

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

Jacques Bergeron*, Brigitte Cambon de Lavalette**, Charles Tijus***, Sébastien Poitreau***, Christine Leproux***, Jean-Pierre Thouez*, André Rannou*

(* Université de Montréal, **INRETS, *** Université de Paris 8)

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'utilisateur, différent de l'utilisateur 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'utilisateur 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'ensuire dysfonctionnements et accidents (Richard, 1983 ; Tijus, Cambon de Lavalette, Leproux & Poitrenaud, 2003).

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, Räsänen 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.

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 ?

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.

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 retirés 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 :

1. munis ou non de signalisation lumineuse piétons (définie comme une aide à la traversée),
2. le nombre de voies de circulation (augmentation de la vigilance)
3. 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.

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%).

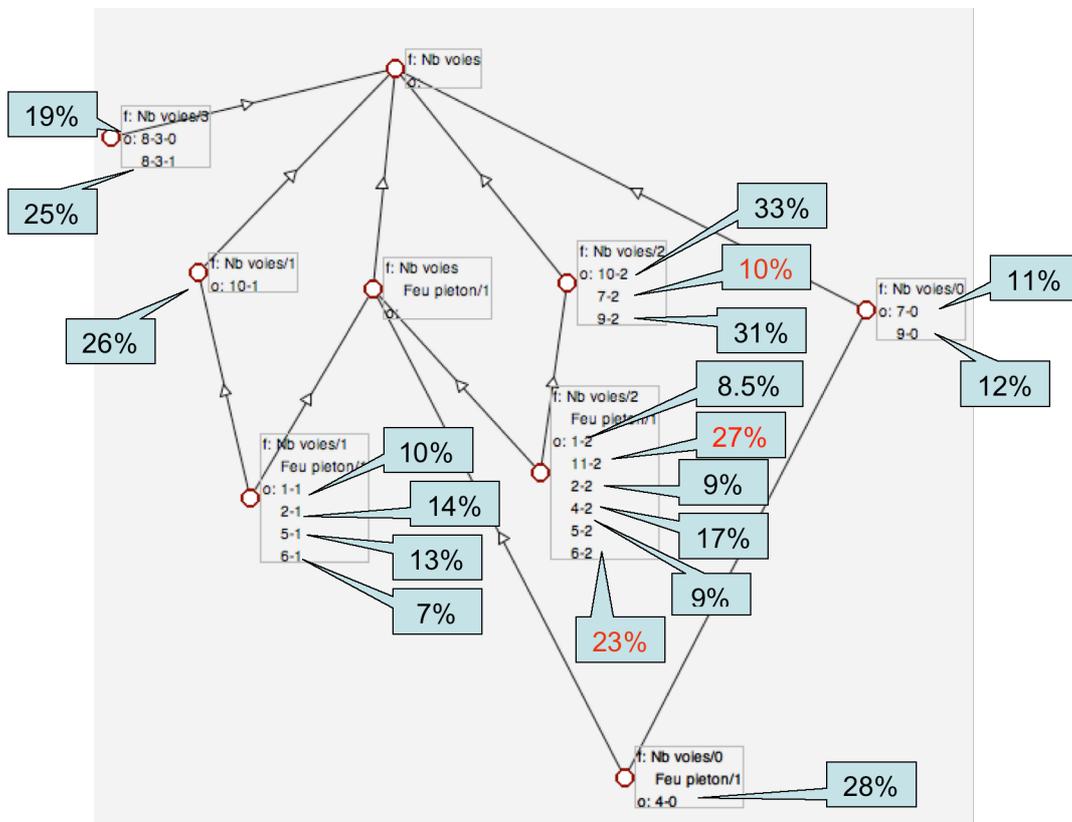


Figure 1. Hiérarchie des catégories d'environnement et taux d'infractions associés.

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), $p < .0001$

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's road crossing decisions: an application of the theory of planned behavior *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) et l'intersection Côte-des-Neiges et Van Horne (quartier résidentiel).

