

Thème 3 : Transport, mobilité, aménagement

Modélisation et visualisation de l'accessibilité piétonne à Luxembourg-Ville

Olivier Klein⁽¹⁾, Marc Schneider⁽¹⁾ et Nadja Victor^{(1) et (2)}

⁽¹⁾ CEPS/INSTEAD, 44, rue Emile Mark, L-4620 Differdange, Luxembourg

⁽²⁾ CRENAM, Université Jean Monnet, 6, rue Basse des Rives, F-42023 Saint-Etienne Cedex 02, France

Dans le cadre du projet INTERREG IVB NWE ICMA¹ (*Improving Connectivity and Mobility Access*), le CEPS/INSTEAD, en collaboration avec la Ville de Luxembourg, cherche à proposer des alternatives efficaces et attractives à la voiture privée notamment dans les premiers et derniers kilomètres des déplacements quotidiens. Inciter efficacement les usagers à ces alternatives engage à mieux les informer sur les options qui leurs sont offertes, et ainsi, à promouvoir aussi bien les transports publics que les mobilités douces (piétons ou vélos). En se focalisant sur les déplacements des piétons dans un espace intra-urbain, la marche est envisagée comme un déplacement différent des autres modes, qui peut être, non seulement, exclusif (uni-modal), mais aussi, combiné à d'autres modes (multi-modaux). Dans ce rôle d'interface entre les différentes solutions de transports, la marche offre notamment des possibilités de rabattements ou de correspondances. De ce fait, elle apparaît comme un liant pour le porte à porte (Amar, 2010) et, donc, comme un élément influant le choix modal particulièrement en début et en fin de parcours (l'usager marche vers un arrêt de bus, d'un parking à la gare...). La promotion de la mobilité piétonne implique de démontrer aux usagers que cette forme de déplacement peut être effectivement complémentaire et/ou concurrentielle. Ce type d'information peut prendre la forme d'une visualisation cartographique des temps d'accès avec différentes formes de restitutions selon le public visé. Cette communication se focalise, d'une part, sur le choix et la collecte de données appropriées à l'étude et, d'autre part, sur la proposition d'un modèle d'accessibilité piétonne et de ses représentations associées.

Collecter des données pour définir l'espace physique du piéton

L'accessibilité et la mobilité sont des dimensions primordiales de la qualité de vie. Au niveau intra-urbain, chaque jour, les piétons – avec des facultés physiques variables – peuvent se heurter à des obstacles, qui ne sont pas nécessairement perceptibles directement. Ces véritables barrières entravent et restreignent leurs possibilités de déplacements (Matthews et al., 2003).

Un piéton n'est pas simplement, et seulement, une personne qui se déplace à pied en opposition à celle qui utilise un véhicule. Dans une approche plus large, la définition peut englober diverses catégories d'usagers selon leurs capacités à se déplacer. Par exemple, de longues montées sans paliers de repos ou des surfaces inégales peuvent s'avérer des obstacles insurmontables pour une personne se déplaçant en fauteuil roulant. De la sorte, trois catégories d'usagers ont été retenus afin

¹ www.icma-mobilife.eu

de prendre en compte la variabilité des capacités physiques de déplacement (Victor, 2010). (1) Les personnes à mobilité classique regroupent les usagers se déplaçant à pied sur tout types de revêtements. Leurs vitesses de déplacements sont relativement régulières et peu impactées par le dénivelé. (2) Les personnes à mobilité restreinte rassemblent des usagers, se déplaçant à pied, dont la mobilité est bridée par un coût physique important lors du déplacement. Ces personnes font souvent appel à une aide technique pour la marche (cane, béquilles...). Leurs capacités à se mouvoir sont limitées dans certains milieux : pentes fortes, revêtements non adaptés. (3) Les personnes à mobilité très restreinte utilisent une aide au déplacement matérialisée par un équipement à roues non motorisé (fauteuil roulant, poussette...). La mobilité de cette dernière catégorie d'usagers est plus particulièrement restreinte par l'inadaptation du revêtement au sol (gravillons...), par l'absence d'aménagements spécifiques (rampes d'accès et autres adaptations) et par les caractéristiques de la voirie (largeur et hauteur de trottoir).

La modélisation et la représentation cartographique de l'accessibilité intra-urbaine de ces usagers implique la mise en place d'une définition d'un espace de déplacement piéton approprié pour chacune des catégories définies précédemment. L'ensemble des éléments ayant une influence sur les déplacements doivent être pris en compte afin que la modélisation reflète les possibilités de chaque groupe d'usagers.

Par conséquent, il convient dans un premier temps de mettre en place et de paramétrer de manière adaptée le réseau sur lequel les usagers pourront circuler. Il est donc primordial, dans la plupart des cas, de digitaliser les bords de voies ou trottoirs, rarement exhaustifs dans les bases topo-cartographiques. Ces premiers éléments sont à enrichir avec les traversées de places, et tout autres espaces publics à caractères surfaciques, franchissables de multiples façons. L'ajout de "franchissements de voies" – réglementés ou non – et de "traverses intérieures" à des bâtiments publics complète l'espace public piétonnier intra-urbain.

Une typologie des voies est un second élément indispensable à la modélisation, car la mise en place d'une hiérarchie dans les tronçons composants le réseau permet des différenciations, d'une part, selon la capacité des usagers à s'y mouvoir et, d'autre part, selon les possibilités ou restrictions d'accès qui y sont définies.

La topographie est une autre contrainte importante dans un milieu urbain, tel celui de la ville de Luxembourg. Les variations de pentes n'offrent pas les mêmes solutions de déplacements à toutes les catégories d'usagers. A partir d'études et de travaux menés par différentes associations d'aide aux personnes à mobilité réduite (ex : CRIPH, ANLH), des préconisations de quotas maximums de pourcentages de pentes sont à prendre en compte. Aussi pour modéliser l'accessibilité en tenant compte de la topographie, des vitesses moyennes ont été estimées en fonction du degré de pente.

La prise en compte simultanée de l'ensemble de ces facteurs permet de modéliser l'accessibilité piétonne des différentes catégories d'usagers dans l'espace intra-urbain.

Modéliser et visualiser l'accessibilité intra-urbaine des différentes catégories d'usagers

Dans le parcours d'un réseau, un individu va chercher à adopter une stratégie de déplacement en minimisant au maximum le coût relatif au mouvement (temps le plus court, distance la plus courte,

penne la plus faible, etc.). Dans la pratique, si l'on en croit P. Haggett (1973) les itinéraires auront tendance à fluctuer autour de l'optimum selon une distribution de Laplace-Gauss centrée sur ce chemin minimum coïncidant avec la valeur minimale de la courbe d'effort ou de moindre coût. Il reste à préciser cet optimum en tenant compte de la connectivité, de la topographie, d'attributs spécifiques au réseau et des coûts de déplacements associés. Ainsi, pour un individu i se déplaçant entre deux nœuds A et B, on détermine son temps de parcours t_i selon la formule suivante :

$$t_i = \frac{d_i}{v_{moy_i} \times \frac{(\sum_{j=1}^n r_j)}{n}}$$

avec d_i : distance entre A et B

v_{moy_i} : vitesse moyenne de l'individu entre A et B

$\sum_{j=1}^n r_j$: ensemble des restrictions s'appliquant à l'individu i entre A et B selon ses caractéristiques propres (catégories d'usagers)

n : nombre de restrictions

De là, l'algorithme de Dijkstra (1959) permet de déterminer de manière optimale des parcours minimisant le temps de déplacement en prenant en compte l'ensemble des critères précités (Lee et al. 1998). Avec le développement des SIG intégrant des modules d'analyse de réseau (comme Network Analyst d'ArcGis), la capacité de mettre en place une telle modélisation, basée sur une évaluation multicritère, est possible en restituant une information pertinente à une résolution spatiale relativement fine (Atkinson et al., 2005).

A ce stade du projet, les premiers résultats permettent d'élaborer une cartographie comparative de l'accessibilité intra-urbaine des différents types d'usagers piétons. Plus qu'une simple illustration, la carte apparaît alors comme un outil révélateur de structures spatiales non directement visibles sur le terrain (Antoni et al., 2004). Elle offre l'opportunité d'évaluer l'efficacité du réseau et de hiérarchiser les différents lieux accessibles. Elle doit permettre de voir, de comprendre et de mettre en évidence des obstacles aux déplacements. Selon le paramétrage du modèle, différentes barrières intra-urbaines peuvent être identifiées qu'elles soient physiques, artificielles, environnementales ou psychologiques. Enfin, la connectivité piétonne à d'autres modes peut également être mesurée à travers des cartes d'accessibilités aux infrastructures (stations vél'oH!, gare, arrêts de bus, etc.).

Mots-clés (3 à 5) : piéton, intra-urbain, accessibilité, modélisation, visualisation

Références bibliographiques

Amar G., 2010, La marche au coeur de l'intermodalité, *CAUE*, Paris, 21 mai 2010.

Antoni J.P., Klein O. Moisy S., 2004, Cartographie interactive et multimédia : vers une aide à la réflexion géographique, *Cybergeo : European Journal of Geography, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques*, article 288, mis en ligne le 21 octobre 2004, <http://cybergeo.revues.org/index2621.html>.

Atkinson D.M., Deadman P., al., 2005, Multi-criteria evaluation and least cost path analysis for an arctic all-weather road, *Applied Geography*, 25, pp. 287-307.

Dijkstra E.W., 1959, A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, vol. 1, pp. 269-271.

Haggett P., 1973, *L'analyse spatiale en géographie humaine*, Collection U, A. Colin, 390 p.

Lee, J., & Stucky, D. ,1998, On applying viewshed analysis for determining least-cost paths on digital elevation models. *International Journal of Geographical Information Systems*, 12(8), pp. 891–905.

Matthews H., BEALE L. et al., 2003, Modelling Access with GIS in Urban Systems (MAGUS): capturing the experiences of wheelchair users, *Area*, 35 (1), pp. 34-45.

Victor N., 2010, Modélisation de l'accessibilité piétonne à Luxembourg-Ville, Rapport de Stage, CEPS/INSTEAD, Master SIG et Gestion de l'Espace, Université Jean Monnet, Saint-Etienne, 54 p. (+ annexes et livret cartographique).