui permettant de circuler en toute sécurité. La proximité des véhicules, les discontinuités de l'espace ne facilitent pas le maintien des déplacements piétonniers. Ces derniers sont devenus, en

quelques années, les « oubliés »[1] de la ville. Néanmoins, la pratique de la marche est toujours présente.

Depuis quelques années, de nombreuses études relatives aux effets de l'augmentation de l'usage de l'automobile sur la santé et la sécurité de la population se multiplient, notamment dans le secteur de la santé publique. Au Québec, le dernier rapport publié par le secteur Environnement urbain et santé de la Direction de la santé publique de Montréal (le transport urbain une question de santé) dévoile les effets pervers du tout automobile sur la population : individus sédentaires qui souffrent de problèmes de surpoids, des piétons et des cyclistes victimes d'accidents de la route et qui souffrent d'asthme... Dans l'idée de réduire ces différents problèmes, les responsables de la santé publique de Montréal proposent de travailler en priorité sur les conditions facilitant le développement des transports actifs. C'est pourquoi, la recherche que je mène au sein de l'équipe Environnement urbain et santé s'attache à analyser l'influence de l'environnement bâti sur la mobilité piétonne. Je commencerai mon exposé par une rapide mise en contexte pour justifier l'intérêt de ce travail. Puis, j'insisterai la méthode des itinéraires son intérêt pour analyser l'expérience de la marche ainsi que l'influence de l'environnement urbain sur le vécu des parcours. Enfin, je donnerai un aperçu des résultats de l'étude réalisée dans l'arrondissement du Plateau Mont-Royal.

## 1.1. La vile de Montréal victime de l'emprise automobile

Le dernier rapport réalisé (2006) sur la santé de la population montréalaise par l'agence de la santé des services sociaux de Montréal sous le thème « le transport urbain une question de santé », dévoile une inquiétante augmentation du nombre de véhicules (15,5 millions en 1989 à 19 millions en 2002) et des distances parcourues. Ainsi, l'utilisation accrue de l'automobile renforce, d'une part, la pollution atmosphérique et, d'autre part, la sédentarité, occasionnant ainsi de réels problèmes de santé : asthme, maladie cardio-vasculaire, pulmonaire mais aussi des problèmes de surpoids, d'obésité… Face à ce constat, les responsables de la santé publique suggèrent une importante réduction du trafic automobile et le développement des transports en commun et surtout des transports actifs (marche et vélo). Cette idée de transports actifs a d'ailleurs fait l'objet d'une étude paneuropéenne réalisée conjointement par l'Autriche, la France, Malte, les Pays-Bas, la Suède et la Suisse dans laquelle ils appellent « *à développer des interventions de sensibilisation à l'activité physique et plus précisément au transport actif et d'en évaluer l'efficacité* » (2005).

Toutefois, plusieurs recherches ont mis en évidence l'influence de l'urbanisation sur la façon de se déplacer. En effet, est apparu ce que l'on appelle des effets de quartiers (Macintyre Sallie et al, 2002) générés par un urbanisme fonctionnaliste dépendant de l'automobile comme le précisait Newman et Kenworthy (1999). A Montréal, cela se traduit par des environnements urbains percés d'artères surdimensionnées pour répondre aux

[1] L'importance accordée aux automobilistes tend à diminuer l'attention portée au piéton.

besoins du trafic automobile, par des centres commerciaux entourés de parkings, de restauration rapide, de power centers. Malgré une importante densité urbaine, l'existence de la proximité, de la mixité des fonctions et mixité sociale, une forte dépendance à l'automobile est encouragée par l'existence d'un milieu favorable en tout point à l'utilisation de la voiture. Ceci a d'ailleurs fait l'objet d'études aux États-Unis sur la relation entre la forme physique et l'organisation des déplacements dans des secteurs de la ville où le monopole de l'automobile rend l'espace public inaccessible à certains individus (Freund, Martin, 2004).

Dans ces conditions, comment s'organisent les transports actifs dans ces quartiers conçus pour l'automobile ? Comme l'ont montré Pikora & Giles Corti (2003), les caractéristiques de l'environnement, de l'espace sont déterminantes dans le fait de marcher ou de faire du vélo. Les quartiers résidentiels dépourvus de services, de commerces, d'activités de loisirs n'offrent aucune stimulation à marcher (Lenthe, Brug, Mackenbach, 2005 ; Rossa, 2004). Il en est de même pour les quartiers où la mixité des fonctions est présente mais où le monopole de l'automobile rend vulnérable les piétons et cyclistes. Ceci rejoint l'idée développée par Frohlic, Corin et Potvin (2001) qui révèle que suivant les secteurs dans lesquels on analyse une maladie, un comportement, on obtiendra des résultats différents suivant l'environnement dans lequel la personne vit. Ainsi, il est essentiel de dépasser une lecture des facteurs individuels pour élargir l'analyse d'une maladie, d'une infection au regard de l'environnement dans lequel celle-ci se développe. Dans cette perspective, Macyntire (2002) a listé les paramètres d'un espace favorable à la santé, Northridge (2003) a également proposé une réflexion sur l'aménagement urbain qui tient compte des éléments déterminants pour la santé et le bien-être des populations. Ceci rejoint le principe d'effet de quartier né d'une organisation particulière de l'espace urbain. Dans le cas des problèmes de santé lié à la sédentarité comme l'obésité ce constat se vérifie (Reidpath, Burns, 2002). Certains quartiers réunissent différentes caractéristiques qui vont favoriser le développement de l'obésité dans la mesure où ils ne facilitent pas les déplacements actifs. Lopez-Zetina, Lee et Friis (2005) l'ont analysé en Californie en démontrant qu'un espace urbain caractérisé par une forte dépendance à l'automobile pour l'ensemble des déplacements est considéré comme un facteur environnemental favorisant l'inactivité physique et l'obésité.

C'est pourquoi, des chercheurs comme Frank, Schmid (2003) proposent de mener un travail sur l'aménagement de l'espace urbain afin d'augmenter le transport actif. En effet, ils proposent de renforcer la connectivité d'un espace, la mixité des fonctions et la sécurité des déplacements afin d'inciter les citadins à préférer la marche, le vélo à l'automobile pour leurs déplacements de proximité.

Favoriser les transports actifs contribue aussi à diminuer les inégalités sociales qui sont largement amplifiées par le monopole de l'automobile. Pour les individus ne possédant pas de voiture, cela conduit à « *un déficit d'accessibilité qui nuit à l'égalité des chances et restreint l'éventail des opportunités* » (« le transport urbain une question de santé », 2006). La

population défavorisée est davantage touchée par les accidents liés au trafic routier, à l'exposition à la pollution ainsi qu'à l'obésité (*l'obésité au Canada*, 2003)…. Quant aux personnes handicapées, elles se trouvent dans l'incapacité de se déplacer dans un espace aménagé pour l'automobile. L'insécurité du déplacement à pied ne facilite en rien l'accessibilité des personnes défavorisées augmentant ainsi les inégalités sociales de santé. Il est alors essentiel de penser l'aménagement de la mobilité en intégrant le transport actif comme mode privilégié de déplacement de proximité respectueux de l'environnement et bénéfique à la santé des citadins.

Ces différents constats m'amène à m'interroger sur l'effet de l'environnement urbain sur les pratiques et l'expérience de la marche. Comment la méthode des itinéraires permet de révéler l'impact de l'environnement urbain sur les comportements piétonniers ? Quels sont les éléments qu'il faut prendre en compte pour proposer un environnement adapté aux besoins des piétons ?

## 1.2. L'expérience de la marche pour révéler l'impact de l'environnement urbain sur les pratiques piétonnes

Le travail que j'ai pu réaliser durant le doctorat de géographie intitulé « l'itinéraire, ou l'expérience du piéton dans la perspective de l'aménagement urbain » (2005) semble approprié à l'analyse des marqueurs de l'expérience du déplacement nommés dans ma recherche « marqueurs de l'itinéraire »[2]. En effet, je souhaite tout en analysant les comportements et surtout l'expérience de la marche repérer ce qui stimule ou au contraire restreint le déplacement au cœur de l'espace public. Qu'est-ce qui dans le déplacement à pied peut représenter un obstacle, une difficulté ?… Tout ceci dans l'idée de formuler des propositions d'aménagement de l'espace public en tenant compte du fait que *« l'accessibilité d'un espace public est liée à la lisibilité de son mode d'emploi…* » (Joseph, 1995). Si on revient aux études qui ont pu être menées à partir de la seule observation du comportement des piétons par le recours à la vidéo, ou à la photographie, ou tout simplement à partir d'entretiens sans mise en situation, on constate qu'elles ne sont pas suffisantes pour cerner l'expérience du déplacement. Le recueil des seules informations relatives à la fréquentation ne peut suffire à légitimer l'aménagement d'un espace. En regardant du côté de l'expérience, l'aménageur peut éviter d'exploiter des espaces inappropriés.

La méthode des itinéraires (Petiteau, 2002) permet à partir du récit en temps réel du parcours de repérer les marqueurs de l'itinéraire (Miaux, 2007) qui vont informer sur les qualités et les dysfonctionnements de l'espace public sur lequel la personne se déplace ainsi que sur les marqueurs existentiels qui informent

[2] « Le choix est lié avant tout au sens premier du mot. Si nous reprenons la définition du verbe marquer « faire une marque sur un objet pour le distinguer d'un autre », l'action de distinguer est centrale, dans la mesure où il s'agit de reconnaître quelque chose à partir d'un trait caractéristique : le marqueur. Ce dernier a pour objectif de laisser une trace qui permette de le repérer et l'identifier. Dans notre cas, le marqueur de l'itinéraire va nous informer sur ce qui fait distinction dans l'expérience du mouvement du sujet. » (MIAUX, 2005, p. 107).

sur les limites inhérentes à l'individu. Comment la méthode des itinéraires permet de révéler l'impact de l'environnement urbain sur les comportements piétonniers ?

Le recours à cette méthode permet de dévoiler les différentes dimensions de l'expérience (sensible et histoire de vie) (Miaux, 2005) qui guident les pas du piéton. Comprendre sur quels éléments repose l'expérience du déplacement permet d'intégrer ces derniers dans l'analyse de l'environnement urbain et de l'espace public à aménager. En donnant à la personne interrogée la place de guide, on s'introduit dans son monde, dans son système de référence. Le ressenti vis-à-vis de l'environnement, de la pollution est facilement repérable dans le récit des piétons. Leurs propres limites corporelles, en relation à l'espace parcouru, sont révélées également dans le discours, dans le choix du parcours.

De plus, il est nécessaire de déterminer ce qui permet à la personne d'énoncer son expérience, d'impulser la mise en récit. Comme a pu le noter Thibaud (2001), « *nous considérons le sensible comme embrayeur de parole et les ambiances locales comme motifs à la verbalisation ».* La personne qui se trouve mise en situation dans une action qui lui est familière, va s'appuyer sur des marqueurs spatiaux et existentiels pour énoncer son parcours. L'association du récit à l'outil photographique comme illustration des propos et des comportements de la personne tout le long de son parcours, permet de lier l'espace, l'environnement et les objets… au ressenti. En effet, « *l'acte de marcher est au système urbain ce que l'énonciation est à la langue* » (De Certeau, 1990). L'apport fondamental de la méthode des itinéraires est de pouvoir révéler cette dimension énonciative de la marche par la mise en récit en « temps réel » de cette dernière. Ainsi, l'ensemble des relations qui s'établit avec l'environnement urbain et l'espace parcouru est explicitement dévoilé.

La méthode des itinéraires met en évidence les différentes stratégies auxquelles le sujet a recours durant ses déplacements. La diversité des personnes interrogées et donc des parcours étudiés permet à la fois de repérer les particularités dans l'expérience du déplacement mais aussi les constantes ou régularités dans l'expérience sensible de l'espace. Par exemple, l'inconfort et l'insécurité liés à la proximité des voitures renforcent le sentiment de vulnérabilité. Ces différentes impressions, qui mettent en évidence les limites et les dysfonctionnements de l'espace public, constituent une source d'information importante. Et ce d'autant plus que la méthode des itinéraires, travaillant à la fois sur le récit et sur l'outil photographique, donne une lisibilité immédiate des dysfonctionnements.

# 2. Résultats. Le Plateau Mont-Royal : un arrondissement où la population a choisi les modes de déplacements doux

Pour illustrer les différentes phases de la démarche méthodologique et identifier l'apport de ce travail dans l'analyse de l'influence de l'environnement urbain sur les comportements piétonniers, j'ai choisi de présenter l'étude menée dans l'arrondissement du Plateau Mont-Royal à Montréal. La population de cet arrondissement a pour particularité d'enregistrer le pourcentage le plus important de déplacements doux (les habitants possèdent peu de voitures).

Pour sélectionner les arrondissements sur lesquels mener l'analyse j'ai eu recours à l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). Celle-ci permet de repérer l'existence de structures et de typologies au niveau des caractéristiques des arrondissements montréalais en termes de déplacement piétonnier.

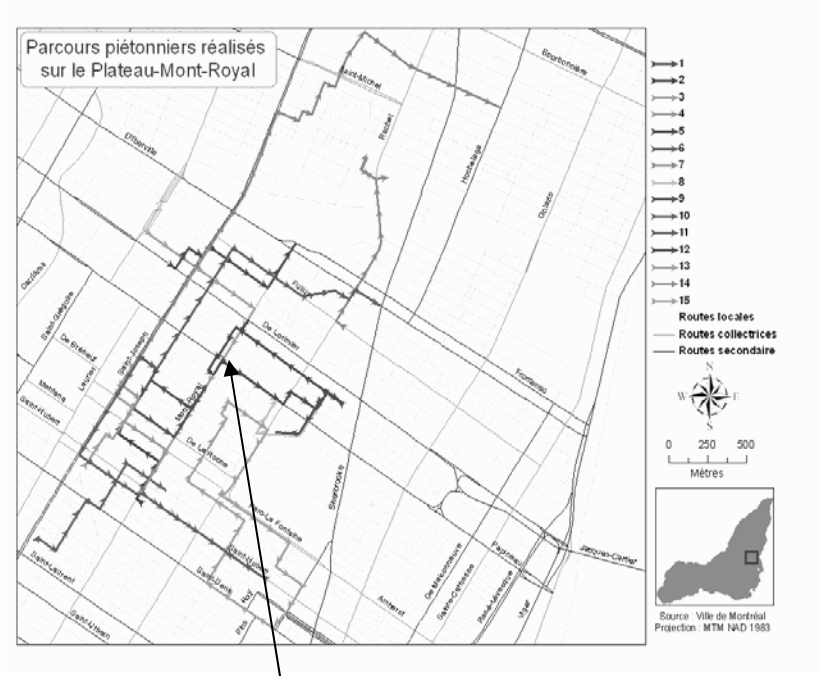
Les différents critères retenus sont : les modes de déplacements (recensement population 2001 Statistiques Canada), la répartition des piétons blessés dans les arrondissements montréalais entre 1999-2003 (Morency, Cloutier, 2006), le revenu moyen en 2000 des ménages par arrondissement (Statistiques Canada), l'existence d'un projet d'aménagement piétonnier dans le plan d'urbanisme pour chaque arrondissement, la forme urbaine[3] , les indices de compacité résidentielle et industrielle. Concernant le critère projet d'aménagement piétonnier dans le plan d'urbanisme nous avons étudié le plan et chaque chapitre d'arrondissement relatif aux déplacements piétonniers pour repérer le type de projet proposé (global, ciblé ou inexistant) au regard des objectifs présents dans la charte du piéton. Les résultats de cette analyse m'ont permis d'identifier trois types d'arrondissement : les quartiers centraux où domine l'utilisation des transports en communs et de la marche (Le Plateau Mont-Royal en fait parti), la périphérie en émergence (transition vers le tout automobile, la marche y est peu présente) et enfin la banlieue résidentielle (monopole de l'automobile où la marche n'est pas présente sauf pour quelques rares individus isolés pour accéder au transport en commun).

Dans l'arrondissement du Plateau Mont-royal j'ai analysé l'expérience de la marche chez 15 piétons d'origines socioprofessionnelles différentes.

J'ai fait en sorte d'interroger des individus de différentes classes d'âge afin de tenir compte des limites inhérentes aux personnes plus âgées sans négliger les individus ne présentant pas de limites corporelles dans leurs déplacements. Ainsi, l'environnement dans lequel les personnes ont évolué est appréhendé dans sa globalité (depuis les irrégularités du sol jusqu'à la lisibilité de l'espace dans son ensemble). La diversité des revenus permet également d'appréhender la question des inégalités sociales dans l'expérience du déplacement. Une personne en situation défavorisée perçoit-elle différemment l'espace parcouru ? L'insécurité est-elle davantage ressentie ?

[3] http://www.habitation.gouv.qc.ca/publications/M19363.pdf

La carte suivante présente la répartition des 15 itinéraires réalisés dans l'arrondissement du Plateau Mont-Royal entre le 19 février 2007 et le 23 mars 2007. Cette dernière permet de visualiser l'étendue des différents parcours ainsi que les recoupements entre certains trajets. C'est pourquoi j'ai pu noter à différents endroits des ressentis ou comportements identiques (par exemple à certaines intersections problématiques (photographie 1)).



***Photographie 1*** **: intersection avenue Mont-Royal – rue Papineau**

L'extrait d'un itinéraire (numéro 8) réalisé sur le Plateau Mont-Royal donne une idée de l'information recueillie et de l'importance de la photographie dans l'illustration des propos.

Donc là, traverser avec les petits c'est…C'est là que je fais attention,…

…c'est que **je regarde en fait plutôt ce feu là** parce que si j'attends que le feu passe au petit bonhomme, je ne vais pas avoir assez de temps pour traverser ; donc je surveille celui-ci et puis **quand il passe au orange je vais pouvoir commencer à avancer tranquillement**. Pas de visibilité, ça arrive fréquemment. Là, il passe au orange, il faut que je commence à m'avancer parce que sinon je ne vais pas avoir le temps de traverser…On y va ! J'attends que le bonhomme soit blanc, mais j'avance au moins l'espace de la voiture, ça nous fait gagner un peu…

Là on arrive à zéro et on n'a pas fini de traverser, et on n'a pas marché doucement, on a marché à notre rythme habituel. Il suffit qu'il y ait quelque chose…Une dispute, il faut toujours que je la règle avant parce que je ne peux pas me permettre de traverser Papineau avec des enfants qui ne sont pas calmes. Parce que là il peut y avoir n'importe quoi. C'est pour cela qu'il faut mettre tout le monde d'accord. D'autres rues c'est pas grave mais celle-ci non, là, il faut que je fasse attention…

Sur cette portion d'itinéraire il est possible de repérer différents marqueurs de l'itinéraire relatifs notamment à l'insécurité (intersection, passage piéton, manque de visibilité), à lisibilité (des feux de signalisation)… tout ceci étant localisable sur la carte ainsi que par le biais de la photographie. Les stratégies dans la façon de se déplacer sont également repérables. Dans cet exemple, la gardienne d'enfants doit commencer sa traversée avec de jeunes enfants au moment où le feu de signalisation est orange pour les voitures afin d'avoir plus

de temps. Le décompte piétonnier n'a pas été conçu pour faciliter la traversée des personnes âgées, à mobilité réduites, pour de jeunes enfants…

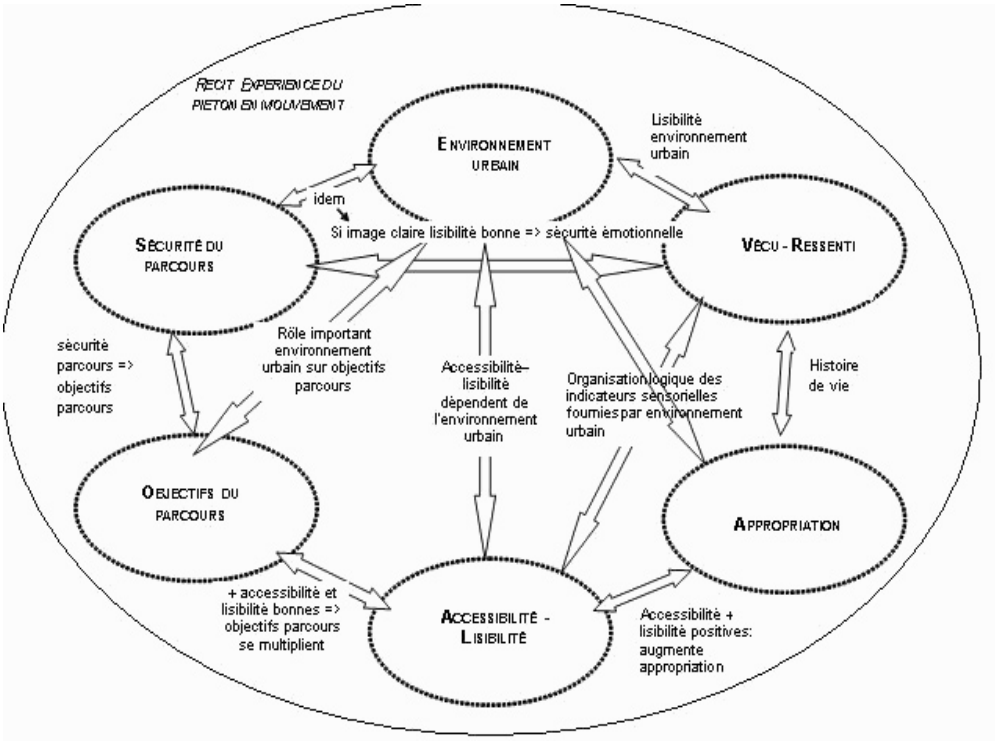
Toutes les informations recueillies (marqueurs, stratégies, attributions…) dans chaque itinéraire sont par la suite répertoriées dans une grille de lecture de l'expérience du piéton.

Présentation de l'outil de lecture sensible des déplacements piétonniers :

- Les grandes catégories de marqueurs de choix du parcours (sécurité, environnement urbain, vécu-ressenti, accessibilité-lisibilité, appropriation)
- Les stratégies comportementales concernant : la technique de déplacement, la sécurité, la relation piéton / automobiliste et piéton/cycliste
- Les attributions relatives : au comportement des autres, au fonctionnement et l'organisation de la ville, aux opérations menées par les acteurs de la ville et à l'aménagement
- Les limites et les qualités de l'espace parcouru : au niveau de l'aménagement, de la signalisation, de la sécurité
- Les interrogations relatives à la sécurité, à la signalisation ainsi qu'au manque d'homogénéité des aménagements
- Les suggestions concernant : l'aménagement, la signalisation, le citoyen (respect – sentiment de citoyenneté)

Cet outil permet de répertorier chaque élément dévoilé par le biais de la méthode des itinéraires afin de déterminer, plus spécifiquement, quels vont être les éléments à prendre en considération pour proposer un environnement adapté aux besoins des piétons ?

**Schéma 1 : interactions entre les différents marqueurs de l'itinéraire**




Ce schéma qui reprend les grandes catégories de marqueurs de l'itinéraire, révélées par le récit de l'expérience du piéton en mouvement, met en évidence les interactions qui existent entre chaque marqueur et dévoile l'importance du marqueur environnement urbain dans le choix du parcours. L'importance de la lisibilité de l'environnement urbain sur le ressenti du parcours, le rôle de l'environnement urbain sur le sentiment de sécurité ... tous ces liens justifient l'importance d'analyser dans sa globalité l'expérience du déplacement pour repérer les différentes interactions qui interviennent dans le choix et le vécu du parcours. Lorsqu'on souhaite adapter l'environnement urbain aux piétons il est nécessaire d'évaluer chacune des grandes catégories de marqueurs pour faire des propositions adéquates. L'environnement urbain intervient à différents niveaux (physique, émotionnel, perceptif…) durant le déplacement de manière plus ou moins directe dans le récit du parcours. L'analyse de chaque itinéraire pour être pertinente doit s'appuyer sur l'espace parcouru. Ceci explique l'importance de l'outil photographique et de la vidéo pour illustrer le contexte des propos recueillis.

# Conclusion

C'est en présentant, lors d'une réunion, l'expérience du piéton tout en dévoilant les interactions entre les différents éléments que la discussion a pu

s'amorcer entre les différents piétons interrogés et les acteurs de la ville (urbanistes, responsables du transport, policiers, spécialistes de la santé, de la psychologie, organismes communautaires…). La présentation des résultats à partir des supports cartographiques, photographiques et de la vidéo constitue un véritable outil participatif qui met en avant la capacité d'analyse du piéton sur l'espace, l'environnement fréquenté, son corps et les autres ( piétons, cyclistes, automobilistes). Cette rencontre entre les citadins et les différents acteurs de l'arrondissement et de la ville de Montréal a permis, entre autre, d'identifier les aménagements problématiques qui rendaient l'environnement insécuritaire (des actions sont d'ailleurs en cours sur certaines intersections).

Ainsi l'ensemble des résultats recueillis sur l'expérience en mouvement des piétons renseigne sur les éléments à privilégier pour l'élaboration d'aménagements concernant les espaces piétonniers. Cet outil ayant pour rôle de donner aux urbanistes une grille de lecture des différents éléments intervenant dans la réalisation du parcours doit s'adapter aux exigences des différents documents d'urbanisme (règlement d'urbanisme, plan d'urbanisme, plan de transport…). C'est pourquoi nous travaillons actuellement avec des urbanistes, ingénieurs à l'arrimage de cet outil à leurs besoins et limites.

# Références

De Certau, M. (1990). *L'invention du quotidien, tome1 : arts de faire*. Nouvelle édition, Paris: Gallimard.

Fontaine, K. R., Barofsky, I. (2001). Obesity and health-related quality of life. *Obesity reviews*, 2, 173–182.

Frolich, K., Corain, E.& Potvin, L. (2001). A theoretical proposal for the relationship between context and disease. *Sociology of Health and Illness*, Vol. 23, n°6, 776-797.

Freund, P. & Martin, G. (2004). Walking and motoring: Fitness and the social organisation of movement. *Sociology of Health & Illness* Vol. 26 No. 3, 273–286.

Institut canadien d'information sur la santé (2003). *L'obésité au Canada, identifier les priorités politiques.* Ottawa, Ontario.

Joseph, I. (1995). *Prendre place : espace public et culture dramatique.* Paris : Éditions Recherches : Plan Urbain.

Kiti, M., Sénéchal, G. & Hamel, P.-J. (2005). « La collectivité viable et son double : penser le paysage d'une banlieue péricentrale et dépendante de l'automobile. Le cas d'Anjou (Montréal) », in L. K. Morisset et L. Noppen éds., *Dépaysement, paysages, pays, mémoires du 21 e siècle*.

Lawrence, F., Engelke & Schmid, T. (2003). *Obesity Relationships with Community Design, Physical Activity, and Time Spent in Cars.* Island Press.

Lenthe van F.J., Brug J., Mackenbach J.P. (2005). Neighbourhood inequalities in physical inactivity: the role of neighbourhood attractiveness,

proximity to local facilities and safety in the Netherlands. *Social Science & Medicine,* n°60, 763–775.

Lopez-Zetina, J., Lee, H. & Friis, R., (2004). The link between obesity and the built environment. Evidence from an ecological analysis of obesity and vehicle miles of travel in California. *Health and Place*, 1-9.

Macintyre S. A. Ellaway, Cummins S. (2002). Place effects on health: how can we conceptualise, operationalise and measure them? *Social Science & Medicine*, n° 55, 125–139.

Miaux, S. (2005). *L'itinéraire, ou l'expérience du piéton dans la perspective de l'aménagement urbain.* Thèse de doctorat : Géographie, Lettres, sciences humaines et sociales : Pau, sous la direction de Vincent Berdoulay.

Miaux, S. (2007). Les marqueurs de l'itinéraire au service d'une approche opérationnelle des déplacements. *Les indicateurs sociaux territoriaux.* Presses de l'Université de Laval.

Miaux, S. (2007). Nouvelle approche de la ville brésilienne : l'itinéraire comme révélateur d'expérience du citadin. *La ville au Brésil : XVIIème-XXème siècles, Naissances, Renaissances,* colloque international 16-18 juin 2005, Université de la Rochelle.

Newman, P. & Kenworthy, J.R. (1999).Sustainability and Cities : overcoming automobile dependence, *Island Press*, Washington DC

Northridge M., Elliott D. Sclar, & Biswas P. (2003). Sorting Out the Connections Between the Built Environment and Health: A Conceptual Framework for Navigating Pathways and Planning Healthy Cities. *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, Vol. 80, No. 4, 556-568.

Petiteau, J.-Y. & Pasquier, E. (2001). La méthode des itinéraires : récits et parcours. *L'espace urbain en méthodes*, sous la direction de Michèle GROSJEAN et Jean-Paul THIBAUD. Marseille : Ed. Parenthèses.

Pikora, T., Giles-Cortia, B., Bulla, F., Jamrozika, K. & Donovana, R. (2003). Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science and Medicine* 56, 1693-1703.

Reidpath D., Burns C., Garrard J., Mahoney M. & Townsend M. (2002). An ecological study of the relationship between social and environmental determinants of obesity. *Health & Place,* n°8, 141–145.

Rossa N., Tremblay S. & Graham K. (2004). Neighbourhood influences on health in Montréal, Canada. *Social Science & Medicine* n°59, 1485–1494.

Sénécal, G. & Hamel, P. J. (2001).« Ville compacte et qualité de vie : discussions autour de l'approche canadienne des indicateurs de durabilité », *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, vol. 45, no 2, 306-318.

Sénécal, G., Hamel, P. J. & Vachon, N.(2005). « Forme urbaine et qualité de vie : Comment mesurer la qualité des environnements naturels et

construits ? Un test pour la région métropolitaine de Montréal », *Cahiers de Géographie du Québec*, vol. 49, no 136, 19-43.

Vandegrift D. & Yoked T. (2004). Obesity rates, income, and suburban sprawl: an analysis of US states. *Health & Place* n°10, 221–229.

# Un modèle de choix discret pour analyser le rôle des paysages dans les choix d'itinéraires pédestres

**Arnaud Piombini**
*Laboratoire Image et Ville*
*Université Louis Pasteur – Strasbourg I*
*3, rue de l'Argonne*
*67 000 Strasbourg*
*arnaud.piombini@lorraine.u-strasbg.fr*

**Jean-Christophe Foltête**
*Laboratoire ThéMA*
*Université de Franche-Comté*
*32, rue Mégevand*
*25 030 Besançon cedex*
*jean-christophe.foltete@univ-fcomte.fr*

*Actuellement, la marche à pied suscite un regain d'intérêt comme mode de transport complémentaire. Dans le cadre de cet article, nous partons de l'hypothèse que l'adaptation de l'environnement urbain aux attentes des piétons, notamment d'un point de vue paysager, est une étape essentielle de la revalorisation de ce mode de déplacement. A cette fin, nous proposons une démarche permettant de décrire les comportements pédestres et d'identifier les préférences paysagères des piétons. La méthode d'analyse se base sur les modèles de choix discret, couramment utilisés dans la modélisation des choix individuels. Les résultats montre que les piétons cherchent à minimiser leurs itinéraires en terme de longueur tout en prêtant une attention particulière à certains types de paysages.*

## 1. Introduction

Dans le domaine des transports, les modèles d'affectation des flux sont très utilisés. Appliqués principalement aux modes motorisés, ils permettent de

formaliser les choix d'itinéraires en automobile sur la base de variables comme les limitations de vitesse, le nombre de feux rouges, l'intensité de la circulation, les kilomètres de voies rapides… (Ben-Akiva et Bierlaire, 1999). Utilisés dans le cadre de la mobilité pédestre, ils vont nous permettre d'analyser les itinéraires pour révéler les environnements visuels favorables à la marche à pied.

Dans ce travail, nous supposons en effet que l'hétérogénéité visuelle des rues agit sur les préférences des piétons et engendre des choix d'itinéraires spécifiques. Selon cette hypothèse, les piétons valorisent positivement ou négativement les paysages à travers leur relation cognitive à l'espace urbain. Par l'analyse empirique des itinéraires piétonniers, on peut ainsi identifier les choix effectués et déterminer les paysages favorables ou non aux déplacements piétonniers.

Il est possible de citer quelques précédents même si les expériences en la matière restent rares. Certaines études ont porté sur l'influence paysagère de la végétation sur la fréquence et la portée des déplacements (Shriver, 1997) ou sur les choix d'itinéraires dans des lieux spécifiques comme les jardins publics (Loiteron et Bishop, 2005) ou les zones touristiques (Gloor et al., 2003). Par ailleurs, les travaux de Zacharias (1997, 2005) montrent l'impact de nombreux stimuli visuels sur les choix d'itinéraires des piétons. Mais ils traitent davantage de comportements pédestres dans des espaces clos, peu étendus (Zacharias, 1997) voire inconnus (Zacharias, 2005). Nous tenterons ici de montrer qu'il est possible de passer à une échelle plus vaste tout en mobilisant des méthodes objectives d'analyse des pratiques pédestres.

# 2. Matériel et méthodes

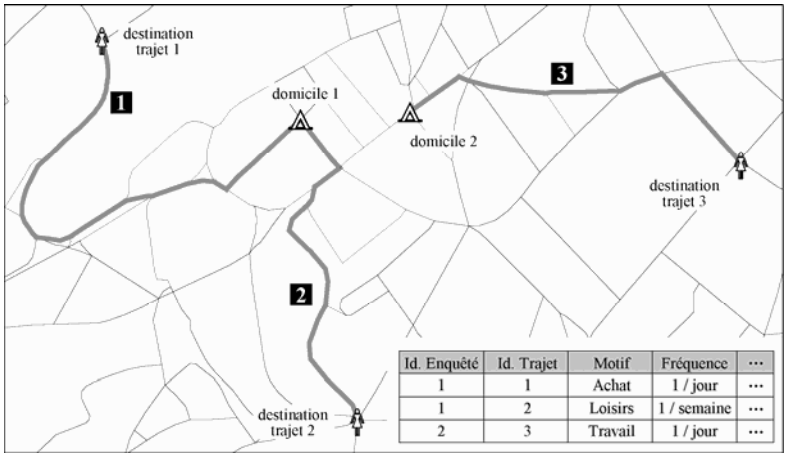
Deux bases de données sont nécessaires à la mise en œuvre de nos analyses : une enquête sur les itinéraires des trajets en marche à pied et une enquête permettant de recenser les paysages urbains.

## 2.1. Enquête "Marche à pied"

Notre recherche se base sur une enquête très spécifique qui a permis de recenser de manière très précise des itinéraires en marche à pied effectués régulièrement dans les villes de Besançon et de Lille. Les itinéraires recueillis ont été géoréférencés et implémentés au sein d'un système d'information géographique (Fig. 1). Des informations concernant les caractéristiques du déplacement (motif, longueur, …) ou du piéton (âge, sexe, …) ont été recueillies mais elles ne seront pas utilisées dans la suite de cette analyse ; en effet, nous nous bornerons ici, en guise d'introduction, à considérer les piétons de manière homogène et sans établir de sous-groupes d'analyse thématique.

Au total, cette enquête a permis de recenser plus de 1 500 itinéraires mais nous n'avons retenus que 371 trajets pédestres dans la ville de Besançon et 257 à Lille pour les besoins de l'analyse paysagère.

**Figure 1 : Quelques trajets enregistrés lors de l'enquête "marche à pied"**




| Id. Enquêté | Id. Trajet | Motif | Fréquence | ... |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Achat | 1 / jour | ... |
| 1 | 2 | Loisirs | 1 / semaine | ... |
| 2 | 3 | Travail | 1 / jour | ... |

## 2.2. Enquête "Paysages"

La caractérisation paysagère des rues a été effectuée sur le terrain, par des enquêteurs, car cette méthode semblait la plus apte à restituer la dimension visuelle des piétons. Ainsi, le paysage a été abordé en mouvement, à la manière du marcheur. Les catégories paysagères ont été renseignées sous la forme de pourcentages, en fonction de leur prégnance, elle-même dépendante du temps de soumission et de la position des objets paysagers dans le champ visuel. Pour cela, nous nous sommes inspirés des méthodes de quantification permettant d'évaluer le poids de chaque élément paysager (Rougerie et Beroutchachvili, 1991 ; Brossard et Wieber, 1980).

Pour la constitution de la grille de recensement, trois niveaux de lecture du paysage ont été retenus (Tableau 1). Le premier distingue les grandes catégories paysagères que sont le bâti, la végétation, les obstacles visuels, les espaces vides et les éléments visibles en arrière-plan. Des données plus techniques concernant la largeur des tronçons et le partage de la voirie ont été ajoutées. Le second niveau permet de décomposer plus précisément le premier ; ainsi, la végétation, par exemple, regroupe les catégories parcs, arbres, arbustes, haies et fleurs. Le dernier niveau s'applique uniquement à la différenciation du bâti selon ses fonctions. Il faut noter ici que notre travail porte sur l'analyse du rôle des paysages urbains et laisse volontairement de côté d'autres variables couramment étudiées dans les travaux portant sur la marche à pied.

**Tableau 1 : Classes paysagères retenues pour l'enquête**

| Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|---|---|---|
| Bâti | Maisons individuelles<br>Petits immeubles<br>Grands immeubles | Résidentiel<br>Commercial<br>Industriel<br>Public<br>Monument |
| Obstacles visuels | Murs<br>Haies végétales<br>Portails | |
| Végétation | Pelouses<br>Fleurs<br>Arbustes<br>Arbres<br>Parcs | |
| Espaces vides | Places<br>Parkings<br>Cours d'eau<br>Terrain industriel<br>Terrain de sport<br>Chemin de fer<br>Chantier<br>Carrefour routier | |
| Arrière-plan<br>(uniquement à Besançon) | Relief<br>Citadelle | |
| Nombre de voies<br>Largeur des trottoirs<br>Nombre de files de stationnement | | |

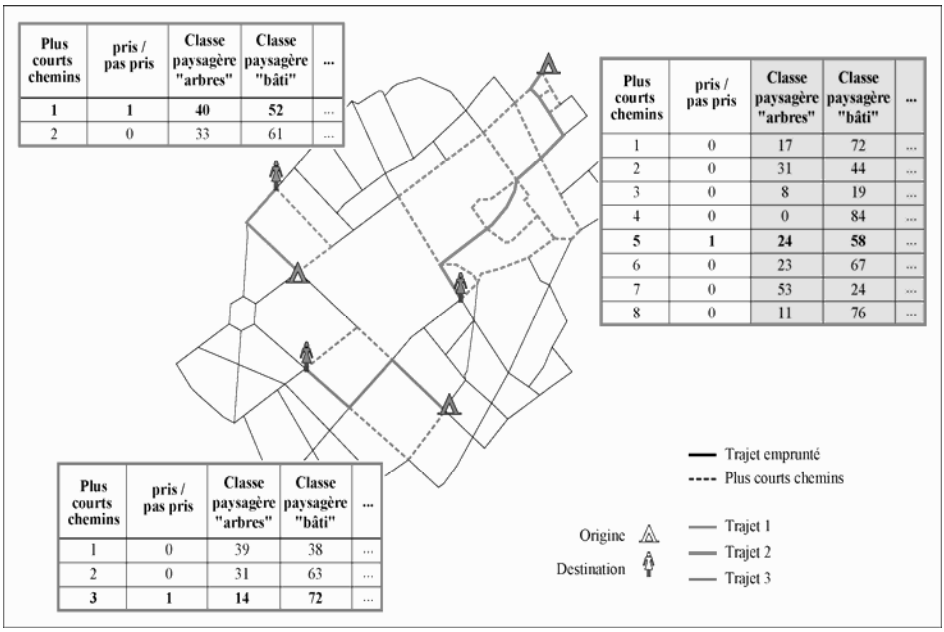
## 2.3. Un modèle de choix discrets paysager

À partir des deux bases de données recueillies, nous proposons de mettre en œuvre une analyse basée sur les modèles de choix discrets. Ces modèles, qui permettent d'étudier les choix effectués par les individus parmi un ensemble de choix potentiels, peuvent être appliqués aux choix d'itinéraires. Dans ce cadre, ils permettent de mesurer précisément le rôle de chaque catégorie paysagère recensée lors de l'enquête. Le processus de choix étudié peut être décrit comme suit : (i) génération des alternatives qui constituent l'ensemble de choix réduit considéré par l'individu, (ii) évaluation des attributs pertinents permettant de discriminer les alternatives, (iii) choix.

La première étape consiste donc à recenser tous les choix potentiels pour chaque trajet recensé. Cet ensemble de choix correspond à tous les itinéraires qualifiés de raisonnables pour joindre l'origine à la destination. Ces alternatives potentielles ont été générées grâce à un algorithme de calcul de plus court chemin. Ainsi, à chaque trajet réalisé correspond un ensemble d'itinéraires potentiels qui n'occasionnent pas un allongement supérieur à 20 % par rapport à la longueur du plus court chemin optimal. Au sein de ces potentialités, un calcul de correspondance a permis de déterminer l'itinéraire effectivement emprunté.

L'objectif consiste ensuite à reproduire le choix effectué par chaque piéton en fonction des informations paysagères dont nous disposons. Pour cela, les modèles de choix discrets sont parfaitement adaptés aux déplacements en marche à pied qui sont à la fois choisis et contraints car le réseau impose le nombre de chemins potentiellement utilisables entre une origine et une destination. Cet ensemble de choix impose aussi des caractéristiques paysagères inhérentes aux itinéraires disponibles parmi lesquelles le piéton effectue son choix. On comprend facilement que les choix d'itinéraires sont restreints et que les contextes de choix sont très variables d'un individu à l'autre. Or, les modèles de choix discrets permettent, pour chaque individu, le calcul désagrégé de probabilités de choix en fonction des caractéristiques associées à chaque option disponible (Fig. 2). Dans ces modèles, contrairement à la régression logistique classique, le rôle d'un attribut paysager est fonction de la distribution de ses valeurs au sein de tous les chemins disponibles pour chaque trajet et non plus d'un point de vue global, pour l'ensemble des individus considérés. On gagne ainsi en précision ce que l'on perd en facilité d'analyse.

**Figure 2 : Application du modèle logit pour chaque trajet recensé**




| Plus courts chemins | pris / pas pris | Classe paysagère "arbres" | Classe paysagère "bâti" | ... |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **1** | **40** | **52** | ... |
| 2 | 0 | 33 | 61 | ... |

| Plus courts chemins | pris / pas pris | Classe paysagère "arbres" | Classe paysagère "bâti" | ... |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 17 | 72 | ... |
| 2 | 0 | 31 | 44 | ... |
| 3 | 0 | 8 | 19 | ... |
| 4 | 0 | 0 | 84 | ... |
| **5** | **1** | **24** | **58** | ... |
| 6 | 0 | 23 | 67 | ... |
| 7 | 0 | 53 | 24 | ... |
| 8 | 0 | 11 | 76 | ... |

| Plus courts chemins | pris / pas pris | Classe paysagère "arbres" | Classe paysagère "bâti" | ... |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 39 | 38 | ... |
| 2 | 0 | 31 | 63 | ... |
| **3** | **1** | **14** | **72** | ... |

Nous utilisons ici le modèle logit multinomial, développé par D. McFadden, et qui va nous permettre de modéliser un choix parmi un ensemble d'options potentielles. Initialement utilisé pour modéliser les choix du mode de transport (Rodriguez et Joo, 2004 ; Zhang et al, 2004), il est utilisé ici comme modèle de choix d'itinéraire en marche à pied.

Ce modèle est dérivé de la théorie du consommateur selon laquelle chaque individu est supposé agir de manière à maximiser son utilité, en fonction des options de choix dont il dispose. Il prend donc en compte l'alternative choisie mais aussi toutes celles refusées par chaque individu, ce qui permet d'analyser le choix en fonction du contexte et donne ainsi accès à une exploitation efficace des données à l'échelle désagrégée. Utilisé à des fins spatiales, le modèle logit multinomial permet de déterminer l'influence d'un attribut donné d'un lieu sur les dynamiques spatiales qui lui sont associées. Plus généralement, il permet de mesurer le rôle des variables testées ; le modèle logit est donc souvent utilisé dans un but explicatif (Durand-Dastès, 2001). Appliqué à la marche à pied, ce modèle se révèle très performant et aide à cerner les comportements des piétons. Connaissant le coût de chaque option, le logit simple permet de modéliser les comportements des individus en affectant, pour chaque déplacement, une probabilité à chaque itinéraire potentiel (Piombini et Foltête, 2007 ; Rodriguez et Joo, 2004 ; Zhang et al., 2004). Ces probabilités d'usage des alternatives sont fonction de l'utilité qu'ils représentent pour chaque individu (Ben-Akiva et Bierlaire, 1999). Selon ce modèle, l'utilité $V_i$ est définie par :

$$V_i = \sum_{\mathrm{k}} \beta_{\mathrm{k}} \mathrm{x}_{\mathrm{ik}}$$

où $x_{ik}$ représente la longueur et le vecteur d'attributs paysagers de l'alternative et $\beta_k$ un ensemble de paramètres correspondant. Le piéton est supposé choisir l'itinéraire dont l'utilité est la plus forte mais le coût n'est pas uniquement dépendant de la longueur du trajet ; les variables paysagères sélectionnées pour intégrer le modèle sont censées contribuer à la perception du coût des plus courts chemins par les piétons. On en déduit ensuite que la probabilité $P_i$ qu'un piéton choisisse l'itinéraire *i* s'exprime comme suit :

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_k e^{V_j}}$$

L'expression finale de la probabilité $P_i$ est simplement fonction de l'utilité de l'itinéraire considérée $V_i$ et de l'utilité des itinéraires potentiels composant le contexte de choix $V_j$ d'un trajet donné. Pour calibrer ce modèle, il faut sélectionner les attributs significatifs et déterminer les valeurs des paramètres $\beta_k$ par la méthode du maximum de vraisemblance. La fonction de vraisemblance $\ln(L(\beta))$ permet d'évaluer la capacité du modèle à reproduire la situation observée ; elle est toujours négative et varie entre $-\infty$ et 0. En mode pas à pas, elle permet d'intégrer les variables unes à unes, par ordre d'importance et seulement si elles se révèlent significatives, selon un test du $\chi^2$, jusqu'à l'obtention d'un modèle saturé.

Pour évaluer la performance globale des modèles construits, on calcule ensuite le paramètre $\rho^2$. Ce paramètre permet de comparer la valeur de la log-vraisemblance du modèle retenu avec celle du modèle neutre dans lequel les variables explicatives sont paramétrés par des coefficients nuls (ce modèle est équiprobable car tous les itinéraires ont la même probabilité d'usage). Ce coefficient est borné entre 0 et 1. Une valeur de 1 correspond à un $\ln(L(\beta)) = 0$, c'est-à-dire à un modèle qui reproduit parfaitement les comportements observés. Une valeur de 0 indique que le modèle est neutre et qu'il ne discrimine pas les alternatives entre elles. Dans l'esprit, on peut établir une similitude entre le $\rho^2$ et le coefficient de détermination $r^2$ de la régression qui exprime le pourcentage de variance exprimée par le modèle.

# 3. Résultats

Le coefficient $\rho^2$ reste relativement faible, ce qui peut paraître décevant. Mais on rappellera d'une part que le $\rho^2$ est une mesure plus pessimiste que le $r^2$ (un $\rho^2$ de 0,4 est considéré comme acceptable) et, d'autre part, que la restriction du nombre d'itinéraires potentiels (allongement maximum fixé à 20 % par rapport au plus court chemin optimal) explique en partie de tels résultats. Avec des seuils plus élevés, des itinéraires potentiels plus longs auraient été retenus, ce qui aurait contribué à augmenter le pouvoir explicatif de la longueur ; fort logiquement, le $\rho^2$ eût été beaucoup plus satisfaisant. Au-delà de la performance globale du modèle, il est surtout intéressant de remarquer que l'ajout progressif de classes paysagères tend à maximiser la probabilité de trouver le trajet effectivement choisi par chaque individu.

**Tableau 2 : Le modèle logit à Besançon**

| | **Paysages** | **Coefficients** | **Stat ln($L(\beta)$)** | **Stat $\chi^2$** | **$\rho^2$** |
|---|---|---|---|---|---|
| - | Variable neutre | - | -243,56 | - | 0 |
| 1 | Longueur | -23,32 | -191,28 | 0,001 | 0,206 |
| 2 | Places | 3,19 | -183,62 | 0,001 | 0,238 |
| 3 | Cours d'eau | 1,07 | -179,37 | 0,01 | 0,251 |
| 4 | Pet. Imm. Industriel | -3,53 | -176,55 | 0,05 | 0,259 |
| 5 | Mais. Ind. Résidentiel | -1,94 | -174,56 | 0,05 | 0,263 |
| 6 | Parkings | -1,42 | -172,07 | 0,05 | 0,269 |

**Tableau 3 : Le modèle logit à Lille**

| | Paysages | Coefficients | Stat ln($L(\beta)$) | Stat $\chi^2$ | $\rho^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| - | Variable neutre | - | -305,96 | - | 0 |
| 1 | Longueur | -32,88 | -226,24 | 0,001 | 0,257 |
| 2 | Pet. Imm. Commercial | 1,91 | -200,01 | 0,001 | 0,340 |
| 3 | Nbre de voies | 1,36 | -192,05 | 0,001 | 0,363 |
| 4 | Largeur des trottoirs | -1,07 | -187,37 | 0,01 | 0,375 |
| 5 | Portails | -4,56 | -182,80 | 0,01 | 0,386 |
| 6 | Gds. Imm. Monuments | 3,03 | -180,13 | 0,05 | 0,392 |
| 7 | Places | 1,05 | -176,89 | 0,05 | 0,399 |

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux 2 et 3 qui détaillent les variables intervenant dans les modèles les plus performants. Les résultats montrent que les paysages interviennent toujours en second lieu, après la longueur, dans les choix d'itinéraires des piétons. Cela correspond à l'idée intuitive selon laquelle les piétons minimisent leurs efforts avant de cherchent à agrémenter leur trajet. L'ajout des classes paysagères tend cependant à maximiser la probabilité de trouver le trajet effectivement choisi par chaque individu. Progressivement, le $\rho^2$ atteint un niveau plus acceptable, même si le modèle bisontin demeure limité comparativement au modèle lillois.

Les variables paysagères retenues à Besançon sont les places et cours d'eau en positif et les parkings, fonctions industrielles et résidentielles selon différentes tailles de bâti, en négatif. Les paysages qui jouent un rôle dans les choix d'itinéraires à Lille sont assez différents. On retrouve uniquement la classe places qui agit également de manière positive. Dans le rôle d'attracteur, elle est complétée par les monuments de grande taille, les commerces et le nombre de voies. En négatif, on trouve les portails et, étonnamment, la largeur des trottoirs. Les différences entre les deux villes peuvent en partie s'expliquer par le fait que la zone d'étude lilloise correspond au centre-ville tandis que l'aire d'étude bisontine est davantage excentrée. Les classes paysagères retenues par les modèles dépendent en partie de cette différence de localisation et ne préjugent pas d'une différence fondamentale de comportement entre les piétons des deux villes.

# 4. Conclusion

Le calcul a ainsi permis de retenir les variables significatives et d'estimer les coefficients de telle sorte que le modèle comportemental créé reproduise le mieux possible les choix d'itinéraires tels qu'ils ont été identifiés. Au-delà des résultats paysagers obtenus, qui diffèrent d'une ville à l'autre (mais pouvait-il en être autrement tant les villes sont différentes ?), le principal attrait de l'analyse présentée ici provient de l'apport des variables paysagères qui, indéniablement, améliorent le fonctionnement du modèle. Ils semblent donc que les paysages jouent un rôle dans les choix d'itinéraires. Outre cette conclusion très intéressante qui demande à être vérifiée pour d'autres zones d'études, il

convient de souligner l'intérêt de la présente méthode pour mettre en évidence les environnements urbains favorables à la mobilité pédestre. Cette étude introductive qui a porté sur un modèle de choix discrets devra évidemment être complétée par d'autres travaux utilisant des modèles d'affectation des flux plus raffinés.

# Références

Ben-Akiva, M., & Bierlaire, M. (1999).- Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions. In R. Hall (Ed.), *Handbook of transportation science* (pp. 5-34). Kluwer, Boston.

Brossard, T., & Wieber, J. C. (1980).- Essai de formulation systématique d'un mode d'approche du paysage. *Bulletin de géographie française*, 468, 103-111.

Durand-Dastès, F. (2001).- Les concepts de la modélisation en analyse spatiale. In L. Sanders (Ed.), *Modèles en analyse spatiale* (pp. 31-59). Lavoisier, Paris.

Gloor, C., Cavens, D., Lange, E., Nagel, K., & Schmid, W. (2003).- A pedestrian simulation for very large scale applications. *Multi-Agenten-Systeme in der Geographie* (Klagenfurter Geographische Schriften), 23, 167-188.

Loiteron, D., & Bishop, I. (2005).- *Simulating visitor movement: autonomous agents in urban public garden*. Paper presented in CUPUM '05, London.

Piombini, A., Foltête, J. C. (2007).- Evaluer les choix d'itinéraires pédestres en milieu urbain. *Revue Internationale de Géomatique*, 17(2), 207-225.

Rodriguez, D. A., & Joo, J. (2004).- The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment. *Transportation Research Part D*, 9(2), 151-173.

Rougerie, G., & Beroutchachvili, N. (1991).- *Géosystèmes et paysages : bilan et méthodes*, Paris : A. Colin.

Shriver, K. (1997).- Influence of environmental design on pedestrian travel behaviour in four Austin neighbourhoods. *Transportation Research Record*, 1578, 64-75.

Zacharias, J. (2006).- Exploratory spatial behaviour in real and virtual environments. *Landscape and Urban Planning*, 78(1-2), 1-13.

Zacharias, J. (1997).- The impact of layout and visual stimuli on the itineraries and perception of pedestrians in a public market. *Environment and Planning B*, 24, 23-35.

Zhang, J., Timmermans, H., Borgers, A., & Wang, D. (2004).- Modeling traveler choice behavior using the concepts of relative utility and relative interest. *Transportation Research Part B*, 38(3), 215-234.

# Identification des liens entre comportements piétonniers et qualité environnementale des parcours

**Elyès Zekri[1], Gérard Hégron[1], Alain Legendre[2]**
*[1] Cerma UMR CNRS 1563*
*Ecole d'Architecture de Nantes*
*Rue Massenet BP 81931*
*44319 Nantes Cedex 3*
*elyes.zekri@cerma.archi.fr*

*[2] ESO UMR CNRS 6590*
*Université Rennes 2*
*Maison de la Recherche en Sciences Sociales*
*Place du recteur Henri Le Moal*
*CS 24307, 35043 Rennes Cedex*

*Nous présentons une méthode pour identifier les liens entre comportements des piétons et qualité environnementale des parcours urbains. Nous nous appuyons pour cela sur des observations et des mesures in-situ ainsi que sur l'analyse quantitative et qualitative du confort, des facteurs physiques de l'environnement (température, vent, lumière…) et du comportement le long de parcours urbains.*

## 1. Contexte

Le piéton et sa mobilité deviennent, de plus en plus, des préoccupations majeures chez les professionnels du transport, de l'environnement, de la santé et de l'aménagement urbain. Ces derniers, par exemple, essaient de mieux comprendre l'influence directe ou indirecte de leurs projets sur la perception, le confort et le comportement des piétons.

En effet, il s'avère que plusieurs facteurs de l'environnement, qu'ils soient d'ordre visuel, spatial, social ou physique (Foltête & Piombini 2007; Zacharias 2001), sont susceptibles d'avoir des effets sur la perception sensible et sur le

confort des individus en déplacement. Dans cette étude, nous nous intéressons aux facteurs physiques de l'environnement (dits aussi facteurs physiques d'ambiance) tels que la température, la vitesse et la direction du vent, la lumière… qui sont conditionnés, entre autres, par la morphologie des espaces urbains et qui peuvent générer, à l'échelle du piéton, des situations de confort ou d'inconfort (Stathopoulos et al. 2004).

Nous proposons dans ce contexte une méthode dont le but est d'identifier les liens qui pourraient exister entre certains comportements piétonniers et les caractéristiques environnementales des parcours empruntés.

# 2. Méthodologie

Dans cette étude nous adoptons la démarche suivante : étant donnés des parcours piétonniers bien identifiés, nous nous proposons de réaliser une première caractérisation de ces parcours du point de vue des facteurs physiques d'ambiance. Par la suite, une deuxième caractérisation du point de vue comportemental est effectuée.

Une mise en correspondance de ces deux types de caractérisations permettra d'identifier des liens entre le comportement dynamique du piéton et la configuration environnementale des parcours.

## 2.1. Caractérisation des parcours par les facteurs physiques de l'environnement

Cette caractérisation (Figure 1-a) consiste à fournir une description environnementale des parcours par l'analyse de l'évolution des différents facteurs physiques de l'environnement et du confort le long de ces parcours.

Les facteurs physiques de l'environnement sont simulés à 1,5 mètre du niveau du sol, grâce à des outils de simulation (Groleau 2000). Ils couvrent les champs de la thermique, de l'aéraulique et de l'ensoleillement. Quant au niveau de confort piétonnier, il est prédit par des indicateurs de confort, comme le *PMV* (Gagge et al. 1986), qui font intervenir, outre les facteurs physiques, plusieurs autres facteurs comme l'habillement et l'activité métabolique.

Afin d'ajuster et de calibrer les valeurs obtenues par la simulation, des mesures *in-situ* sont effectuées en utilisant des appareils de mesure portables.

## 2.2. Caractérisation des parcours du point de vue comportemental

La caractérisation d'ordre comportemental des parcours (Figure 1-b) a pour but de décrire quantitativement et qualitativement, pour des parcours donnés, différents aspects comportementaux et perceptifs.

Les comportements piétonniers considérés sont essentiellement liés aux choix de parcours, à la vitesse et au temps de déplacement, à la fréquence des arrêts… Ils sont observés *in-situ* par le biais de la vidéo. Des interviews avec

des usagers sont, elles aussi, réalisées afin de recueillir des impressions à propos des parcours.

### 2.3. Mise en correspondance

La mise en correspondance entre caractéristiques environnementales et caractéristiques comportementales des parcours piétonniers (Figure 1-c) consiste à mettre en évidence certains comportements qui se sont produits sur des parcours présentant des similitudes environnementales (du point de vue de l'évolution des paramètres physiques et du confort).

## 3. Premiers résultats

Les premiers résultats obtenus en appliquant cette méthode démontrent que les facteurs physiques de l'environnement ainsi que le niveau de confort influent sensiblement sur les choix de parcours, sur la vitesse de déplacement et sur la fréquence des arrêts. En effet, les parcours identifiés comme étant relativement confortables (du point de vue des indicateurs de conforts) sont 30 à 50% plus fréquentés que les parcours identifiés comme moins confortables. Sur ces mêmes parcours, il se trouve que les usagers ont tendance à se déplacer relativement plus lentement et à s'arrêter plus souvent.

## Conclusion

Nous avons présenté une méthode pour l'identification des liens entre les comportements des piétons en déplacement et la qualité environnementale des parcours dans un milieu urbain. Cette méthode est basée sur des techniques d'observation et de mesure *in-situ* ainsi que sur la simulation numérique des facteurs physiques de l'environnement. Les premiers résultats confirment l'influence des facteurs physiques de l'environnement sur les choix de parcours, la vitesse de marche et le nombre d'arrêts des usagers des espaces urbains. D'autres campagnes d'observation et de mesure devraient nous permettre d'identifier d'autres comportements liés aux facteurs physiques de l'environnement et d'avoir des résultats plus précis.

## Bibliographie

Foltête, J., & Piombini A. (2007). Urban layout, landscape features and perception usage. *Landscape and Urban Planning* 81, 225-234.

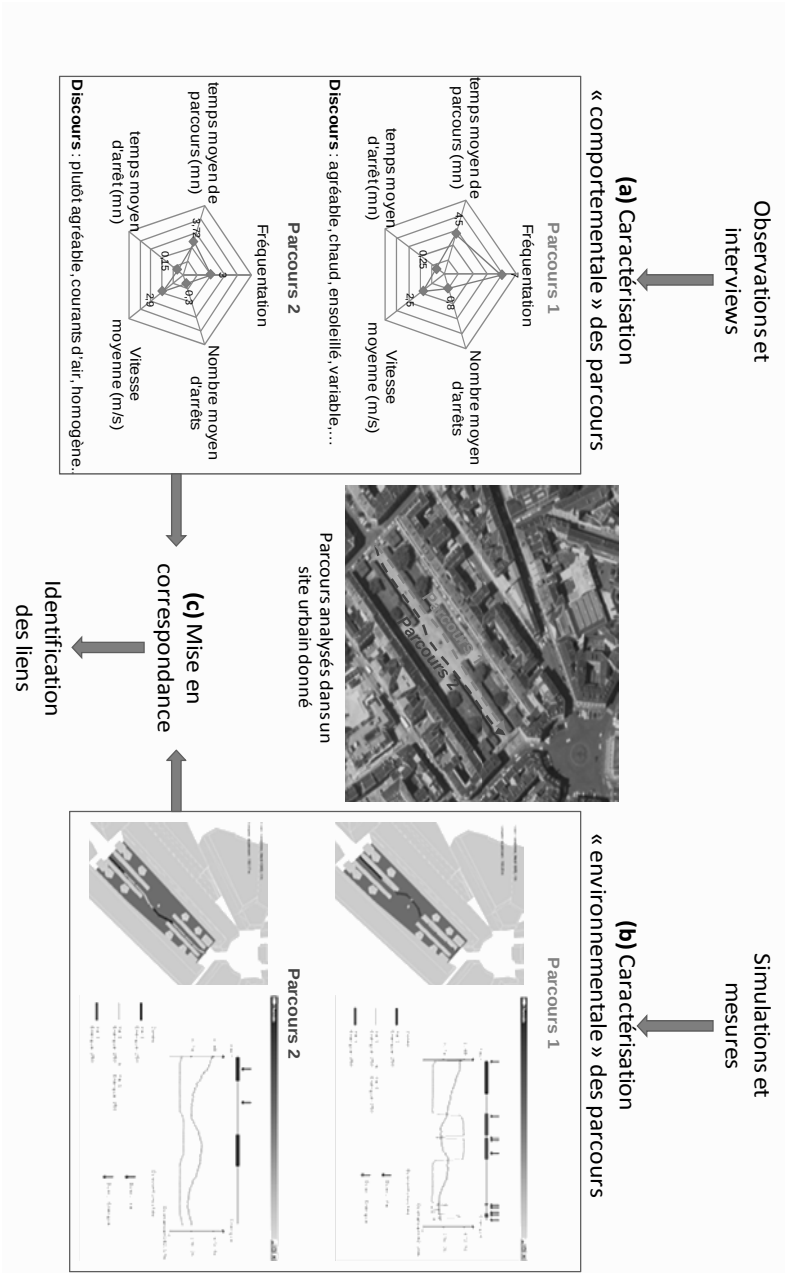
Gagge, A. P., Fobelets, A. P. & Berglund R. G. (1986). A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 92, 709-731.

Groleau D. (2000). SOLENE, un outil de simulation des éclairements solaires et lumineux dans les projets architecturaux et urbains. In *Colloque Artepa, Rouen, février 2000*, 8p.

Stathopoulos, T., Wu, H., & Zacharias, J. (2004). Outdoor human comfort in an urban climate. *Building and Environment* 39, 297-305.

Zacharias, J. (2001). Pedestrian Behavior and Perception in Urban Walking Environments. *Journal of Planning Literature* 16(1), 3-18.

Figure 1 : Méthodologie pour l'identification des liens entre comportements piétonniers et qualité environnementale des parcours



# Quel éclairage pour faciliter les déplacements des piétons la nuit ?

**Patricia Sajous**
*Consultante en Aménagement urbain*
*24 rue de la grosse borne*
*27200 VERNON*
*02 32 54 05 39*
*06 07 62 30 16*
*patriciasajous@aol.com*

*Cette présentation aborde le thème de la sécurité et des déplacements piétonniers de nuit. Les usagers ont livré leurs perceptions des phénomènes relatifs à la vision comme l'éblouissement, l'uniformité de la distribution de la lumière dans la rue, le rendu des couleurs de l'espace urbain, la variation du flux de la lampe. L'usager est interviewé lors d'un déplacement de nuit. Cette étude s'est déroulée sur un site – laboratoire à Albi mettant en présence 3 catégories d'ambiances lumineuses : installation habituelle avec flux de couleur jaune ou « au sodium », installation en lumière blanche ou « à iodure métallique » et installation en lumière blanche « à iodure métallique » avec un flux à 50 % de la puissance de la lampe. De ce travail de terrain, sont restitués ici, pour chaque phénomène relatif à la vision, les perceptions de notre échantillon, traduites en termes de recommandations afin de tenir compte de l'usager dans l'élaboration de l'espace public nocturne.*

Quel éclairage pour faciliter les déplacements des piétons la nuit ? Nous ne saurions répondre à cette question pour chaque cas se présentant dans l'espace urbain. Cependant, l'étude comparative que nous avons menée nous permet de connaître les attentes des usagers quant aux traitements des phénomènes relatifs à la vision.

# 1. Présentation de l'étude NumeLiTe, du site et de la méthodologie d'enquête

## 1.1. Présentation de NumeLiTe

Le projet NumeLiTe, qui s'est achevé fin 2005, avait pour but d'apporter une aide concrète aux gouvernements européens pour réduire la consommation des systèmes d'éclairage et baisser les émissions de gaz à effet de serre en prenant comme référence les engagements pris lors des accords de Kyoto. Cela a abouti à l'installation dans un quartier de la ville d'Albi des systèmes d'éclairage recommandés par le consortium[1].

En association avec l'ADEME, en 2006, la dernière phase du projet a été menée à bien. Elle consistait à recueillir les perceptions visuelles et les commentaires de la population. L'enjeu était de mettre à disposition des professionnels des données concernant les perceptions visuelles livrées par la population elle-même.

## 1.2. Description du site

Le site de l'enquête jouxte la gare, accueille l'université, une cité administrative, et connaît, pour le reste, l'attractivité due au fait qu'Albi soit préfecture du département du Tarn. Cet espace fait transition entre le centre et la sortie de la ville vers Toulouse. C'est un espace incluant à la fois différentes catégories de voies de circulation et une mixité des fonctions urbaines.

La banalité du site nous est aussi apparue comme un atout : pas de références possibles à un monument ou une caractéristique de l'aménagement urbain propre à la ville. Albi nous offre ici la possibilité de tester un éclairage en espace urbain dense. Cet espace se retrouve dans les autres villes françaises de même rang dans la hiérarchie urbaine et a fortiori dans les villes d'un rang supérieur. Une large part de la population française côtoie donc ce type d'espace et sa mise en lumière.

Au total, une rue, trois avenues et un boulevard ont été réaménagés sous le label « NumeLiTe ». Les axes dont la fonction routière est affirmée ont été équipés d'un éclairage fonctionnel. Pour les axes dans lesquels les fonctions urbaines coexistent, un éclairage d'ambiance a été préconisé.

Il faut noter que quelques axes adjacents à ceux cités ici ont gardé l'ancienne installation. Nous les avons inscrits sur la carte n°1, au même titre que les axes réaménagés, car cette circonstance offrait à notre travail des perspectives comparatives intéressantes.

Outre le fait de proposer de nouveaux luminaires[2] et un éclairage en lumière blanche, un logiciel informatique a été associé aux ballasts permettant

[1] NumeLiTe est un consortium de 16 membres regroupant universités, industriels, organismes.

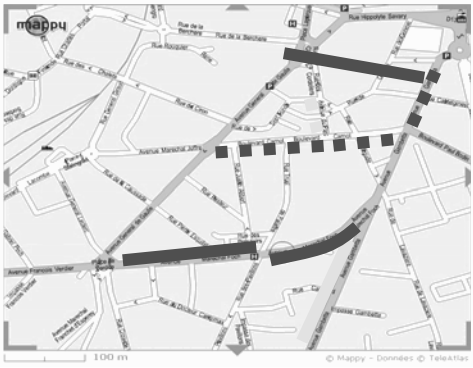
[2] Aviso, luminaire indirect pour la partie ambiance et lanterne Decostreet pour la partie fonctionnelle

maintenance et gradation des luminaires point lumineux par point lumineux.

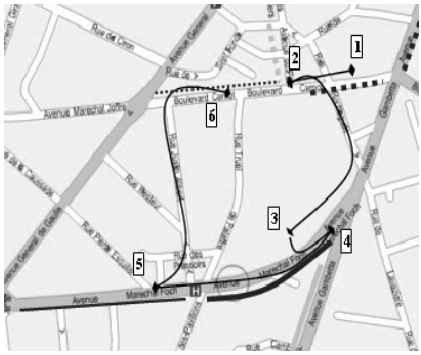
**Tableau 1 : Caractéristiques techniques des installations sur le site**

| | Nouvelle installation (NI) Ambiance | Ancienne installation (AI) Ambiance | Nouvelle installation (NI) Fonctionnelle | Ancienne installation (NI) Fonctionnelle |
|---|---|---|---|---|
| Luminaires Thorn | Aviso Mosaic M1– 10° | S 500 | Decostreet | VM |
| Lampe GE | CMH 150 T°K 3200 K | SHP 150 | CMH 150 T°K 3200 K | SHP 250 |
| Hauteur de feu | 4,5 m | 4 m | 9 m | 9 m |
| Espacement | 10 m | 13 m | 34 m | 34 m |
| L moy (cd/m²) mesurées | 1,4 | 0,51 | 1,89 | 1,46 |

**Carte 1 : Site NumeLiTe**




**Carte 2 : Itinéraire piéton**




Légende :

- Fonctionnel, installation NumeLiTe en niveau d'éclairement 100 %
- Fonctionnel, installation NumeLiTe en niveau d'éclairement 50 %
- Décoratif, installation NumeLiTe en niveau d'éclairement 100 %
- Décoratif, installation NumeLiTe en niveau d'éclairement 50 %
- Fonctionnel, existant
- Décoratif, existant
- Tracé de l'itinéraire avec les étapes d'interview

## 1.3. La « Collecte des perceptions en Situation »

Pour élaborer notre méthode d'enquête, la « Collecte des perceptions en Situation » (CPES), nous sommes partis de deux constatations. Avec l'émergence de l'urbanisme lumière, le monde de l'éclairage extérieur veut aller à la rencontre des usagers et ne plus s'en tenir seulement aux normes déduites des capacités de l'œil humain. Mais, pour autant, l'éclairage urbain n'est pas une préoccupation des usagers. Il va de soi que certains espaces soient éclairés la nuit. C'est ainsi qu'il s'avère difficile d'engager une conversation sur l'éclairage sortant des lieux communs. D'après H. Glodt, les usagers ne sont pas détenteurs d'une culture de l'éclairage.(Glodt, 2003)

Le consortium NumeLiTe souhaitait une enquête qui ne soit pas une enquête de satisfaction, basée sur les représentations, mais une enquête qui rende compte des perceptions des usagers. (c.f. Encadré 1)

**Encadré 1 : Définitions**

Perception et représentation sont les deux mécanismes cognitifs qui permettent à l'homme de gérer sa relation à son environnement.
La perception agit dans l'immédiateté. Elle est à la base de tous les autres comportements. Sans perception préalable, il est impossible d'apprendre, de parler, de mémoriser, etc. (Stéri, 1993)
Avec la représentation, il s'agit d'évoquer objets et phénomènes en leur absence mais aussi d'évoquer un objet ou phénomène absent pour enrichir la connaissance d'un autre présent. (Di Méo, 1998)

C'est pourquoi nous avons travaillé in situ, de nuit, en période hivernale (Mosser, 2005) afin de travailler sur des perceptions immédiates, évitant ainsi la sollicitation de la mémoire qui, avec son cortège d'oublis, de recompositions peut peser sur la parole sans que l'enquêteur puisse contrôler ces facteurs. La thèse de S. Mosser nous a servi de recueil afin d'orienter nos choix méthodologiques qui ont abouti à l'élaboration de la CPES. (Mosser, 2003).

**Tableau 2 : Les thèmes étudiés durant l'étude NumeLiTe / ADEME à Albi (AFE, 1995)**

| | |
|---|---|
| Couleurs de lampes<br>Variation du flux lumineux<br>Éblouissement<br>Niveau d'éclairement<br>Uniformité | Recueil des perceptions visuelles |
| Confort visuel<br>Sécurité<br>Impressions générales | Recueil des opinions<br>(ou représentations) |

Nous avons établi deux questionnaires en conformité avec les principaux modes de déplacement que nous avons rencontrés.

Un questionnaire est adapté aux déplacements des piétons. Il emprunte un itinéraire prédéterminé à travers les différentes ambiances lumineuses[3] (c.f. Carte n°2). L'autre questionnaire est adapté aux déplacements en voiture.[4]

Notre enquête est qualitative à entretien semi – directif. En moyenne, un entretien durait 25 minutes.

Les questionnaires ont été « passés » en 2 phases. La première phase s'est déroulée du 12 au 18 décembre 2005. La seconde phase s'est déroulée du 06 au 10 février 2006.

**Tableau 3 : L'échantillon des personnes interrogées durant l'enquête selon le sexe, l'âge et l'origine géographique**

| | | |
|---|---|---|
| Sexe | H | 14 |
| | F | 11 |
| Age | 21-40 | 6 |
| | 41-60 | 9 |
| | 61 + | 10 |
| Origine | Habitant d'une rue | 10 |
| | Habitant l'aire urbaine d'Albi | 11 |
| | Personne extérieure | 4 |
| Total | | 25 |

Nous avons travaillé à partir d'un échantillon caractéristique mais non strictement représentatif de l'ensemble des comportements observables selon l'âge, le sexe et le lieu de résidence. Nos statistiques sont descriptives.

[3] Il y avait au total 6 ambiances lumineuses : fonctionnel ancien, nouveau fonctionnel, ancien ambiance, nouvel ambiance, fonctionnel gradé, ambiance gradé.

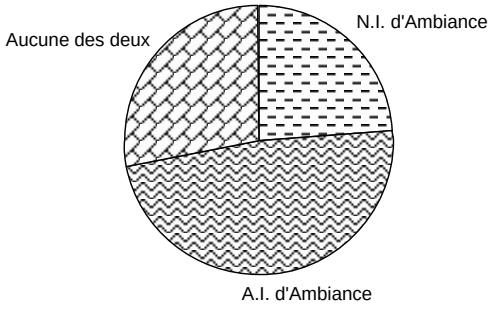
[4] Les résultats de ce questionnaire ne sont pas abordés ici. Nous avons aussi réalisé un questionnaire « commerçants » de facture plus classique avec lequel, durant les mêmes périodes d'enquête, nous sommes allés rencontrer des commerçants dans leurs boutiques. Cela avait surtout pour but de recueillir des commentaires supplémentaires faits par les visiteurs de ces rues aux commerçants à propos de l'éclairage public. Or, il se trouve qu'aucun commerçant n'a jamais abordé la question avec ses clients.

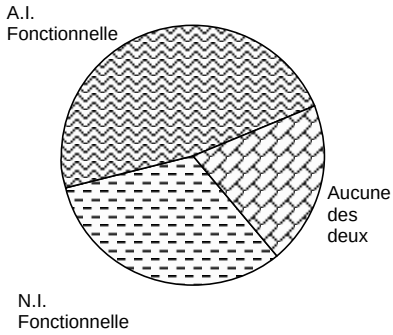
# 2. Résultats obtenus par la « Collecte des perceptions en Situation »

Notre proposition d'intervention lors du colloque COPIE est fondée sur la mise à disposition pour une collectivité de chercheurs de nouvelles données. Par nécessité de concision, nous reproduirons ici nos principales conclusions pour chacun des thèmes abordés.

## 2.1. L'éblouissement inconfortable et perturbateur

**Figure 1 : Éblouissement inconfortable : comparaisons anciennes et nouvelles installations**




A.I. : Ancienne installation / N.I. : Nouvelle installation. Source : Enquête P. Sajous, 2006

S'il y a gêne, elle est majoritairement de l'ordre de l'éblouissement inconfortable. Ce dernier est surtout ressenti dans les anciennes installations d'ambiance et fonctionnelle.

En fonctionnel, ancien ou nouveau, en toute logique l'éblouissement est abordé car ce sont des installations qui ne sont pas dimensionnées pour

l'usage piétonnier mais automobile. La nouvelle installation fonctionnelle apparaît pour autant comme plus supportable.

A la suite de cela, nous notons une différence d'appréciation entre usager et professionnel. L'éblouissement de la source en fonctionnel est à la limite des recommandations AFE (TI de 15 %), ce qui est considéré par les professionnels comme relativement élevé. Nous ne pouvons pas dire avoir mis en évidence une corrélation dans les discours des usagers qui n'ont pas paru excessivement gêné.

## 2.2. L'uniformité

Pour ce thème, nous travaillons à partir d'un schéma de la rue, sur lequel les enquêtés cochaient les espaces qu'ils percevaient comme moins éclairés.

Nous avons observé tout au long des entretiens une acuité visuelle importante pour repérer des différences d'éclairement entre espaces. Cela est sans doute dû, pour une part, au contexte de l'enquête qui peut être ici ressentie comme une forme de jeu.

A l'opposé de l'« expert », qui a à sa disposition des instruments de mesures, l'uniformité fait ici l'objet d'une analyse sensorielle non absolue mais relative. C'est-à-dire en fonction des espaces contiguës. Un espace est toujours vu comme plus ou moins éclairé qu'un autre voire il se positionne entre l'éclairement de deux autres espaces.

Les tableaux croisés dynamiques appliqués aux différentes ambiances lumineuses en fonction du sexe font apparaître la tendance selon laquelle les femmes voient, de façon générale, plus de zones moins éclairées. Elles ont le plus grand taux de signalement de ce type d'endroits. Il faut préciser que les endroits repérés par une part des hommes, sont encore plus systématiquement repérés par les femmes. En plus, les femmes voient des zones d'ombre là où les hommes n'en voient pas. Si, pour certains endroits, cela se vérifie par des mesures, tout en restant dans les normes admises par les professionnels, ce n'est pas le cas pour d'autres. Ne sommes-nous pas dans ces cas à la limite entre perception et représentation de l'ombre ?

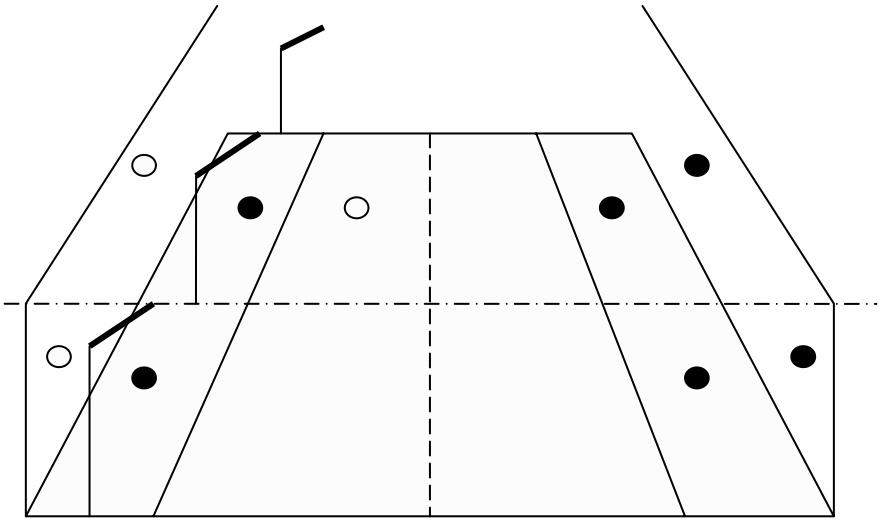
Quand on se penche sur la répartition par âge des réponses concernant l'uniformité, nous notons que les personnes de plus de 61 ans ont un taux de réponse inférieur aux deux autres groupes. Par rapport au schéma de la rue, les personnes de 61 ans et plus se cantonnent à nous citer les trottoirs. Ils font totalement abstraction du décor qui a pourtant fait l'objet d'attentions particulières pour être maintenues dans l'obscurité en vertu de la lutte contre la pollution lumineuse.

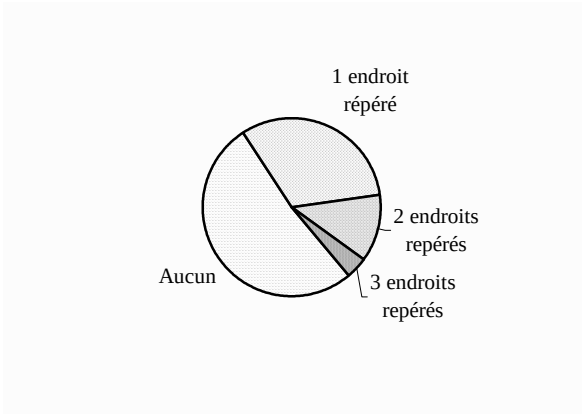
Les deux premières tranches d'âge passent scrupuleusement « au peigne fin » tout leur champ visuel. Ainsi, le décor est commenté et ils hiérarchisent les zones moins éclairées entre elles. Pour les personnes de 61 ans et plus cela semble se réduire au fait d'y voir ou de ne pas y voir.

En outre, il faut aussi noter que lorsque les installations sont à mi-puissance, le nombre de signalements d'endroits moins éclairés augmentent. C'est une

sensibilité que les professionnels ne doivent pas négliger même si d'après leurs calculs, la répartition est bonne.

**Figure 2 : Uniformité répertoriée pour l'installation fonctionnelle à pleine puissance**



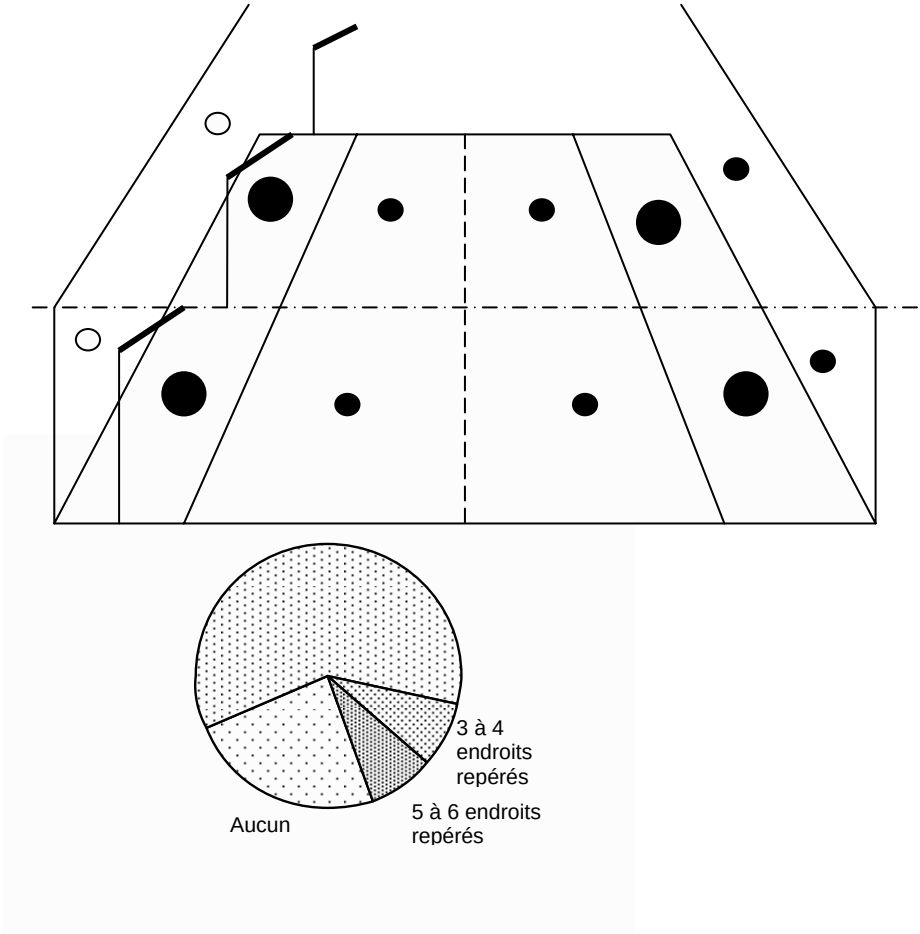



Légende Figure 2

- Endroit cité une à deux fois
- Endroit cité par moins d'un quart ou un quart de l'échantillon
- Endroit cité par la moitié de l'échantillon

## 2.3. La gradation

**Figure 3 : Uniformité répertoriée pour l'installation fonctionnelle à mi-puissance**




Légende Figures 2 et 3 :

- ○ Endroit cité une à deux fois
- ● Endroit cité par moins d'un quart ou un quart de l'échantillon
- ● Endroit cité par la moitié de l'échantillon

On est là à la limite de l'exercice car la gradation est utilisée quand le rythme du quartier, de la ville est au plus bas. C'est un mode de fonctionnement de l'installation assurant les normes minimales d'éclairement.

C'est ainsi que nos observations montrent que la gradation est acceptée, bien supportée par une large part des piétons en fonctionnel comme en

ambiance. Pour autant, nos indicateurs (rendu de couleurs, uniformité, sécurité) connaissent une dépréciation. Les conditions pour effectuer un déplacement sont réunies mais il est normal que notre échantillon apprécie moins ces ambiances pour circuler.

## 2.4. Couleurs des lampes

La préférence est nette pour le blanc. Les ¾ de l'échantillon se prononcent pour la couleur blanche.

Les justifications sont formulées soit en établissant une comparaison avec l'éclairage au sodium («plus éclatant [que le sodium] ») ou bien, ils expriment une valeur intrinsèque au blanc (« pas éblouissant »).

Les arguments des piétons voyant un intérêt à l'utilisation de la couleur blanche mettent en avant son moindre éblouissement et le sentiment de circuler en toute sécurité en percevant bien les utilisateurs d'autres modes de déplacement. Nous noterons que les automobilistes nous ont fait part, durant les entretiens, du même sentiment de sécurité pour partager l'espace circulatoire.

## 2.5. Le confort visuel

Dans le cas du confort visuel, la subjectivité joue beaucoup. C'est ce que tend à démontrer l'analyse des questions selon l'origine géographique des piétons. L'habitude, la fréquentation de ces rues, le fait d'y résider rentre ici en jeu.

Prenons le cas de la nouvelle installation d'ambiance. Les personnes extérieures, qui ne connaissent pas particulièrement Albi et les personnes qui ne fréquentent pas ces rues, bien qu'habitants d'Albi sont plutôt très enthousiasmées par ce concept. Les qualificatifs sont d'ailleurs là pour le montrer (« plus esthétique », « plus naturel », « doux ») alors que les habitants ne sont pas majoritairement convaincus (« Le blanc est froid », « Jaune est chaleureux », « Design ne va pas »).

L'analyse du confort visuel, nous a permis de mettre en évidence l'idée, qu'au côté des efforts fournis contre l'éblouissement, la lumière blanche, dans la nouvelle installation fonctionnelle, renforce le sentiment de sécurité pour sa proximité avec la lumière naturelle, du jour.

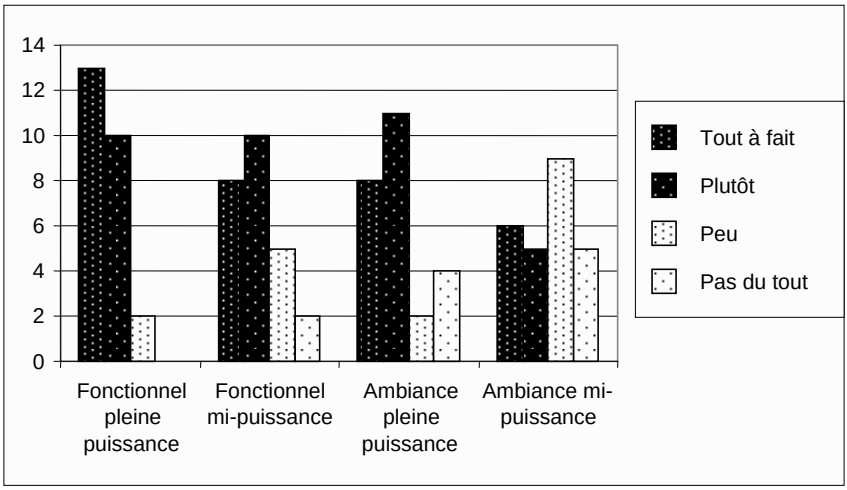
## 2.6. La sécurité

En toute logique, les piétons qui nous avaient montré des trottoirs « sombres » (question d'uniformité) dans la nouvelle installation d'ambiance, ne s'y sentent pas en sécurité.

Quand il s'agit de sécurité, les piétons semblent rechercher dans l'éclairage, les caractéristiques suivantes :

- l'uniformité : « l'effet des portes cochères »[5] est toujours perçu comme insécurisant,
- la puissance de l'éclairement : l'éblouissement peut prendre là une valeur positive,
- vient s'ajouter, comme un nouvel atout, la lumière blanche.

**Figure 4 : Vous sentez-vous en sécurité dans cette rue ?**




# Références

Association Française de l'Eclairage, 1995. *Le vocabulaire de l'éclairage*, 5° éd.. Paris : Société d'Editions LUX.

Di Méo G., 1998 (Piaget cité par). *Géographie sociale et territoires*. Paris : Nathan Université, collection Fac. Géographie.

Glodt H., 2003. *Le vécu de l'éclairage urbain*, Université Paris X Nanterre, Paris.

Mosser S., 2003. Éclairage *urbain : enjeux et instruments d'actions*, IFU, Paris.

Mosser S., 2005. Éclairage *urbain, vers des démarches d'évaluation et de régulation : L'exemple de la démarche DEVISE*. Paris : LCPC, collection Guide technique.

Steri A., 1993. La perception in Weil-Barais A. (sous la direction de) *L'homme cognitif*. Paris : PUF.

[5] Quand une rue est éclairée, l'éclairage n'atteint pas les portes cochères, en retrait. Cette expression traduit la peur que des personnes se cachent dans ces espaces avec l'intention de commettre une agression.

# Piéton et perception visuelle : le design visité par les sciences cognitives

**Agnès Levitte**
*Consultante COMMUNICATION PAR LE DESIGN*
*et doctorante CRAL-UMR 8566 CNRS/E.H.E.S.S.*
*agnes.levitte@agneslevitte.net*

*J'interroge les sciences cognitives pour comprendre la perception visuelle et quelques-uns de ses questionnements : l'ambiguïté, l'implicite et l'explicite et les rôles de l'attention et de la mémoire. Lors d'entretiens libres menés in situ dans les nouveaux abris du tram T3 de Paris, je découvre que les utilisateurs ne voient pas tout ce que le designer a inscrit dans son projet. La perception du voyageur, qu'il soit naïf ou expert, est davantage guidée par ses besoins et les signes forts construits, que par les intentions d'un méta-design du concepteur.*

## Introduction

Dans l'espace public comme dans l'espace privé nous sommes entourés d'objets. Pour les percevoir notre œil est en mouvement perpétuel et notre rétine est constamment imprimée par des formes, des couleurs, des lumières… Que voyons-nous vraiment ? Quel est le processus qui permet la vision ? L'analyse des récents travaux des Sciences Cognitives et des Neurosciences permet de décomposer le processus. Nous nous limiterons dans cet article à comprendre quelques-uns des liens entre perception, conscience et attention pour tenter ensuite d'appliquer nos premières conclusions aux abris du nouveau tram parisien. Des entretiens menés auprès d'usagers « experts » ou « naïfs » sont l'occasion de poser simplement la question de ce qui est perçu, vu, compris et mémorisé. On constate une différence entre l'intention des maîtres d'œuvre et la perception des utilisateurs, quelle en est la raison ? Quel est le rôle du design ? Les designers peuvent-ils participer à la formation du public et le guider à voir ce qui doit être vu ? Quels pourraient être leurs outils pour une telle tâche ? Quelle éthique pour les designers ?

# 1. La perception visuelle

## 1.1. Perception et ambiguïté

La perception est la « capacité à identifier un objet à l'aide de ses attributs visuels tels que les couleurs, les formes, les contours, la texture, la taille, l'orientation spatiale et les mouvements éventuellement » (Jacob et Jeannerod 2003). Les neuroscientifiques ont découvert que chacun de ces attributs active des zones différentes du cerveau, zones qui doivent ensuite être synchronisées pour produire une représentation chez celui qui regarde. Les chercheurs ne peuvent encore tout expliquer de ce processus complexe qui implique des liages, sorte de routes familières qu'on rappellerait à notre mémoire à long terme quand nécessaire. La conception philosophique traditionnelle de la perception en tant que phénomène global est ainsi remise en cause par ces récentes découvertes. La vision serait plutôt un processus *complexe* et *ambigu* au cours duquel des éléments épars doivent être recomposés en une image globale.

Par exemple, un objet n'est jamais perçu dans son entier. Certaines de ses parties, comme l'arrière ou les côtés, sont toujours cachées et pourtant il est facile de le reconnaître. Quelle information conceptuelle a-t-on engrangée qui permet de reconnaître ainsi un objet donné ? Quand cette information s'est-elle formée ? Si cette information est différente pour chacun, selon quels critères a-t-elle été construite ? Nos besoins vitaux et nos émotions ont sans aucun doute aidé à une telle construction. Les designers, qui conçoivent les objets quotidiens et en sélectionnent les formes, matériaux, traitements de surface et couleurs, participent à créer les informations de la mémoire à long terme des utilisateurs.

Une seconde ambiguïté réside dans le fait qu'un même objet est compris de la même manière alors que sa couleur, sa forme, sa taille peuvent apparaître différemment selon les circonstances d'éclairage, de distance ou d'orientation. Daniel Kersten (2004) a mené une recherche sur l'analyse des chemins visuels par lesquels le cerveau transforme en percepts et en actions l'information fournie par une image. Un apprentissage *opportuniste* serait activé lors des rares instants où l'objet est vu avec le moins d'ambiguïté. Ce processus serait une explication de l'invariance (perception constante de l'objet) que notent Kersten (2004) et Jacob (2006). Le percept serait une « image mentale[1] activée par des représentations sensorielles de la mémoire à long terme grâce à des processus cognitifs descendants » (Mechelli and al. 2004). Les designers pourraient intégrer ces réflexions dans la conception des objets ou systèmes qu'ils dessinent, pour permettre une meilleure compréhension par l'utilisateur selon les angles de vue ou les éclairages.

Une troisième ambiguïté concerne la constante sollicitation de l'œil qui doit distinguer entre l'objet et l'arrière-plan, et choisir parmi toutes les formes qui s'offrent simultanément à lui. Voir exige à la fois de *sélectionner* et de

[1] Sans stimulus rétinien

*reconnaître*. Cette troisième ambiguïté souligne le fait que celui qui regarde doit sans cesse passer d'une vision égocentrée à une vision allocentrée : nous sommes tantôt le centre de ce nous regardons et devons faire appel à notre mémoire et à nos percepts, et tantôt nous ne sommes que partie de ce que nous voyons et nous aurions une vision ainsi plus objective. (Fig.1).

Ces commentaires sur l'ambiguïté amènent un questionnement sur le rôle de la conscience et de l'attention dans le processus de la perception visuelle.

**Figure 1 – Stimulus ascendant vs stimulus descendant**

| | |
|---|---|
| Perception égocentrée<br>Stimulus ascendant (*bottom-up*) : des sensations passives vers les concepts | L'expérience visuelle (consciente ou non) est initiée par des images projetées sur la rétine. Celui qui voit est au centre |
| Perception allocentrée<br>Stimulus descendant (*top-down*) : de l'intention active vers le monde extérieur | L'attention se porte sur le monde. La computation qui transforme la perception en représentation |

## 1.2. Perception implicite/explicite/inconsciente

Une « perception consciente est une perception que l'on peut rapporter » (Naccache 2002) et pourtant nombreuses sont les expériences de perception implicite, inconsciente ou ignorée (vue sans être vue), que les auteurs décrivent dans la littérature récente sur ce sujet.

La première question concerne un paradoxe : chaque scène perçue est constamment analysée par des millions de neurones différents dans notre cerveau alors que nous ne percevons qu'un seul monde. Cleeremans (2005) suggère que la conscience se produit à deux niveaux différents : a) un niveau non linéaire qui se réfère à l'expérience subjective (expérience à la première personne) et b) un continuum qui se réfère aux neurones actifs dans une aire donnée du cerveau (expérience à la troisième personne ou objective). Ceci expliquerait la dichotomie entre l'expérience subjective que nous avons d'un état mental conscient unifié, et l'expérience objective du cerveau modulaire analysées par les scientifiques.

Mais la question du choix de ce que nous voyons reste entière. A. Damasio (1999) explique les différents processus inconscients dans la perception visuelle, particulièrement la perception automatique ou non consciente (et non pas inconsciente). Si tout ce qui nous entoure stimulait notre attention, nous deviendrions rapidement très confus. On peut penser à de nombreuses situations comme marcher dans la rue ou conduire une voiture, au cours desquelles on doit se centrer sur le seul objectif de rester en vie. Fred Drestske (2006) dans un article intitulé « Perception without Awareness » explique : « nous ne remarquons pas certaines des choses dont nous sommes conscients » … « cela prouve que les expériences conscientes du monde sont parfois plus riches, plus diversifiées, plus texturées que le jugement que l'on porte sur ces mêmes choses[2]. » Dretske appelle ce phénomène amnésie. Amnésie ou inconscience ? Les chercheurs en Neurosciences ont une approche différente et font référence à l'adaptation et au traitement inconscient.

[2] Ma traduction

Naccache et son équipe (2005) décrivent des expériences qui prouvent que le cerveau peut être conscient alors que l'agent n'est capable de rapporter aucune perception. De récentes recherches (Serences et Yantis 2006) ont aidé à comprendre un tel phénomène : les propriétés sensorielles seraient activées dans des aires du cortex occipital antérieur alors que les actions comportementales, les valeurs subjectives et les intentions motrices se produisent dans des aires plus lointaines du cerveau. La perception implicite (perception sans possibilité de rendre compte, que ce soit par des mots, des signes ou des gestes) serait un processus d'adaptation élémentaire plutôt qu'un traitement cognitif complexe et inconscient (Cleeremans 2006).

Ahissar et Hochstein (2004) ont développé une proposition dans le sens d'une « perception écologiquement dépendante » dans l'article « The Reverse Hierarchy Theory of Visual Perceptual Learning ». Les théories comportementales classiques précisent que seuls les attributs simples apparaissent en premier. Les conclusions d'Ahissar et Hoschtein, au contraire, affirment que dans une scène, « les attributs apparaissent à condition qu'ils forment une propriété écologiquement pertinente » A l'aide d'expériences de détection des stimuli du cerveau, ils démontrent que ces propriétés peuvent être aussi simples que des couleurs ou des dimensions, mais également complexes comme la profondeur, les formes ou un visage humain. Inversement, les propriétés qui ne sont pas écologiquement pertinentes demanderont une observation plus longue pour accéder à des niveaux inférieurs du cerveau, même si elles sont simples. Ces auteurs ont travaillé avec des agents de quatre niveaux d'expérience, du naïf à l'expert. Les agents experts ont une longue expérience de la tâche qu'ils doivent accomplir et en ont une perception immédiate et holistique. Ils ont appris à « élaguer les données non instructives pour la tâche apprise ». Il semblerait que perception et but vont de pair ; et que, par exemple, un agent expert ne se souciera pas d'accéder à des niveaux inférieurs de la perception si les détails ne sont pas pertinents pour un but déterminé. Cette conclusion est très intéressante pour les designers qui pourraient s'attacher à analyser et identifier ce que peut être un détail « écologiquement pertinent » pour un produit spécifique. Le deuxième point important concerne le temps nécessaire à une perception correcte, ce qui nous conduit à notre dernière question théorique : les liens entre attention et mémoire d'une part, et perception et conscience d'autre part.

## 1.3. Perception, attention et mémorisation

Nombreux sont les auteurs en sciences cognitives qui ont souligné l'importance du stimulus intentionnel dans la mémorisation de la perception. Ils posent la question de la nécessité de l'attention sélective lorsqu'il y a compétition entre plusieurs objets dans une scène visuelle. Lionel Naccache et son équipe (2002) suggèrent que, « à n'importe quel moment, de nombreux réseaux neuronaux modulaires sont actifs en parallèle, et traitent des informations de manière inconsciente. » … « L'information devient consciente, cependant, si la population neuronale correspondante est mobilisée par une amplification attentionnelle descendante (top-down) lors d'une activité

cohérente dans un espace circonscrit du cerveau ». Cette amplification attentionnelle descendante « est le mécanisme par lequel des processus modulaires peuvent être temporairement mobilisés et rendus disponibles dans l'espace de travail global du cerveau, et donc à la conscience» (Dehaene 2001). Atteindre la conscience au cours d'une perception ne suffit pas. Cette perception doit être amplifiée et conservée durant un temps suffisant (en millisecondes) pour être accessible à ce que les auteurs appellent « l'espace de travail dans le cerveau ». Comment forcer de telles amplifications attentionnelles descendantes ? La séquence Perception – Attention - Mémorisation est indispensable pour que l'apprentissage ait lieu (voir Ahissar et Hoschtein 2004) et ne peut se produire dans un ordre différent. (voir Fig.2.) Les designers peuvent s'emparer de cette conclusion et chercher des solutions pour créer et renforcer cette amplification attentionnelle. C'est l'objet de l'analyse que nous proposons dans la deuxième partie, après la description de l'exemple que nous avons choisi. Nous verrons que les détails écologiquement pertinents ne sont pas toujours suffisants pour créer une telle amplification.

## 2. Un exemple : la perception des abris de la nouvelle ligne T3 du tramway à Paris.

Il est habituel en France de faire appel à des designers, parfois de renom, pour concevoir le mobilier urbain d'une municipalité ou d'un quartier. D'Hector Guimard à Philippe Starck les exemples sont nombreux et la nouvelle ligne du tramway de Paris en fait partie. Aujourd'hui, le cahier des charges remis au concepteur est très complet, et intègre habituellement, parmi d'autres, des contraintes de résistance, de visibilité, de sécurité et d'environnement. Jean-Michel Wilmotte et Arnaud de Bussière ont remporté l'appel d'offres et dessiné à la fois les abris des stations et tous les éléments environnants : mâts d'éclairage et de suspension caténaire, supports de signalétique et de signalisation, et mobiliers divers (sièges, corbeille). En tant que tel, chaque abri est un micro espace, ou « unité de services ». Dans une perspective plus « macro », ils sont également des signaux indiquant à distance l'emplacement de la station. Ce sont de surcroît des signes récurrents tout au long de la ligne de 14 kilomètres de long. Afin de saisir l'expérience visuelle des usagers, j'ai mené des entretiens qualitatifs[3] sur place, le 22 décembre 2006, auprès de dix utilisateurs, 8 experts et 2 naïfs[4], de manière ouverte et non-directive. Cette

[3] Ces premiers entretiens ne peuvent en aucune manière être comparés aux expériences relatées dans la première partie. Des recherches plus poussées et des tests normés feront l'objet de la suite de mon travail.

[4] Le voyageur « expert » possède son Pass Navigo ou autre, et circule très fréquemment dans les transports publics transiliens. Il sait éviter les embûches quotidiennes. Il a une perception très rapide et holistique de l'espace qui lui est proposé. Il a appris à en identifier tous les éléments utiles, y compris les corbeilles. Le « naïf » correspond soit au touriste de passage qui peut connaître un mobilier différent, soit au francilien voyageant rarement et dont les repères visuels ne sont pas forcément liés au mobilier de la RATP.

étude n'a pas la prétention d'être une démonstration, et encore moins le reflet de statistiques. Les réponses sont instructives sur la manière dont les voyageurs perçoivent ces nouveaux objets quotidiens du mobilier urbain. Dans la partie qui suit, je rapporte les principales conclusions de l'analyse de ces dix entretiens. Pour plus de clarté, je reprends le plan de la première partie : perception et ambiguïté, perception implicite/explicite et attention/mémorisation.

## 2.1. Ambiguïté

Les abris sont identifiés sans ambiguïté à la fois en tant que station du tram et que protection du voyageur. Nombreuses sont les références à l'abribus bien connu des utilisateurs, qui serait quasiment le percept de l' « abri du transport en commun de surface », code culturel parisien, « l'image mentale » de A. Mechelli. Le toit est l'élément qui permet l'identification immédiate par la plupart des personnes interrogées, d'autant qu'il est en matériaux pleins et animés de lumières colorées à la nuit tombée. Par contre les parois verticales sont en verre et la transparence suscite des incompréhensions visuelles, malgré la signalétique gravée, signalétique rarement identifiée en première vision. On observe la difficulté de distinguer entre premier plan, second plan et toute la ville derrière soi. Une étude plus poussée devrait permettre de noter les conséquences sécuritaires éventuelles de ces ambiguïtés visuelles.

## 2.2 Perceptions

Concernant les perceptions implicites - explicites, consciences – non conscientes, il est intéressant de noter qu'aucun utilisateur n'a observé les détails « artistiques » des designers : les contre courbes, la corrélation entre les mâts et les supports de caténaire, l'harmonie des lignes. Même lors d'un regard forcé (ma relance) ces détails ne sont jamais identifiés explicitement. Si l'on suit les conclusions d'Ahissar et Hoschstein, ces détails ne seraient pas « écologiquement dépendants», pas nécessaires et donc pas appelés à la conscience déjà très sollicitée. Par contre, un détail lié au confort est

immédiatement mentionné par tous les utilisateurs : un vent froid souffle le jour où j'ai mené les entretiens et l'inconfort physique oriente le regard vers les raisons de cette gêne. L'absence de panneaux transversaux protégeant du vent ou de la pluie est incriminée. Ce qui est perçu par le corps et le besoin physique immédiat provoquent ou inhibent l'amplification attentionnelle. La perception n'est pas dans le détail ou l'esthétique car l'urgence est ailleurs. La première attention est portée à l'utilitaire, et son absence est remarquée. Elle bloque en quelque sorte la perception des autres signaux. On reste dans une perception égocentrée, qui part de l'utilisateur, perception focalisée sur les besoins immédiats et opérationnels.

La perception des sièges est du même ordre. Seules les personnes qui ont souhaité s'asseoir les ont visuellement identifiés puis physiquement utilisés. Par ailleurs, on remarque que le voyageur expert sait reconnaître le (son) confort des sièges d'un simple coup d'œil. L'un préfère le banc pour se rapprocher du compagnon ou de l'enfant, l'autre le bois pour sa chaleur, ou encore une assise large et cambrée dans le bon sens pour éviter de glisser[5]. La vision allocentrée viendrait en deuxième temps, lorsque la quiétude s'installe chez le voyageur dont les besoins immédiats sont contentés. Il peut alors se situer dans un environnement plus vaste. Cette perception allocentrée peut devenir une perception esthétique, celle du recul spatial et/ou conceptuel, celle de la focalisation multiple et phénoménologique.

## 2.3. Séquence Perception – Attention – Mémorisation.

Nous avons compris que l'attention provoque la mémorisation. L'attention sera d'autant plus forte et prolongée qu'elle sera reliée à une intention, à une représentation et/ou à une émotion. Pourtant on remarque de nombreux papiers qui jonchent le sol des abris, et ce autour des corbeilles placées à plusieurs endroits. Malgré l'intention des voyageurs de respecter la propreté publique (souhaitons-le !), leur attention n'a pas été attirée, ni celle des « experts » ni celle des « naïfs ». Est-ce parce que l'objet en soi n'évoquerait aucune représentation mentale pour l'usager, qu'elle serait trop différente, ne correspondrait à aucun percept ? Il semble que ce ne soit pas le cas car ces poubelles ont une forme et des couleurs classiques, et qu'une représentation mentale abstraite est tout à fait conciliable avec le produit. De plus, les personnes interrogées n'hésitent pas à identifier immédiatement la fonction de l'objet que nous leur pointons. Je pense que l'amplification attentionnelle ne se fait pas car aucun signe fort et clair ne permet de distinguer visuellement l'objet de son environnement immédiat. Une trop grande similitude, dans les matériaux, les couleurs et les formes, rend l'objet « invisible » ou, du moins, non vu. Ce serait une perception sans conscience. Parmi la pluralité des perceptions possibles, la perception de la corbeille n'est pas motivée. Par contre, l'éclairage coloré des toits à la nuit tombée est un signe qui a retenu l'attention de tous ceux qui l'ont vu. C'est nouveau et inattendu pour les utilisateurs, un signe attentionnel suffisamment fort pour être mémorisé et gardé

[5] Une utilisatrice note avec humour que les designers ont fait plus d'effort que dans les abribus où les bancs sont concaves et d'un inconfort remarquable

à la conscience. Ce signe peut sans doute enseigner à voir autrement, et c'est là sa grande pertinence. On peut penser aux signes audacieux d'Hector Guimard qui, depuis plus d'un siècle, permettent aux Parisiens d'identifier de loin « la bouche » du métro recherchée et qui enseigne le regard du même coup d'œil sur l'Art Nouveau.

**Figure 2 – Principales conclusions**

| Perception et Ambiguïté | Perception et Conscience | Perception et Attention |
|---|---|---|
| Information visuelle<br>Mémoire à long terme<br>Egocentrée/Allocentrée | Sélection visuelle et Adaptation<br>Information subjective/objective<br>Détail écologiquement pertinent | Amplification attentionnelle<br>Ordre de la séquence<br>Durée |

# Conclusion

Les sciences cognitives et les neurosciences peuvent aider à analyser et comprendre comment se déroule la perception visuelle et donner des indices aux concepteurs et aux designers. On peut penser, par exemple, à comment faciliter la perception d'un produit en général, ou selon des intentions spécifiques comme la sécurité, comment amplifier l'attention, comment permettre une mémorisation, comment éviter la non-perception qui peut avoir des conséquences sécuritaires, parmi d'autres.

D'après cette première étude, il apparaît que les usagers ne voient pas ce qui a été programmé par les concepteurs. J'ai envisagé certaines des raisons de cet écart entre l'intention et la réception et suggéré quelques solutions. Pour ouvrir le débat vers une recherche future, j'aimerais insister sur les possibilités d'apprentissage par la perception visuelle, point très important lorsqu'il s'agit du quotidien et de l'environnement urbain. Un design adapté de l'objet peut très probablement guider précisément l'utilisateur vers une compréhension rapide et sûre de certains messages. Un travail précis reste à mener pour identifier les moyens que les concepteurs peuvent utiliser pour atteindre ces objectifs et ainsi éduquer et protéger les piétons, par exemple. Cette première étude fait pressentir que les sciences cognitives indiquent des directions concrètes. Notre recherche continue et se portera sur d'autres mobiliers urbains avec, souhaitons-le, des moyens et des outils adaptés aux méthodologies des sciences cognitives qui permettront de valider ou d'invalider ces premières analyses.

# Remerciements

*Tous mes remerciements à Jean-Marie Schaeffer dont les remarques et le soutien m'ont permis d'avancer dans mes recherches.*

# Références

Ahissar M. and Hochstein S., 2004 « The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning », *Trends in Cognitive Sciences* 8(10) 457-464

Cleeremans A, Boyer M. and Destrebecqz A., 1998 « Implicit Learning : News from the Front », *Trends in Cognitive Sciences,* 2(10): 406-416.

Cleeremans A., 2005 L'unité de la conscience in Cazenave M. ed. *De la science à la philosophie. Y a-t-il une unité de la connaissance ?* Paris, Albin Michel, 147-171

Damasio, A.R., 1999 *The Feeling of What Happens.* New York : Harcourt Brace &Cie.

Dehaene S. and Naccache L., 2001 « Towards a cognitive neuroscience of consciousness : basic evidence and a workspace framework », *Cognition* 79: 1-37

Dretske F., 2006 « Perception without awareness » in *Perceptual Experience*, Szabo T., Gendler and Hawthorne J. ed, Oxford : Oxford University Press

Jacob P. and Jannerod M., 2003 *Ways of Seeing, the scope and limits of visual cognition*, Oxford : Oxford University Press.

Jacob P. 2005 "Philosophie et Neurosciences : le cas de la vision. » In Pacherie E. and Proust N. ed. *La Philosophie cognitive* Paris : Ophrys

Jeannerod M. and Jacob P., 2005 « Visual Cognition : a new look at the two-visual systems model », *Neuropsychologia* 43 (2): 301-312

Kersten D., Mamassian P. and Yuille A., 2004 "Object perception as Bayesian inference", *Annual Review of Psychology*, 55: 271-304

Ma M., 1999 *Disoriented Visual objects*, Hong Kong, Cydot Communications Management and Technology Ltd

Mechelli A., Price C.J., Friston K.J. and Ishai A., 2004 "Where Bottom-up Meets Top-Down: Neuronal Interactions during Perception and Imagery", *Cerebral Cortex* 14:1256-1265

Naccache L., Blandin E., and Dehaene S., 2002 "Unconscious masked priming depends on temporal attention", *American Psychological Society*, 13/5 – 416-424

Naccache L., Dehaene S., Cohen L., Habert M-A., Guichard-Gomez E., Galanaud D., and Willer J.-C., 2005 "Effortless Control: Executive Attention and Conscious Feeling of Mental Effort are Dissocialbe", *Neuropsychologia* 43, 1318-1328.

Naccache L., Gaillard R., Hasboun D., Clémenceau S., Baulac M., Dehaene S., and Coehn L., 2005 "A direct intracranial record of emotions evoked by subliminal words", *The National Academy of Sciences* 102/21, 7713-7717

Serences J.T. and Yantis S., 2006 « Selective Visual Attention and Perceptual Coherence », *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1): 38-45

# 5ème partie

# Les défaillances du système piéton-environnement

# L’affaire Saint Marcel. Chronique sociologique d’un boulevard pas comme les autres

**Laurent Fouillé**
*LARES / LAS et Rennes Métropole*
*Université Rennes II*
*3 allée Adolphe Bobierre*
*ZAC Atalante Champeaux*
*l.fouille@agglo-rennesmetropole.fr*

*A travers un cas singulier et suite à des faits divers, l'auteur étudie un conflit d'aménagement et sa traduction dans la presse écrite mais surtout dans des forums web où des usagers postent leurs commentaires et argumentent, nourrissant ainsi la controverse socio-technique. Cette analyse du conflit constitue la première partie d'une étude qui se poursuivra par des entretiens avec les gestionnaires de la voirie (c'est-à-dire les producteurs de cet espace public) pour confronter les ingénieurs et leurs destinataires : les piétons et plus généralement les usagers de la voirie.*

## 1. Introduction

La notion d’affaire (Boltanski et al., 1984 ; Boltanski et Thévenot, 1991) renvoie à l’idée d’un scandale qui éclate au grand jour et transforme une ou plusieurs dénonciations en une controverse publique. Le cas que nous avons choisi d’analyser ici est celui d’un boulevard qui a fait parler de lui et couler de l’encre, suite à son aménagement en « espace civilisé » par la mairie de Paris et aux accidents de la circulation (dont deux mortels pour des piétons) qui suivirent.

Dans un premier temps, nous avons décidé d’étudier sur le web les réactions que suscitait ce « conflit d’aménagement » (Lecourt, 2004) dans le cadre d’une thèse de Sociologie dont l’objectif est de caractériser des dispositifs de détachement de l’automobile (qui visent donc à entraver, substituer ou remplacer l’utilisation de la voiture personnelle).

La mise en place d’un TCSP est un de ces dispositifs. Il redéfinit le partage modal de la voirie dans le but de donner plus d’espace aux transports en commun, aux vélos, aux taxis ainsi qu’aux véhicules prioritaires et cet espace

est prélevé sur celui qui était auparavant alloué à la circulation générale. L'objectif est donc simultanément un report modal, un meilleur niveau de service pour les TC (rapidité, ponctualité, etc) et une diminution du trafic automobile.

Selon un principe d'indétermination, on ne peut pas savoir à l'avance si un tel dispositif va être efficace ou non. Néanmoins étant donné le coût de l'infrastructure, les ingénieurs et les promoteurs d'un tel projet se doivent d'anticiper son bon fonctionnement avant sa mise en place. Autrement dit, ils s'appuient sur une éthologie des usagers du lieu et prévoient le comportement qu'adopteront les piétons, les cyclistes et les automobilistes dans ce nouvel environnement. A partir de ces prévisions ils valident le projet et le mettent en chantier. Une fois les travaux terminés, on ouvre la circulation et là, l'expérience de la réalité commence. Dès lors, deux possibilités apparaissent : ça marche ou ça ne marche pas. Le projet réussit ou échoue au cours de cette épreuve de réalité.

Si le projet réussit, on peut penser indifféremment que les usagers se sont adaptés ou bien que le nouvel environnement leur est adapté. A l'inverse s'il échoue, les usagers nous diront que le site est inadapté et nous pourrons encore penser que c'est eux qui ne se sont pas adaptés à l'aménagement. Le second cas est bien plus heuristique pour nous. En effet, l'erreur nous en apprend davantage sur les relations usagers/lieux qu'une adéquation parfaite et opaque.

Nous tenterons donc ici d'entrer dans la controverse suscitée par la modification du boulevard Saint Marcel. Notre but n'est pas de clore les discussions et de juger si cet aménagement est bon ou mauvais, adapté ou inadapté à l'usage qu'en ont les piétons, mais de s'interroger sur les deux axes de ce colloque, à travers l'étude d'un cas concret et problématique. Ce qui signifie qu'à l'aide de nos observations nous souhaitons rendre compte des positions des uns et des autres vis-à-vis de cette double interrogation : le boulevard s'adapte-t-il aux piétons ? et les piétons s'adaptent-ils à ce boulevard ?

Notre propos s'articulera en quatre parties :

- petite chronologie des faits
- la controverse de Saint Marcel
- l'adaptation des piétons à ce nouvel environnement
- l'adaptation du boulevard aux usagers

Puis nous conclurons, brièvement, car notre travail pose des questions plus qu'il n'apporte de réponses.

## 2. Petite chronologie des faits

Nous retiendrons quelques dates essentielles :

- **de novembre 2004 à août 2005 :** travaux de réaménagement du boulevard. Transformation d'un boulevard classique en « espace civilisé » avec site propre bilatéral unidirectionnel (côté 13e arrondissement).Dès l'ouverture, des usagers sont interloqués par les lieux et la grogne commence localement, sans trace écrite.
- **09/06 :** premier décès, un homme de 55 ans renversé par une ambulance.
- **8/11/06 :** second décès, une femme de 27 ans renversée par une automobile.
- **21/11/06 :** article dans *20 minutes* « Il attaque Delanoë après un accident » de Magali Gruet
- Début du traitement médiatique de l'affaire, donc de sa traçabilité.
- **29/11/06 :** éditorial du *Perroquet Libéré* n°39 par François Devoucoux Buysson.
- **1/12/06 :** arrêté municipal (n° 2006-193) pris par Denis Baupin (adjoint aux transports de la Ville de Paris) suivi de la modification du site, travaux prévus jusqu'à mi-janvier 2007
- **12/12/06 :** article dans *Libération* « Paris Boulevard de la peur » de Didier Arnaud

Nous devons remarquer que la controverse du boulevard Saint Marcel constitue une affaire dans l'affaire. En effet, le double drame a cristallisé sur ce boulevard un débat public d'une autre ampleur et qui portait sur les couloirs de bus à Paris[1].

Notons aussi, comme le fait remarquer Didier Arnaud qu'une hausse des accidents non mortels (selon le journaliste les accidents sur le boulevard seraient passés de 13 (16 blessés) en 2004 à 31 (38 blessés) en 2005, soit une hausse de 135 %[2]) a suscité une rumeur de mortalité antérieure aux décès avérés (dès mars 2006 Alexandre Baetche adjoint de la mairie du Ve arrondissement parle de trois décès dans un conseil de quartier).

## 3. La controverse de Saint Marcel

Suite à la dénonciation publique de l'époux de la seconde victime des internautes ont réagi. Nous avons donc retenu certains sites afin d'analyser le contenu de leurs remarques (3 forums qui totalisent 39 commentaires). Ce

[1] Cette controverse a été analysée par des étudiants de Bruno Latour à l'ENSMP. Leurs travaux sont consultables à l'adresse suivante :
*http://controverses.ensmp.fr/public/promo01/ctrv10/index.htm*

[2] Nous n'avons pas retrouvé l'origine de ces statistiques, nos recherches sur le site de la préfecture de police de Paris ne font pas état de tels chiffres. Cf. cartographie des accidents à Paris :
*http://www.prefecture-police-paris.interieur.gouv.fr/circuler/carte_accident/carte_accident.htm*

corpus bien que modeste semble encore trop volumineux pour figurer en annexe, les URL sont présentées avec les références bibliographiques.

Le choix de nos sources est discutable car d'une représentativité limitée. Il est bien connu que les mécontents s'expriment plus souvent que les usagers satisfaits, mais le forum compense en partie cet effet en confrontant les deux versants de l'opinion. De plus cette méthodologie offre l'avantage d'être non intrusive (les internautes ne savent pas que leur parole sera utilisée à cette fin, l'absence de face-à-face élimine toute interaction) et véritablement anonyme[3].

Les intervenants de ces forums réagissent à la suite de l'article de *2O minutes* dans lequel Primaël Bruant annonce son intention de porter plainte contre le Maire suite à la mort de son épouse.

Dans l'ensemble les propos tenus condamnent ou défendent la nouvelle configuration du boulevard. De nombreux intervenants montent en généralité, soit en étendant leur condamnation du boulevard à l'équipe municipale voire aux personnes qui la composent (MM Delanoë et Baupin en particulier) ; soit en s'indignant de l'instrumentalisation politique de l'affaire par l'opposition. La controverse de Saint-Marcel recouvre donc en partie le traditionnel clivage PS/UMP et nous avons choisi d'ignorer cette inférence politique du débat, afin de nous concentrer sur les remarques directement liées au boulevard. Car l'essentiel du débat, pour nous, porte sur la part de responsabilité des usagers (et plus particulièrement des piétons) et/ou de l'infrastructure dans l'accidentologie du lieu.

Si nous généralisons le contenu des différentes contributions de notre corpus web (ce qui n'est pas difficile tant son hétérogénéité est faible) nous retenons que les arguments en présence sont de deux types opposés :

- soit les usagers (piétons, automobilistes) sont irrespectueux des règles en vigueur (irresponsables) et la dangerosité du boulevard Saint Marcel ne diffère pas du danger commun à toute intersection, cela d'autant plus que l'effort de signalisation y semble impressionnant. Le site a donc été adapté pour sécuriser le cheminement des piétons. Une phrase qui illustre parfaitement cette idée est la suivante : « *ce n'est pas à la société de s'adapter à ceux qui ne respecte pas ses règles (traverser en dehors des clous, griller les feux rouges, bloquer la circulation et autres incivismes qui peuvent être dangereux pour soi et pour autrui) mais à ceux qui ne les respectent pas de comprendre que c'est la seule façon de vivre ensemble dans le respect de chacun et pour la sécurité de tous ...* »[4].Il faut donc adapter les piétons à leur nouvel environnement. En

[3] Ajoutons que l'analyse de documents publiés (articles de presse ou posts web) signifie que la parole est médiée sans pour autant être représentée par un porte-parole intermédiaire (élu politique ou associatif). La publication permet la traçabilité de la parole et l'étude de son impact (audience et citation). De plus, la médiatisation de la parole lui confère un impact social plus grand qu'une parole restée confidentielle (non diffusée).
[4] Forum 3 intervention n°20

d'autres termes, **c'est à la société de se plier aux exigences de la technique**[5].

– soit c'est l'infrastructure qui ajoute du danger par son caractère inhabituel. Le particularisme du lieu perturbe les routines de ses usagers et ne respecte pas les conventions qui régissent le cheminement piéton. L'aménagement du boulevard possède donc sa part de responsabilité dans les accidents passés et à venir. C'est alors le boulevard qui est inadapté, dangereux, mal conçu. Il faut donc adapter l'environnement au comportement des piétons, autrement dit : « **faire plier la technique** ».

Nous allons donc développer ces deux axes afin de mieux en cerner les implications.

## 3.1 Adapter les piétons à leur nouvel environnement : « faire plier la société »

Certains internautes n'hésitent pas à dire qu'il faudrait faire des stages d'éducation piétonnière[6], pour sensibiliser les piétons aux dangers de la traversée sauvage et les rééduquer à leur nouvel environnement. Cette injonction renvoie à l'idée belge d'instaurer un « code de la rue ». Dans cette optique, les usagers constituent la variable d'ajustement et l'on valorise la plasticité des comportements humains. En effet, « *innover c'est changer le consommateur* » (Akrich, Callon et Latour, 1988a), ou plutôt l'utilisateur dans notre cas.

Si l'on adopte cette position, on se heurte rapidement à la résistance au changement imposée par le poids des habitudes et l'inertie des routines, qui sont hétérogènes. L'usager est multiple.

« *du point de vue d'un piéton l'aménagement du boulevard Saint Marcel est aberrant et, au niveau de la jonction avec le boulevard de l'Hôpital, le rythme des feux est incompréhensible.* »[7]

« *changer complètement les règles établies en faisant passer les bus un coup sur le coté des rues et un coup au centre (parfois sur le même axe !!!) c'est à n'y plus rien comprendre ! Et que l'on ne vienne surtout pas me dire que c'est pour ma sécurité !!!* »[8].

« *les non habitués ont de quoi être complètement déboussolés par la configuration pour le moins inhabituelle du boulevard Saint Marcel. Étant passé par là, une fois, je me suis moi-même fait peur en traversant. Dommage qu'on n'ait pas cru pouvoir adopter une configuration plus habituelle...* »[9].

---

[5] Nous employons le terme technique dans une acception très ouverte comprenant la gouvernance.
[6] Cf. Forum 2, intervention n°3
[7] Cf. Forum 3, intervention n°4
[8] Cf. Forum 3, intervention n°7
[9] Cf. Forum 3, Intervention n°19

En effet, on peut parler du « coût cognitif » de la modification de l'environnement et des comportements qui doivent s'y ajuster[10]. En changeant les conventions on s'expose à la juxtaposition de standards concurrents et cela implique un coût pour les rendre compatibles. Pour mettre en évidence ce coût cognitif nous pourrions mettre en place un dispositif expérimental qui consisterait à réunir quelques personnes ne connaissant pas les lieux et de les observer (ou filmer) lors de la traversé du boulevard, après avoir réalisé la même expérience sur un boulevard plus conventionnel[11]. Cet exercice nous permettrait de préciser les modes de représentation des lieux par les usagers et d'en recueillir les attentes d'un point de vue ergonomique et cognitif.

En plus de la résistance au changement de certains usagers, ce qui semble véritablement gênant pour les piétons sur ce boulevard c'est le problème de « *la traversée en deux temps* » ou des « *feux désynchronisés* ». Cet argument est mobilisé par deux détracteurs de l'aménagement, mais il est aussi repris par un de ses thuriféraires, ce qui en augmente la valeur.

« *il est, je trouve, dangereux, par exemple d'avoir les voitures dans les deux sens de circulation d'un côté et les voies de bus dans les deux sens également de l'autre, pourquoi ne pas avoir laissé les bus circuler dans le même sens que les voitures ?, piétons, on doit redoubler de vigilance, même en traversant sur les clous !* »[12]

« *Les autoroutes de bus au milieu d'un boulevard c'est d'une absurdité totale, tout comme les traversées en deux temps, il n'y a qu'à Paris pour inventer des pièges à piétons comme cela.* »[13].

« *Je pense que globalement, le réaménagement des rues afin de favoriser les bus est positif.* […] *Je pense cependant qu'il faudrait éviter les traversées en deux temps. Comment en effet se douter que le feu est au rouge pour une voie mais au vert pour la suivante (j'en ai fait l'expérience à Lorette). Cela est contre-intuitif. Donc je pense que quelle que soit la configuration, que les voies bus soient au milieu, sur les côtés, séparées ou ensemble, il vaudrait mieux organiser les traversées de façon à ce qu'elles se fassent en une seule fois.* »[14]

Ici les usagers nous parlent de l'externalité que les économistes nomment « effet de coupure » (Quinet, 1998 ; Ricci, 2005). Le TCSP latéral, à la différence de son homologue central, implique un dédoublement de cet effet si les feux ne sont pas synchronisés pour permettre la traversée en une fois.

---

***10*** De nombreux intervenants expriment à leur manière ce coût (Forum 3, interventions n° 1, 4, 7, 8, 19 et 21).

***11*** Cette idée nous a été soufflée par l'intervention n° 8 du forum 3 : « pour traverser, il faut bien évidemment redoubler d'attention. Comme partout ! J'avoue avoir du mal à comprendre ceux qui trouvent ces nouveaux aménagements plus dangereux qu'avant. A mon avis, ce sont des personnes qui avaient l'habitude de traverser d'une façon, et qui n'acceptent pas d'en changer. Il serait intéressant de faire traverser ce boulevard par quelqu'un qui ne l'a pas connu avant, afin de connaître sa réaction d'une part, et enfin de faire des statistiques pour vérifier si cela est plus dangereux. »

***12*** Cf. Forum 3, intervention n°6.

***13*** Cf. Forum 3, intervention n°9.

***14*** Cf. Forum 3, intervention n°21.

Ces deux points de l'argumentaire de ceux qui ne veulent pas plier, recoupe l'idée générale que la nouvelle organisation est trop compliquée :

« *Pourquoi faire simple quand on peut faire (très) compliqué ? Pour traverser, il faut désormais être diplômé de l'école Polytechnique en plus d'avoir une vue et une ouïe impeccables. Les circulations motorisées sur ces axes, il en vient de tous les côtés et dans toutes les directions. Effrayant ! J'ai parcouru à plusieurs reprises le boulevard de Port Royal et traversé la place d'Italie. Il est clair que désormais pour traverser sur ces axes, le classique réflexe écoute des bruits environnants plus un coup d'œil à gauche puis à droite pour s'engager dans une traversée ne suffit plus.* ».[15]

## 3.2. Adapter l'environnement aux piétons : « faire plier la technique »[16]

La plasticité d'une infrastructure semble moindre que celle du comportement humain. Une fois les travaux de construction achevés, l'organisation du boulevard paraît pour ainsi dire « coulée dans le béton ». Cela ne veut pas dire que tout changement soit impossible, mais qu'il viendrait ajouter un surcoût monétaire important à l'investissement irréversible que constitue l'infrastructure.

Bien sûr, il reste toujours possible de « bricoler »: ajouter des panneaux plus grands, plus colorés et équipés de clignotants pour attirer le regard, ou encore des signaux sonores, etc… Ajouter de la technique à la technique peut rendre le boulevard monstrueux, certains internautes se plaignent déjà de la laideur des lieux. D'autant plus que cette stratégie n'a pas une efficacité criante. Attirer l'attention peut s'avérer inutile avec des usagers inattentifs (parce que pressés, bavards, aveuglés ou assourdis).

C'est globalement l'option retenue par le décret municipal qui y ajoute quelques changements dans l'organisation des flux, comme des sens interdits, mais sans modification majeure.

On peut aussi régler les feux différemment pour permettre la traversée en une fois, mais les contraintes sont multiples, car le piéton n'est pas le seul usager. Avec un TCSP, il convient que les bus soient prioritaires, car un des objectifs principaux du Mobilien 91, à l'origine de la réorganisation des lieux, est de les rendre plus compétitifs. L'autre contrainte importante est la circulation générale : la ralentir à la faveur des piétons semble difficile avec la congestion.

En revanche, en amont des projets d'aménagement, les concepteurs vont inclure le résultat des expériences passées. Car l'aménagement constitue un

[15] Cf. Forum 3, intervention n°1.

[16] En utilisant cette formule, nous ne réduisons pas le choix d'aménagement à une décision technocratique, nous mettons en avant son aspect construit (sa conception) pour le distinguer de l'usage postérieur qui en est fait. Pour reprendre l'expression de Mitch Kapor « architecture is politics » : l'aménagement résulte d'un choix politique mais aussi contient une organisation politique encastrée en lui (la hiérarchisation des modes et des flux).

processus apprenant. De ce côté, il serait enrichissant pour notre démarche de rencontrer les responsables de cet aménagement (ingénieurs, techniciens et élus du gestionnaire de la voirie, autrement dit la Ville de Paris, qui ont dû concerter le STIF et la RATP pour le TCSP), afin de savoir dans quelle mesure ils avaient anticipé la résistance de certains usagers. Mais aussi pour leur demander comment ils comptent prendre en considération cette inadéquation dans de futurs projets.

Les requêtes des piétons font partie intégrante du cahier des charges de l'infrastructure, mais elles sont paradoxales et hétérogènes. Quel porte-parole choisir ? Celui qui respecte la réglementation ou celui qui la conteste ? Si on prend en compte son manque de moralité, comment « déléguer » ou « inscrire dans le dispositif technique » le script (la prescription, le prescripteur) qui fera revenir l'usager retors dans le droit chemin des clous ? (Latour, 1993).

En ce sens, un « service après vente » de l'infrastructure et une certaine flexibilité de son organisation permettraient de réviser son fonctionnement en cas de problème majeur (Gifford, 2003).

# 4. Conclusion

Le petit exercice que nous avons réalisé autour de cette affaire, ne vise pas à juger un choix d'infrastructure ou à dénoncer la responsabilité de telle ou telle catégorie d'acteurs, comme peuvent le faire les internautes. Notre objectif était de rendre compte des difficultés qu'ils expriment et d'utiliser ces dénonciations à des fins instructives. Sans chercher à créer un consensus artificiel à partir de la controverse, nous avons juste tenté de montrer comment les deux approches opposées sont aussi complémentaires l'une de l'autre. « *La « matière » sociale et la « matière » technique sont toutes deux relativement malléables et l'innovation réussie est celle qui stabilise un arrangement acceptable à la fois par les acteurs humains (utilisateurs, négociants, réparateurs,…) et par les entités non-humaines (électrons, tubes, batteries…).* » (Akrich, Callon et Latour, 1988b)

L'affaire Saint Marcel découle d'une friction entre l'aménagement et ses usagers. Ce moment peut être considéré comme une épreuve ratée, un échec. Mais celui-ci n'a rien de définitif et au contraire permet de mieux cerner les attentes des piétons, qui sortent du silence qui est le leur lorsque tout roule, ou plutôt lorsque tout marche. Dans un monde parfait, l'innovation n'aurait aucun sens.

Ce travail ne constitue qu'un début d'enquête car il ne se fonde que sur des témoignages profanes. Néanmoins, ceux-ci nous fournissent des pistes méthodologiques pour un travail postérieur. En effet, le bref protocole que nous avons exposé dans notre quatrième paragraphe ne demande qu'à être appliqué. De même nous souhaiterions poursuivre notre étude du boulevard Saint Marcel en rencontrant ses concepteurs, car jusqu'ici notre analyse se limite strictement aux usagers qui en sont les destinataires, mais non les commanditaires ou les producteurs. Cette confrontation nous apporterait un éclairage en amont sur les processus de fabrication de la ville, alors que nous

ne nous sommes intéressés ici qu'à son appropriation (ou non) et son usage final (sa consommation).

Enfin nous pourrions discuter avec les aménageurs et les élus du rôle que pourrait jouer une analyse comme celle-ci à différentes étapes de l'élaboration d'un projet d'aménagement. Est-il possible d'éviter que la controverse éclate et comment ? Le recourt à des procédures de consultation ou de concertation des usagers peut-il désamorcer la « bombe à retardement » ? Probablement oui, mais de quel utilisateur de la voirie faut-il prendre en considération les requêtes ? Nous avons vu que les utilisateurs et leurs revendications sont multiples. La question des procédures de consultation est délicate car les rapports de forces entre différentes catégories d'usagers rendent difficile l'élaboration d'un consensus (Callon, Lascoumes et Barthe, 2001). Cette complexité n'en rend l'étude que plus intéressante.

# Références

Akrich, M., Callon, M., & Latour, B., (1988a). A quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement, Gérer et comprendre, Annales des Mines, 11, pp. 4-17

Akrich, M., Callon, M., & Latour, B., (1988b). A quoi tient le succès des innovations ? 2 : L'art de choisir les bons porte-parole, Gérer et comprendre, Annales des Mines, 12, pp.14-29

Boltanski, L., Darré, Y., & Schiltz, M.-A. (1984). La dénonciation. Actes de la recherche en sciences sociales, 51, pp.3-40.

Boltanski, L., & Thévenot, L. (1991). De la justification : les économies de la grandeur. Gallimard, coll. « NRF essais », Paris.

Callon, M., Lascoumes, P., Barthe, Y. (2001). Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique, Seuil, coll. « la couleur des idées », Paris.

Gifford, J. (2003). Urban flexible transportation, Elsevier, Oxford.

Latour, B., (1993). La clef de Berlin. Et autres leçons d'un amateur de sciences. La découverte, Paris.

Lecourt, A., (2004). Entrer en politique pour défendre son jardin : une analyse des conflits d'aménagement. Cosmopolitiques, 7, pp.176-186.

Quinet, E. (1998). Principes d'économie des transports, Economica, Paris.

Ricci, A. (2005). Évaluation des coûts externes et définition des politiques. In De Palma, A., & Quinet, E. (Ed.) La tarification des transports. Enjeux et défis. Economica, Paris, pp.175-192.

# Références en ligne

Tout d'abord 3 forums qui totalisent 39 commentaires d'internautes :

- http://blogencommun.free.fr/index.php?2005/05/06/317-amenagement-du-boulevard-saint-marcel un article court qui génère 6 réactions de la

part de 6 auteurs dont l'époux de la seconde victime. Du 06/05/05 au 02/01/07

- http://www.20minutes.fr/articles/2006/11/21/20061121-Paris-Il-attaque-Delanoe-apres-un-accident.php l'article qui rend public la controverse. Seulement 4 réactions (4 auteurs), mais en une seule journée (le 21/11/06)
- http://www.metro-pole.net/actu/breve247.html#forum11694 un article intitulé « En dehors des clous » qui a suscité 29 réactions de la part d'au moins 17 auteurs différents (6 messages anonymes). Du 22/11/06 au 03/01/07. C'est une réponse à l'article de 20minutes.

En complément quelques sites qui expliquent les lieux :

- http://www.metro-pole.net/actu/article683.html Cet article intitulé « Retouches Bd St Marcel et de Port Royal » n'a suscité aucune réaction mais fournit un bon support pour comprendre la configuration du site.
- http://www.v2asp.paris.fr/v2/Deplacements/mobilien/Ligne_91/ligne91_amenagements.asp
- Pour des explications sur le Mobilien 91
- http://ligne91.free.fr/htm/travaux.htm Sur le fonctionnement des boulevards empruntés par la ligne 91
- http://deplacements.over-blog.com/article-4462199.html Photographie sur la signalisation provisoire du Bd de Port Royal
- http://www.leperroquetlibere.com/Le-Perroquet-Libere-n-39_a188.html?PHPSESSID=f5d3ddfc6357b383576a9bed3421426f Une autre photo baptisée « traverser tue »

# Représentations et conscience du risque chez le piéton confronté aux camions en ville : Esquisse d'une méthodologie

**Annick Maincent, Laurie Brun, Robert Martin**
*LEACM/CRIS – UCBL Lyon1*
*Université Lumière Lyon2*
*ISH – 14/16 avenue Berthelot – 69007 Lyon*
*Annick.Maincent@ish-lyon.cnrs.fr*

*Le processus de décision et d'action de l'usager de la route dépend de la manière dont il se représente, construit ou modélise le système de circulation et en l'occurrence l'environnement urbain dans lequel il se déplace. Il s'avère que cet environnement est hostile pour les piétons qui sont particulièrement vulnérables aux collisions avec des véhicules industriels. L'objectif de cette étude était d'évaluer les représentations qu'ont les piétons de l'espace routier urbain ainsi que leur compréhension du danger et de la prise de risque dans leurs interactions avec des camions.*

## Introduction

L'action de recherche présentée ici s'est déroulée, pour sa première phase « Usagers Vulnérables de la Route », de juin 2006 à mars 2007. Elle avait pour objectif premier l'étude des représentations de l'espace routier et la notion de danger et de prise de risque pour les usagers vulnérables (piétons et usagers de deux roues motorisés et non motorisés) et pour les conducteurs de camions, en situations d'interaction en milieu urbain. Elle fait partie du projet VIVRE2 (Véhicules Industriels et usagers Vulnérables de la RoutE), subventionné en 2005 par l'ANR/PREDIT (ANR-05-PDIT-002-04) et l'ADEME (n°0566C0192) sous le thème du GO4 du PREDIT « Technologies pour la sécurité » et labellisé par le pôle de compétitivité LUTB 2015 (Lyon Urban Truck and Bus 2015).

Compte tenu de la diversité des usagers vulnérables de la route (UVR) tels qu'entendus ci-dessus, et après avoir fait un état des lieux statistique en matière d'accidentologie camions/UVR et en matière d'actions à destinations des dits usagers vulnérables, il nous a semblé pertinent de recentrer notre

travail essentiellement sur les piétons. Une fois ce choix effectué, nous avons opté pour une méthode d'étude des représentations au moyen de scènes vidéos qui permettent, d'une part, de rendre compte de la dynamique des situations sur lesquelles nous souhaitions faire s'exprimer les individus, et, d'autre part, d'être comprise par une population de piétons suffisamment large en terme d'âge, aussi bien que par une population de conducteurs de camions (pour la seconde partie de l'étude). De plus, afin d'aborder la structure de la représentation des usagers vulnérables en ce qui concerne les camions en ville, nous lui avons associé un questionnaire d'évocations. Au total, 142 sujets de 12 à 77 ans ont visionné le DVD et ont répondu au questionnaire, et 232 sujets de 13 à 93 ans ont répondu au questionnaire d'évocations.

Cet article présente le contexte particulier de l'étude, détaille la méthode originale qui a été utilisée et présente les principaux résultats.

# 1. Contexte de la recherche

## 1.1. Le projet VIVRE2

Le projet VIVRE2, piloté par Renault Trucks, et effectué en partenariat avec le CEESAR, l'ENTPE, INGELUX, l'INRETS et l'Université Lyon2 (LEACM), a pour objectif la réduction du nombre d'accidents impliquant des véhicules industriels et des usagers vulnérables de la route (piétons et usagers de deux roues motorisés et non motorisés) en milieu urbain avec, notamment, l'étude et le développement de solutions technologiques d'assistance au conducteur pour la détection des usagers vulnérables.

La problématique du projet se situe dans le contexte d'un système routier dynamique multi composite dont les «composants» sont non seulement des objets technologiques (véhicules, infrastructures), mais aussi et surtout des acteurs humains (tous les usagers, qu'ils soient piétons, cyclistes, motocyclistes ou conducteurs de véhicules). De plus, ces divers composants se trouvent en situation constante d'interrelation, voire d'interaction, et le comportement d'un des acteurs n'est généralement pas indépendant du comportement des autres. Une part prépondérante du projet, prise en charge par le LEACM, a été dédiée aux différentes thématiques afférentes aux facteurs humains et a été répartie en plusieurs actions de recherche dont cette étude sur les représentations qu'ont les usagers vulnérables des camions et du risque en milieu urbain.

## 1.2. Le piéton, usager vulnérable de la route

Utilisant un mode de déplacement si naturel que l'on a tendance à l'oublier, le piéton, usager vulnérable par définition, est encore peu considéré comme un usager de la route responsable de ses actions. Ainsi, sa protection et sa sécurité font-elles l'objet de nombreuses campagnes de sensibilisation à destination des automobilistes, mais jusque récemment, hormis les actions

d'éducation routière à destination des écoliers et des collégiens[1], le piéton adulte est rarement lui-même le destinataire de ces campagnes : Le piéton aurait-il toujours un comportement parfaitement sécuritaire ? Ne commettrait-il jamais d'erreur sur la route ?

De plus, en ce qui concerne les risques d'accidents entre piétons et camions en milieu urbain, il n'y a pas, en France, d'action de prévention spécifique mise en œuvre à notre connaissance. Si les conducteurs routiers sont effectivement sensibilisés au risque « piéton et usagers vulnérables » lors de leur formation à la conduite (permis C, D et E), les piétons, en revanche, ne reçoivent aucune information quant aux difficultés que peuvent rencontrer les conducteurs de poids lourds face aux comportements inattendus des autres usagers (difficultés de freinage, de perception arrière notamment…). Ce constat peut interpeller quand on sait que, non seulement, la majorité des accidents impliquant un piéton et un camion ont des conséquences dramatiques souvent mortelles pour le piéton, mais surtout que, dans 23% des cas la responsabilité du piéton est mise en cause dans ces accidents[2] (traversée hors passage protégé, par exemple) : le piéton serait-il inapte à réfléchir et à adapter ses comportements ? Est-il réellement irresponsable ?

Dans les deux cas, les réponses sont bien évidemment négatives. Nous sommes tous, a minima, des piétons, et la marche qui représente le deuxième mode de déplacement en milieu urbain, peut être considérée comme un mode de transport à part entière. Malgré cela, il semble que nombreux sont les piétons qui ne respectent pas les règles en matière de sécurité routière. Notre étude s'appuie sur l'idée que les comportements et attitudes des usagers de la route confrontés à des situations urbaines particulières seront très largement orientés par les représentations qu'auront ces piétons de la notion de risque et du danger associés aux situations présentées. Par l'évaluation des représentations du danger et du risque chez le piéton pour des situations potentiellement accidentogènes, nous espérons apporter un point de vue différent de celui adopté habituellement en accidentologie.

# 2. Cadre conceptuel

Pour l'usager de la route qui se déplace, la sécurité ne constitue ni un but, ni même un moyen : elle n'est qu'une condition subjectivement évaluée et acceptée comme telle. En revanche, c'est la représentation qu'a le piéton du système routier qui constitue le modèle mental (Bainbridge, 1980) sur lequel il va se baser pour réguler son activité de déplacement.

[1] Education à la Sécurité Routière – Enjeux et perspectives – Séminaire du 1er février 2006. Ministère de l'Education nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche.

[2] Piétons – Grands thèmes de la sécurité routière en France – ONISR – Février 2007.

## 2.1. Représentations socio-cognitives

Les possibilités d'adaptation de l'usager de la route au monde qui l'entoure reposent sur la connaissance et la compréhension des phénomènes qui s'y déroulent. L'environnement met à sa disposition une foule de messages que l'usager de la route capte par ses sens et qu'il organise. Cependant, pour donner sens aux multiples informations prélevées dans l'environnement, l'individu a besoin de références mentales, de modèles de situation, sur lesquels il puisse s'appuyer : les représentations socio-cognitives. Ces représentations sont des reconstructions relativement stables de réalités physiques, psychiques ou sociales perçues et interprétées par les individus. Elles sont fonction des connaissances et des expériences vécues par l'individu, et ont un rôle d'orientation des comportements et attitudes (Jodelet, 1989, Abric, 1994). Ainsi, l'expérience permet-elle au piéton d'orienter sa recherche d'information, d'anticiper certains événements, d'en interpréter les valeurs ou les variations. Quand une représentation mentale est activée par et pour une action, on parle de représentation fonctionnelle (Leplat, 1985). Celle-ci assure alors la planification et le guidage de l'action et permet de développer un comportement adapté aux modifications de l'environnement dans une situation particulière (Richard, 1998). Elle s'enrichit des informations issues de l'environnement et nécessaires à l'action en cours. Elle est circonstancielle et contextualisée en fonction de l'expérience antérieure, des besoins et de l'activité de l'individu impliqué dans une situation déterminée : *Par exemple, dans le cas de la traversée d'une voie à double sens de circulation, la représentation mentale activée comportera la notion de schème d'action « regarder à droite et à gauche avant de traverser », du danger associé à la situation « il est dangereux de traverser quand le feu est rouge pour les piétons » et la représentation fonctionnelle ajoutera la notion de la présence ou non, d'un passage protégé, d'un véhicule, de sa vitesse et de sa distance…* La représentation fonctionnelle sera constamment mise à jour au cours de l'action et sera partiellement ou totalement désactivée une fois l'action terminée, les résultats de l'action viendront enrichir la représentation en mémoire. C'est à partir de cette notion multiple de la représentation que nous avons construit notre méthode, en essayant de prendre en compte l'expérience d'usager des individus, d'évaluer la représentation du danger et du risque qu'ils ont face à une situation dynamique ainsi que d'en déterminer les éléments saillants.

## 2.2. Risque et danger : deux facettes d'une situation ?

Le processus de décision et d'action de l'usager de la route dépend de la manière dont il se représente, construit ou modélise le système de circulation et en l'occurrence l'environnement urbain qui nous intéresse dans cette étude. Or, il s'avère que l'environnement urbain est hostile pour le piéton qui est particulièrement vulnérable aux collisions avec des véhicules en mouvement, notamment avec les camions. Ainsi, tout déplacement en ville peut être considéré comme dangereux, et les activités piétonnières devraient intégrer naturellement une dimension de risque d'accident (Granié, 2004).

Dans le domaine de la sécurité routière, les notions de risque et de danger sont intimement liées et représentent deux facettes de la réalité pour le piéton qui effectue un déplacement dans un environnement routier, urbain ou non. Ainsi, le danger représente une variable objective, quantifiable en termes de probabilités d'accident dans une situation donnée, alors que la notion de risque représente une variable psychologique subjective qui peut ne pas coïncider avec la dangerosité réelle de la situation (Charron, 2005). Dans sa définition même, le concept de risque est loin d'être univoque, il renvoie autant au caractère dommageable et dangereux d'un événement qu'à son caractère incertain. De plus, la nature du risque dans le cadre de déplacements piétonniers peut revêtir différents aspects. On pense avant tout au risque physique d'accident pour l'usager vulnérable, mais le risque peut aussi concerner le temps ou le coût du déplacement *(prendre le risque de passer par tel itinéraire pour ne pas perdre de temps par ex.)* voire même des motifs plus triviaux *(prendre le risque de traverser n'importe où pour éviter une rencontre inopportune par ex.).* Enfin, la prise de risque s'exprimera par l'intermédiaire des représentations du piéton (de la situation, de lui-même, de l'activité, de l'environnement...), qui ajustera son comportement selon un rapport « risque préférentiel/risque perçu » (Delignières, 1993), en vue, d'une part, de réduire la dissonance entre ces deux aspects de la représentation, mais aussi en répondant à un sentiment de plaisir associé à une certaine estime de soi dans la maîtrise du risque (Wilde, 1988).

A ces deux variables, risque et danger, nécessairement impliquées dans l'adoption d'un comportement en environnement routier, viennent s'ajouter des variables psychologiques qui sous-tendent tout comportement humain (Martin, 2005), dont la notion d'intention (choix délibéré d'un comportement, dangereux ou non), la notion de but (motif du déplacement) et la notion de satisfaction (maîtrise de la situation). Ainsi, face à une même situation routière, objectivement dangereuse ou non, la notion de risque associée à un comportement pourra être totalement différente selon les individus, non seulement en fonction de leurs connaissances, de leurs représentations, mais aussi en fonction de la perception qu'ils ont de la situation ainsi que de leurs buts et intentions.

# 3. Partie Expérimentale

L'approche méthodologique est centrée, d'une part sur la variabilité des représentations individuelles qu'ont les piétons du risque et du danger face à des situations données dans une perspective contextuelle, et, d'autre part, sur la structure de la représentation qu'ont les piétons des camions en ville. L'objectif est, à terme, de comparer ces deux aspects de la représentation chez les piétons, et de les confronter à celles des conducteurs de camion effectuant de la distribution en ville afin d'essayer de comprendre les dysfonctionnements dans les situations d'interaction piétons/camions en milieu urbain. La méthode que nous avons développée associe un questionnaire d'évocations pour l'étude de la structure de la représentation et un questionnaire qui s'appuie sur des

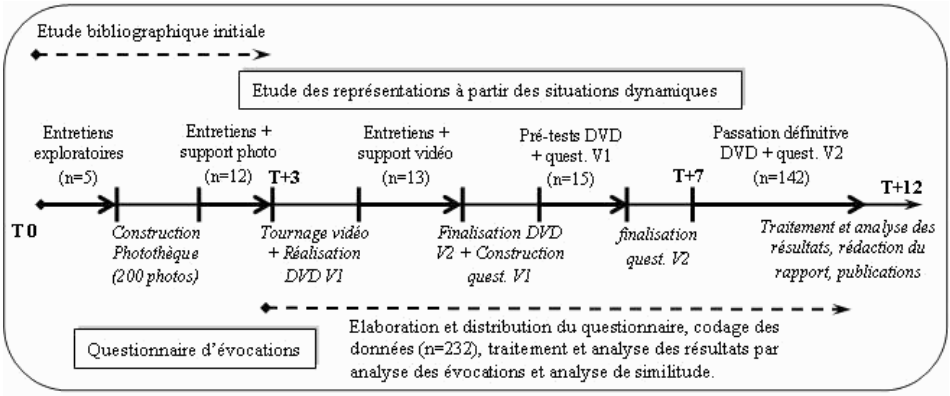
scènes vidéo pour l'étude des représentations du danger et de la notion de risque en situations contextualisées.

## 3.1. Démarche expérimentale

L'élaboration des outils développés pour l'étude, s'est appuyée sur une démarche exploratoire basée sur plusieurs séries d'entretiens auprès de divers usagers vulnérables (piétons, cyclistes et cyclomotoristes) ainsi qu'auprès de conducteurs routiers effectuant des trajets urbains. La principale difficulté a été, d'une part de contextualiser le questionnement, et, d'autre part, de rendre compte de la dynamique des situations abordées. De plus, afin d'avoir un panel suffisamment important pour nous permettre d'appuyer les résultats sur des traitements statistiques courants, la méthode devait être comprise et utilisable individuellement, sans l'accompagnement des chercheurs, par un large échantillon de sujets, notamment en terme d'âge (de 12 à 77 ans) et de sexe.

Le schéma suivant (fig. 1) résume les diverses étapes de la recherche (de juin 2006 à mars 2007).

**Figure 1 : Représentation graphique de la démarche de recherche**




## 3.2. Le questionnaire d'évocations

Selon Cholez (2001) et Revah (2001), le public a une représentation globalement négative des camions et du métier de conducteur routier. C'est à partir de cette hypothèse, et afin de préciser la structure de la représentation qu'ont les piétons des camions en ville que nous avons élaboré un questionnaire d'évocations (Marchand, 2007, Vergès, 1992). Il était demandé aux sujets de proposer 5 mots évoquant les « camions en ville » et de classer ces mots selon leur caractère positif ou négatif. 232 sujets des deux sexes de 13 à 93 ans ont répondu au questionnaire, dont 86% d'adultes actifs de 20 à 59 ans. 71% des sujets sont multi-usagers (dont 5% de cyclistes et 1% d'utilisateurs de 2 roues motorisées), les 29% restants disent se déplacer en ville uniquement à pied. Ont été exclus de l'analyse les usagers possédant et

utilisant régulièrement un permis poids lourds. Les données ont été traitées à l'aide des programmes EVOC2003 et SIM2003 de Pierre Vergès[3].

## 3.3. Le questionnaire à partir de situations dynamiques

La méthode principale pour l'étude des représentations du danger et du risque associées à des situations contextualisées dynamiques est composée d'un « Kit DVD » qui comprend un DVD lisible sur ordinateur (PC ou MAC) ou sur lecteur DVD de salon et d'un questionnaire papier-crayon[4]. Le DVD, réalisé avec le support de la Plateforme Multimédia de l'Institut des Sciences de l'Homme de Lyon, comporte quinze séquences vidéo filmées en milieu urbain (centre ville de Lyon). Ces séquences mettent en scène des usagers vulnérables, essentiellement face à des camions, dans des situations observées quotidiennement. Les scènes ont été sélectionnées à partir des données d'accidentologie issues de divers registres régionaux et nationaux[5] et d'études effectuées par l'INRETS (Brenac, Nachtergaële et Reigner, 2003) et sont notamment axées sur les situations de traversée de section rectiligne, les situations de circulation de piétons sur la chaussée et les situations de manœuvres basse vitesse de camions en secteur piétonnier. Cinq scènes se déroulent en secteur piétonnier et les dix autres en secteur ouvert à la circulation.

Compte tenu du caractère exploratoire de l'étude et des objectifs généraux du projet, les séquences mettent en scène divers types d'usagers vulnérables (piétons, cyclistes et utilisateurs de 2 roues motorisées). La majorité des sujets ne pouvant se reconnaître dans toutes les situations, nous avons choisi de les placer en position de spectateurs et non d'acteurs. On ne leur demandait pas de se projeter dans la scène, mais d'évaluer la dangerosité de la situation, la notion de prise de risque par les différents usagers en scène et l'évaluation du comportement du camion en termes de danger. De cette façon nous espérions contourner le biais de désirabilité sociale, avoir un accès plus spontané aux représentations des comportements sécuritaires et de la notion de prise de risque dans les déplacements en milieu urbain, sans pour autant que les sujets se sentent jugés ou évalués.

### 3.3.1. Contenu du questionnaire

Le questionnaire comprend deux parties pour chaque séquence :

- Une première partie identique pour toutes les séquences qui permet au sujet d'évaluer globalement la situation en terme de dangerosité, de familiarité et de localisation (secteur piétonnier ou non). Pour les scènes de traversée de voie et de circulation sur la chaussée, il est, de plus, demandé au sujet s'il lui arrive d'adopter un comportement identique.

[3] verges@mmsh.univ-aix.fr

[4] Le DVD et le questionnaire qui l'accompagne sont protégés par l'article L. 122-4 du Code de la Propriété Intellectuelle (dépôt légal : janvier 2007).

[5] BAAC (Bulletin d'Analyse des Accidents Corporels), ARVAC (registre INRETS des accidents de la circulation dans le Rhône).

- La deuxième partie est spécifique à chaque séquence et l'évaluation des sujets porte sur la notion de prise de risque par le ou les usagers vulnérables et sur la notion de danger du comportement du ou des camions envers les usagers vulnérables.

Afin de limiter les effets d'apprentissage, d'ordre et de rang, les deux premières scènes sont identiques pour tous les sujets et ne sont pas prises en compte dans le traitement des données. Elles ont été choisies en fonction de la « neutralité » de la situation. Toutes les autres scènes sont présentées dans un ordre semi-aléatoire, différent pour chaque sujet, et obéissant à une contrainte : deux scènes qui présentent le même type de situation ne doivent pas être consécutives.

### 3.3.2. Échantillon

L'échantillon est composé de 142 sujets, hommes et femmes de 12 à 77 ans, se déplaçant régulièrement en ville. Les sujets ont été répartis selon quatre classes d'âge : Classe 1, de 11 à 19 ans (n=33) ; Classe 2, de 20 à 39 ans (n=48) ; Classe 3, de 40 à 59 ans (n=36) et Classe 4, plus de 60 ans (n=25).

Nous avons limité notre échantillon aux piétons de plus de 11 ans, âge où les jeunes citadins commencent à se déplacer seuls en milieu urbain, notamment pour se rendre au collège. De plus, les méthodes d'études des représentations des jeunes enfants étant fondamentalement différentes de celles à destination des adultes ou des adolescents, il nous semblait que l'outil utilisé dans cette étude n'aurait pas convenu à cette tranche d'âge. Enfin, les situations présentées dans le DVD ne correspondaient pas aux situations accidentogènes concernant les enfants de moins de 11 ans.

### 3.3.4. Modalités de passation

Les 142 sujets ont visionné le DVD et répondu au questionnaire de manière individuelle, seuls (sans expérimentateur) généralement à leur domicile. La passation d'une durée de 30 à 45 minutes, nécessitait de disposer, soit d'un ordinateur personnel de type MAC ou PC, soit d'un lecteur DVD de salon et d'en maîtriser le fonctionnement a minima. Les consignes figuraient en première page du questionnaire, elles étaient rappelées oralement lors du démarrage du DVD puis figuraient sous forme de rappel dans le corps du questionnaire et sous forme d'instructions courtes avant et après chaque séquence vidéo.

# 4. Résultats

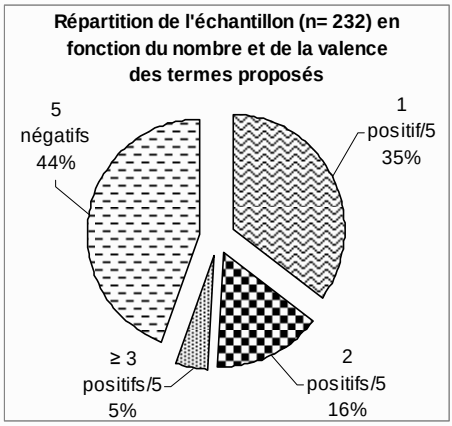
## 4.1. Le questionnaire d'évocations

Au total, 1061 termes ont été cités par les 232 sujets dont 1037 ont été classés selon leur valence positive/négative. Chez 44% des sujets, tous les termes proposés en association avec la proposition « camions en ville » sont négatifs. En revanche, l'autre partie de l'échantillon (soit 56% des sujets) a proposé au moins un terme positif (fig. 2).

Cette répartition nous a permis d'effectuer les analyses d'évocation selon deux orientations : l'une à partir des données globales recueillies tous sujets confondus (1061 données), et la seconde à partir de l'échantillon des sujets ayant donné au moins 1 terme positif (847 données).

- Le noyau central qui regroupe les éléments stables de la représentation. Il est composé des termes les plus souvent associés (prise en compte de la fréquence de citation d'une proposition) de façon immédiate (prise en compte du rang moyen d'apparition).
- Deux ensembles d'éléments périphériques : l'un composé des éléments les plus fréquemment associés et qui apparaissent dans les derniers rangs et l'autre composé des éléments les moins fréquemment associés mais qui apparaissent dans les premiers rangs.

**Figure 2 : Répartition des sujets selon la valence de leur représentation**




### 4.1.1. Analyse des données globales pour l'ensemble de l'échantillon

Les termes formant la représentation du camion en ville, qu'ils soient centraux ou périphériques, sont essentiellement négatifs (Fig. 3). Ils concernent la pollution, le bruit, les problèmes de circulation et de stationnement, l'encombrement et le danger. Quelques éléments positifs émergent des éléments périphériques les plus fréquents avec la notion de service associée à la livraison et au transport ainsi qu'au ramassage des ordures ménagères associée au terme « poubelle ». Il est à noter que le terme d'accident n'apparaît dans aucune des analyses.

L'analyse des données pour les sujets ayant donné au moins un terme positif ne diffère pas fondamentalement de celle de l'ensemble de l'échantillon et reste globalement négative.

### 4.1.2. Analyse de similitude à partir des données globales

Les données globales ont été regroupées en 9 catégories sémantiques à l'aide du logiciel Simevoc. Ces données ont ensuite fait l'objet d'une analyse de

similitude permettant d'établir la force des relations entre les différentes catégories sémantiques et leur proximité (Fig. 4).

L'analyse montre une proximité étroite et une relation très forte entre les catégories « pollution » et « embouteillage ». Les autres catégories s'articulent autour de celles-ci avec notamment la notion de « livraison » fortement liée à la catégorie « embouteillage » et la notion de « danger », fortement liée à celle de « pollution ».

## 4.2. Le questionnaire à partir de situations dynamiques

Nous présentons ici une synthèse des analyses concernant les situations mettant en scène des piétons. Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel Statistica et sont présentées en détail dans le rapport complet livré à l'ADEME courant 2007.

Sur les quinze situations présentées aux sujets, outre les deux scènes de familiarisation qui n'ont pas été analysées, neuf séquences mettent en scène des piétons. Deux séquences se passent en secteur piétonnier et les sept autres en secteur ouvert à la circulation. Les analyses ont été effectuées à partir de l'évaluation des sujets du danger global de la situation qui leur était présentée, de leur évaluation de la prise de risque par le piéton mis en scène et de leur évaluation du comportement du camion mis en scène (dangereux vs pas dangereux), en fonction du contexte de la situation. Pour trois scènes présentant un danger objectif et un comportement contraire au code de la route (photos 3, 7 et 8, fig. 5), des comparaisons ont été effectuées entre l'évaluation de la prise de risque par le piéton et le positionnement des sujets en termes d'adoption d'un comportement similaire.

**Figure 3 : Structure de la représentation des piétons à propos des camions en ville à partir des données globales (1061 termes, n=232)**

**NOYAU CENTRAL**

*Fréquence ≥ 10 ; Rang moyen < 2,5*

| | | |
|---|---|---|
| **Pollution** | (136 | 1,978) |
| **Bruit** | (83 | 2,361) |
| **Bouchon** | (49 | 2,347) |
| **Encombrant** | (43 | 2,465) |
| **Gênant** | (16 | 2,313) |
| **Ralentissement** | (11 | 2,364) |

**ELEMENTS PERIPHERIQUES**

*Fréquence < 10 et Rang moyen < 2,5*

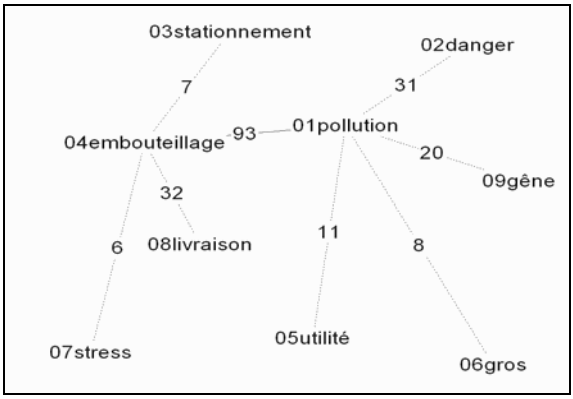
| | | |
|---|---|---|
| **Gêne de la circulation** | (5 | 2,200) |
| **Lent** | (5 | 1,800) |
| **Nuisance** | (5 | 2,400) |
| **Nuisance sonore** | (5 | 2,200) |
| **Poubelle** | (5 | 2,400) |

**ELEMENTS PERIPHERIQUES**

*Fréquence ≥ 10 ; Rang moyen ≥ 2,5*

| | | |
|---|---|---|
| **Livraison** | (84 | 3,202) |
| **Embouteillage** | (53 | 2,585) |
| **Danger** | (50 | 3,160) |
| **Encombrement** | (38 | 2,737) |
| **Polluant** | (29 | 2,828) |
| **Bruyant** | (25 | 2,520) |
| **Dangereux** | (17 | 2,882) |
| **Transport** | (14 | 2,929) |
| **Déchargement** | (12 | 3,917) |
| **Gros** | (12 | 2,917) |
| **double-file** | (10 | 3,100) |

**Figure 4 : Structure de la représentation des camions en ville à partir des données globales classées en catégories sémantiques : Force et proximité des relations.**




### 4.2.1. Cohérence et représentativité des séquences

Toutes les séquences ont été évaluées par les sujets comme étant familières et l'environnement routier (secteur piétonnier/ouvert à la circulation) a été correctement identifié. Ces résultats ont permis de vérifier la pertinence des situations proposées et de valider l'utilisation de l'outil.

### 4.2.2. Influence de l'environnement routier sur les représentations du danger et de la prise de risque

La perception du danger global des séquences varie en fonction de l'évaluation du comportement des camions et/ou de celle de la prise de risque des piétons. La principale différence dans le poids des facteurs intervenant dans cette perception réside dans le type d'environnement routier (secteur piétonnier vs secteur ouvert à la circulation) dans lequel les scènes se déroulent :

- Les deux séquences se déroulant en secteur piétonnier (situations de manœuvres à basse vitesse) ont été évaluées par les sujets comme étant globalement dangereuses et le comportement des véhicules a été considéré comme dangereux par plus de 90% des sujets. En revanche, bien que 1/3 des sujets pensent que les piétons prennent des risques pour eux-mêmes, il semble que l'évaluation du danger global dépende uniquement de l'évaluation du comportement du camion et non de l'évaluation de la prise de risque du piéton.
- Pour les sept autres séquences se déroulant en secteur ouvert à la circulation, l'évaluation du comportement des camions ainsi que celle de la prise de risque des piétons sont bien souvent en lien avec la situation elle-même. Par exemple pour les séquences qui mettent en scène des piétons traversant hors passage protégé ou marchant sur la chaussée, l'évaluation du danger global dépend de l'évaluation de la prise de risque du piéton. En revanche pour certaines séquences, notamment

celles où les camions sont stationnés sur les trottoirs, bien que les piétons soient évalués comme prenant des risques, c'est le comportement du véhicule qui détermine l'évaluation globale du danger. Enfin pour les autres séquences, l'évaluation du comportement du véhicule et l'évaluation de la prise de risque par le piéton entrent le plus souvent conjointement en compte dans l'évaluation du danger global.

### 4.2.3. Influence du type d'usager mis en scène dans la situation

Les séquences évaluées les plus dangereuses de manière globale sont celles mettant en scène des piétons avec poussette. Il semble que ce soit le comportement du piéton se déplaçant avec un jeune enfant et/ou une poussette qui suscite ces évaluations élevées du danger.

**Figure 5 : Synoptique des scènes « piétons »**

Photo 1 : Secteur piétonnier1

Photo 2 : Secteur piétonnier3

Photo 3 : Circulation chaussée

Photo 4 : Poussette1

Photo 5 : Poussette2

Photo 6 : Poussette3 + traversée PP1

Photo 7 : Traversée HPP1

Photo 8 : Traversée HPP2

Photo 9 : Traversée PP2

#### 4.2.4. Influence de l'âge

Au niveau de l'analyse globale, toutes scènes confondues, aucune différence n'a été trouvée entre les 4 classes d'âge que ce soit au niveau de la représentation du danger qu'au niveau de celle de la prise de risque. En revanche, pour certaines situations spécifiques des différences significatives apparaissent. Elles ne concernent pas systématiquement les mêmes classes d'âge et sont variables en fonction du contexte et des acteurs :

- Les sujets les plus jeunes (de 11 à 19 ans) ont tendance à évaluer les séquences mettant en scène des piétons avec poussette comme moins dangereuse que les autres classes d'âge.
- Les séquences dans lesquelles les piétons traversent hors passage protégé sont évaluées comme étant significativement plus dangereuses que sur passage protégé par les classes 1 (11 à 19 ans) et 2 (20 à 39 ans).
- La séquence dans laquelle une personne âgée traverse sur passage protégé dans une circulation dense (photo 9, fig. 5) est évaluée plus dangereuse par les sujets les plus âgés (60 ans et plus).

#### 4.2.5. Influence du contexte et de l'infrastructure sur l'évaluation de la prise de risque

Comme nous l'attendions, l'évaluation de la prise de risque des usagers mis en scène est significativement dépendante de l'infrastructure et du contexte dans lequel se déroule la séquence. Ainsi pour les scènes dans lesquelles les piétons prennent un risque objectif lié à un comportement contraire au code de la route (traversées hors passage protégé, circulation sur la chaussée), la presque totalité des sujets (94 à 95%) estime que l'usager prend des risques pour lui-même. De même, pour les séquences avec une circulation dense, les sujets ont tendance à surévaluer le danger global et la prise de risque de l'usager.

#### 4.2.6. Positionnement des sujets / prise de risque

Presque tous les sujets (95%) reconnaissent la prise de risque et le danger que représente l'adoption de comportements qui vont à l'encontre des règles de la sécurité routière. Néanmoins, plus de la moitié (fig. 6 et 8), voire les deux tiers d'entre eux (fig. 7) disent adopter les mêmes comportements de temps en temps ou souvent.

# 5. Discussion

## 5.1. Les camions en ville, un « mal nécessaire » ?

Comme l'on pouvait s'y attendre et ainsi que l'ont montré plusieurs sociologues (Cholez, 2001, Revah, 2001), les résultats de l'analyse des questionnaires d'évocations montrent que la représentation qu'ont les piétons des camions en ville est globalement négative, tant au niveau central que périphérique. Cette représentation semble reposer essentiellement sur des

notions de nuisances environnementales telles que le bruit, la pollution, les problèmes de circulation, et il est étonnant de constater que, d'une part, le danger ne fait pas partie du noyau central de la représentation, mais uniquement des éléments périphériques les plus fréquents, et, d'autre part, que les notions d'accident ou de crainte ne font pas partie de la structure de la représentation. De plus, l'analyse de similitude met en évidence un lien étroit entre la notion de danger et celle de pollution, lien qui pourrait suggérer que la notion du danger lié aux camions en ville représenterait essentiellement un danger en termes d'environnement.

Par ailleurs, le registre positif qui apparaît au niveau des éléments périphériques les plus fréquents de la représentation est celui de la notion de service avec l'évocation du terme « livraison ». Le nombre restreint de termes proposés par les sujets n'a pas permis de faire une analyse fine de cette représentation positive. Il a néanmoins été possible de mettre en évidence un noyau central axé sur l'utilité des camions faisant de la livraison, et quelques éléments périphériques fréquents associés sémantiquement aux deux termes composant le noyau.

Ainsi, même si la présence des camions en milieu urbain semble représenter une gêne environnementale aux yeux du public en général, et à ceux des piétons en particulier, leur utilité est néanmoins reconnue. En revanche, les poids lourds ne semblent pas être associés à la notion de risque d'accident de la circulation. Ceci pourrait se révéler problématique, notamment dans les situations d'interactions camions / piétons. En effet, ces derniers pourraient ne pas se rendre compte des difficultés que peuvent rencontrer les conducteurs de camions, pour la détection des usagers vulnérables notamment dans les manœuvres effectuées en milieu urbain (cas de la marche arrière), ou pour les freinages d'urgence, notamment lors de la traversée intempestive d'un piéton hors passage protégé.

## 5.2. Danger et prise de risque : une question de représentations ?

L'analyse des résultats issus des questionnaires à partir de situations routières dynamiques montre que les représentations qu'ont les sujets du danger et de la prise de risque des acteurs est largement dépendante du contexte de la situation. Ainsi, en ce qui concerne les interactions camions / piétons en milieu urbain, les dimensions principales qui entrent en jeu dans la représentation du danger d'une situation semblent être en grande partie liées à l'infrastructure dans laquelle elle se déroule.

D'une part, la transgression des règles du code de la route liée à l'infrastructure et notamment les traversées hors passage protégé qui sont la cause de la majorité des accidents concernant les piétons en ville, est reconnue comme étant dangereuse, et à l'origine d'une prise de risque par l'usager.

D'autre part et très logiquement, le secteur piétonnier semble être un secteur privilégié, qui « appartient » aux piétons. Dans cet environnement

particulier, selon les représentations des piétons, le danger ne dépend que du comportement des véhicules, la notion de prise de risque par l'usager est limitée et n'entre pas en compte dans la perception globale du danger. Ce constat est important pour les conducteurs de camions. En effet, dans la mesure où une grande partie des piétons semblent s'appuyer essentiellement sur le comportement des conducteurs pour assurer la sécurité d'une situation en secteur piétonnier ceux-ci devront redoubler d'attention et dans ce cas, il y aura un intérêt certain à développer des systèmes d'assistance à la détection des piétons.

Enfin, le fait que plus de la moitié des sujets expriment adopter un comportement potentiellement risqué dans certaines situations, bien qu'ils aient une représentation correcte du danger et de la prise de risque, montre que l'adoption d'un comportement à risque ne dépend pas uniquement des représentations sociales et cognitives qu'a le piéton d'une situation. Il est ainsi légitime de supposer que, comme l'a décrit Delignières (1993), l'individu ajustera son comportement selon un rapport risque préférentiel/risque perçu en s'appuyant aussi sur des variables psychologiques individuelles liées au contexte telles que la notion d'intention, de but ou de satisfaction (Martin, 2005) et d'estime de soi (Wilde, 1988).

# Conclusion

Cette action de recherche effectuée dans le cadre du projet VIVRE2 (ANR/PREDIT et LUTB 2015) avait pour objectif l'étude des représentations des usagers vulnérables face au danger et à la prise de risque dans les situations d'interaction piétons/camions en milieu urbain. La méthode utilisée est composée d'un questionnaire d'évocations pour l'étude de la structure de la représentation qu'ont les piétons des camions en ville associée à un questionnaire à partir de séquences vidéo permettant la présentation de situations dynamiques contextualisées.

Les résultats ont permis de mettre en évidence, d'une part que les piétons ont une représentation globalement négative des camions en ville, bien qu'axée essentiellement sur des notions de nuisance environnementales et non de danger en terme de sécurité routière, et, d'autre part, que les comportements en terme de prise de risque ne reposent pas uniquement sur les représentations cognitives et sociales des individus, mais dépendent aussi très largement du contexte de la situation. De plus, l'importante variabilité interindividuelle observée par l'intermédiaire de ces résultats, montre la complexité que représente l'étude des interactions entre les différents usagers de la route en milieu urbain. Cette complexité s'exprime sur plusieurs niveaux, non seulement au niveau de l'environnement routier, dynamique par nature, qui évolue avec ou sans l'intervention des usagers, mais aussi et surtout au niveau des comportements humains qui sont orientés par de multiples variables internes et/ou externes à l'individu.

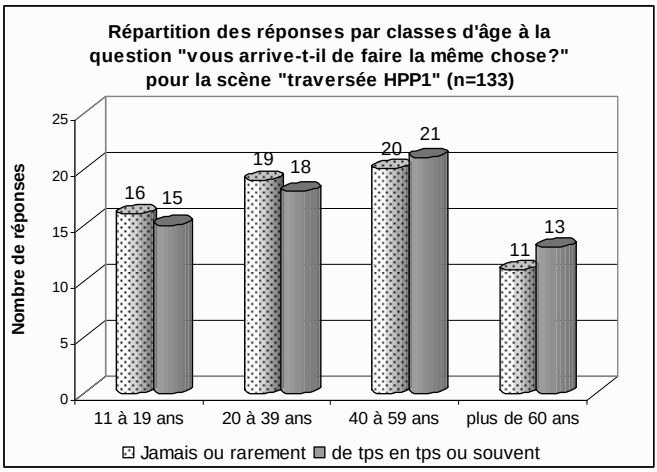
Ces constats nous incitent à conclure qu'en termes d'adaptation du piéton à son environnement, notamment dans les interactions avec les camions en

milieu urbain, outre les formations initiales faites en milieu scolaire, l'une des solutions pourrait être la diffusion médiatique de campagnes de sensibilisation au danger que constitue l'adoption de comportements à risque tels que ceux présentés dans le DVD. Ces campagnes pourraient notamment insister sur les difficultés que peuvent rencontrer les conducteurs de camions pour détecter des usagers à l'arrière du véhicule, ou encore sur le fait qu'un camion n'a pas les capacités de freinage d'une voiture, d'où un risque plus important de traverser inopinément devant ce type de véhicule.

Ces résultats ainsi que l'outil développé serviront de base pour le deuxième axe de recherche qui s'intéresse aux représentations qu'ont les conducteurs de camion en milieu urbain des usagers vulnérables. A l'issue de cette étude, il devrait être possible de mettre en évidence les différences existantes dans les représentations d'une situation donnée entre les deux groupes d'individus, conducteurs de camions et piétons, notamment dans les situations de manœuvres à basse vitesse telles que les marches arrière. Ces différences, si elles existent, peuvent conduire à des incompréhensions lors des interactions entre les usagers, voire même à des situations potentiellement accidentogènes. La dernière partie de l'étude consistera à mettre en scène sur simulateur dynamique de camion les situations d'interaction précédemment identifiées et à proposer des systèmes d'assistance aux conducteurs pour améliorer la détection des piétons et des autres usagers vulnérables, ainsi que pour favoriser la détection par les usagers vulnérables des véhicules en livraison (hayon ouvert…) ou en situation de manœuvres à basse vitesse (marche arrière…).

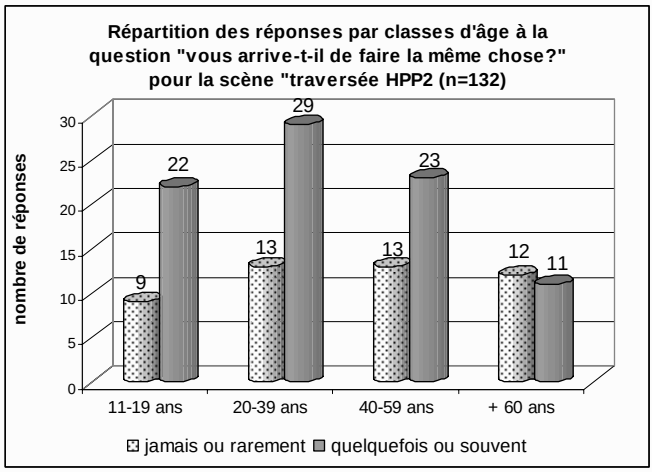
Scène 7, un piéton traverse en marchant hors passage pour piétons : sur 131 réponses, la moitié des sujets prétend adopter un comportement identique à celui du piéton en scène « rarement » (43) ou « jamais » (23), l'autre moitié, « de temps en temps » (46) ou « souvent » (19), aucune différence significative n'est observée en fonction de l'âge des sujets (fig.6).

**Figure 6 : Positionnement des sujets en termes de comportements pour la scène 7 "traversée HPP1 "**



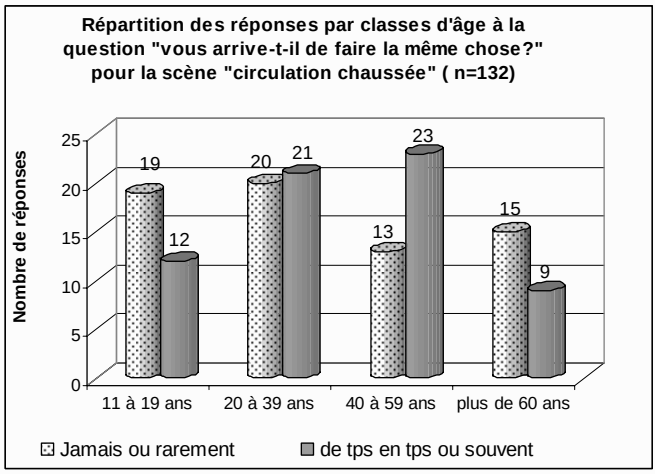

Scène 8, un piéton traverse en courant hors passage pour piétons : sur 132 réponses, un tiers des sujets prétend adopter un comportement identique à celui du piéton en scène « rarement » (31) ou « jamais » (16), les deux autres tiers, « de temps en temps » (56) ou « souvent » (29). Les sujets les plus âgés semblent les plus prudents, plus de la moitié d'entre eux ont dit n'adopter un comportement identique à celui du piéton en scène que rarement ou jamais (fig.7).

**Figure 7 : Positionnement des sujets en termes de comportements pour la scène 8 "traversée HPP2 "**




Scène 3, un piéton circule sur la chaussée à contresens de la circulation : sur 132 réponses, la moitié des sujets prétend adopter un comportement identique « rarement » (44) ou « jamais » (23), l'autre moitié, « de temps en temps » (51) ou « souvent » (14). Des différences significatives liées à l'âge sont observées : les sujets les plus âgés et les plus jeunes semblent plus prudents, alors que les sujets de 40 à 59 ans sont les plus nombreux à adopter un comportement similaire à celui du piéton en scène (fig. 8).

**Figure 8 : Positionnement des sujets en termes de comportements pour la scène 3 "circulation sur la chaussée"**




# Références


Abric, J.C. (1994). *Pratiques sociales et représentations*, Paris : PUF.

Bainbridge, L. (1980). Le contrôleur de processus. *Bulletin de Psychologie* Française. 34 (17), pp 813-832.

Brénac, T., Nachtergaële, C., Reigner, H. (2003). *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention. Rapport d'étude INRETS n° 256*. Les collections de l'INRETS, Arcueil.

Charron, C. (2005). Relations entre les enjeux et les comportements de traversée d'une chaussée. Etudes exploratoires chez l'enfant de 6 à 12 ans. In Granié (dir.) *Développement social et sécurité routière, rapport final INRETS SU03000297*.

Cholez, C. (2001). *Une culture de la mobilité, trajectoires et rôles professionnels des chauffeurs-livreurs de messagerie et fret-express*. Thèse de doctorat de sociologie, Université de Tours, Tours.

Delignières, D. (1993). Risque préférentiel, risque perçu et prise de risque, In J.P. Famose (Ed.), *Cognition et performance*. Paris: INSEP, pp 79-102.

Granié, M.A. (2004). *L'éducation routière chez l'enfant : évaluation d'actions éducatives, Apports de la recherche en psychologie du développement à la compréhension de l'enfant en sécurité routière. Rapport INRETS n°254.*

Jodelet D. (1989). *Les représentations sociales*, Paris : PUF.

Leplat, J. (1985). Les représentations fonctionnelles dans le travail. *Psychologie Française*. 30, 3-4, pp 269-275.

Marchand, F-X. (2007). *Contribution à la modélisation de la dynamique de construction d'une identité professionnelle : étude longitudinale de la*

*représentation du métier militaire de sous-officiers et engagés volontaires dans l'armée de terre*. Thèse de doctorat de Psychologie mention Dimensions Cognitives et Modélisations, Université Lumière Lyon II.

Martin R. (2005). La pensée humaine et sa modélisation : un modèle structuro-fonctionnel ou une entreprise complexe. In B. Cadet, B. (Ed.) : *La complexité : ses formes, ses traitements, ses effets*. Cahiers de la MRSH, n° spécial 04-2005, pp 19-28. Caen, MRSH.

Revah, J-F. (2001). *Demain, les routiers*. Fédération Nationale des Transports Routiers, Paris.

Richard, J-F. (1998). *Les activités mentales, comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris : Armand Colin.

Vergès, P. (1992). L'évocation de l'argent : une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation, *Bulletin de Psychologie*, n°405, tome XLV, pp. 203-209.

Wilde G.J. S. (1988). Evidence refuting the theory of risk homeostasis, *Ergonomics*, vol 27, n°3, pp 297-304.

# Simulation de scénario d'accident piéton et expérience de conduite

**Catherine Berthelon, Claudine Nachtergaële, Mohamed Meskali**
*INRETS/MA,*
*Chemin de la Croix-Blanche,*
*13300 Salon de Provence,*
*France*
*catherine.berthelon@inrets.fr*
*claudine.nachtergaele@inrets.fr*
*mohamed.meskali@sunset.inrets.fr*

*Une situation prototypique d'accident impliquant un piéton a été introduite dans un simulateur de conduite. Nous avons ensuite étudié les réactions de conducteurs novices et expérimentés face à cette situation accidentogène. Les résultats montrent que tous les conducteurs freinent dans des délais temporels équivalents, mais seuls les expérimentés anticipent la trajectoire du piéton et combinent le freinage avec un déport vers la droite. Dans le cadre d'un entraînement à la conduite, un tel usage des simulateurs pourrait provoquer une prise de conscience de situations inhabituelles et potentiellement difficiles. Parallèlement, les piétons jeunes et âgés pourraient être sensibilisés aux risques pris lors de traversée de voiries urbaines lorsqu'ils sont susceptibles de ne pas être vus par les autres usagers.*

## 1. Introduction

Les accidents impliquant des piétons entraînent chaque année en France de l'ordre de 800 décès, leur prévention constitue un élément important dans le cadre d'une réduction de l'insécurité routière ce qui suppose une compréhension des processus de leur production. Généralement, ces accidents ont lieu en milieu urbain, ils impliquent un piéton et un véhicule motorisé ce qui souligne les problèmes posés par le partage d'un même espace par divers type d'usagers. Il est donc nécessaire d'identifier non seulement le comportement du piéton mais aussi celui du conducteur, et leurs interactions qui sont à l'origine de l'accident.

Par ailleurs, les cas d'accident peuvent être rassemblés sous forme de scénario, la méthode d'analyse séquentielle utilisée repose sur une

segmentation du déroulement de l'accident en plusieurs phases qui permet de caractériser des situations génératrices d'accidents (Brenac & Fleury, 1999; Brenac et al., 1996, 2003). Le concept de scénario renvoie ainsi à une classe ou à un type d'accidents présentant des similitudes d'ensemble du point de vue de l'enchaînement des faits et des relations de causalité dans les différentes phases conduisant à la collision, donc à des prototypes de déroulement de l'accident (Fleury & Brenac, 2001).

Le scénario piéton que nous avons étudié met en oeuvre un conducteur confronté à une situation dans laquelle un piéton "peu prévisible" surgit sur sa trajectoire. Ce scénario correspond à environ 19% en terme d'enjeu en ce qui concerne la population des accidents corporels de piétons recensés en France (Brenac et al., 2003; scénarios types 1 et 2). Il confronte un véhicule qui circule en agglomération sur la voirie principale, de tracé rectiligne, généralement hors intersection, à un piéton; il est décrit comme suit : "Un piéton s'apprête à traverser la chaussée *hors passage piéton*. Le piéton, initialement masqué à la vue du conducteur, généralement par un véhicule immobile, engage sa traversée alors que le conducteur survient. Le conducteur ne détecte pas le piéton, ou très tardivement. Le piéton ne voit pas le véhicule".

Afin d'implémenter ce scénario et d'en introduire les caractéristiques physiques dans notre simulateur de conduite, nous nous sommes inspirés de données issues de cas réels d'accidents disponibles dans la banque de données des Etudes Détaillées d'Accident de Salon de Provence et qui constituent des situations de référence (Ferrandez et al., 1995; Perrin et al., 2004).

En partant de la position de choc, le moment où le piéton apparaît dans le champ de vision du conducteur a ainsi été estimé avoir eu lieu 2,4 s avant que le conducteur n'arrive à son niveau, le piéton surgit à la droite du conducteur (figure 1). Cette configuration ne reste effective que si le conducteur n'effectue aucune manœuvre pour l'éviter.

Par ailleurs, les recherches sur les compétences de conduite suggèrent que la performance des conducteurs débutants est inférieure à celle des conducteurs expérimentés, ce qui semble corroboré par le fait que la forte probabilité des jeunes d'être impliqués dans un accident diminue à mesure que la durée d'obtention du permis de conduire augmente (Turner, McClure & Pirozzo, 2004; Williams, 2003). Afin de contribuer à lutter contre la sur implication des conducteurs novices dans les accidents, en 1988, la France a mis en place la possibilité de suivre un Apprentissage Anticipé de la Conduite (AAC) dès 16 ans. Après une formation initiale en auto-école, le postulant acquiert une expérience complémentaire qui consiste à conduire avec un adulte pendant 3000 km. La présentation au permis de conduire se fait à 18 ans minimum. Les conducteurs ayant suivi un tel type d'apprentissage seraient moins susceptibles d'être impliqués dans un accident que les conducteurs ayant suivi un apprentissage plus traditionnel (Mayher & al., 2003; Sagberg & Bjørnskau, 2006).

Il s'agissait donc, en comparant les comportements d'usagers ayant suivi un AAC à ceux d'usagers ayant suivi un apprentissage de type traditionnel et à

ceux d'usagers ayant une bonne expérience de conduite, d'estimer si l'AAC favorise la capacité à percevoir et à anticiper le comportement d'autres usagers. Nous ne présenterons ici que les résultats concernant le scénario piéton.

**Figure 1. Le piéton surgit de la droite du conducteur 2,4 s avant que celui-ci ne croise sa trajectoire.**

# 2. Partie expérimentale

## 2.1. Dispositif et tâche

L'expérimentation se déroule sur le simulateur de conduite de Salon de Provence. Les participants sont assis à un poste de conduite interactif constitué par un quart de véhicule dont la base est fixe (Figure 1). La surface de projection des images est de 1,9 m de haut et de 2,3 m de large, elle sous tend une ouverture angulaire de 58° en horizontal et de 49° en vertical. Les images sont générées à une fréquence d'environ 30 Hz.

Les participants conduisent comme ils le feraient dans la réalité, ils ont pour tâche de suivre les panneaux directionnels indiquant le centre ville et d'évoluer à une vitesse d'environ 50 km/h. Il n'est pas précisé que des évènements imprévus se produiront.

Chaque participant est soumis à 2 tours de circuit d'une durée d'environ 7 minutes chacun. Quelques véhicules autonomes, au comportement non conflictuel, circulent sur le circuit. Le premier tour est considéré comme un entraînement, l'expérimentateur demande au participant d'accélérer et de freiner et d'effectuer des mouvements de volant pour la prise en main des commandes du simulateur. Plusieurs scénarios sont introduits dans le second tour de circuit, le scénario piéton est l'un d'entre eux.

## 2.2. Sujets

Les participants sont de sexe masculin, et insensibles au mal des transports. Les conducteurs expérimentés (EXP; N=11, âge moyen 24,5 ans) possèdent le

permis et un véhicule depuis plus de 3 ans. Les conducteurs débutants ont suivis une formation traditionnelle à la conduite (ATC; N=12; âge moyen 19,6 ans) ou une formation d'apprentissage anticipé à la conduite (AAC; N=7; âge moyen 18,4 ans), ils ont tous obtenu leur permis de conduire depuis moins de 2 mois.

Les participants signent un engagement éclairé, en dédommagement des contraintes expérimentales, une indemnité leur a été versée.

## 2.3. Variables dépendantes

Les variables enregistrées concernent la vitesse adoptée par le conducteur, le temps de réponse face à l'évènement imprévu (lâché de la pédale d'accélération, pied sur le frein), la trajectoire ou position latérale du véhicule sur la chaussée.

Étant donné leur grand nombre les écarts type n'ont pas été représentés sur les figures.

## 2.4. Résultats

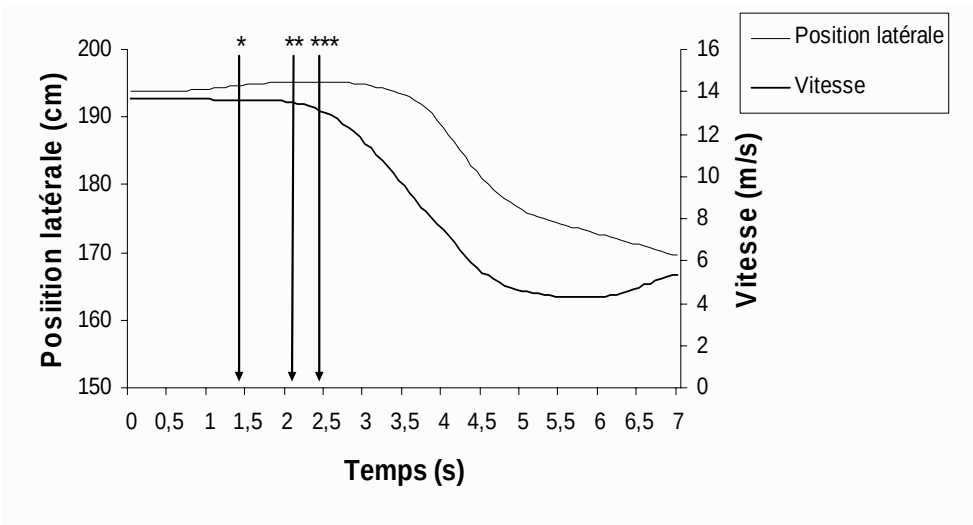
Les temps de réponse suite à l'apparition du piéton sont significativement plus courts pour les EXP que pour les AAC lors du lâché de la pédale d'accélérateur mais 2 AAC n'avaient pas le pied posé sur cette pédale. Les temps de réponses lors de l'appuie sur la pédale de frein ne varient pas en fonction de l'expérience de conduite (Tableau 1).

**Tableau 1. Temps de réponses moyens pour les actions sur les pédales. Ecarts types entre parenthèses.**

| | EXP | ATC | AAC | t |
|---|---|---|---|---|
| Accélérateur | N=11<br>0,64 s<br>(0,1) | N=12<br>0,7 s<br>(0,23) | N=5<br>0,79 s<br>(0,08) | EXP < AAC<br>t(14)=-2,77,<br>p<,01 |
| Frein | N=11<br>0,98 s<br>(0,14) | N=12<br>1,11 s<br>(0,38) | N=7<br>0,96 s<br>(0,19) | NS |

Il n'y a pas de différence significative entre les vitesses et les positions latérales moyennes des trois groupes mais ces variables évoluent en fonction du temps. Les vitesses, qui sont de 50 km/h en moyenne, commencent à diminuer 0,7 s après que le piéton soit visible. La diminution se poursuit pendant 3,5 s; puis les vitesses se stabilisent et enfin les sujets accélèrent. Un déport des véhicules vers la droite de la chaussée devient significatif 3 s environ après que le piéton soit visible. Ce déport augmente pendant 2 s, puis les positions latérales restent stables (Fig. 2).

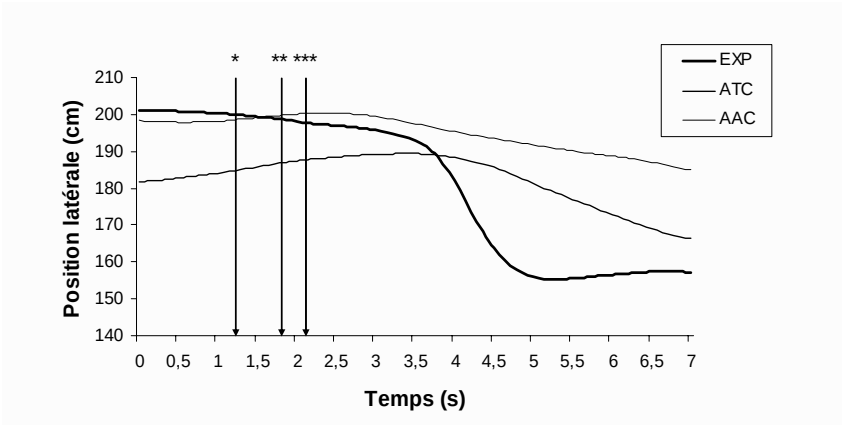
**Figure 2. Évolution des vitesses et positions latérales moyennes en fonction du temps.**




* le piéton est visible; ** laché accélérateur; *** appuie frein.

Le déport vers la droite paraît est dû aux EXP qui commencent à se déporter environ 2 s après que le piéton soit visible. Le déport augmente pendant 1,5 s et son amplitude maximale est limitée à 43 cm. La position latérale des ATC et AAC n'évolue pas réellement au cours de la progression (Fig. 3).

**Figure 3. Évolution moyenne des positions latérales en fonction du temps et de l'expérience de conduite.**




* le piéton est visible; ** lâché accélérateur; *** appuie frein.

Un sujet expérimenté a été exclu de l'analyse des positions latérales, il est le seul à effectuer un déport latéral vers la gauche ce qui a pour conséquence un choc avec le piéton. Ce déport est la seule variable qui permet de différencier

son comportement de celui des autres participants. Le simple fait de freiner lui aurait donc suffit à éviter le choc.

# 3. Discussion et conclusion

Dans ce travail, un scénario d'accident impliquant un piéton a été introduit dans un simulateur de conduite. Ce scénario a été implémenté par des données issues d'un cas réel d'accident. Le fait que le piéton soit masqué par un bus et traverse la chaussée hors passage piéton alors que le conducteur est à une faible distance de lui, assimile ce scénario à une situation d'urgence. Ce type de situation est fréquemment rencontré dans les environnements urbains ce qui pose par ailleurs le problème de la sensibilisation des piétons, jeunes et moins jeunes, aux questions de sécurité.

Le comportement de conducteurs expérimentés et débutants confrontés à ce scénario a été analysé. Avant que le piéton ne surgisse, les vitesses pratiquées par l'ensemble des conducteurs sont conformes à la consigne et aux vitesses prescrites dans les environnements urbains. Lorsque le piéton devient visible, tous les conducteurs freinent dans des délais temporels équivalents, mais seuls les conducteurs expérimentés combinent le freinage avec un déport vers la droite avant d'arriver au niveau du piéton. Ceci est probablement le reflet de capacités d'anticipation et d'habiletés supérieures à celles des conducteurs débutants (Berthelon, Mestre & Taramino, 1995; Underwood, Chapman, Bowden & Crundall, 2002). Cette interprétation est toutefois modulée par le fait que le seul conducteur qui percute le piéton est expérimenté.

Nous n'avons relevé que peu de différences en fonction du type d'apprentissage. La seule donnée significative concerne le fait que les conducteurs débutants ayant suivi un apprentissage anticipé à la conduite lèvent le pied de l'accélérateur plus tard que les conducteurs expérimentés, ceci bien que leur freinage ait lieu dans des délais temporels équivalents. Le faible effectif du groupe AAC ne permet cependant pas de conclure sur ce point et d'autres travaux sont nécessaires pour approfondir ces résultats très partiels. Par ailleurs, le simulateur utilisé dans cette recherche ne dispose pas de boite de vitesse ce qui a pu masquer certaines différences comportementales inter groupes. Nos débutants ont en effet probablement eu plus de ressources cognitives à attribuer aux évènements qui se produisaient autour d'eux que s'ils avaient eu à se concentrer sur les changements de vitesse dont on sait qu'ils peuvent être difficiles à gérer dans les premiers temps de conduite (Groeger et Clegg, 1997).

En conclusion, l'introduction de scénarios dans les simulateurs de conduite permet de placer les sujets dans des situations accidentogènes réalistes. Il est alors possible de tester et valider expérimentalement les hypothèses formulées en accidentologie routière. Dans le cadre d'un entraînement à la conduite, un tel usage des simulateurs serait susceptible de provoquer une prise de conscience de situations inhabituelles et potentiellement difficiles, ainsi qu'un transfert d'habiletés vers la conduite naturelle comme suggéré par les travaux de Fisher et al. (2002) ou de Chapman et al. (2002). Par ailleurs, la mise en

images de ces situations pourrait également être utilisée pour sensibiliser les piétons jeunes et âgés aux risques pris lors de traversée de voiries urbaines lorsqu'ils sont susceptibles de ne pas être vus par les autres usagers.

## Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier l'équipe CIR/MSIS de l'INRETS et en particulier Isabelle Aillerie, Max Duraz et Fabrice Vienne pour la mise au point du dispositif de simulation et la création des images qui ont servies à ce travail.

## Références

Berthelon, C., Mestre, D., Taramino, R. (1995). Anticipation visuelle de collisions en situations simulées : effets de l'expérience de la conduite automobile. *Le Travail Humain, 58*, 311-338.

Brenac, T., Delcamp, J., Pelat, S., & Teisseire, G. (1996). *Scénarios types d'accidents de la circulation dans le département des Bouches-du-Rhône.* Rapport INRETS, MA 9611-2, Novembre 1996.

Brenac, T., & Fleury, D. (1999). Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications. *Recherche Transport Sécurité, 63*, 63-76.

Brenac, T., Nachtergaële, C., & Reigner, H. (2003). *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention.* Rapport INRETS n°256, Décembre 2003, ISBN 2-85782-599-4.

Chapman, P., Underwood, G., & Roberts, K. (2002). Visual search patterns in trained and untrained novice drivers. *Transportation Research Part F 5,* 157-167.

Ferrandez, F., Brenac, T., Girard, Y., Lechner, D., Jourdan, J.L., Michel, J.E., & Nachtergaële, C. (1995). *L'étude détaillée d'accidents orientée vers la sécurité primaire. Méthodologie de recueil et de pré-analyse.* Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussée. Paris.

Fisher, D.A., Laurie, N.E., Glaser, R., Connerney, K., Pollatsek, A., & Duffy, S.A. (2002). Use of a fixed-base driving simulator to evaluate the effects of experience and PC-based risk awareness training on drivers' decisions. *Human Factors, 44,* 287-302.

Fleury, D., Brenac, T. (2001). Accident prototypical scenarios. a tool for road safety research and diagnostic studies. *Accident Analysis and Prevention, 33*, 267-276.

Groeger, J.A., & Clegg, B.A. (1997). Automaticity and driving : time to change gear? In R. Rothengatter. & E. Carbonell Vaya (Eds.). *Traffic and transport psychology : theory and application* (pp. 137-146). Oxford : Pergamon.

Mayhew, D.R., Simpson, H.M., & Pak, A. (2003). Changes in collision rates among novice drivers during the first months of driving. *Accident analysis and Prevention, 35,* 683-691.

Perrin, C., Van Elslande, P., Fleury, D., Girard, Y., Canu, B., Magnin, J., Parraud, C., Delage, B., Pascal, N., Preget, A. (2004*). Les études détaillées d'accidents : Renouvellement de la base.* Rapport de fin de convention INRETS/DRAST n°03-MT-32. Novembre 2004. ISRN : INRETS/RE-04-914-FR.

Sagberg, F., Bjørnskau, T. (2006). Hazard perception and driving experience among novice drivers. *Accident Analysis and Prevention, 38*, 407–414.

Turner, C., McClure, R., & Pirozzo, S. (2004). Injury and risk-taking behavior – a systematic review. *Accident Analysis and Prevention, 36,* 93-101.

Underwood, G., Chapman, P., Bowden, K., & Crundall, D. (2002). Visual search while driving : Skill and awareness during inspection of the scene. *Transportation Research F,* 5, 87-97.

Williams, A.F. (2003). Teenage drivers : patterns of risk. *Journal of Safety Research, 34*, 5-15.

# Accidents de piétons sur un passage pour piétons non réglé par feux en Région de Bruxelles-Capitale : le point de vue de l'infrastructure

**Benoît Dupriez, Arnaud Houdmont**
*Institut Belge pour la Sécurité Routière*
*1405 chaussée de Haecht, B-1130 Bruxelles*
*tél. + 32 2 244 15 07*
*fax. + 32 2 244 15 98*
*benoit.dupriez@ibsr.be*

*Dans une ville comme Bruxelles, la sécurité des piétons est un enjeu de sécurité routière première importance. Les piétons représentaient en 2006 près d'un quart des victimes d'accidents en Région de Bruxelles-Capitale et plus de 40% des tués et blessés graves. Il apparaît que parmi les piétons victimes d'accidents, la part des piétons se trouvant sur un passage pour piétons non réglé par feux au moment du choc est en forte hausse de 1991 à 2006.*

*Dans un premier temps, nous dégagerons les tendances en matière d'accidentologie des piétons sur un passage pour piétons non réglé par feux en Région de Bruxelles-Capitale. Ensuite, nous essayerons de synthétiser les mouvements des piétons et conducteurs impliqués dans un échantillon d'accidents avec dégâts corporels et d'analyser la contribution probable de l'infrastructure à l'accident. L'infrastructure des sites d'accidents est confrontée aux recommandations d'aménagement de la littérature afin de voir dans quelle mesure celles-ci auraient pu réduire le risque ou la gravité des accidents.*

## 1. Introduction

En 2003 se tenaient les États Généraux de la Sécurité Routière en Région de Bruxelles-Capitale, à la suite desquels l'Administration de l'Équipement et des Déplacements a confié à l'Institut Belge pour la Sécurité Routière une étude détaillée de l'accidentologie des piétons, à commencer par ceux qui ont été heurtés en traversant la chaussée sur un passage pour piétons non réglé par des feux : c'est-à-dire à un endroit où le code de la route leur attribue la priorité de passage et qui a été délibérément aménagé par le gestionnaire de la voirie.

Cette étude poursuit un double objectif :

- D'une part, de fournir une photographie d'ensemble de l'accidentologie des piétons sur les passages pour piétons non réglés par feux en Région de Bruxelles-Capitale : où, quand, avec qui, dans quelles circonstances,...
- D'autre part, en fonction des résultats obtenus sur un échantillon d'accidents analysés dans le détail, de déterminer dans quelle mesure l'infrastructure a pu contribuer à l'accident et de dégager des pistes d'actions à destination du gestionnaire de voirie sur le plan de l'aménagement de l'infrastructure.

## 1.1. Analyse statistique : Le constat

Parmi les victimes d'accidents de la route à Bruxelles, les piétons sont à la hausse.

En 2006, l'INS a comptabilité 5063[1] victimes d'accidents de la route en Région de Bruxelles-Capitale, parmi lesquels les piétons représentaient 22 % (contre 7% à l'échelle de la Belgique) mais plus de 40% des tués et blessés graves (contre 10% à l'échelle de la Belgique).

La figure 1 montre que, depuis 1991, dans l'ensemble des victimes de la route, la part des piétons en général est à la hausse tandis que la part des piétons traversant la chaussée est stationnaire.

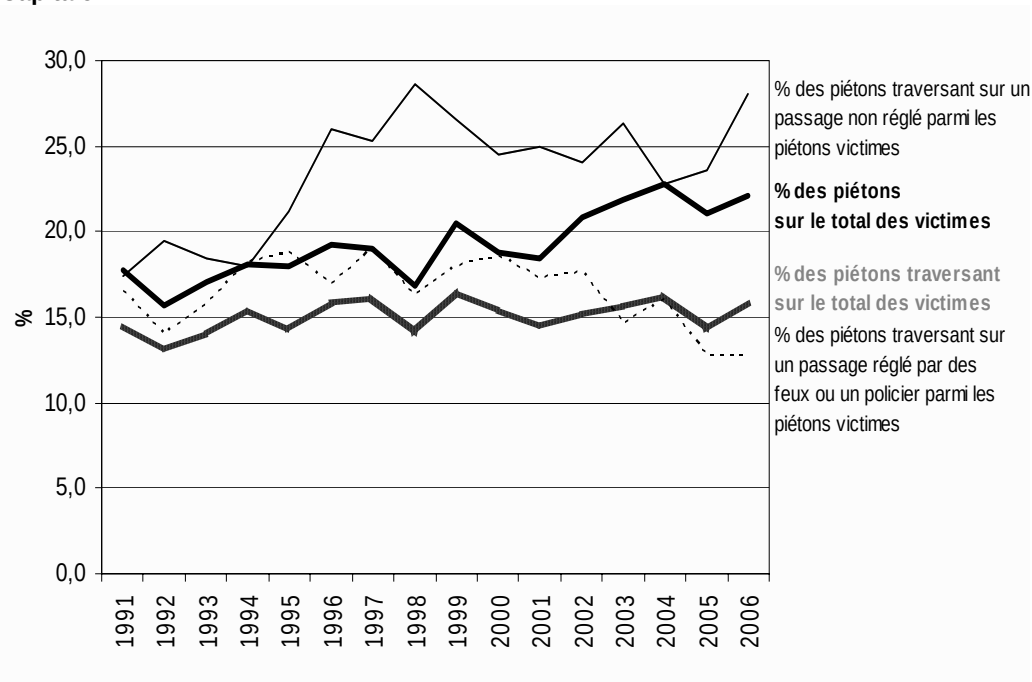
Parmi les piétons victimes d'accidents, la part des piétons se trouvant sur un passage pour piétons non réglé par feux au moment du choc est en forte hausse, passant de 17,4 à 28% de 1991 à 2006. A contrario, la part des accidents de piétons traversant la chaussée hors d'un passage pour piétons est à la baisse. On peut prendre pour hypothèse que cette tendance résulte à la fois d'un accroissement du nombre de passages piétons et de l'extension de la priorité octroyé aux piétons sur les passages pour piétons depuis 1996[2], rendant ceux-ci plus attractifs.

Toujours est-il que cette évolution montre l'intérêt de soigner le traitement des passages pour piétons pour en améliorer la sécurité.

[1] Différentes études ont montré combien les statistiques officielles sous-estimaient les accidents impliquant les piétons et les cyclistes. Entre 2001 et 2003, un écart particulièrement important a été constaté entre le nombre de procès-verbaux d'accidents de la route établis par la police et le nombre de formulaires d'analyse d'accidents transmis à l'Institut National de la Statistique, expliqué notamment par la réforme nationale des polices à cette période. Les chiffres absolus doivent en conséquence être pris avec une certaine précaution. Voilà pourquoi les chiffres relatifs leurs ont été préférés dans l'analyse statistique.

[2] Depuis le 1er avril 1996, le code de la route exige des conducteurs qu'ils cèdent le passage aux piétons engagés ou qui s'apprêtent à s'engager sur un passage pour piétons. Arrêté Royal du 14 mars 1996, Moniteur belge du 29 mars 1996 pp 7268-7273.

**Figure 1. Part des piétons victimes d'accidents de la route en Région de Bruxelles-Capitale.**




Données INS, infographie IBSR.

### 1.1.1 Accidents de piétons traversant la chaussée : principalement sur ou à côté d'un passage pour piétons non réglé par feux.

Pour les accidents de piétons traversant la chaussée en Région de Bruxelles-Capitale en 2006, la localisation du piéton au moment de l'accident est représentée à la figure 2. On peut constater que près de 4 accidents sur 10 se produisent sur un passage pour piétons non réglé par feux et plus de 2 accidents sur 10 à moins de 30 m d'un tel passage pour piétons. Dans ce dernier cas, le piéton est en infraction car il aurait du traverser sur le zébra. Néanmoins, la proportion importante de ce type d'accident doit pousser le gestionnaire de voirie à remettre en question, si nécessaire, la localisation du passage pour piétons qui ne se situe pas toujours à l'endroit le plus approprié.

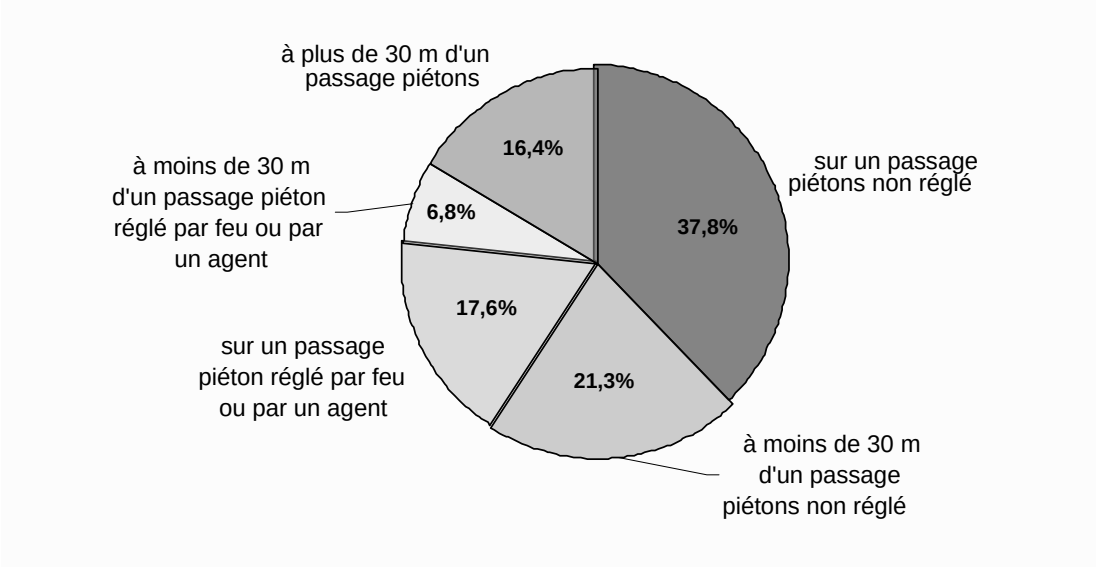
Les accidents de piétons traversant sur un passage pour piétons réglé par des feux ou par un agent représentent 17,6% des accidents de piétons traversant. Leur analyse détaillée fera l'objet d'une étude ultérieure.

### 1.1.2 Les victimes : soit jeunes, soit âgées, et majoritairement des femmes.

La répartition par âge et par sexe des piétons victimes d'accidents sur un passage pour piétons non réglé par feux pendant les 6 années de référence de notre étude détaillée (de 2000 à 2005) prend la forme du diabolo asymétrique de la figure 3.

Les classes d'âges les plus représentées correspondent aux enfants ou jeunes gens, celles de 5-15 ans pour les garçons et de 10-25 ans pour les filles.

**Figure 2. Accidents de piétons traversant la chaussée en Région de Bruxelles-Capitale : localisation du piéton.**




Données : INS 2006 Infographie : IBSR

La génération des aînés fait aussi partie des classes d'âges les plus touchées dans ce type d'accident (70-75 ans pour les hommes et plus de 75 ans pour les femmes).

Environ 60% des piétons accidentés sur un passage pour piétons non réglé par feux sont des femmes, alors qu'elles représentent 50% de l'ensemble des piétons accidentés. Les femmes semblent donc plus enclines à emprunter un passage pour piétons pour traverser la chaussée que les hommes. D'autres études ont déjà montré la plus grande propension des femmes à respecter la règle, par exemple en matière de port de la ceinture en voiture (Godart, 2006).

### 1.1.3 Les accidents : l'hiver, en semaine et à l'heure de pointe.

Les accidents de piétons sur un passage pour piétons non réglé par feux présentent distinctement une répartition préférentielle les jours de semaine (figure 4), aux heures de pointe du matin et du soir. La période du temps de midi se profile plus faiblement.

Les accidents se concentrent les mois d'hiver. Pratiquement la moitié des accidents se sont produits en quatre mois (figure 5), de décembre au mois de mars. Le mois de septembre présente également un nombre anormalement élevé d'accidents.

La distribution des accidents en fonction de la semaine de l'année et de l'heure de la journée (figure 6) met en évidence, à la fois la concentration des

accidents lors de la période hivernale (de la 47ème à la 17ième semaine) et l'influence des heures de pointe du matin et du soir.

**Figure 3. Piétons victimes d'accidents sur un passage pour piétons non réglé par feux en Région de Bruxelles-Capitale de 2000 à 2005 : répartition par âge et par sexe.**

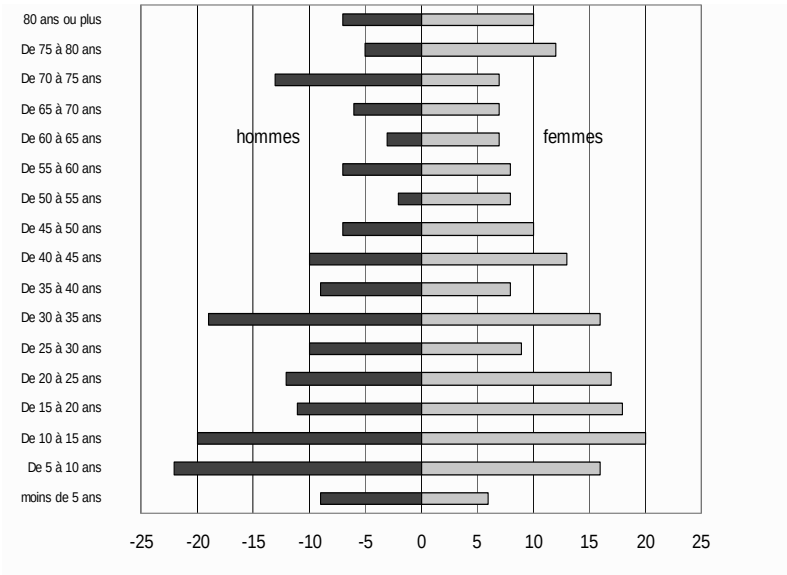
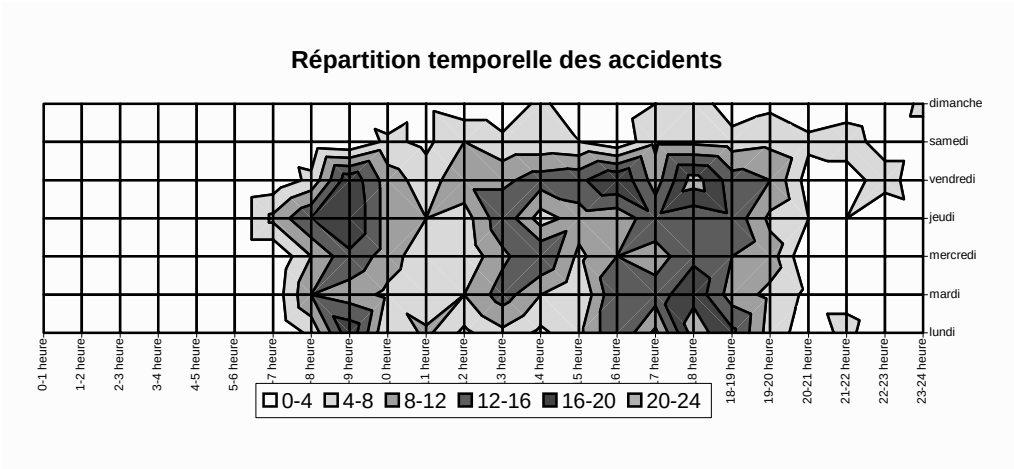



**Figure 4. Accidents de piétons sur un passage pour piétons non réglé par feux en Région de Bruxelles-Capitale de 2000 à 2005 : répartition en fonction du jour de la semaine et de l'heure de l'accident.**

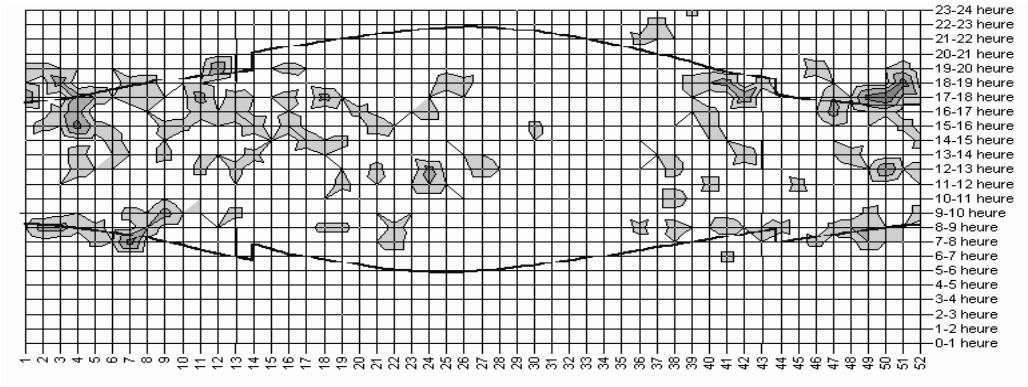



Données : INS, Infographie : IBSR

Les courbes bleues suivent le levé et le couché du soleil (respectivement, la courbe du bas et la courbe du haut). On repère distinctement une concentration

plus élevée des accidents en hiver, lorsque les heures de pointe s'étalent à l'aube et au crépuscule.

**Figure 5. Accidents de piétons sur un passage pour piétons non réglé par feux en Région de Bruxelles-Capitale de 2000 à 2005 : répartition en fonction de la semaine et de l'heure de l'accident.**




Données : INS, Infographie : IBSR

## 1.2. Analyse détaillée : Méthodologie

### 1.2.1. Échantillon

Pour bien comprendre les circonstances des accidents impliquant un piéton sur un passage pour piétons non réglé par feux, une analyse approfondie d'un échantillon d'accidents s'imposait. C'est en réalité trois analyses successives qui se sont déroulées, afin d'étudier les 3 catégories de passages pour piétons non réglés situés :

- en section courante,
- en carrefour "classique", et
- en giratoire.

L'objectif fixé par la Région de Bruxelles-Capitale était d'analyser environ 35 accidents de chaque catégorie.

Au moment de commencer l'étude, en 2005, les statistiques les plus récentes disponibles étaient celles de 2002. Les années 2000-2001-2002 ont donc été retenues pour l'analyse des 2 premières catégories d'accidents (carrefour et section). Les années 2002-2003-2004-2005, alors disponibles, ont été utilisées pour l'analyse portant sur la troisième catégorie d'accidents (giratoire).

### 1.2.2. Reconstitution des accidents

Les accidents ont été reconstitués sur la base des procès-verbaux d'accidents et de leurs pièces annexes (croquis, déclarations de partie en cause, auditions de témoins, éventuels certificats médicaux). Ces documents ont été consultés au parquet de police de Bruxelles. Le parquet ne classant pas les procès-verbaux d'accident en fonction des catégories d'usagers impliqués,

ni du gestionnaire de la voirie, les accidents ont été préalablement identifiés via la base de données des accidents corporels de l'INS (Institut National de la Statistique), qui est transmise annuellement à l'IBSR.

Les numéros de PV, absents des données transmises par l'INS mais indispensables pour faire le lien entre la base de données INS et les dossiers du Parquet, ont été communiqués par la Direction de la banque de données nationale de la Police Fédérale.

Une grille d'analyse, adaptée à la catégorie d'accidents, a été appliquée pour le dépouillement de chaque dossier. Pour déterminer les facteurs d'accidents liés à l'infrastructure, le croquis réalisé par la police, indispensable, a été complété par une visite systématique de terrain et par l'analyse de photos aériennes ou de plans des lieux.

Dans la grande majorité des cas, l'infrastructure n'a pas été modifiée entre le moment de l'accident et celui de l'analyse. Dans le cas contraire, il a toujours été possible de reconstituer relativement fidèlement l'infrastructure au moment de l'accident, notamment au moyen de photos aériennes et en interrogeant les riverains.

### 1.2.3. Regroupement en scénarios types

Après une analyse au cas par cas des accidents, un regroupement des cas jugés similaires a été effectué. Ce regroupement est de type holistique, bien que dans le cas d'accidents en section et en giratoire, le nombre réduit de points de conflits potentiels limite le nombre de scénarios types.

Deux constantes apparaissent pour tous les accidents analysés et donc les scénarios :

- ils sont tous localisés en agglomération, avec un régime de vitesse généralement de 50 km/h;
- les piétons traversent la chaussée sur un passage pour piétons[3] (non réglé par des feux), sur lequel ils bénéficient donc de la priorité.

Selon la méthode développée notamment par l'INRETS, une analyse séquentielle des accidents[4] est proposée pour chaque scénario type. Le récit de l'accident est découpé dans la mesure du possible en 4 phases que sont :

- la situation de conduite;
- la situation d'accident;
- la situation d'urgence;
- la situation de choc.

### 1.2.4. Synthèse qualitative

D'une manière générale, les passages pour piétons non réglés par feux doivent répondre à certaines exigences en matière : de sécurité et de confort de

[3] à l'exception de 4 cas particuliers en giratoire, pour lesquels soit le passage pour piéton était absent sur la branche ou à une distance exagérée du giratoire.
[4] voir notamment BRENAC et al, 2003.

traversée pour les piétons, ainsi que de cohérence dans leurs localisations par rapport aux cheminements pédestres et dans le choix de l'infrastructure mise en place au regard de l'axe traversé.

Ceci implique pour le gestionnaire de la voirie le respect de recommandations relatives à l'implantation d'un passage pour piétons, concernant par exemple la distance de visibilité entre le conducteur et le piéton – de sorte que le conducteur puisse ralentir ou s'arrêter dans de bonnes conditions pour céder le passage aux piétons – ou encore la distance maximale à traverser d'une seule traite.

Une revue de la littérature (notamment : IBSR, 1998 ; IBSR, 1999 ; CROW, 2004 ; MVG, 2003 ; CERTU, 1999 ; VSS, 2001) nous a permis d'identifier les principaux facteurs infrastructurels jugés accidentogènes, et de mettre en évidence les recommandations pour l'aménagement en agglomération (régime 50 km/h) de passages pour piétons non réglés par feux et dont les variables étaient mesurables sur le terrain. Nous avons retenu les paramètres suivants :

Recommandation 1 : La traversée ne dépasse pas, d'une seule traite, une bande par sens de circulation. En l'absence de bandes marquées au sol, la traversée ne dépasse pas 6,50 m d'une seule traite pour deux sens de circulation et 4,50 m pour un sens de circulation.

Le dimensionnement correct de la traversée permet de limiter l'exposition au risque du piéton et de le rendre plus autonome sur sa traversée, en ce qu'il peut appréhender tous les véhicules qui pourraient constituer un danger sur le temps de sa traversée. À contrario, une traversée surdimensionnée contribue à accroître les vitesses pratiquées. Dans la pratique, le caractère exagéré de la traversé a été apprécié au regard des circonstances locales (ex : présence d'une bande cyclable).

Recommandation 2 : Le passage pour piétons est localisé sur le cheminement naturel du piéton (ou à un maximum de 10 m de celui-ci) et rejoint des espaces confortables et adaptés à la circulation des piétons.

Le mauvais positionnement d'un passage pour piétons peut inciter ceux-ci à traverser en infraction au code de la route pour éviter un détour jugé pénalisant ou pour atteindre un espace plus sécurisant que celui auquel aboutit le passage pour piétons.

Recommandation 3 : La configuration de la chaussée au droit du passage pour piéton est adaptée à la fonction de la voirie, à la vitesse de circulation maximale souhaitée et aux activités riveraines.

Ne disposant pas de mesures détaillées de vitesses, nous avons regardé si l'infrastructure autorisait par sa configuration des vitesses de circulation inadaptées. Il peut s'agir en particulier d'un surdimensionnement de la chaussée au regard de sa fonction, de la géométrie complexe d'un carrefour ou d'un giratoire, de l'évasement trop prononcé d'une branche de carrefour, du surdimensionnement de l'anneau d'un giratoire ou du caractère trop tangentiel de ses branches, car ces éléments contribuent à accroître les vitesses et à rendre la trajectoire des véhicules moins prévisibles.

Recommandation 4 : La distance de visibilité réciproque conducteur – piéton, mesurée pour le piéton sur le trottoir à 1,50 m de la bordure et à 60 cm de hauteur, doit être supérieure à 100 m sur les voiries à orientation trafic. Une distance de visibilité minimale de 55 m pour une vitesse effective ($V_{85}$) de 50 km/h peut être acceptable pour les voiries à fonction plus locale.

Un manque de visibilité peut être le fait de l'infrastructure (masque de visibilité construit ou planté, virage, etc.) ou d'un contrôle policier insuffisant (en particulier relatif au stationnement anarchique).

Recommandation 5 : Le passage pour piétons en section est implanté à plus de 100 m d'un carrefour réglé par feux.

Un carrefour à feux rapproché peut en effet influencer le fonctionnement et le respect d'un passage pour piétons : par les remontées de files, le phasage des feux, la volonté des conducteurs de ne pas rater un cycle de vert, etc.

La charge de trafic comme critère d'implantation d'un passage pour piétons n'a pu être retenu en raison de la difficulté d'obtenir les informations pour chaque site d'accident.

La première partie de l'analyse des accidents consiste à vérifier, d'une manière statique, si les recommandations ci-dessus étaient respectées là où les accidents ont eu lieu. À la manière des inspections de sécurité routière, pratiquée par notre organisme, nous avons également relevés d'autres éléments infrastructurels qui auraient pu, le cas échéant, constituer un facteur d'accident.

L'infrastructure a été jugée accidentogène lorsqu'elle ne respectait pas les recommandations. Bien entendu, l'aménagement ou la partie d'aménagement jugée accidentogène n'a pas nécessairement influencé le déroulement de l'accident. Les variables analysées ont donc été classées qualitativement en fonction de leur contribution probable à l'accident : a certainement contribué à l'accident, a probablement contribué à l'accident, n'a probablement pas contribué à l'accident. Notons cependant qu'aucun procès-verbal établi par la police ne fait mention de l'infrastructure comme cause première de l'accident.

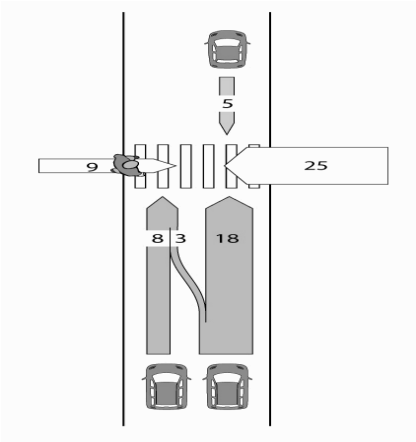
# 2. Résultats par catégorie de passages pour piétons

## 2.1. Accidents en section

### 2.1.2. Synthèse des accidents en section

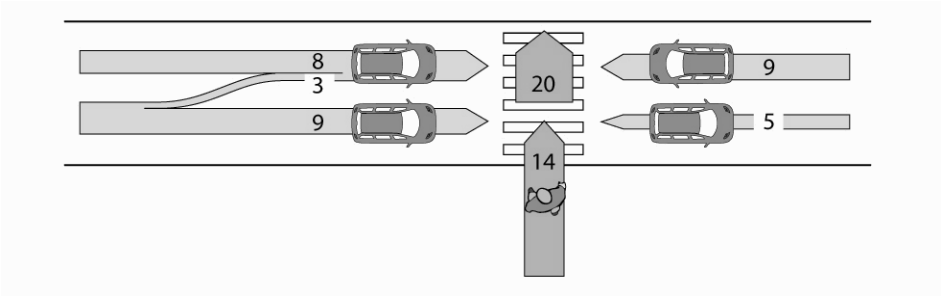
Du point de vue du conducteur qui a heurté un piéton (figure 6), il apparaît que la majorité des collisions ont lieu avec un piéton venant de droite. Il s'agit de la situation où les conditions de visibilité sont les moins favorables entre le piéton et le conducteur car plus fréquemment soumises à des masques de visibilité (véhicules en stationnement, ou à l'arrêt pour céder le passage au piéton, mobilier urbain, etc.).

**Figure 6. Schématisation des accidents en section du point de vue du conducteur.**




Du point de vue du piéton (figure 7), il ressort des 34 cas analysés que le risque d'être heurté par un véhicule circulant "normalement" du côté droit de la chaussée semble identique que celui-ci vienne de gauche (première partie de traversée) ou de droite (deuxième partie de traversée). Par contre les piétons semblent particulièrement vulnérables en deuxième partie de traversée face aux véhicules venant de gauche, qui remontent sur leur bande de circulation un véhicule arrêté sur la bande de droite ou qui le dépassent.

**Figure 7. Schématisation des accidents en section du point de vue du piéton.**




### 2.1.3. Configuration des sites

**Des traversées trop longues**

L'analyse des sites révèle que dans 26 cas sur 34 le passage pour piétons dépasse la longueur recommandée. Dans 11 cas, la traversée dépasse 10 mètres.

Des avancées de trottoir ont été aménagées au droit du passage pour piétons dans 6 cas, mais cela n'a permis d'atteindre la longueur de traversée recommandée que dans un seul cas sur les 6. Nous avons considéré que la longueur excessive de la traversée avait certainement contribué à l'accident dans 14 cas et probablement dans 7 cas.

Cinq passages pour piétons amènent le piéton sur un site propre de tram sans refuge, comme si le site propre était considéré comme un refuge entre 2 bandes de circulation en sens opposé. Cette configuration est dangereuse pour le piéton, qui par ailleurs doit céder le passage aux trams alors qu'il bénéficie de la priorité de passage sur les automobilistes.

À l'exception des bermes séparant les 2x2 bandes de circulation, aucune traversée n'était pourvue d'un refuge central.

**Des voiries favorisant les vitesses élevées**

Vingt deux accidents sur 34 se sont produits sur des voiries n'incitant pas à la modération des vitesses. On retrouve ici, l'ensemble des axes à 2 x 2 bandes de circulation, les voiries larges et rectilignes ainsi que 8 des 9 axes prioritaires rencontrés. Les voiries reprises dans cette catégorie présentent toutes des longueurs de traversées exagérées.

Les procès-verbaux d'accidents, incluant le cas échéant le rapport de témoins oculaires, corroborent le fait que la vitesse inadaptée intervient dans une majorité d'accidents. Nous avons considéré que la vitesse inadaptée avait certainement contribué à l'accident dans 16 cas et avait probablement contribué à l'accident dans 4 des 34 cas.

Des conditions de visibilité déficientes

Dans 18 situations d'accidents sur 34, les conditions de visibilités entre les conducteurs et les piétons étaient insuffisantes. Dans 14 cas, le piéton était camouflé entièrement ou partiellement par un véhicule en stationnement. Dans 7 de ces cas, nous avons considéré que ce masque de visibilité avait contribué de façon quasi certaine aux causes de l'accident.

Dans 7 cas, il existait un masque de visibilité permanent (bâti ou planté), s'additionnant dans 3 cas aux véhicules en stationnement rapprochés. Dans un de ces cas, ce masque de visibilité a dû être déterminant dans les causes d'accidents.

**Les rails de tram**

Bien qu'aucun tram ne soit impliqué directement dans les accidents analysés, on peut relever que dans 12 cas sur 34, soit plus d'un tiers, des voies de tram étaient présentes sur le passage pour piéton lui-même ou dans sa continuité. En présence d'un site propre de tram (6 cas), le passage pour piétons est interrompu. Lorsque les voies sont en chaussée (6 cas), situation fréquente à Bruxelles –dont le tracé de certaines lignes de tram est un héritage du passé–, le passage pour piéton traverse les voies. Un marquage additionnel attirant l'attention des piétons sur la présence du tram a été généralisé en 2004, soit juste après notre période d'étude pour ce type de traversée.

Quoi qu'il en soit, les critères d'implantation d'un passage pour piétons en présence de rails de tram doivent être adaptés, en raison notamment de l'augmentation de la distance de freinage. Dans au moins 2 cas, la le conducteur et le piétons ont été surpris par la glissance des rails, empêchant le véhicule de s'immobiliser à temps.

Une combinaison des critères

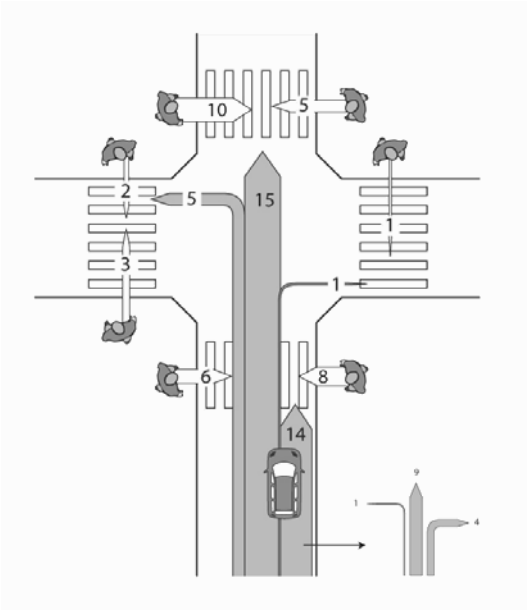
Dans 30 situations, le site présente une combinaison de plusieurs variables ne répondant pas aux recommandations d'aménagement. Seules deux accidents se sont passés sur un passage ne présentant, à priori, aucun critère défavorable du point de vue de l'infrastructure. Les deux accidents se sont produits pendant une manœuvre de marche-arrière.

## 2.2. Accidents en carrefour

### 2.2.1. Synthèse des accidents en carrefour

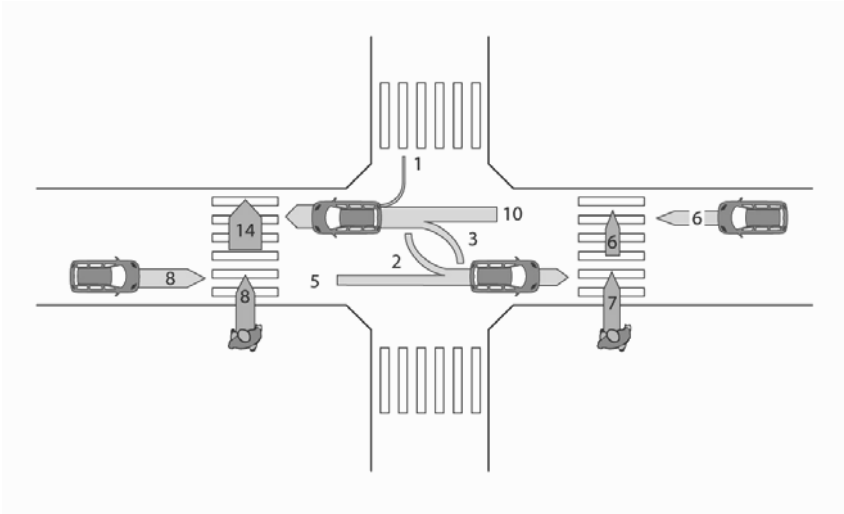
Du point de vue du conducteur (figure 8), la majorité des accidents, soit 24 cas sur 35, se produisent alors que celui-ci traverse ou aborde le carrefour sans changer de direction ou sans intention de changer de direction (mouvement tout droit). La collision la plus fréquente (10 cas) correspond à un véhicule circulant tout droit heurtant en sortie de carrefour un piéton venant de gauche en deuxième partie de traversée. Les accidents intervenant avant le carrefour sont au nombre de 14, pour lesquels le piéton se présentait de la gauche dans 6 cas et de la droite dans 8 cas.

**Figure 8. Schématisation des accidents en carrefour du point de vue du conducteur.**




Du point de vue du piéton (figure 9), la majorité des accidents se produisent avec des véhicules sortant du carrefour (21 cas sur 35). Les accidents sont plus nombreux à se produire en seconde partie de traversée (20 cas), avec un véhicule en sortie de carrefour (14 cas). En première partie de traversée, il y a à peu près autant d'accidents avec des véhicules venant de gauche en entrée (8 cas) qu'en sortie (7 cas) de carrefour.

**Figure 9. Schématisation des accidents en carrefour du point de vue du piéton.**




### 2.2.3. Configuration des carrefours en présence

**Des traversées trop longues**

Pour les carrefours également, les longueurs des passages pour piétons sont souvent exagérées. Elles sont été jugées comme supérieures aux recommandations dans 28 cas sur 35. La longueur exagérée de la traversée a été considérée comme certainement contributive à l'accident dans 10 cas, et probablement contributive à l'accident dans 5 cas.

Des oreilles de trottoirs étaient présentes dans 10 des 35 carrefours, mais dans 2 d'entre eux, elles n'ont pas eu pour effet de réduire la longueur de traversée à moins de 8 m.

**Des carrefours complexes et atypiques**

Les carrefours en croix de 2 rues classiques représentent 8 sites. Ils sont plus nombreux à avoir la forme de baïonnette (9 sites) ou à voir se croiser une rue standard avec une voirie à 2x2 bandes de circulation (9 sites). Il s'agit de carrefour-place dans 5 cas et de carrefours en T avec une branche le plus souvent oblique dans 4 sites.

Dans le cas de carrefours en baïonnette (branches décalés), les traversées sont toutes supérieures aux recommandations, avec même des traversées de 19 ou 30 m d'un seul tenant.

La complexité du carrefour fait référence à la géométrie du carrefour, mais aussi aux marquages, îlots directionnels, à la signalisation et à tout ce qui concerne la lisibilité des lieux par les usagers. Le caractère complexe du carrefour a été jugé comme ayant probablement contribué à l'accident dans 7 cas sur les 35.

**Des voiries favorisant des vitesses élevées**

Ici aussi le constat est clair, bon nombre des aménagements de carrefours rencontrés autorisent des vitesses jugées inadaptées. Ce facteur a été considéré comme ayant probablement contribué à l'accident dans 10 cas et certainement contribué à l'accident dans 7 cas.

Les vitesses inadaptées du conducteur sont mentionnées dans la plupart des procès-verbaux d'accidents en sortie de carrefour impliquant un automobiliste circulant tout droit sur une voirie prioritaire (7 cas). Dans le cas de carrefours à priorité de droite et accident en sortie de carrefour impliquant un véhicule circulant tout droit (7 cas), la vitesse est aussi un facteur d'une série d'accidents en ce que plusieurs véhicules sont en phase d'accélération pour éviter de céder le passage à un véhicule venant de droite.

**Des conditions de visibilité déficientes**

L'infrastructure, par la présence de masques de visibilité construits ou plantés, est mise en cause 2 fois sur 35. Dans les 2 cas, nous avons considéré que ce manque de visibilité avait probablement contribué aux causes de l'accident. Les masques de visibilité sont donc moins souvent présents que pour les accidents en section, notamment en raison du fait qu'une majorité de ces accidents se produisent en sortie de carrefour.

Un problème de visibilité est plus fréquemment constitué de véhicules en stationnement ou à l'arrêt à une distance non réglementaire du passage pour piétons ou à un endroit non approprié. Dans 3 cas, nous avons estimé que ce masque de visibilité avait certainement contribué à l'accident, et qu'il avait probablement contribué à l'accident dans 3 autres cas.

**Des rails de tram**

Les passages pour piétons traversent des rails de tram dans 8 sites sur 35. Dans un de cas, un tram est directement impliqué dans l'accident. Dans 2 autres cas, la glissance des rails de tram a contribué de façon certaine à l'accident.

**Une combinaison de facteurs**

La plupart des carrefours combinent différents défauts d'aménagement au regard des recommandations. Ici également, seuls deux accidents se sont produits sur des sites conformes aux recommandations.

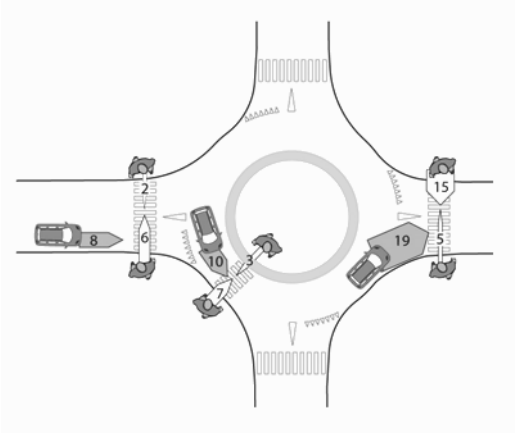
## 2.3. Accidents en giratoire

### 2.3.1. Synthèse des accidents en giratoire

Si on se place du point de vue du conducteur (voir figure 10), on constate que plus de la moitié des accidents se déroulent en sortie du giratoire (19 cas sur 36). Il apparaît également que les accidents sur l'anneau (10 cas) sont plus nombreux que les accidents en entrée de giratoire (8 cas). Précisons que 6 accidents concernaient des giratoires dont l'îlot central était accessible pour divers usages : arrêt de transport public, square, aire de stationnement, simple traversée aménagée, ou une combinaison de ces usages.

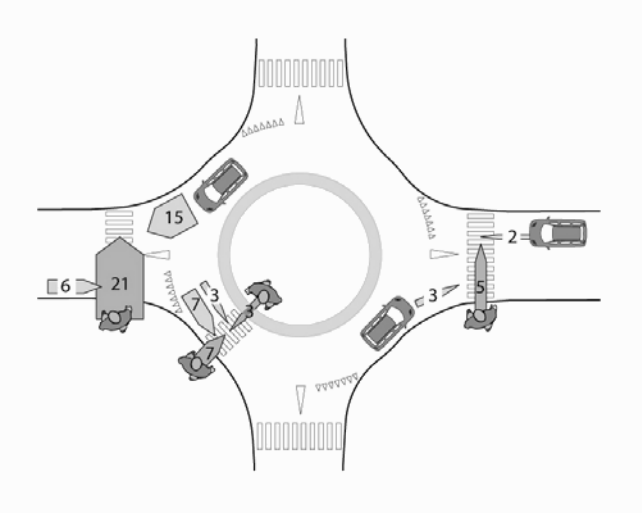
Alors que pour les accidents en entrée de giratoire ou sur l'anneau les piétons se présentent majoritairement à la droite du conducteur, en sortie de giratoire les accidents impliquant un piéton arrivant par la gauche du conducteur sont nettement majoritaires.

**Figure 10. Schématisation des accidents en giratoire du point de vue du conducteur.**




Si on se place du point de vue du piéton, il apparaît clairement que dans la traversée des branches, le sens horloger présente plus de risques que le sens anti-horloger (21 cas contre 5), en particulier en seconde partie de traversée.

**Figure 11. Schématisation des accidents en giratoire du point de vue du piéton.**




## 2.3.2. Configuration des giratoires en présence

Les 36 accidents analysés concernent 32 sites différents puisqu'un giratoire a accueilli 3 accidents corporels de piétons sur les 3 années et 2 giratoires ont vu s'en produire chacun deux. Ces giratoires ont été comptabilisés ci-dessous autant de fois qu'il y a eu d'accidents, notamment parce que les éléments mesurés varient en fonction de la localisation précise de l'accident.

**Une géométrie complexe**

Derrière le concept de giratoire se profilent des géométries de carrefours très différentes. Si l'îlot central est généralement circulaire (29 cas sur 36), le contour extérieur de ces giratoires est plus souvent irrégulier (16 cas) que circulaire (15 cas). Il s'agit généralement soit d'un carrefour classique à 4 branches, soit d'un carrefour complexe surdimensionné auxquels on a ajouté un dispositif central sans modifier la géométrie extérieure. Finalement très peu de giratoires analysés se rapprochent de sa forme archétypale[5].

**Des giratoires largement dimensionnés aux entrées trop souvent tangentielles**

Seuls 3 accidents se sont produits sur (deux) mini giratoires (diamètre extérieur < 25 m), 19 se sont produits sur des giratoires compacts (de 25 à 40 m), et 14 ont eu lieu sur des grands giratoires (> 40 m). Dans 24 cas sur 36, la chaussée annulaire est supérieure ou égale à 9 m et supérieure de plus de 120% à l'entrée la plus large, ce qui est contraire à toutes les recommandations internationales (notamment : DfT, 2007 ; CROW, 2004 ; VSS, 2000 ; MET, 1999 ; MVG, 1997 ; CETUR, 1988).

La géométrie complexe associée à une chaussée annulaire surdimensionnée ont été jugés comme certainement contributive à l'accident dans 3 cas et probablement contributive à l'accident dans 9 cas.

Concernant l'orientation et la géométrie des entrées/sorties, on peut constater que seul un tiers de celles-ci (12 cas) est orienté radialement, tel que généralement préconisé en giratoire urbain. Dans 14 cas elles sont sensiblement évasées, ce qui signifie qu'en franchissant la ligne de céder le passage le conducteur ne doit pas faire de mouvement vers la droite pour contourner l'îlot central et de ce fait ralentit peu son allure. Dans 10 cas sur 36, l'entrée ou la sortie concernée est de type tangentielle, ce qui réduit sensiblement les effets du giratoire puisque le conducteur peut franchir celui-ci pratiquement sans inflexion de sa trajectoire.

Le dimensionnement général des giratoires en présence et la configuration des entrées/sorties n'est pas de nature à ralentir le trafic à la hauteur de ce qu'on attend en giratoire. L'orientation de la branche trop évasée ou tangentielle a selon nous certainement contribué à l'accident dans 1cas et probablement contribué à l'accident dans 18 cas sur 36.

[5] caractérisés au minimum par un anneau circulaire prioritaire, un îlot central impraticable, des entrées-sorties séparées par un îlot séparateur et suffisamment infléchies pour ralentir le trafic, et une absence de stationnement sur l'anneau

**Des traversées trop longues ou mal placées**

La traversée "classique" d'une chaussée à double sens inférieure à 6,50 m, voire 8 m, de large est tout-à-fait marginale puisqu'elle ne représente que 2 cas sur 36. Dans 19 cas sur 36 elles dépassent 8 m, et dépassent même 12 m dans 12 cas sur 36.

Sur les 15 cas de traversées de 4,1 à 8 m pour un seul sens de circulation, seules 2 chaussées étaient effectivement divisées en 2 bandes de circulation.

Sur les 36 traversées étudiées, 12 (soit un tiers) disposaient d'un îlot refuge, et 24 n'en disposaient pas, parmi lesquelles 10 concernaient des traversées de l'anneau.

Dans 8 cas sur 28, le passage pour piétons de la branche traversée par le piéton est éloigné de l'anneau de plus de 10 m, ce qui impose souvent un détour par rapport au cheminement naturel du piéton, mais pas toujours. La présence d'oreilles de trottoir est marginale (5 cas).

La longueur excessive du passage pour piétons entre zones protégées a été considérée comme certainement contributive de l'accident dans 4 cas, et comme probablement contributive de l'accident dans 21 cas sur 36.

Le mauvais positionnement du passage pour piétons a été considéré comme probablement contributif à l'accident dans 8 cas sur 36.

**Du stationnement sur l'anneau**

Le stationnement autorisé sur l'anneau caractérise 13 sites sur 36. Il impose de délicates manœuvres sur l'anneau et constitue bien souvent un masque à la bonne visibilité des piétons. Par endroits, le stationnement est autorisé du côté central de l'anneau, voire dans l'îlot central, ce qui impose une traversée de l'anneau aux piétons. Dans 3 cas sur 36, il semble toléré. Dans un cas, la traversée piétonne débouche directement sur une zone de stationnement en épi, n'offrant donc même pas de zone d'observation de la circulation pour les piétons.

Le stationnement comme masque de visibilité a probablement contribué à l'accident dans 4 cas sur 36.

**Des îlots centraux accessibles**

L'accessibilité offerte de l'îlot central des giratoires est en soi délicate du point de vue de la sécurité routière, mais est relativement fréquente en Région de Bruxelles-Capitale, ne serait-ce que par la création d'un sens giratoire autour de squares ou par la présence d'arrêts de transport public centraux.

Dans 8 des 10 cas de traversée de la chaussée annulaire, celle-ci faisait 9 m de large ou plus. Il est difficile cependant de rapprocher ces accidents de ceux qui se sont produits en section. Le gestionnaire de voirie a probablement voulu poser un geste pour "sécuriser" à moindre frais la traversée vers un îlot central accessible, alors que les conditions de sécurité n'étaient justement pas réunies pour aménager un passage pour piétons.

# 3. Discussion

Tant en carrefour classique qu'en giratoire, les piétons semblent plus vulnérables en seconde partie de traversée, lorsqu'ils entrent en conflit avec le flux de véhicules sortant du carrefour.

En carrefour classique, il y a une prédominance d'accidents sans changement de direction du véhicule, ce qui pourrait s'expliquer par les vitesses de circulation plus importantes dans la traversée du carrefour. Par ailleurs on peut prendre pour hypothèse que l'attention des conducteurs est davantage attirée par la circulation venant de leur droite, et que le piéton n'est dans ce cas pas dans leur champ de vision. Il ne semble pas y avoir de différence entre un carrefour où le conducteur est prioritaire et un carrefour où il doit céder la priorité à droite. Dans ce dernier cas, le conducteur a presque systématiquement accéléré pour éviter de devoir céder le passage.

En giratoire, les piétons semblent aussi plus souvent échapper au champ de vision des conducteurs sortants qu'entrants, ce qui ne peut s'expliquer par l'attention particulière donnée par ceux-ci aux véhicules qui viendraient de leur droite. Dans la majorité des cas, le piéton vient de gauche et a parcouru plus des 2/3 de la traversée avant d'être heurté, il n'arrive dans aucun cas par surprise. On peut prendre pour hypothèse, à tester, que le conducteur sortant d'un giratoire relâche son attention puisqu'il n'a plus de danger immédiat, et/ou qu'il porte son regard plus loin dans la direction qu'il va suivre.

Une étude menée aux États-Unis sur le comportement de piétons traversant une branche de giratoire (Rodegerdts et al., 2007) met en évidence également que le danger semble plus important pour des véhicules en sortie et des piétons traversant dans le sens horloger :

- 29% des piétons traversant depuis le côté entrée (sens horloger) décident de courir pour couvrir la deuxième partie de leur traversée tandis qu'ils sont 10% à le faire lorsqu'ils entament la traversée dans le sens anti-horloger. Bien que la décision de courir ne signifie pas nécessairement qu'un conflit soit imminent, elle indique vraisemblablement une perception du risque accrue de la part du piéton.
- Il apparaît également dans cette étude que les conducteurs en sortie sont nettement moins nombreux à céder le passage aux piétons s'apprêtant à traverser que les conducteurs à l'entrée.

En section également, c'est en seconde partie de traversée que les piétons sont les plus vulnérables. Si les vitesses de circulation pratiquées sont bien souvent en cause, on peut relever que les masques de visibilité entre le piéton et le conducteur fautif sont plus souvent présents qu'en carrefour et en giratoire. En deuxième partie de traversée, c'est quasi toujours un véhicule arrêté pour laisser traverser le piéton qui constitue le masque de visibilité. En première partie de traversée, la présence d'une voiture en stationnement ou d'un obstacle planté ou construit comme masque de visibilité est présent dans la plupart des cas.

Enfin, dans la mesure où une grande majorité des giratoires analysés ne ressemble dans les fait pas vraiment à un giratoire typique, on peut se demander si les observations qui ressortent de notre analyse traduisent correctement l'accidentologie piétonne spécifique aux giratoires en tant que concept d'aménagement.

# 4. Conclusions et recommandations

L'erreur humaine est le facteur premier de la plupart des accidents de circulation. Dans une majorité de cas, on peut cependant considérer l'infrastructure comme un facteur contributif probable de l'accident, et dans une série de cas, comme un facteur contributif certain.

En carrefour, les défauts ou carences d'aménagement les plus souvent rencontrés sont :

- des carrefours de trop grandes dimensions qui impliquent des longueurs excessives des traversées ou induisent la présence de stationnement anarchique;
- Une géométrie du carrefour particulière qui favorise les vitesses élevées du trafic.

En section :

- des traversées trop longues ou sur voiries à bandes multiples;
- une mauvaise prise en compte du stationnement qui anarchique ou mal localisé, forme un écran entre le piéton et le conducteur;
- une absence d’élément régulateur de la vitesse du trafic.

Pour ce qui concerne les giratoires, un nombre important de ceux de l'échantillon ne correspondent pas au modèle archétypal du giratoire urbain. Sont-ils plus accidentogènes pour autant? Il apparaît en tout cas que la grande majorité des sites analysés présente des défauts certains en matière de sécurité des traversées piétonnes, dont les trois principaux sont :

- des traversées trop longues, ou une distance entre zones protégée trop importante;
- des branches qui se greffent sur le giratoire de manière trop tangentielle ou évasée;
- une géométrie complexe de l'ensemble du carrefour associé à un anneau de forme irrégulière et de largeur excessive.

On peut noter également que plusieurs particularités des giratoires de l'échantillon telles que la présence de stationnement sur l'anneau, l'accessibilité de l'îlot central ou la traversée par des rails de tram contribuent certainement à une complexité accidentogène des carrefours étudiés.

En conséquence, il ressort de cette étude quelques principes d'aménagement qui aurait pu contribuer à éviter l'accident, ou pour le moins à en diminuer la gravité :

- La vitesse des véhicules doit être maîtrisée. L'aménagement d'une traversée sur plateau peut y contribuer, de la même manière qu'un giratoire compact bien conçu. À l'approche du passage pour piétons, les dépassements ne peuvent être admis (ligne continue en amont ; îlot de protection, …)
- Les carrefours doivent être compacts et lisibles (compréhensible par leur sobriété leur simplicité). Des avancées de trottoir devraient être aménagées en présence de stationnement longitudinal afin de limiter la distance de traversée et de positionner le piéton dans le champ de vision des conducteurs.
- Les traversées de chaussées doivent être aussi courtes que possible. Des îlots refuges peuvent être envisagés pour scinder la traversée en deux.
- Les passages pour piétons sur chaussées à bandes multiples doivent être : soit dénivelés ; soit protégés par des feux. Autre alternative : la chaussée peut être ramenée à une bande de circulation dans chaque sens à la hauteur de la traversée.
- La visibilité réciproque conducteur – piéton doit être assurée pour un piéton de petite taille à une certaine distance du bord de la chaussée, par l'absence de masques de visibilité (obstacles ou plantations).

Sur les 75 sites d'accidents étudiés, seuls 4 répondaient entièrement à ces principes d'aménagement.

# Références

Brenac Th., Nachtergaële C., Reigner H., 2003. *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention*, Rapport INRETS n°256.

CERTU, 1999. *Carrefours urbain*s, Guide. Collection Référence, n°5, 239 p.

CETUR, 1988. *Conception des carrefours à sens giratoire implantés en milieu urbain*, 107 p.

CROW, 2004. ASVV - 2004, *Aanbeveligen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. Verkeerstechniek. 1204 p.

DfT 2007. *Design Manuel for Roads and Bridges, Geometric Design of Roundabouts*. The Highways Agency, Transport Scotland, Welsh Assembly Government, Llywodraeth Cynulliad Cymru, The Department For Regional Development Northern Ireland, TD 16/07 Volume 6, Section 2, Part 3.

Godart, B., 2006. *Les Belges de plus en plus attachés à la ceinture*. Via Secura, 73, pp. 8-10.

IBSR, 1998. *Passages pour piétons, non protégés par des signaux lumineux de circulation, recommandations pour les gestionnaires de voiries*. Rapport, 62 p.

IBSR, 1999. *Traversées piétonnes, recommandations pour une infrastructure favorables aux piétons*. Manuel n°99-03, 108 p.

MET, 1999. *Vade-mecum pour la conception des carrefours giratoires*. Ministère wallon de l'Equipement et des Transports, Direction Générale des Autoroutes et des routes, 84 p.

MVG, 1997. *Vademecum rotondes*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Wegen en Verkeer, Afdeling Verkeerskunde.

MVG, 2003. *Vademecum voetgangersvoorzieningen*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Wegen en Verkeer, Afdeling Verkeerskunde.

Rodegerdts L. et al., 2007. *Roundabouts in the United States*. Transportation Research Board, National Cooperative Highway Research Program, report 572, 125 p.

VSS, 2000. *Carrefours giratoires*. Union des professionnels suisses de la route, Norme suisse SN 640 263, 15 p.

VSS, 2001.*Circulation piétonne, passages pour piétons*. Union des professionnels suisses de la route, Norme Suisse SN 640 241, 24 p.

# Calcul de l'exposition au risque d'accident des piétons dans la région urbaine de Grenoble

**Nicolas Mercat**
*ALTERMODAL*
*1 avenue de la Houille Blanche*
*73000 CHAMBERY*
*n.mercat@altermodal.fr*

Le risque d'accident est identifié dans la plupart des enquêtes auprès du grand public comme un frein important à la marche à pied, particulièrement auprès des enfants. Le nombre d'accidents enregistrés est connu et suivi mais le risque mesuré au travers du rapport entre le nombre d'accidents et l'exposition au risque a paradoxalement fait l'objet de très peu de recherches en France. Le CERTU et le CETE Nord ont développé une méthodologie d'analyse de l'exposition au risque à vocation nationale. L'agglomération de Grenoble est, après l'agglomération de Lille, un des premiers sites d'expérimentation de cette méthode.

L'exposition au risque de la marche est remise en perspective avec l'ensemble des autres modes.

## 1. Méthodologie de travail

Deux types de résultats sont calculés pour chacun des modes :

- Le risque d'implication dans un accident. Il s'agit ici de calculer le risque d'avoir un accident corporel de la circulation en milieu urbain. Il faut souligner que dans cette approche, on se place au niveau du « véhicule » utilisé par l'individu et non de l'individu même. Ainsi, dans le cas d'un accident impliquant une voiture avec un conducteur et deux passagers, le risque d'accident pour le conducteur et les passagers de la voiture est en fait le risque que la voiture comme mode de transport des trois personnes ait un accident. L'exposition au risque d'accident ne porte pas sur l'individu mais concerne l'exposition au risque du véhicule, sauf pour le piéton.

- Le risque d'être victime. Il s'agit ici de calculer le risque d'être victime (au sens d'être blessé ou tué) d'un accident corporel de la circulation. Dans cette approche, on se place au niveau de l'individu et non plus du « véhicule » car l'état de victime (blessé ou tué) concerne l'individu (on comptabilise des individus blessés ou tués). Le risque d'être victime dans un accident impliquant une voiture ne dépend ainsi pas que du seul parcours des voitures mais également du nombre de personnes dans ces voitures (lorsqu'une voiture a un accident, toutes les personnes de la voiture ont un accident mais, heureusement, tous les occupants de la voiture ne sont pas blessés ou tués). L'exposition au risque ne sera donc plus le parcours des véhicules mais bien le parcours des individus (dans le cas des voitures ou de transports en commun, exposition au risque des individus, conducteurs et passagers mélangés).

Pour le piéton, l'exposition au risque d'être impliqué et d'être victime est équivalente.

## 1.1 Origine des données de déplacement : les enquêtes ménage

Les données de déplacements prises en compte pour la marche, le vélo et les deux roues motorisés sont les résultats de l'enquête ménage 2002 sur le périmètre de la Métro et de la Région Urbaine à partir d'enquêtes réalisées de novembre 2001 à mars 2002.

Les données de distance parcourues par véhicule et par personnes pour la voiture et les transports en commun sont issues des modèles de trafic de l'agglomération établis à partir de l'enquête ménage.

L'existence d'une enquête ménage étendue à l'ensemble de la Région Urbaine permet de calculer de façon très précise le trafic d'échange des résidents comme des non-résidents entre l'agglomération et la Région Urbaine et le trafic interne à l'agglomération des non-résidents. Les résultats seront donc calculés pour Grenoble ville, l'agglomération et la région urbaine. Toutes les données de trafic et accidents ne sont prises en compte que pour les jours de semaine, hors vacances scolaires, hors autoroutes et voies rapides urbaines interdites aux piétons.

## 1.2 Calcul des distances de trajet à partir des temps de déplacement

Les enquêtes ménages ne prennent pas en compte les distances de déplacement mais les temps. Les distances de trajet ont donc été recomposées à partir de la matrice des distances de zone à zone calculée sur la base du temps de parcours le plus court entre les deux zones.

Si la distance des déplacements origine/destination d'échange ou de transit de l'agglomération internes à la région urbaine est connue, la part de distance parcourue dans l'agglomération n'est pas identifiable. Par convention nous

avons pris comme valeur la distance moyenne des déplacements internes pour chacun des modes.

A noter que le transit long ayant une origine et une destination hors de la région urbaine et traversant l'agglomération n'est pas pris en compte. Sa valeur est faible dans l'agglomération grenobloise (<5%).

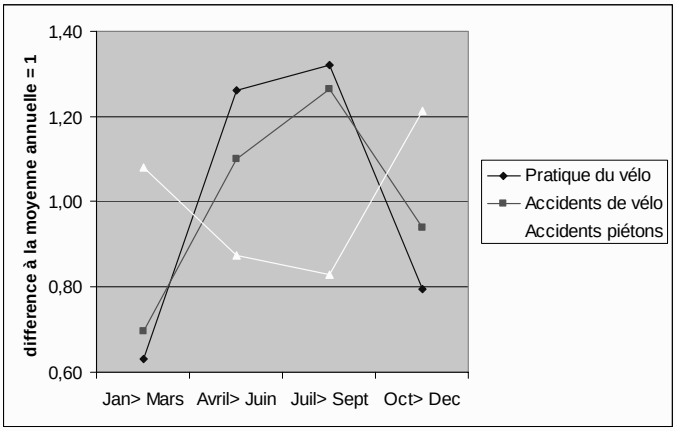
La donnée de distance calculée à partir des matrices tend à sous-estimer les longueurs de déplacement des secteurs de tirage de petite surface et à les sur-estimer dans les secteurs de tirage plus vastes. Conformément à la méthode proposée, les distances en marche à pied ont été calculées à partir d'une vitesse moyenne de 4km/h.

## 1.3 Une saisonnalité des déplacements piétons à explorer

L'enquête ménage réalisée à Grenoble de novembre 2001 à mars 2002 en période hivernale, comme beaucoup d'enquêtes ménage. A cette période, les enquêtes sous-estiment de 55% le trafic moyen annuel de vélos relevé à partir de compteurs automatiques. La mise en correspondance de la saisonnalité des accidents et de la saisonnalité du trafic montre un lien évident entre les deux courbes sauf au mois d'août pendant lequel le trafic vélo reste élevé mais le nombre d'accidents faible du fait d'un trafic voiture plus réduit.

Cet effet de saisonnalité joue sans doute également sur la marche marquée par un nombre d'accidents beaucoup plus élevé en hiver alors même que la pratique est sans doute plus faible. Nous n'avons pas pu recueillir de données sur la saisonnalité de la pratique de la marche qui aurait sans doute mis en avant un très fort sur-risque hivernal. C'est un point de faiblesse important dans la mesure où la saisonnalité des accidents de piétons est très marquée dans l'agglomération grenobloise.

**Figure 1 : Saisonnalité de la pratique du vélo et du nombre d'accidents de vélos et piétons par rapport à la moyenne annuelle (moyenne annuelle = 1)**



## 1.4 Déplacements, trajets et accès au mode : 3 notions complémentaires

Trois types de notions peuvent être différenciés dans les déplacements :

- Le déplacement au sens de l'enquête ménage part d'une origine vers une destination. Il est associé par convention à un mode principal, même si plusieurs modes ont été identifiés. La marche à pied n'est identifiée comme déplacement que lorsque ce déplacement est réalisé uniquement à pied.
- Le déplacement peut être décomposé en plusieurs trajets utilisant chacun un mode différent.
- L'accès au mode à pied n'est enregistré que si le déplacement est supérieur à 50m.

Les distances de trajet prises en compte dans l'exposition au risque sont calculées sur le mode principal à partir de la distance origine-destination diminuées de la distance à pied au mode (si elle est supérieure à 50m) calculée à partir du temps d'accès au mode et d'une vitesse de 4km/h.

## 1.5 Données d'accident prises en compte sur 5 ans

Les données d'accidents utilisées sont tirées des fichiers d'accidents corporels de circulation sur l'agglomération pour la période 1997-2001 en semaine, hors vacances scolaires. Un calcul sur la seule période de l'enquête ménage a également été réalisé mais n'est pas suffisamment représentatif du fait de variations importantes enregistrées d'une année sur l'autre. Un calcul sur une période de 5 ans nous a donc paru plus opérationnel.

### 1.5.1 Mode de présentation des résultats

Les résultats sont exprimés en accident par millions de kilomètre et en calculant le niveau de risque de chacun des modes comparé au risque voiture individuelle, ce risque ayant par convention une valeur 1.

### 1.5.2 Unité de calcul de l'exposition

La méthode proposée par le CERTU propose une exposition au risque calculée sur la base des distances parcourues. Le calcul sur la base des distances tend à augmenter fortement le risque des modes de proximité par rapport à la voiture, notamment de la marche, par rapport aux modes utilisés pour les longues distances.

D'autres modes d'exposition peuvent être exprimés comme le temps d'exposition et le nombre de déplacements. La valeur temps de transport est en effet régulièrement utilisée dans l'analyse des déplacements urbains. Le temps moyen de transport par jour reste une donnée très stable au fil des ans et peut être tout aussi pertinente dans la présentation des résultats.

Les temps de déplacements sont calculés directement à partir des résultats de l'enquête ménage, cette donnée étant exprimée par le répondant à l'enquête. Le temps de marche à pied d'accès au mode (quand il est identifié,

soit sur une distance supérieure à 50m) est déduit du temps de déplacement du mode principal, nous avons donc des calculs de temps de marché à pied très précis.

Le nombre de trajets est calculé à partir du nombre de trajets au sens enquête ménage (plusieurs trajets pour un même déplacement quand il est multimodal) auquel est ajouté le nombre de déplacements à pied de plus de 50m d'accès au mode et de départ du mode.

# 2. Résultats

## 2.1 Des variations notables entre Lille et Grenoble

Les résultats tous modes obtenus à Grenoble ont des ordres de grandeur comparables aux résultats enregistrés à Lille sur les mêmes bases de travail (périmètre de l'agglomération hors région urbaine, calcul des risques sur la période novembre à mars) avec des différences significatives : Le risque d'être victime pour un piéton comme pour un cycliste est deux fois plus faible à Grenoble qu'à Lille avec 0.5 accident de piéton à Grenoble contre 1 à Lille.

**Fig. 2 : Risque d'être victime par million de km dans les agglomérations de Grenoble et Lille**

| | GRENOBLE Agglo | | LILLE Agglo | |
|---|---|---|---|---|
| | Risque impliqué | Risque victime | Risque impliqué | Risque victime |
| **Piétons** | **0.50** | **0.51** | **0.98** | **1.01** |
| Bicyclettes | 1.27 | 1.20 | 2.42 | 2.39 |
| Cyclomoteurs | 12.94 | 12.77 | 8.13 | 8.95 |
| Motos | 4.70 | 4.56 | 6.57 | 6.39 |
| VL | 0.55 | 0.23 | 0.30 | 0.14 |
| PL | 0.18 | 0.05 | 0.26 | 0.02 |
| bus | 1.26 | 0.10 | 0.98 | 0.01 |
| tram | 7.86 | 0.00 | 1.21 | 0.00 |
| train | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

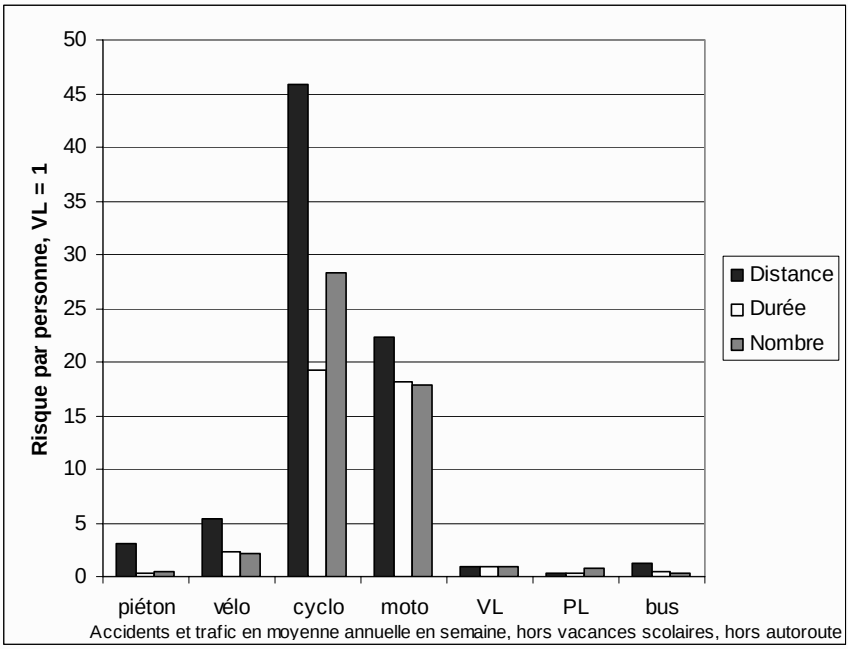
## 2.2 Risque par type de facteur

Le rapport de risque est principalement calculé par kilomètre parcouru. Ce mode de calcul par distance pénalise fortement la marche, modes de courte distance et de plus faible vitesse, en comparaison d'un risque d'implication calculé par heure d'exposition ou par nombre de déplacement, notamment en ce qui concerne les accidents mortels.

Ainsi, le facteur de risque pour un piéton d'être victime d'un accident par rapport à la voiture dans la Région Urbaine varie de 3.1 en distance à 0.4 en temps et 0.5 en nombre. Par heure d'exposition, la marche est 2.5 fois moins dangereuse que la voiture (passager et conducteur) et 2 fois moins en nombre

de déplacement. Comparé aux deux-roues, le risque pour un piéton d'être victime est toujours moins élevé dans l'ensemble de la région urbaine, quelque soir le mode de calcul.

**Fig. 3 : Écart de risque d'être victime d'un accident par rapport à la voiture (facteur 1) selon le temps et le nombre de déplacement comparé au calcul par km dans l'ensemble de la région urbaine (1997-2002).**



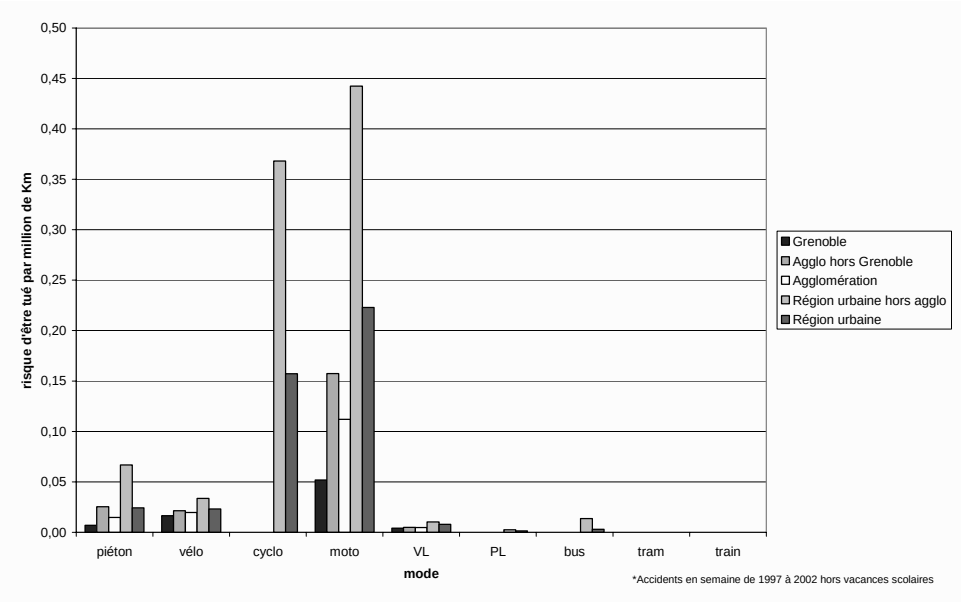

Nous retiendrons néanmoins la distance, le facteur le moins favorable à la marche à pied dans la suite de l'analyse.

## 2.3 Risque selon la localisation

En comparaison des autres modes, le risque pour un piéton d'être victime d'un accident par million de kilomètre parcouru est assez homogène selon les secteurs de la Région Urbaine avec un ratio variant de 0.4 à 0.6 accidents/million de km. Le risque est maximum dans le centre de Grenoble.

En revanche, le risque d'être tué est presque 4 fois plus élevé dans l'agglomération (hors centre avec 24 tués /milliard de km) que dans le centre (7 tués/Md km) et 10 fois plus élevé dans la Région Urbaine hors agglomération (67 tués/Md km) que dans le centre.

**Fig. 4 : Risque d'être tué par million de km, par mode et par secteur géographique**




Comparé au risque voiture avec un facteur 1, le risque pour un piéton d'être impliqué est faible dans la ville centre (0.6) et équivalent dans l'agglomération hors centre. Il est en revanche plus élevé dans la région urbaine quelque soit la gravité (2.3).

**Tableau 1 : Risque d'implication dans un accident**

**Risque d'implication dans un accident / 1M KM parcouru hors autoroute et VRU**

| | Grenoble | Agglo hors grenoble | Agglo | Région urbaine hors agglo | Région urbaine |
|---|---|---|---|---|---|
| piéton | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| vélo | 1.9 | 0.6 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| cyclo | 12.3 | 5.8 | 8.1 | 3.8 | 5.9 |
| 2R motorisé | 4.5 | 2.9 | 3.6 | 3.6 | 3.6 |
| VL | 1.0 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 0.4 |
| PL | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| bus | 2.6 | 0.7 | 1.4 | 1.1 | 1.3 |
| tram | 6.3 | 6.2 | 6.3 | 0.0 | 6.6 |
| train | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.5 |
| TOTAL | 1.0 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.4 |

**Risque d'implication dans un accident mortel / 1M KM parcouru hors autoroute et VRU**

| | Grenoble | Agglo hors grenoble | Agglo | Région urbaine hors agglo | Région urbaine |
|---|---|---|---|---|---|
| piéton | 0.007 | 0.025 | 0.015 | 0.067 | 0.024 |
| vélo | 0.018 | 0.025 | 0.022 | 0.061 | 0.029 |
| cyclo | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.302 | 0.159 |
| 2R motorisé | 0.053 | 0.179 | 0.125 | 0.447 | 0.233 |
| VL | 0.012 | 0.017 | 0.015 | 0.023 | 0.020 |
| PL | 0.009 | 0.086 | 0.027 | 0.066 | 0.048 |
| bus | 0.059 | 0.082 | 0.041 | 0.237 | 0.100 |
| tram | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| train | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.5 | 0.3 |
| TOTAL | 0.012 | 0.020 | 0.017 | 0.081 | 0.024 |

## 2.4 Un risque mortel concentré sur les plus de 65 ans

Sur une analyse tous modes, le risque d'être victime d'un accident par km parcouru est particulièrement marqué pour les 14<17 ans (0.6 victimes/1M km) et les 18<24 (0.5) ans mais également les plus de 65 ans (0.5). Le risque

mortel est concentré sur les +65 ans (0.04) et les 18<24 ans (0.03). Cette variation du niveau de risque est essentiellement due au mode de déplacement.

La variation du risque piéton par tranche d'âge n'est pas considérable au regard des autres modes avec un écart à la moyenne de 0.6 pour les 25<45 ans à 1.6 pour les plus de 65 ans. Il existe en revanche un sur-risque mortel élevé pour les plus de 65 ans (0.09 contre 0.02 en moyenne) qui représentent la moitié des piétons tués.

A noter que le risque d'être blessé est plus fort dans la tranche des collégiens (11<13 ans) que dans la tranche des 5<10 ans, sans doute du fait d'un accompagnement nettement plus faible.

**Fig. 5 : Exposition au risque par mode et par tranche d'âge sur la région urbaine grenobloise**

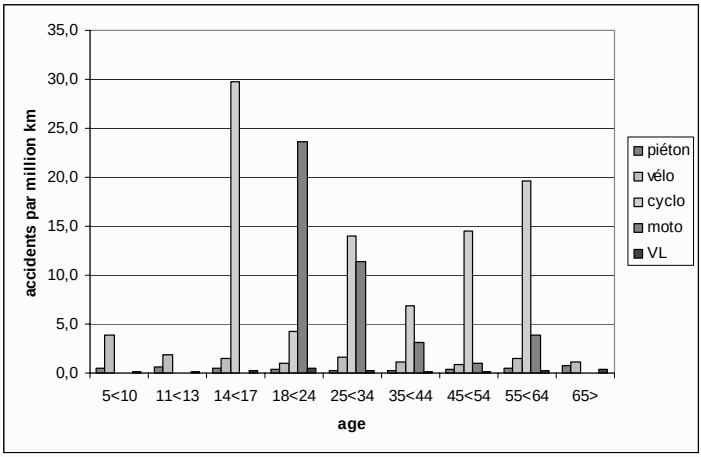
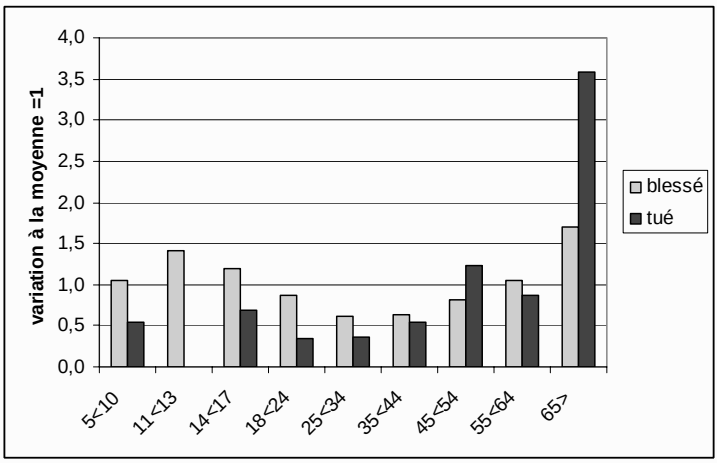



**Fig. 6 : Variation du risque piéton par tranche d'âge (moyenne=1)**



# 3. Synthèse

L'analyse du risque piéton ramené à la distance ou au temps d'exposition offre une lecture nouvelle de l'accidentologie de la marche à pied.

Comparée aux autres modes, le risque de la marche à pied par kilomètre n'est pas considérable : toujours plus faible que le vélo et beaucoup plus faible que les deux roues motorisés, il est également plus réduit que le risque voiture pour la tranche des 18<35 ans. Ramené à l'heure de pratique, le risque de la marche est toujours plus faible que la voiture.

Le risque mortel par km est concentré dans la région urbaine (hors agglomération grenobloise) et surtout sur les plus de 65 ans. En dehors de cette tranche d'âge, le risque d'être blessé touche plus les 11<13 ans que les plus jeunes.

A noter que le risque ainsi calculé peut varier de façon importante d'une agglomération à une autre avec un facteur de 1 à 2 entre les agglomérations de Grenoble et de Lille.

Une exploration plus fine de l'exposition au risque par saison gagnerait à être menée, le sur-risque hivernal étant certainement très élevé pour les piétons.

# Mise en œuvre de la méthode d'analyse séquentielle des accidents de piétons dans le Grand Projet de Ville de Grenoble

**Nicolas Mercat**
*ALTERMODAL*
*1 avenue de la Houille Blanche*
*73000 CHAMBERY*
*n.mercat@altermodal.fr*

Le Grand Projet de Ville de Grenoble et St Martin d'Hères a été initié en juillet 2001 par l'Etat, la Métro, les communes, le Conseil Général et la Caisse des Dépôts et Consignations. Il porte sur un territoire de 180 hectares comptant 28.000 habitants et 11.400 logements et concerne un volet urbain portant sur l'amélioration de l'habitat et des conditions de vie et un volet social centré sur l'éducation.

La sécurité routière fait partie intégrante du projet d'amélioration de la qualité de vie du quartier. Une étude d'enjeux des accidents a été réalisée. De cette étude, 3 enjeux principaux ont été identifiés : les accidents de piétons, les accidents des moins de dix-huit ans et ceux des plus de 65 ans qui recoupent en grande partie le premier enjeu piéton.

Une méthodologie d'analyse séquentielle des accidents de piétons a été mise en œuvre en intégrant les apports de l'analyse des scénarios d'accidents de piétons de Brenac (2003). Elle a été complétée par un travail fin d'observation des conditions de mobilité des piétons, d'analyse de la mobilité du quartier de façon à dégager un plan d'action cohérent. Cette étude s'intégrait à une recherche du CERTU portant sur 4 Grands Projets de Villes (Toulouse, Nantes, Metz et Grenoble).

Sur l'ensemble des 116 accidents référencés et analysés sur la période à Grenoble, 36 accidents impliquaient au moins un piéton, 13 concernent également l'enjeu « accident d'un enfant de moins de 14 ans » et 10 impliquent des personnes âgées de 65 ans et plus. 8 accidents se déroulent sur un axe particulièrement accidentogène.

Sur l'ensemble des PV analysés, la très grande majorité des personnes impliquées dans l'enjeu piéton habitent le quartier ou à proximité immédiate

(<500m du quartier), dans 87% des cas, le piéton habite le quartier. Dans 13% des cas seulement, aucun des impliqués n'habite le quartier.

L'analyse des scénarios types montre une concentration sur quelques familles de scénarios:

# 1. Familles types d'accidents de piétons

## 1.1 La famille de scénarios liée à une obstruction de visibilité est très représentée

47% des accidents surviennent lors d'une traversée, le piéton étant masqué à la vue de l'automobiliste, le plus souvent par un véhicule en stationnement.

- Des piétons traversant initialement masqués (types 1, 2, 3 et 5) ou dans des conditions de visibilité défavorable, détectés trop tard.
- Des piétons initialement détectés mais surprenant le conducteur en s'engageant brusquement (types 6 et 7).
- Des piétons traversant en confiance sur passage protégé, heurtés par un véhicule dont le conducteur anticipe de façon erronée le mouvement du piéton ou ne respecte pas un feux. (types 9 et 10).

Dans 15% des cas, l'accident se déroule lors d'une traversée, le piéton est détecté par l'automobiliste mais une mauvaise prise d'information du piéton ou du conducteur est un facteur déclenchant. Dans 3 cas, le piéton ne prend pas d'information et surprend l'automobiliste en engageant une traversée. Dans 2 cas, le conducteur n'anticipe pas suffisamment ou ne détecte pas l'état d'un feu. Cette famille d'accidents type est plutôt moins représentée dans le GPV.

## 1.2 Facteurs accidentogène

Différents facteurs accidentogènes reviennent de façon récurrente :

- La largeur de chaussée ou sa complexité sont des facteurs majeurs dans la plupart des accidents. Certaines voies, à l'évidence, surdimensionnées, conduisent à des vitesses inadaptées, à un sentiment de priorité de l'automobiliste et à une exposition du piéton au risque beaucoup plus longue. Une hiérarchisation stricte des voies conduisant à traiter en priorité en zone 30 les voies de desserte et à donner une priorité marquée à l'écoulement des flux dans les voies principales, sans une analyse fine des fonctions urbaines et de la fréquence de traversée, conduit clairement à un sur-risque.
- L'organisation du stationnement, notamment du stationnement longitudinal est un second facteur majeur d'obstruction à la visibilité. Cette organisation est pourtant souhaitée et intégrée par les architectes ayant travaillé sur le projet comme un élément susceptible de diminuer les vitesses.

- L'absence fréquente d'îlot ne permet pas au piéton de reprendre des informations dans de bonnes conditions, particulièrement aux arrêts de bus.

Dans l'analyse complémentaire de l'environnement plusieurs points ont été examinés plus particulièrement :

- Pas de pratique plus fréquente de la marche dans le quartier : au vu des enquêtes ménages, la pratique de la marche n'est pas plus importante dans le quartier. Elle est surtout concentrée sur deux secteurs à forte densité de population autour de deux pôles de proximité clairement identifiés. La marche est peu utilisée pour des déplacements dépassant le cadre du quartier.
- Présence plus fréquente d'enfants autour des voies : la fréquence plus forte de ce type d'accidents peut sans doute s'expliquer par une présence plus forte d'enfants sur l'espace public, dans un contexte d'habitat collectif sans jardin privatif et dans un contexte social où l'investissement de l'espace collectif est plus important. Les piétons sont de façon générale assez présents sur l'espace public sans forcément que cette présence soit assimilée comme un déplacement dans les enquêtes ménage.
- Fréquence de traversée et vie sociale autour des artères et voies inter quartiers : le traitement des voies de desserte et des voies intra quartiers a fait l'objet d'un programme pluriannuel d'investissement de la ville. La vie sociale autour des axes principaux et les traversées de ces voies sont pourtant certainement plus élevées encore que sur les voies secondaires. Le maintien sur ces voies d'une limitation à 50km/h et non 30km/h du fait de leur statut de voie inter-quartier a un effet clairement négatif sur la sécurité du quartier.
- Amélioration des conditions de visibilité : l'absence de perception anticipée du jeune piéton dû à des masques de visibilité est un facteur accidentogène majeur dans les accidents de piétons. Malgré la réalisation d'avancées de trottoir, l'organisation du stationnement longitudinal a un effet très négatif sur la sécurité dans les secteurs où les traversées sont denses et difficilement contrôlables..
- Organisation du stationnement : le masque lié au stationnement est un facteur accidentogène dans 60% des cas relevés. La fréquence des trouées dans le stationnement, la présence d'avancées sera vérifiée. Mais au-delà de l'organisation technique du stationnement, une analyse plus fine de la rotation du stationnement le long des axes pourrait permettre d'étudier un transfert possible du stationnement de longue durée (résident ou domicile - travail) vers des espaces plus adaptés et limiter le stationnement le long des axes au stationnement de courte durée à forte rotation.
- Éducation des piétons et des parents : Le contexte de l'accident, accompagnement, jeux, course de l'enfant sont autant d'éléments pour lesquels des actions de prévention sont possibles et peuvent porter

leurs fruits. Les actions comme les Pédibus qui permettent, dans un contexte collectif potentiellement à risque mais bien encadré, un apprentissage à long terme de la sécurité, doivent permettre d'agir sur certains comportements. Les situations d'accompagnement sont fréquentes dans les accidents analysés et l'éducation des parents est une piste à explorer en détail.

- Accès aux arrêts de TC : le nombre d'accidents de piétons intervenant lors d'une traversée de voie principale pour atteindre un arrêt de bus ou de tramway est particulièrement élevé avec 25% des cas de traversée (le temps de marche d'accès ou de départ d'un TC est évalué à 17% du temps de marche dans l'agglomération). Dans tous les cas, la prise d'information est insuffisante, notamment à l'occasion d'une traversée de plusieurs voies, la première file étant arrêtée. Un travail de sensibilisation des usagers des TC, plus particulièrement des enfants, serait à envisager.

## 1.3 Demande de déplacement et mobilité du secteur

Une analyse de la mobilité du quartier a été menée. Le quartier est bien intégré à l'agglomération en termes de mobilité avec de nombreux déplacements de non habitants vers le quartier. Le quartier est plurifonctionnel avec des secteurs d'emploi, de commerces, de loisirs, des établissements scolaires ayant une vocation d'agglomération. Le taux de mobilité est très proche des autres quartiers de 1è couronne, plus important que la plupart des autres quartiers dits « sensibles ». La part des déplacements courts comme d'autres quartiers de 1è couronne est importante avec 40% de déplacements de moins de 2km et 80% de moins de 5km. La mobilité d'accompagnement en voiture notamment pour les motifs achats et études, pour les moins de 18 ans et les 50<65 ans est en revanche élevée et la mobilité marche et transports en commun est plus faible que dans les autres secteurs urbains denses.

Les caractéristiques du cadre urbain sont une grande variété des types d'habitat (pavillonnaire, collectif social, autres collectifs) et des densités par îlots. La majorité des accidents sont localisés le long des parcelles d'habitat collectif où les mouvements de proximité sont plus denses.

Les accidents de piétons sont quasiment tous liés aux mouvements autour de deux pôles de proximité.

## 1.4 Une politique de stationnement problématique

L'implantation de stationnement le long des voies a été clairement identifiée dans les nouveaux aménagements comme une solution de ralentissement des voitures. Au vu des relevés de vitesse observés en dehors de l'approche des coussins, cette fonction reste peu efficace. La totalité des accidents de piétons rattachés au scénario de piéton traversant initialement masqués par des véhicules en stationnement, sur l'axe Cocat-Malherbe, a eu lieu après le réaménagement de la voie.

La prise en compte du stationnement commercial autour de l'intersection Malherbe/Perrot a été mieux intégrée lors du réaménagement. Elle a été facilitée par une accessibilité très majoritairement piétonne. L'organisation du stationnement le long de l'avenue Jean Perrot vers le sud pourrait être encore optimisée.

# 2. Les principaux dysfonctionnements

L'analyse des dysfonctionnements a été organisée autour des trois thématiques d'espace, de réseau et de demande de mobilité.

## 2.1. Largeur et complexité des voies

L'analyse séquentielle a clairement montré le facteur accidentogène de largeur de voies trop importantes. Les vitesses des véhicules sont plus élevées, la prise d'information plus complexe et surtout l'exposition au risque nettement plus importante.

Les voies de distribution qui peuvent être généralement ramenées à 5.5m font couramment plus de 7m de large. Dans les artères, les voies de gauche comme les tourne à gauche vers des voies secondaires peuvent être très souvent réduites. En section courante, la pertinence de deux voies n'est pas toujours prouvée si le stockage aux feux est suffisant.

## 2.2 Vitesses trop élevées

Des vitesses trop élevées sur les voies de distribution : les vitesses enregistrées sont beaucoup trop importantes et ne permettent pas de garantir une sécurité pour les déplacements de proximité sur ces voies. Les mesures ponctuelles de limitation de vitesse prises sur deux des avenues ont un effet objectivable (-10km/h entre la vitesse d'approche et la vitesse après re-accélération) mais n'empêchent pas une reprise rapide de vitesse. Les vitesses enregistrées sur ces deux axes restent incompatibles avec la densité des traversées piétonnes.

Une limitation généralisée de la vitesse sur les voies de distribution ayant une adhérence forte ou moyenne serait à retenir.

## 2.3 Des intersections beaucoup trop lâches

La plupart des intersections sur les voies de distribution sont particulièrement larges. Parmi les actions à envisager :

- Limiter la deuxième voie de stockage au feu, notamment dans le cas de tourne à gauche améliore certes la fluidité mais ne se justifie pas de façon systématique. Les surcapacités aux intersections ont clairement un effet pervers en termes de sécurité.
- La création systématique « d'oreilles » permet de dégager un espace de visibilité des piétons, limite les angles et les vitesses de giration et limite de façon importante les conflits

- La création d'un îlot central de traversée piétonne permet également de renforcer la limitation des angles et des vitesses de giration tout en améliorant la sécurité des traversées.

### 2.4 Réglages des feux et traversées piétonnes

Le temps moyen d'attente d'un piéton au feu détermine fortement la part des usagers traversant au rouge. Au-delà de 45 secondes d'attente, la part des piétons traversant au rouge est considérable. Dans les deux cas de sortie de collège et lycée, les feux piétons n'ont plus aucune fonction de régulation.

### 2.5 Aménagement des arrêts de bus et tramway

L'aménagement des arrêts recouvre un enjeu important dans la mesure où un quart des accidents de piétons enregistrés sur le GPV se déroulent à l'occasion d'un accès ou départ d'arrêt. Deux arrêts sont particulièrement problématiques.

Arrêt de tramway Malherbe. Une importante partie des flux liés à l'arrêt Malherbe traverse

### 2.6 Aménagement des traversées piétonnes inappropriées

Dans certains secteurs les traversées piétonnes sont très nombreuses du fait de densités de population et de générateurs de flux de proximité élevés. Les passages protégés pourtant nombreux installés ne canalisent absolument pas les nombreuses traversées piétonnes réalisées au plus court. Les accidents survenus depuis l'implantation de stationnement peuvent en grande partie s'expliquer par les effets de masque mais aussi par la densité de traversée :

Aménagement des sorties d'école : Plusieurs sorties d'écoles ont été retraitées et sécurisées mais certaines restent vraiment problématiques : le lycée Argouges , le groupe scolaire Jules Ferry, le Lycée Guynemer et le groupe scolaire Bajatière, 4 établissements sur lesquels des accidents de piétons ont été relevés.

Une offre de stationnement génératrice de nombreux masques de visibilité : l'option prise d'implanter du stationnement longitudinal le long des voies de distribution pour limiter les vitesses s'avère contre-productive en termes de sécurité dans la mesure où elle crée de nombreux masques de visibilité. Plusieurs secteurs sont plus particulièrement visés, correspondants à des espaces à forte densité piétonne : les avenues Cocat et malherbe, la rue Léon Jouhaux, la rue Argouges et la rue Jeanne d'Arc.

# 3. Le plan d'action

## 3.1 Sur les réseaux et la voirie

### 3.1.1 Vitesse

Le diagnostic montre un fort lien entre la densité d'activités riveraines et la densité des traversées piétonnes hors passage protégé. Viser une limitation physique des vitesses à moins de 30km/h de toutes les voies ayant une forte

adhérence à l'espace traversé, quelque soit le statut de la voie. Généraliser la limitation aux voies de distribution intra-quartier.

### 3.1.2 Stationnement

Le stationnement longitudinal, par l'effet de masque qu'il génère pour les automobilistes est un facteur majeur dans les accidents d'enfants. Supprimer le stationnement le long des voies ayant une forte densité de traversées piétonnes et à l'approche d'intersections, surtout quand les vitesses d'approche sont élevées.

### 3.1.3 Aménagement des sorties d'école

Le masque de visibilité des véhicules en stationnement est majeur en sortie d'école. Supprimer le stationnement plus largement en sorties d'écoles, lutter plus efficacement contre le stationnement illicite et profiter de l'espace dégagé pour aménager un espace de convivialité plus attractif. Réduire physiquement les vitesses d'approche par plateaux et coussins.

### 3.1.4 Largeur de voie

Le lien entre largeur de chaussée et accidents de piéton est élevé, particulièrement aux intersections. Limiter les largeurs de chaussées de façon systématique. A titre indicatif valeurs à retenir de 4m50 pour les voies de desserte, 5m70 pour les voies de distribution, 5m lorsque la voie est munie de bandes cyclables.

### 3.1.5 Aménagement des intersections

La largeur des intersections, les rayons de courbure très larges sont des facteurs majeurs d'augmentation des vitesses de rotation entraînant des accidents de piétons régulièrement engagés heurtés par un véhicule tournant. Différentes mesures sont à prendre pour limiter les vitesses de rotation :

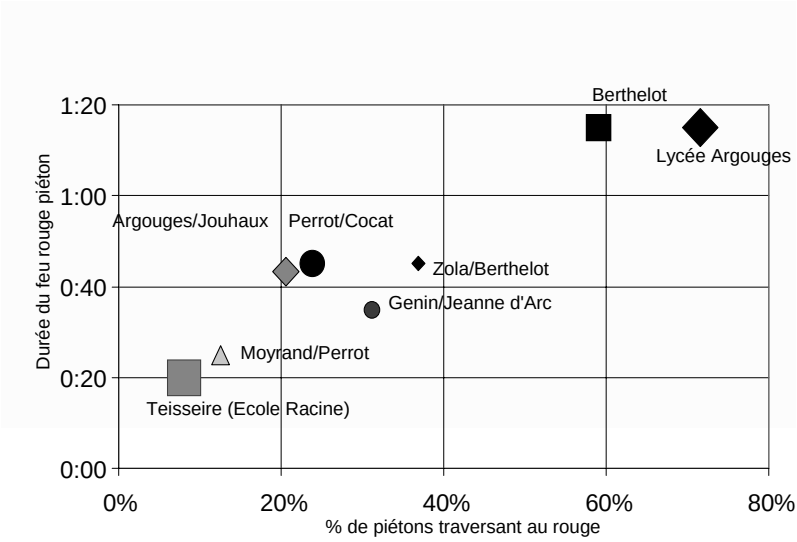
- limiter les sorties à 1 voie dès que les flux sont inférieurs à 1.500 véhicules /h, ce qui est le cas de la quasi-totalité des intersections.
- Ramener à une voie entrante dès que possible en fonction de la configuration des directions et des flux piétons.
- Aménager des îlots de traversée entrant bien dans l'intersection pour limiter les diamètres de giration et les prolonger en approche d'intersection pour limiter les vitesses. Les prévoir suffisamment larges et profondes lorsque les traversées piétonnes sont denses par groupes.
- Réaliser de façon systématique des oreilles pour limiter les diamètres de giration, limiter le stationnement sauvage et

  Dégager les masques végétaux ou de mobilier à l'approche des intersections

### 3.1.6 Réglage des feux

Au-delà de 45 secondes d'attente, le piéton n'attend plus au feu rouge. Limiter les temps de feux rouge piéton à moins de 45 secondes. Prendre en compte la variation horaire des flux piétons dans la journée.

**Graphique 1 : rapport entre les durées d'attentes des piétons au feu rouge et le % de traversées au rouge.**




### 3.1.7 Aménagement des arrêts de bus

Dans le diagnostic, le manque de prise d'information par le piéton traversant pour prendre un bus est patent. Les traversées se font dans ce cas majoritairement au plus court. Mieux prendre en compte les origines et destination piétonnes et accompagner les comportements actuels en les sécurisant plutôt que de vouloir à tout prix canaliser les flux.

### 3.1.8 Hiérarchisation des voies

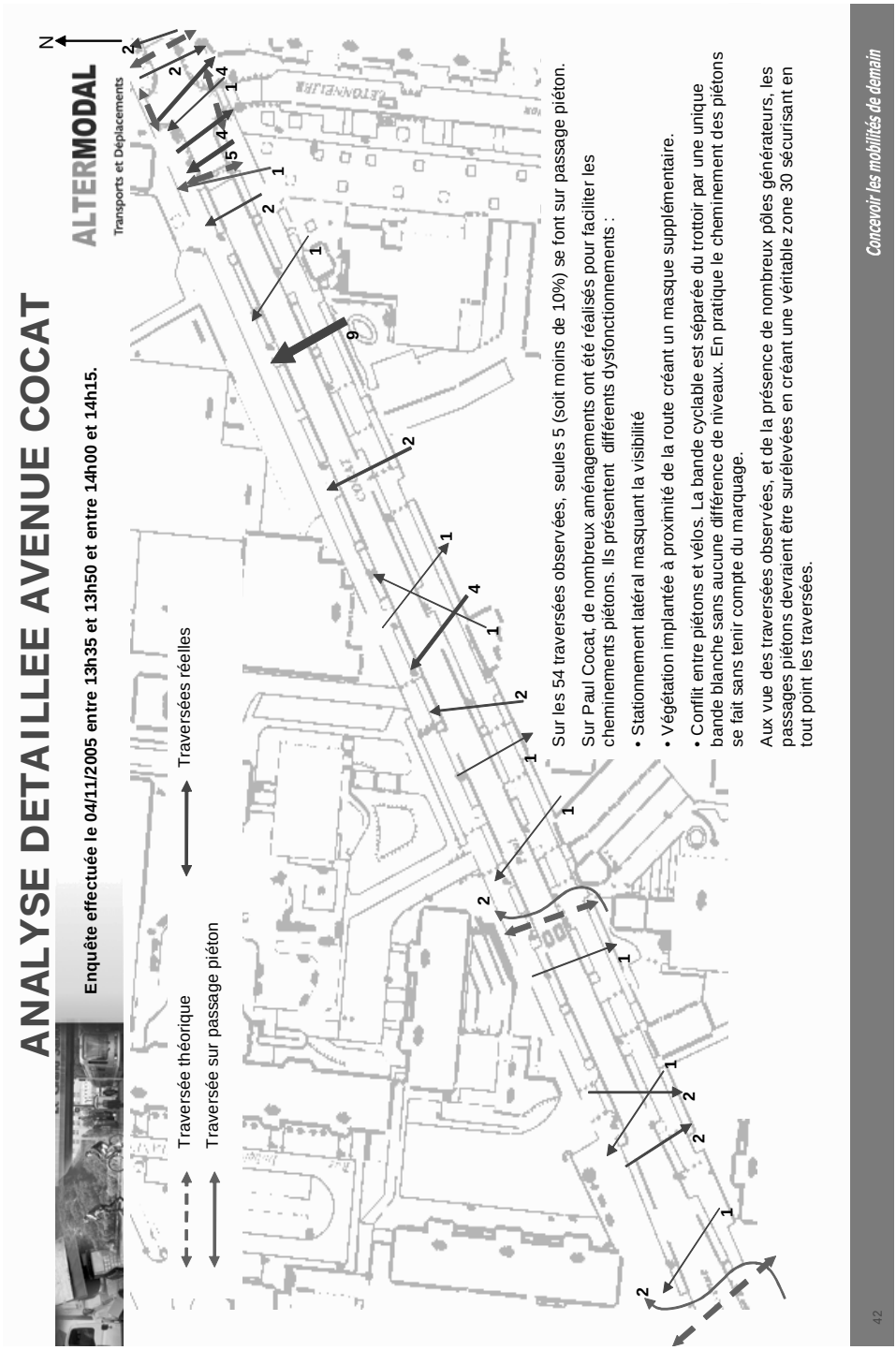
Des voiries à forte adhérence assurent une fonction de liaison inter-quartier alors qu'une voie parallèle à faible adhérence n'assure qu'une fonction de desserte locale. Transférer les flux inter-quartier de l'avenue Malherbe vers la rue Paul Claudel et l'avenue des Jeux Olympiques à faible adhérence.

## 3.2 Sur le cadre urbain et l'aménagement de l'espace

Les activités riveraines ont un effet de pacification du trafic par les flux piétons et de stationnement qu'ils génèrent. Poursuivre le travail de soutien aux commerces et aux structures associatives de proximité qui génèrent de nombreux déplacements de proximité et contribuent à une pacification des déplacements.

Le retraitement qualitatif des espaces n'a pas pris en compte les effets de masque du stationnement. Continuer à améliorer la qualité des espaces en prenant mieux en compte les résultats des études de sécurité, notamment les effets de masque de visibilité.

*Le 04/11/2005 entre 13h35 et 13h50 et entre 14h00 et14h15*



Limiter les effets de coupure du quartier (Jeux Olympiques, friche Teisseire, traversée des grands axes, quartier Poterne) pour augmenter la part de la marche sur les déplacements de portée supérieure (750>1500m)

## 3.3 Sur les comportements de mobilité et de déplacements

### 3.3.1 Sensibilisation

Sensibilisation des enfants - sur la prise d'information, ne pas traverser en courant, être vu – et des parents sur les comportements à risque des enfants et sur les principaux facteurs accidentogènes (masque de visibilité, masque en circulation dense…) et sur le risque que fait courir aux enfants le stationnement illicite en sortie d'école. Le diagnostic montre des comportements de parents accidentogènes : traversée devant l'enfant sans prise d'information et sans vérification de son comportement.

Sensibilisation des maîtres d'œuvre et concepteurs à la prise en compte des déplacements et de la sécurité : faire un retour précis des résultats aux maîtres d'œuvre pour reconsidérer un certain nombre de principes d'aménagement. Le diagnostic a montré des principes de travail (généralisation du stationnement longitudinal) clairement accidentogènes.

### 3.3.2 Utilisation du vélo dans les déplacements tangentiels

La part de la voiture est importante même sur des déplacements courts dans les déplacements tangentiels. Le quartier étant particulièrement bien desservis, il pourrait être nettement plus développé dans les déplacements tangentiels. L'amélioration du stationnement à domicile et la lutte contre le vol sont des points à prendre en compte dans ces actions.

# 4. Bilan sur la méthode de travail

Cette expérience de mise en œuvre de la méthode d'étude de sécurité à partir de l'analyse séquentielle des accidents est à nos yeux de praticiens de la mobilité et non spécialistes des questions de sécurité, tout à fait concluante. Elle permet de :

- bien mettre en cohérence des éléments factuels très précis et localisés d'analyse d'un accident avec l'ensemble des éléments de son environnement global (sur la mobilité, les réseaux de transport et la politique urbaine) pour comprendre toutes les interactions du système conduisant à l'accident,
- dégager des pistes d'actions d'aménagements très concrètes sur des points bien localisés
- proposer des principes d'action, au-delà de cas concrets et localisés, permettant d'orienter les politiques de sécurité et les principes d'aménagement urbain
- décliner la politique de sécurité dans les différents domaines des politiques urbaines

Quelques éléments clés sont à retenir dans l'analyse.

La méthode d'analyse séquentielle permet une compréhension très aboutie de l'accident. Le mode de traitement (lecture-saisie-schémas) des conditions d'accidents et d'analyse des facteurs reste cependant à optimiser et accélérer. Un traitement plus simple peut permettre de gagner du temps tant la mise en forme des fiches peut s'avérer longue.

L'utilisation de scénarios types (20 scénarios piétons) dégagés par l'INRETS permet de gagner beaucoup de temps dans l'analyse en amenant l'opérateur à se poser rapidement quelques questions clé. Les cas non affectables ou sur lesquels subsistent des interrogations sont relativement rares. Les éléments de discussion qui suivent l'analyse de chacun des scénarios de piétons dans l'ouvrage de l'INRETS sont très utiles dans la formulation des hypothèses et des pistes d'action.

Un certain nombre de facteurs accidentogènes récurrents mériteraient, au-delà d'un simple traitement papier au cas par cas, d'être intégrés à une approche spatiale dans Concerto presque indépendamment de l'affectation à un scénario type.

Le travail d'observation de terrain bien guidé par les hypothèses établies lors de l'analyse séquentielle et bien formalisé par des techniques simples de transcription s'est avéré particulièrement déterminant dans l'analyse, pour un investissement de temps raisonnable. La formalisation et la quantification des comportements de piétons sur plan sur de courtes périodes est particulièrement éclairante.

Le passage d'un mode de compréhension « micro » (comportement du conducteur en situation, aménagement d'un carrefour…) de l'accident à un mode de compréhension « macro » (politiques urbaines, politiques de déplacements, choix modal) est souvent pertinent mais parfois difficile à établir à l'échelle d'un seul quartier. Les effectifs d'accidents par scénario sont parfois insuffisants et l'analyse du PV ne permet pas toujours de comprendre le contexte sur les motifs, les origines et destinations des déplacements et le choix modal. Le lien direct avec les informations extérieures au PV n'est pas toujours évident à établir.

Le travail d'analyse gagne à être concentré sur une ou deux personnes, chacune des étapes de l'analyse enrichissant à la fois la précédente et la suivante. Une parcellisation trop importante des tâches pourrait sans doute nuire à la qualité du travail.

# Références

Brenac, T., Nachtergaële, C., & Reigner, H. (2003). *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention.* Rapport INRETS n°256, Décembre 2003, ISBN 2-85782-599-4.

# Quelles recherches dans la PFI COPIE ?

## Une problématique commune mais complexe

La plateforme intégratrice (PFI) COPIE était à l'origine un groupe de travail issus de 4 Unités de Recherches de l'INRETS dont l'objectif était de rassembler une communauté de chercheurs issus de disciplines relevant aussi bien des Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) que des Sciences de l'Homme et de la Société (SHS), d'offrir un espace de diffusion de leurs travaux de recherches, de confronter les différentes approches utilisées, de discuter autour de problématiques communes. L'objet de recherche qui fédère cette PFI est le comportement du piéton dans son environnement.

Un déplacement se compose, *a minima*, d'un motif, d'une origine et d'une destination. Les déplacements en milieux urbains représentent des cas complexes d'interaction; spécialement des interactions entre les usagers des différents modes de transport (piéton, cycliste, conducteur de deux roues et de voiture, de bus...) ; elles-mêmes situées dans des environnements variés et dynamiques (infrastructure, trafic, règles de circulation...). Marcher c'est faire des pas, s'arrêter, repartir, prélever des informations et prendre des décisions dans un environnement urbain et sur un trottoir, une chaussée, dans un couloir… dans des espaces réservés au déplacement à pied ou à partager avec d'autres modes de transport, lors des traversées de rue par exemple.

Les différents chercheurs sont à peu près d'accord sur un découpage de l'action en niveaux stratégique et tactique. Le premier est relatif au choix de l'itinéraire dans la ville et ses réseaux (orientation, traversée, …). Le deuxième est relatif aux décisions en matière de traversée de rue.

Une grande partie de la complexité de la modélisation vient des interactions. En premier lieu avec l'environnement urbain et l'infrastructure urbaine, en deuxième lieu avec les usagers motorisés (automobilistes, chauffeurs de bus de poids-lourds, cyclomotoristes et motocyclistes) et cyclistes avec lesquels il faut négocier le passage ou partager l'espace, en troisième lieu avec les autres piétons qui peuvent générer un comportement plus collectif qu'individuel. Intervient aussi le rôle d'une autorité régulatrice centrale, ici le Code de la route, qui s'applique à tous les usagers de l'espace routier et qui est interprété par les acteurs avec divers filtres qui s'imposent avec plus ou moins de force via un phénomène d'institution ou de norme sociale.

L'autre partie de la complexité vient des caractéristiques du piéton. Les capacités cognitives et physiques jouent un grand rôle dans la performance qui consiste à se déplacer dans la ville et surtout à traverser les voies, particulièrement lorsque le sujet est très jeune ou très âgé. La phase d'apprentissage fait l'objet d'une recherche particulière en caractérisant le rôle

des parents dans l'apprentissage de la « règle » et celui de la formation en général en harmonie avec le développement moteur, intellectuel et social de l'enfant.

Pour les chercheurs impliqués dans cette PFI, qu'ils viennent des SHS ou des SPI, qu'ils cherchent à appréhender l'activité du piéton ou à la modéliser, il s'agit toujours de comprendre comment le piéton choisi son trajet ou prend la décision de traverser et, plus particulièrement, saisir quels sont les critères de décision utilisés par le piéton, c'est-à-dire pourquoi il prend cette décision là et pas une autre.

## Des thématiques de recherche guidées par l'action de sécurité

Le déplacement dans la ville est dangereux. L'environnement est hostile et le piéton est vulnérable spécialement aux collisions avec un véhicule en mouvement. Toutes les activités du piéton doivent intégrer une dimension risque d'accident. A partir des modèles de comportement piéton, on peut développer une analyse du risque sous forme d'arbre des causes et des conséquences en décrivant la façon dont les actions peuvent échouer suite à des défaillances malgré les barrières de sécurité conçus pour le système de déplacement urbain. L'analyse des accidents peut renseigner sur les scénarios d'accidents et les jeux de causes qui conduisent à la collision et aux blessures. Toutes les recherches qui sont fédérées sous COPIE se réfèrent à l'action de sécurité routière et plus largement au développement durable, listons par exemple :

- La prise en compte du piéton dans la gestion du trafic en carrefour
- L'évaluation de l'exposition au risque piéton en milieu urbain
- Le développement d'un simulateur piéton enfant pour la formation
- Le développement de simulations multi-acteurs (véhicules, piéton...) pour l'aménagement et l'exploitation de la circulation
- L'apprentissage des règles chez l'enfant piéton

Entre juin 2004 et novembre 2007, les séminaires de la PFI ont permis de connaître les travaux autour du piéton développés par plusieurs UR de l'INRETS : MA, MSIS, GARIG, le LVMT, le LBA, le LESCOT, le LPC, le LEOST, le GRETIA ; et par certains de nos partenaires universitaires : le LCPC-DESE, les Universités de Valenciennes, Lille 1, Paris IV, Pau, Budapest et Athènes.

La PFI COPIE débouchera, à terme, sur des projets de recherche pluridisciplinaires autour du piéton, et compte poursuivre son chemin, vers une meilleure mise en commun des connaissances issues des différentes disciplines présentes à l'INRETS et à l'extérieur, et vers une meilleure compréhension de l'activité du piéton dans son environnement.

Imprimé en France – JOUVE, 11 bd de Sébastopol 75001 PARIS
N° 458592G – Dépôt légal : juillet 2008