

## **Colloque International Francophone Piéton 2013**

**La ville sous nos pieds: connaissances et pratiques favorables aux mobilités piétonnes  
20-22 nov. 2013 Montréal (Canada) – INRS & IFSTTAR**

### **PEDESTRIAN NETWORK CODIFICATION AND ROUTE CHOICE PREFERENCE LA CODIFICATION DES RESEAUX PIETONS ET LE CHOIX D'ITINERAIRES**

**Alain Chiaradia**

Cardiff University  
School of Planning and Geography  
Glamorgan Building  
King Edward VII Avenue  
Cardiff CF10 3WA  
Wales UK  
[chiaradiaaj@cardiff.ac.uk](mailto:chiaradiaaj@cardiff.ac.uk)  
[www.cardiff.ac.uk/cplan](http://www.cardiff.ac.uk/cplan)

#### **RÉSUMÉ**

Les morphologies du réseau viaire des villes européennes, des villes nouvelles, des villes nord-américaines sont très différentes. Les recherches sur la cognition spatiale montre que la morphologie spatiale impacte les choix d'itinéraires des piétons. Récemment les services de navigation urbaine se sont améliorés pour affiner le niveau de généralisation des réseaux véhiculaire, afin de prendre en compte des aspects qualitatifs de l'environnement et des comportements des piétons qui, par le passé, ont souvent été traités de façon simpliste. En particulier afin de pallier aux généralisations du réseau véhiculaire par rapport à la cartographie réelle du réseau piéton mais aussi afin de prendre en compte les comportements de choix d'itinéraire des piétons entre origine et destination. Ces améliorations deviennent plus importantes des lors que la cartographie du réseau piéton et les modélisations ont pour objectif non seulement la prévision de la demande transport ou l'aménagement mais aussi leur utilisation pour une offre de service de navigation piétonne qui puisse aussi prendre en compte les personnes à mobilité réduite. Cet article décrit comment certaines de ces améliorations de la cartographie du réseau piéton ont été conçues, mis en œuvre et appliqué pour la création du réseau piéton détaillé et complet de la Communauté d'Agglomération de Saint Quentin en Yvelines dans la région Parisienne.

Réseau, piéton, préférence, cognition

#### **ABSTRACT**

The morphologies of the street network of European cities, new towns, North American cities are very different. Research on spatial cognition shows that the street morphology impacts on pedestrian route choice preference. Recently, navigation service at conurbation scale have improved to refine the level of generalization of vehicular networks, to take into account qualitative aspects of the environment and behaviour of pedestrians which in the past have often been treated simplistically. In particular the aims are to overcome the limitation of vehicular network generalisation compared to actual pedestrian network mapping and to take account of the pedestrian route choice behaviour and preference between origin and destination. These improvements become more important when the pedestrian network mapping are specified not only for transport demand forecasting or planning and development but also are used to provide able and less able pedestrians with navigation services. This article describe how some of these improvements in pedestrian network mapping and modelling were designed, implemented and applied for the creation of detailed and complete pedestrian network map of the Urban Community of Saint Quentin en Yvelines in the Paris region.

## 1. INTRODUCTION

Les problématiques de la mobilité des piétons se sont étendues au-delà de l'évaluation de la demande, et de l'aménagement des transports. Les préoccupations s'étendent désormais à la conception urbaine, à l'accessibilité pour tous, la santé, l'économie, l'environnement et la politique. Les mesures et les méthodes d'observation ont été standardisées pour répondre à des préoccupations particulières comme la prévention routière, l'attractivité, la sécurité et la santé. Elles se sont toujours développées en réponse à des problèmes particuliers. Par exemple, la sécurité routière étant devenue un enjeu majeur depuis quelques années, les statistiques sur les collisions sont enregistrées partout en Europe et ailleurs. L'évolution vers un domaine public plus convivial a été motivée par l'attractivité de la ville dans le domaine des affaires, du tourisme et du commerce. Cela suscite de l'intérêt dans la forme urbaine piétonne, la conception de l'aménagement des rues, la qualité visuelle de la ville, le confort, la fréquentation et l'utilisation de l'espace public par le piéton. Il a aussi été montré que les piétons participent à une surveillance naturelle et les experts en criminologie et sécurité y portent un intérêt certain. Plus récemment, la santé et l'environnement sont devenus des préoccupations majeures et les modes actifs sont particulièrement sollicités. Les performances et le taux d'usage des nouveaux téléphones portables, l'accroissement des « location based services » à la personne qui y sont associés et le succès des systèmes de navigation automobile suscitent également un intérêt croissant dans les systèmes de navigation pour piétons en général et en particulier pour les personnes à mobilité réduite, dû à l'impératif d'équité (ONU, EU, France, "Loi Handicap" 2005, 2012) dans la perspective de la grande tendance de vieillissement des populations.

Les bases de données cartographiques sont une composante essentielle de la planification des transports et du système de navigation piéton. Elles sont constituées par l'ensemble des espaces représentés par des plans dans l'étude de plateformes multimodales ou de stations de train ou de métro, ou à l'échelle de conurbations c'est un filaire à trait constant centré représentant l'ensemble des routes possibles (Tiger line, USA, Integrated Transport Network (ITN), UK, RGE – réseau routier, France). Ces représentations permettent des fonctionnalités clés comme l'affichage de carte, le géocodage, les normes d'échange de données, les analyses potentielles d'itinéraire, le repérage de cheminement et les possibilités de géo-référencer des attributs qualitatifs ou quantitatifs. Si les bases de données de réseaux développées pour les systèmes de navigation automobile constituent une norme acceptée, elles posent des problèmes dans l'utilisation de la planification piétonne à grande échelle et dans des systèmes de navigation pour piétons (1, 2). Ainsi, NAVETQ afin de palier à ces problèmes offre aux utilisateurs une carte numérique incluant des informations pour piétons tels que les emplacements des ponts, la localisation des zones piétonnes, ou encore la figuration des trottoirs et des parcs. Il devient donc nécessaire de construire de nouveaux modèles ne se limitant pas à la seule représentation du réseau physique mais intégrant également les moyens d'analyser des facteurs influant sur les choix d'itinéraire des piétons. Cette question est négligée dans la production automatisée de réseau piéton détaillé émergeant de la géo-détection et des SIG (3, 4, 5).

## 2. OBJECTIFS

Le principal objectif de cet article est de développer une méthodologie de cartographie du réseau piéton détaillé qui soit compatible avec la codification standard « tronçon-nœud » des réseaux et qui prenne en compte les préférences dans les choix d'itinéraire des piétons. Le but est de guider la génération automatique de réseau piéton détaillé par la télédétection et l'approche SIG aussi bien pour l'analyse des choix d'itinéraire que les services de navigation des piétons. Une convergence accélérée par la généralisation des téléphones mobiles intelligents.

Dans les sections suivantes, nous passons en revue de manière sélective les aspects de la cognition spatiale en relation aux choix d'itinéraire par les piétons et les représentations du réseau piétonnier, dans le but de mettre en évidence les problèmes d'une cartographie du réseau piéton. Nous utilisons ensuite les difficultés rencontrées pour établir le réseau piéton complet et détaillé (1400 km) de la Communauté d'Agglomération de Saint Quentin en Yvelines, comme une étude de cas.

## 3. CHOIX D'ITINERAIRE DES PIETONS

Dans cet article, pour des raisons de brièveté, nous faisons abstraction des motivations (pourquoi) et de l'occurrence temporelle (quand) des activités de la marche. Nous nous intéressons aux déterminants et aux résultats émergents des choix de la séquence spatiale entre origine et destination, en particulier aux déterminants spatiaux de cette séquence (6). La recherche et l'expérimentation ont montré que les effets émergents de ces choix d'itinéraires sont prévisibles (7, 8, 9, 10).

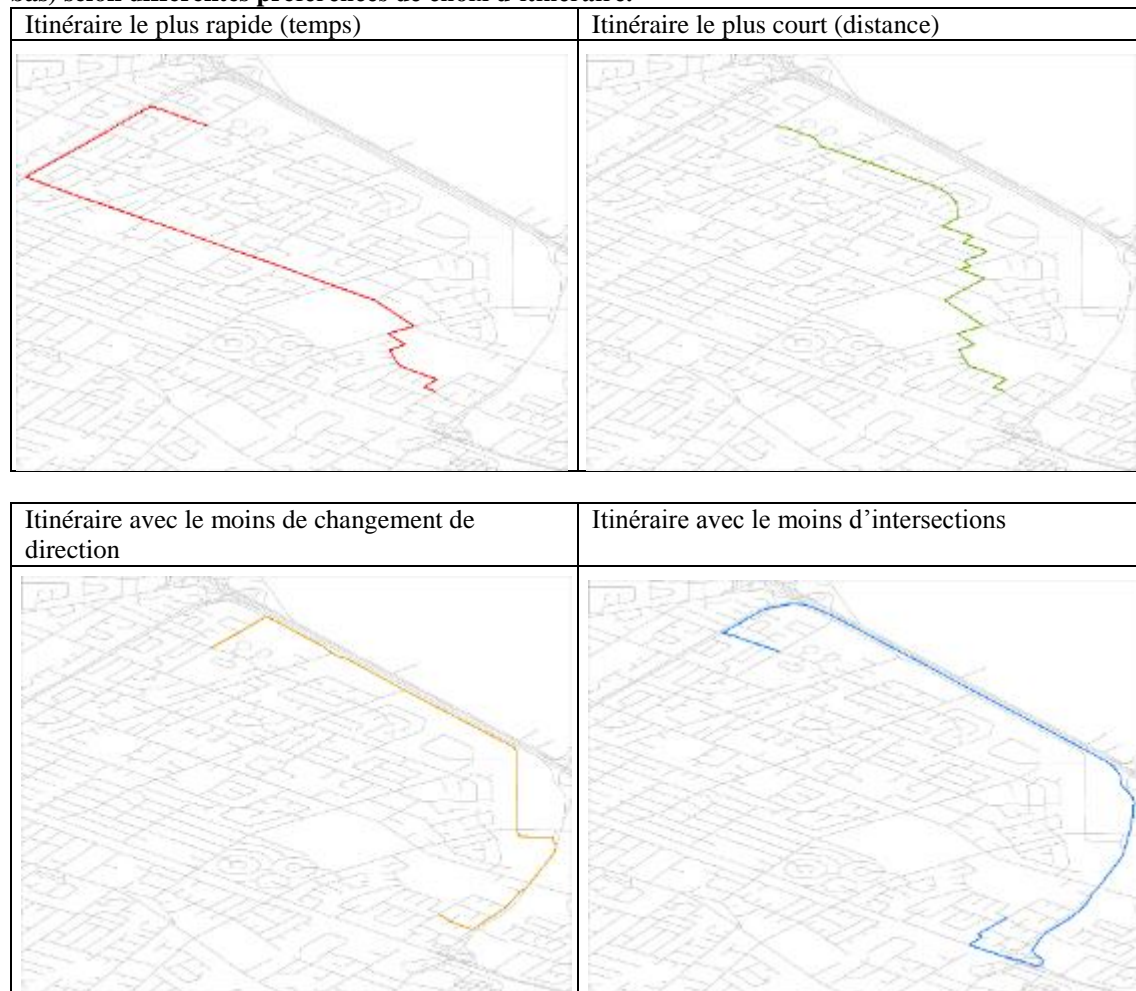
Le choix d'itinéraire est un des procédés qui peut être décrit par la théorie générale de choix. Un itinéraire est défini comme une succession de nœuds consécutifs connectés par des tronçons, reliant l'origine du trajet avec sa destination (11). Des recherches montrent qu'il existe des facteurs spécifiques pouvant influencer le choix de l'itinéraire du piéton, comme la distance ou le temps, le nombre d'obstacles ou les interactions avec d'autres piétons, le niveau de service offert, l'environnement, l'attractivité locale et globale de l'environnement (12). Bien que les stratégies de sélection de l'itinéraire soient largement subconscientes (13), plusieurs chercheurs ont élaboré des théories sur ce comportement. La distance n'est pas seulement un facteur important sur lequel se fonde le choix d'itinéraire, elle a aussi une influence sur la façon dont les piétons choisissent leur itinéraire (14,

15, 16, 17, 18, 19, 20). Différents types de distances sont distingués. Khisty (21) distingue la distance « perçue » et la distance « cognitive », qui tient compte de l'évaluation de la complexité géométrique des itinéraires qui est repérée dans la littérature sur la cognition spatiale (22, 23). Cauvin (6) fait une revue détaillée de la cognition spatiale intra-urbaine en français.

Au plus direct est la raison déclarée la plus courante pour le choix d'un itinéraire particulier. Au plus direct, n'est pas seulement une question de longueur de l'itinéraire, au plus court, mais aussi de sa complexité. Au plus direct se définit en fonction de la « lisibilité/visibilité cognitive » entre l'origine et la direction inférée (non visible à l'origine) de la destination. Sans obstacle le piéton marche directement en ligne droite vers une destination visible, à moins d'être entravés par des obstacles, d'autres piétons ou distraits par d'autres attractions (24, 25). Les piétons semblent souvent choisir le chemin le plus court (préférence déclarée), mais ils sont rarement conscients qu'ils le font en minimisant à la fois la distance euclidienne et la complexité (préférence révélée) comme une stratégie essentielle dans le choix des itinéraires (18, 15, 26, 27).

Lorsqu'on étudie le choix de l'itinéraire d'un piéton, il est alors important de différencier la distance euclidienne de l'itinéraire de sa complexité. La complexité peut être mesurée comme la distance euclidienne entre origine et destination d'un réseau en mesurant le nombre de changements de directions ou plus précisément la somme des changements angulaires sur l'itinéraire. En modélisation transport, il existe une grande variété d'algorithmes de modélisation pour représenter les processus de prise de décision dans le choix d'itinéraire (Figure 1). Ces algorithmes sont basés sur une représentation tronçon-nœud.

**Figure 1 : Exemple de quatre choix d'itinéraires entre la même paire origine (en haut) et destination (en bas) selon différentes préférences de choix d'itinéraire.**



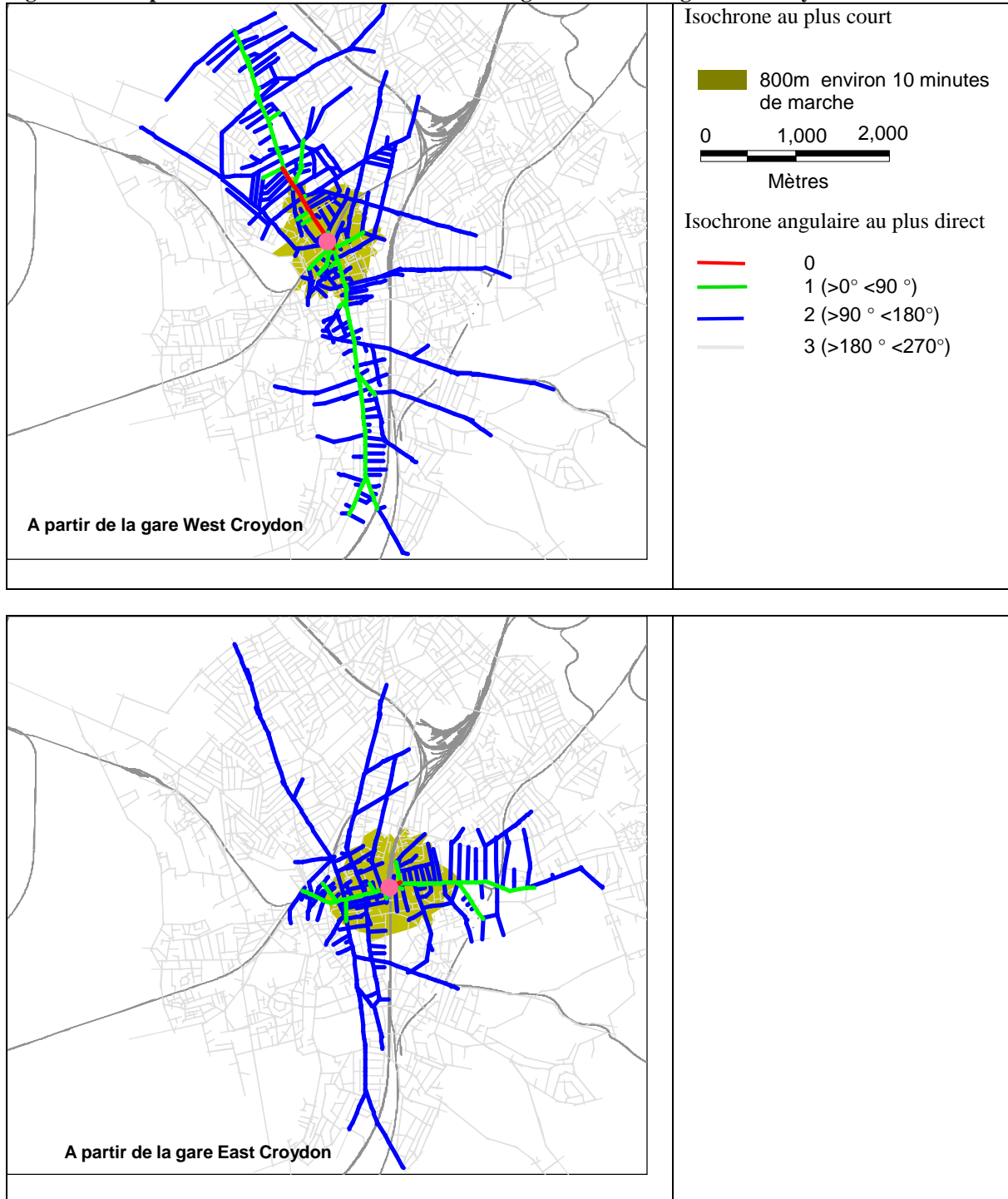
*Adapté de Bovy et Stern (1990), Rogers et Langley (1998) et Piet et Stern (2009)*

Le figure 2 montrent la géographie de la distance angulaire en la comparant à un isochrone euclidien. Les cartes montrent en vert olive l'isochrone réseau de 10 minutes de marche à partir des gares de West Croydon et East Croydon à Londres (points roses) et un « isochrone angulaire ».

L'analyse montre le rapport entre angularité et visibilité et leurs effets structurant. L'isochrone euclidienne montre que certaines rues proches, sont « loin » de par la complexité de leur itinéraire d'accès. Inversement, un

certain nombre de rues qui se trouvent hors de l'isochrone euclidienne, donc loin, sont proche de par leur localisation au plus direct et leur visibilité aussi bien longitudinalement à l'itinéraire qu'orthogonalement. La saillance de ces rues sont structurante dans l'organisation de la compréhension de l'aire urbaine et fonctionne comme repère linéaire (linear landmark) complétant ou substituant les points de repères (point landmark) (28). Dans le cas de coupure urbaine (29) la proximité visible ne rend pas compte de la distance euclidienne ou de la complexité induite. Un indice de complexité peut être formé en combinant isochrone euclidien, isochrone angulaire et mesure de détour sur chacun.

**Figure 2 : Comparaison d'un isochrone euclidien et angulaire des deux gares de Croydon à Londres**



© Croydon City Council, London, 2006

L'importance relative entre distance euclidienne et angulaire de l'itinéraire dépend aussi de la familiarité des lieux. Les itinéraires choisis par les piétons sont plus euclidiens, au plus court, dans les zones qui leur sont

familiales, tandis que les piétons qui visitent un lieu nouveau font preuve de préférence au plus direct lorsqu'ils cherchent leur chemin. De même, le choix d'itinéraire dépend de l'échelle de déplacement. Par exemple, dans la zone locale la plus proche d'une gare, les choix d'itinéraires peuvent largement se baser sur l'itinéraire au plus court (30). Inversement, lorsque l'échelle de déplacement augmente, les piétons ont plus tendance à choisir leur chemin au plus direct dans un premier temps (ce qui augmente la pertinence de la distance cognitive et de la complexité). Nous retrouvons des stratégies de cognition spatiales qui sont celles des piétons mais aussi des chauffeurs (26, 31), la différence est scalaire.

Le choix de l'itinéraire des piétons peut aussi être influencé par la qualité des itinéraires disponibles. Dans certains cas on a pu observer que les piétons sont enclins à prendre un itinéraire un peu plus long afin d'éviter un itinéraire particulièrement désagréable ou dangereux ou pour bénéficier d'un itinéraire de plus grande qualité environnementale. La définition de la qualité dépend, bien évidemment, des types de piétons. Ils peuvent préférer les itinéraires attrayants (par exemple au bord de l'eau ou longeant, traversant des espaces verts) mais aussi les itinéraires avec des façades actives et d'intérêt visuel à l'échelle piétonne. Des méthodes qualitatives ont été proposées pour saisir ces facteurs de « marchabilité » (32, 33, 34), certaines méthodes sont standardisées (35). Ces facteurs sont généralement associés à la représentation tronçon-nœud.

Les facteurs de qualité de l'itinéraire peuvent décrire les obstacles à la circulation qui sont perçus, comme les différentes formes de traversée (36). Celles-ci comprennent le délai d'attente perçu pour traverser à des intersections avec une lourde signalisation, par opposition aux délais perçus dans certains cas de mouvements spécifiques de traversée informelle.

En résumé ;

- les préférences d'itinéraire piétonnier sont à la fois co-déterminées par la distance euclidienne et la distance angulaire et un ensemble de facteurs qualitatifs et quantitatifs.
- La codification tronçon-nœud semble de facto être la convention pour coder à la fois les aspects qualitatifs et quantitatifs des environnements piétonniers.

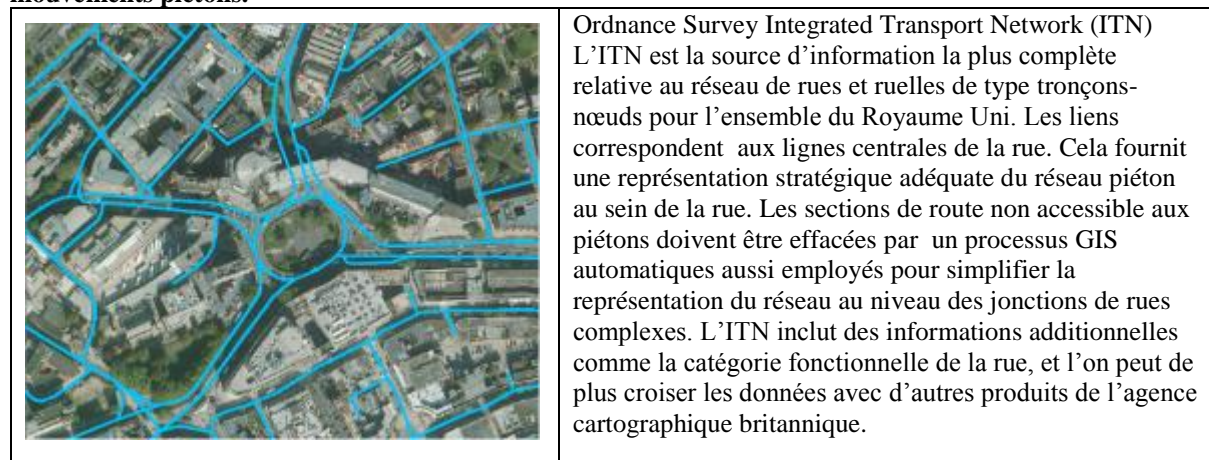
Dans la section suivante nous explorons comment ces facteurs sont pris en compte dans la codification de réseau piéton.

#### 4. LES TYPES DE RESEAUX PIETONS ET LEURS CARACTERISTIQUES

Concepteurs et aménageurs urbains se sont familiarisés depuis un certain temps avec des représentations graphiques qu'ils manipulent au quotidien. Aussi, pour s'assurer que tous puissent interpréter les résultats obtenus, il est important que le réseau piéton soit représenté d'une façon similaire, tout en intégrant les particularités du calcul d'itinéraire piéton, à savoir la prise en compte des préférences de cheminement. Un réseau piéton contient en son sein, les distances euclidiennes, la géométrie des tronçons de parcours ainsi que les relations topologiques entre ces tronçons.

Aussi bien au Royaume Uni qu'en France, aucune source définitive et unique d'information fournissant une représentation adéquate du réseau pédestre pour pratiquer une analyse des mouvements de piétons. Comme il est montré ci-dessous, il existe au Royaume Uni deux systèmes de cartographie fournis par l'Ordnance Survey (IGN pour la France) pouvant être utilisés pour produire des réseaux piétons fiables mais des ajustements sont toujours nécessaires.

**Figure 3: Les défis posés par l'utilisation des données cartographiques conventionnelles en analyse des mouvements piétons.**







#### Ordnance Survey ITN Urban Paths

D'après le service de cartographie britannique, cette base de données est un réseau logique constitué de lignes centrées représentant les cheminements piétons, intégrées au sein d'une codification tronçon-nœud et incluant sentiers, passages souterrains, escalier, passerelles et voies cyclables. Cette dernière couvre toutes les zones urbaines britanniques de plus de 5 km<sup>2</sup>.

En pratique, le réseau est critiqué par les usagers pour le manque de consistance des définitions employés et le manque de détails.



#### Combinaison de l'ITN et des Urban Paths (UB)

Le plus gros défaut, et le plus évident, du réseau Urban Paths réside dans le fait qu'ils soient totalement séparés de l'ITN, en termes de géographie comme en termes de codage. Il n'est même pas aisé pour les utilisateurs de créer automatiquement un réseau combiné, les liens des Urban Paths ne se rencontrant pas au niveau des axes centraux des voies mais se joignant au niveau de pseudo-nœud geo-référencés.



A titre comparatif, cette illustration présente le réseau piéton complet (généré comme exemple par l'auteur), incluant tous les cheminements et toutes les traversées piétonnes possibles y compris les passages publics en terrain privé.

© Bristol St Paul's aerial, Google Map 2013. Mastermap Integrated Transport Network™ Layer (ITN) Ordnance Survey GB Using EDINA Digimap Ordnance Survey Service <http://edina.ac.uk/digimap>, Created: June 2013 and Mastermap Integrated Transport Network™ (ITN) Layer - Urban Paths Theme, Ordnance Survey GB. Crown copyright. All rights reserved

En Grande Bretagne une alternative à la codification ITN et UB existe. Alors qu'en planification des transports tous les réseaux sont généralement basés sur une structure traditionnelle de type tronçons-nœuds, les conceptualisations impliquées en analyse des réseaux piétons ont traditionnellement eu recours à des codifications différentes : ligne axiale (37), le segment dérivé de la ligne axiale (10), ou comme champs visuel (38, 39). Ces différentes cartographies employées dans la codification des réseaux piétons ont pour but de rendre compte à la fois de la distance euclidienne pour l'analyse systématique : la définition d'isochrone Euclidien flottant et l'analyse de la complexité cognitive perçue par les piétons.

La génération et l'usage de ligne axiale (Figure 3) pose plusieurs difficultés. En effet, leur définition (37) empêche l'utilisation des cartes réseaux existantes ; le réseau doit être entièrement redessiné pour chaque nouvelle localisation étudiée. De plus, la méthode de génération de ces cartes est sujette à des désagréments, qui rendent extrêmement difficile la transmission convaincante de l'idée à un public de non spécialiste (40). Depuis

2005 une définition algorithmique existe (41). Cette représentation particulière a convergé vers l'utilisation du standard tronçon-nœud de l'ITN (42), une différence majeure demeure ; pour tout tronçon non linéaire, de nombreux segments indépendants sont générés. Le nombre de segments par tronçons suit les aléas de la décomposition vectorielle introduisant un bruit incontrôlable dans l'analyse. Ce parti pris rend caduque tous les standard d'interopérabilité de l'Open GIS Consortium (OGC <http://www.opengeospatial.org>).

**Figure 4: Représentation d'un réseau urbain par l'emprise au sol en noir, sous forme de carte axiale et d'analyse de la carte axiale en carte segment.**



Source: Geospatial World Forum, May 2013, Tim Stonor

[http://www.slideboom.com/presentations/762551/Tim-Stonor\\_Create-Space-Create-Value](http://www.slideboom.com/presentations/762551/Tim-Stonor_Create-Space-Create-Value)

L'outil logiciel comme le « Spatial Design Network Analysis » (SDNA) développé à l'Université de Cardiff, utilise la codification tronçon-nœud centré sur les cheminements piétons (43). Cette cartographie du réseau piéton comprend un ensemble d'attributs (42) et en particulier l'angle de courbure totale du tronçon (44). Les réseaux ITN, Open Street Map et Meridian (OS Open Source) ont été rigoureusement testés en milieu urbain simple en utilisant des données piétonnes existantes et ainsi que dans des environnements urbains denses et complexes, à plusieurs niveaux (45, 46). Les résultats sont au minimum comparables ou supérieurs (ITN et Meridian). Cela montre qu'une codification standard avec la prise en compte de l'angularité des tronçons et de leur incidence est à même de rendre compte à la fois de la distance euclidienne et de la complexité des itinéraires piétons. SDNA inclut des indices comme la densité du réseau, la densité des jonctions, indice de forme générale du réseau multi-échelle ainsi que plusieurs indices de détour utilisables dans l'analyse des coupures urbaines pour des isochrones flottantes définies par l'analyste ou le concepteur. La codification du réseau est aussi plus facile à communiquer aux modélisateurs de réseau piéton.

Les codifications routières ne permettent pas une modélisation détaillée du réseau piéton ; les piétons ne marchent pas sur la route et ne sont pas limités par la route mais par les trottoirs, les chemins, etc. En conséquence, les tracés des réseaux pédestres plus détaillés sont requis pour toutes applications intervenant dans la planification des transports, les services utilisant la géolocalisation ou de navigation. Des processus faisant appel à la géodétection et aux SIG sont à même de générer automatiquement le réseau dans son détail (3, 4, 5). Dans tous ces travaux, le problème posé par l'impact de distorsion angulaire, introduit par la méthode de cartographie sur l'analyse des itinéraires piétons, n'est pas abordée, seule la distance euclidienne est prise en compte. Au-delà des possibilités de lissage disponible se pose des questions sur l'extraction, la codification et la cartographie du réseau piéton.

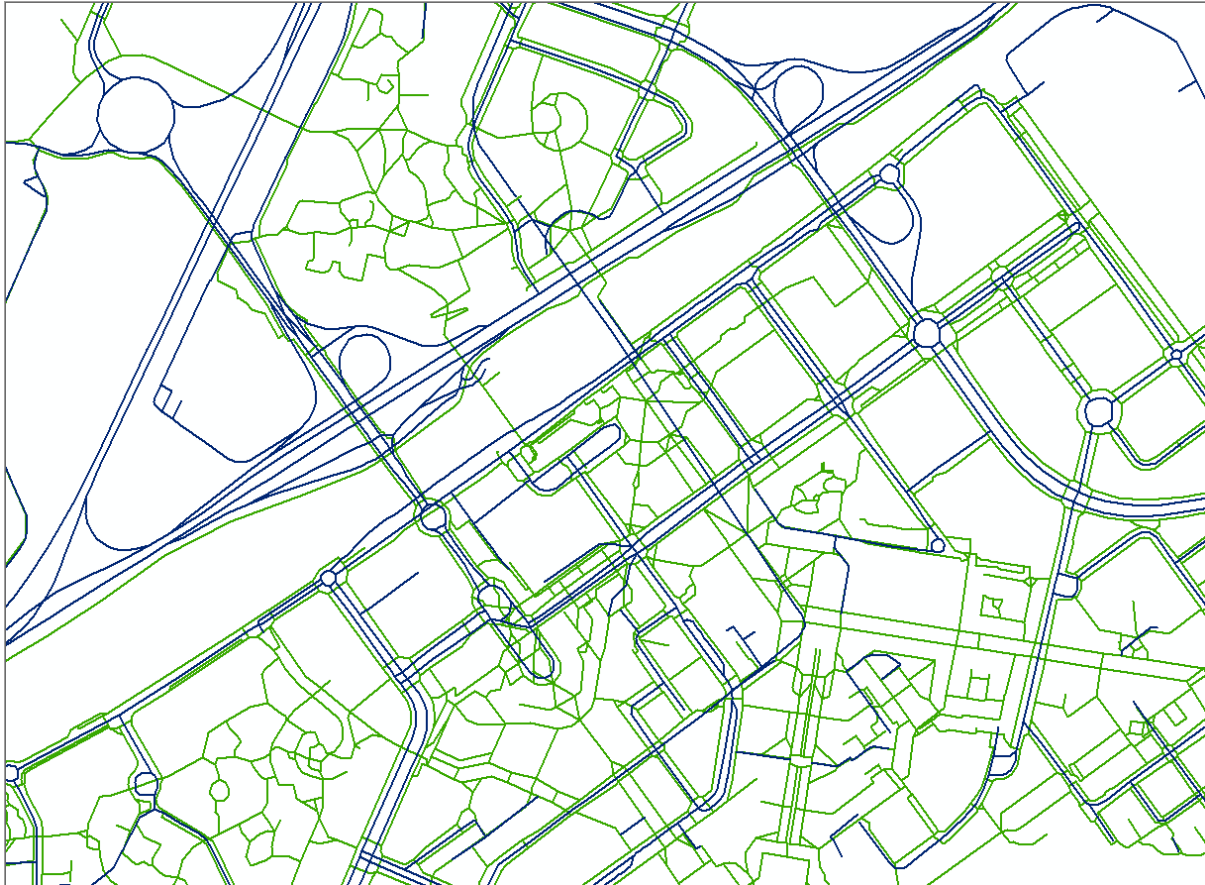
## 5. ETUDE DE CAS

Le choix de la Communauté d'Agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines n'est pas un choix anodin : il fut motivé par l'existence d'une morphologie urbaine très variées. Il s'agit en effet d'une ville nouvelle au sein de laquelle l'on peut observer une séparation entre réseau piéton et réseau véhicule, des morphologies typiques de banlieue ainsi que de petits centres urbains denses, le tout offrant un éventail de situation qu'il serait difficile de rencontrer au sein d'une urbanité dense et par cela plus homogène. La figure 5 montre un extrait du réseau piéton complet. Il fut généré manuellement en deux mois à partir de la base photo-orthographique importée et géoréférencée dans le logiciel Autocad (Autodesk) facilitant le dessin du réseau. Le dessin du réseau suit un ensemble de règles détaillées ci-dessous.

Ce réseau est maintenant à même de servir de référentiel et de base de comparaison pour la génération de réseau piéton automatique. Comme le montre la figure 5, les différences importantes entre le réseau piéton et le réseau véhicule rendent difficile la modélisation employée par Ballester (4). L'approche par les géo-traces (47) pose les problèmes d'élimination des traces non-conformes. Peut-être l'approche la plus prometteuse est une approche

qui combine les données cartographiques existantes, les approches précédentes et l'utilisation des medias sociaux (3).

**Figure 5: Saint Quentin, Région Parisienne, un extrait des 1 400 km du réseau piéton complet, en vert le réseau piéton et en bleu le réseau véhiculaire.**



Les principes de la constitution du filaire piéton :

1. Codification tronçon-nœud et ligne centrale
2. Rendre compte de tous les chemins piétons formalisé par une ligne centrale (Figure 6)
3. Rendre compte du cheminement piéton à la fois au plus court et au plus direct (Figure 7)
4. en cas de conflit en 3, donner la priorité au plus direct (Figure 8)
5. Réduire le plus possible le linéaire de filaire. Le filaire piéton est une représentation parcimonieuse (Figure 7)

Cas particulier :

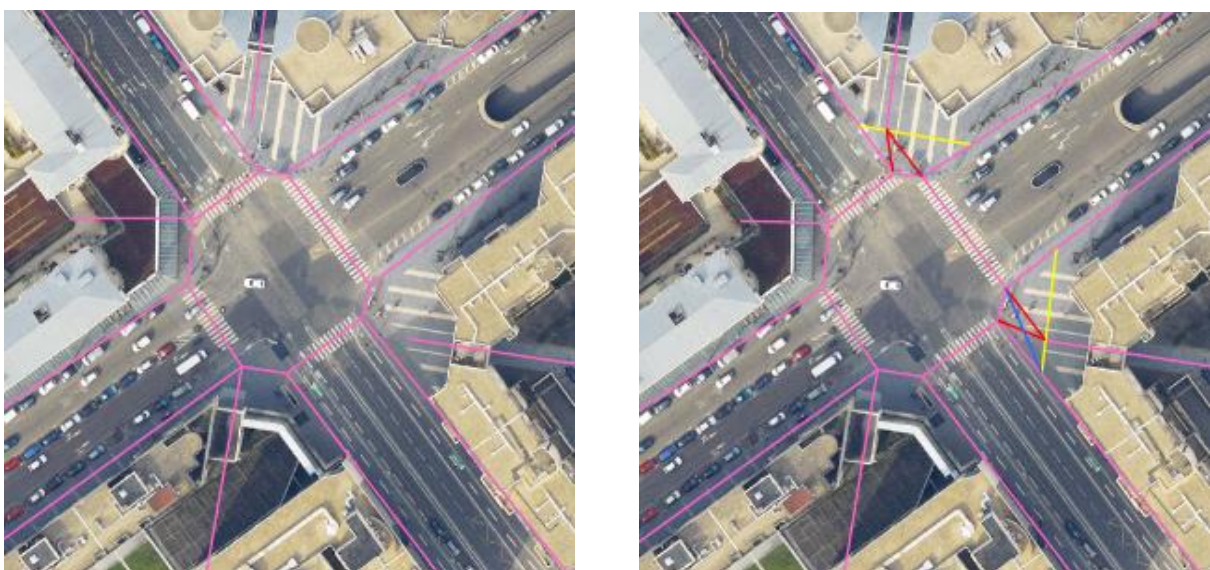
6. Le cas où une aire n'a pas de passage protégé pour piétons et pour éviter la formation artificielle d'îlot isolée (Figure 9)
  - a) Assurer la continuité du cheminement piéton en traversant la voirie (pseudo passage piéton)
  - b) Raquette de retournement
7. Place avec très peu de trafic véhiculaire, le piéton peut traverser la place pratiquement dans tous les sens. Pour respecter un principe de parcimonie, seuls les cheminements les plus directs sont codifiés (Figure 10).
8. En cas d'absence de trottoir, rien, sauf en zone résidentielle, codifier le centre de la route
9. Le cas d'une voie en cul de sac (Figure 9) :
  - a) En bout de cul de sac un tronçon relie les deux trottoirs
10. Le cas où le trottoir est interrompu (Figure 9) :
  - a) Un tronçon est ajouté qui relie le trottoir interrompu avec le trottoir d'en face quand il existe



**Figure 6 : Constitution d'un filaire piéton : exemple du principe 2**



**Figure 7 : Constitution d'un filaire piéton : exemple du principe 2 et 3.** Une première étape, le milieu des trottoirs, des passages piétons, ainsi que pour aller au plus court et au plus direct d'un passage piéton protégé à l'autre. Une deuxième étape, les diagonales, représentant les chemins au plus court, sont ajoutées au milieu des trottoirs (en jaune), et enfin les chemins depuis les diagonales (en rouge).





Le résultat final avec minimisation du réseau importante et augmentation marginale au plus court et au plus direct.



**Figure 8 : le Constitution d'un filaire piéton : exemple du principe 2 et 3.** A droite une interprétation stricte, et à gauche une interprétation qui est au plus court et au plus direct, avec une distance métrique plus courte marginale et une différence angulaire d'environ 180°.



**Figure 9 : Constitution d'un filaire piéton : exemple du principe 6, 9 et 10.**





**Figure 10 : Constitution d'un filaire piéton : exemple du principe 7.**



Le réseau filaire ainsi constitué a permis de repérer un ensemble de problèmes liés à la codification détaillée du réseau piéton. Au-delà de cette recherche, la constitution du filaire a permis l'évaluation d'investissement à court moyen et long terme ayant pour objectif l'amélioration des coupures urbaines est-ouest de l'agglomération. Le même filaire augmenté d'informations supplémentaires a permis la constitution d'un service de navigation destinée aux personnes à mobilités réduites.

<http://www.saint-quentin-en-yvelines.fr/lagglo-a-votre-service/droits-et-demarches-en-ligne/formulaires-en-ligne/demandez-un-itinerare-pieton/>

### **Conclusion et recherches futures**

Les données de réseau développées pour les systèmes de navigation pour voitures posent des problèmes dans l'utilisation de la planification piétonne à grande échelle et dans des systèmes de navigation pour piétons. La distance euclidienne et la complexité des itinéraires piétons, la « distance cognitive » sont inhérentes aux choix des itinéraires par les piétons, en cela leurs prises en compte est importantes dans toutes initiatives de codification détaillée de réseau piéton. La codification de réseau piéton détaillée peut se faire d'après le de facto standard tronçon-nœud. Cette convention est compatible avec l'analyse de la complexité des itinéraires piétons.

Pour une variété d'applications, transport, navigation, etc. il est devenu nécessaire de construire de nouveau réseau qui ne reflète pas seulement le détail du réseau piéton mais qui contienne également les moyens d'analyser les préférences dans les choix d'itinéraire des piétons. Nous avons manuellement constitués un réseau piéton référentiel supportant ces spécifications dans un environnement très diversifié. Des problèmes de codifications de réseau piéton ont été identifiés. Ce réseau référentiel et les problèmes identifiés nous permettront dans un projet de recherche futur d'expérimenter et de comparer différentes méthodes d'extraction automatique de réseau piéton.

**Remerciements :**

La Communauté d'Agglomération de Saint Quentin en Yvelines

BRS Architectes et Ingénieurs, Paris, France.

Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris (Maud Chassat, Valentin Dubois et Antoine Dujon)



## BIBLIOGRAPHIE

1. Karimi, H. A. Roongpiboonsopit, D. & Kasemsuppakorn, P. (2011). Uncertainty in Personal Navigation Services. *Journal of Navigation*, 64(2), 341-356.
2. Chin, G. K. V. Van Niel, P. K. Giles-Corti, B. & Knuman, M. (2008). Accessibility and connectivity in physical activity studies: The impact of missing pedestrian data. *Preventive medicine*, 46(1), 41-45.
3. Karimi, H. A. & Kasemsuppakorn, P. (2013). Pedestrian network map generation approaches and recommendation, *International Journal of Geographical Information Science*, 27(5), 947-962.
4. Ballester M. G. Pérez R. M. & Stuiiver J. (2011). *Automatic Pedestrian Network Generation*, Proceedings of the 14th Association of Geographic Information Laboratories for Europe (AGILE), Utrecht University, 18-21 April, Utrecht (The Netherlands).
5. Kim, J. Yong, S. Bang, Y. & Yu, K. (2009). *Automatic derivation of a pedestrian network based on existing spatial data sets*, Proceedings of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) Management Association for Private Photogrammetric Surveyors (MAPPS) Fall Conference, November 16 – 19, San Antonio, Texas.
6. Cauvin, C. (1999). Pour une approche de la cognition spatiale intra-urbaine, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Politique, Culture, Représentations, document 72, mis en ligne le 27 janvier 1999, consulté le 21 juin 2013. URL : <http://cybergeo.revues.org/5043> ; DOI : 10.4000/cybergeo.5043
7. Penn, A. Hillier, B. Banister, D. & Xu, J. (1998). Configurational modelling of urban movement networks. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 25(1), 59–84.
8. Desyllas, J. Duxbury, J. E. Ward, J. Smith, A. (2003) Pedestrian Demand Modelling of Large Cities: An Applied Example from London. Center for Advanced Spatial Analysis, University College London, Consulté le 21 juin 2013, <https://www.bartlett.ucl.ac.uk/casa/publications/working-paper-62>
9. Raford, N. and D. Ragland. 2004. Space Syntax: Innovative Pedestrian Volume Modeling Tool for Pedestrian Safety,” *Transportation Research Record* 1878, Transportation Research Board, Washington D.C., 66-74.
10. Hillier, B. Iida, S. (2005). *Lecture Notes in Computer Science*. 3693. Berlin : Springer; Network and psychological effects in urban movement ; 475-90.
11. Bovy, P. H. L. & Stern, E. (1990). Route choice : wayfinding in transport networks, *Studies in Operational Regional Science*, No. 9, Kluwer Academic Publishers.
12. Hoogendoorn, S. P. & Bovy P. H. L. (2004). *Pedestrian flow modeling by adaptive control*. Proceedings of the TRB 2004 annual meeting, Washington DC.
13. Hill, M. R. (1982). *Spatial Structure and Decision-Making of Pedestrian Route Selection through an Urban Environment*, PhD thesis, University of Nebraska. ETD collection for University of Nebraska - Lincoln. Paper AAI8306484 <http://digitalcommons.unl.edu/dissertations/AAI8306484>
14. Ciolek, M. T. (1978). Spatial behaviour in pedestrian areas, *Athens Center for Ekistics*, 45(268), 120–122
15. Guy, Y. (1987). *Pedestrian Route Choice in Central Jerusalem*, Department of Geography, Ben-Gurion University of The Negev, Beer-Sheva
16. Helbing, D. & Molnar, P. (1997). Self-organisation phenomena in pedestrian crowds, In: F. Schweitzer, (ed.), *Self-Organisation of Complex Structure: From Individual to Collective Dynamics*, Gordon and Breach Science Publisher, Amsterdam
17. Lausto, K. & Murole, P. (1974). *Study of pedestrian traffic in Helsinki: Methods and results*, *Traffic Engineering and Control* 15(9), 446–449
18. Seneviratne, P. N. & Morrall, J.F. (1985). *Level of service on pedestrian facilities*, *Transportation Quarterly* 39(1), 109–123
19. Verlander, N. Q. & Heydecker, B. G. (1997). *Pedestrian route choice: An empirical study*, Proceedings of Seminar F of the PTRC European Transport Forum, 39–49
20. Zacharias, J. (2009) *The pedestrian itinerary – purposes, environmental factors and path decisions* in H. J. P Timmermans (Ed.) *Pedestrian behavior : models, data collection and applications*, (pp. 283-306) , Emerald Group Publishing Limited
21. Khisty, C.J. (1999). Heuristic wayfinding for non-motorized transport, *Transportation Research Record* 1695, 1–4
22. Meilinger, T. (2008). Strategies of orientation in environmental spaces, MPI Series in Biological Cybernetics, 22, Max-Planck Institute
23. Montello, D.R. (2005). Navigation. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge Handbook of Visuo-spatial Thinking*, 257-294. Cambridge: Cambridge University Press
24. Piombini A. & Foltête J.-C., 2010. Caractériser les déplacements piétons dans leur environnement urbain. in Banos A. & Thévenin T., *Mobilités urbaines et risques des transports*, Hermès-Lavoisier, Paris, 89-116.
25. Piombini A. & Foltête J.-C. (2008). Modéliser le rôle des paysages dans les choix d’itinéraires pédestres. *Recherche Transport Sécurité*, 102, 315-326.

26. Conroy-Dalton, R. (2003). The secret is to follow your nose: route path selection and angularity. *Environment and Behavior* 35(1), 107-131 doi:10.1177/0013916502238867.
27. Piombini A. (2007). Apport d'un formalisme psychologique à la modélisation des préférences individuelles. Application aux choix d'itinéraires pédestres. Actes Colloque International de Géomatique et d'Analyse Spatiale (SAGEO), Clermont-Ferrand : France.
28. Lynch, K. (1960). *The Image of the City*, MIT Press, Cambridge MA
29. Héran, F. (2011) *La ville morcelée - Effets de coupure en milieu urbain*. Economica, Paris.
30. Marchand, B. (1974). Pedestrian traffic planning and the perception of the urban environment: a French example, *Environment and Planning A* 6(5), 491-507
31. Pailhous, J. (1970) *La représentation de l'espace urbain. L'exemple du chauffeur de taxi*. P.U.F., Coll. du Travail humain, Paris.
32. Porta, S. & Renne, J. (2005). Linking urban design to sustainability: Formal indicators of social urban sustainability field research in Perth. *URBAN DESIGN International* 10(1), 51-64.
33. Piombini A. & Foltête J.-C. (2007). Paysages et choix d'itinéraires pédestres en milieu urbain, Une nouvelle approche par les bifurcations. in Banos A., Lang C. (coord.), *Modéliser et simuler la mobilité spatiale et les systèmes de transport : nouveaux enjeux, nouvelles approches*, Cahiers Scientifiques du Transport, 52, 87-105.
34. Methorst R. Monderde i Bort H. Risser R. Sauter D. Tight M. & Walker J. (Eds.) (2010). *Pedestrians' Quality Needs*. Final Report of the COST project 358, Cheltenham: Walk21.
35. Clark, S. Davies, A. (2009). Identifying and Prioritising Walking Investment through the PERS audit tool. TRL, TfL, Walk21 Conference 2009 – New York
36. Bergeron, J. Cambon de Lavalette, B. Tijus, C. Poitrenaud, S. Leproux, C. Thouez, J.P. & Rannou A. (2007). Effets des caractéristiques de l'environnement sur le comportement des piétons à des intersections urbaines, Actes du 2ème colloque francophone international du GERI COPIE, 5-6 Novembre 2009, Lyon-Ecully
37. Hillier, B. & Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.
38. Turner, A. Doxa, M. O'Sullivan, D. & Penn, A. (2001). From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space. *Environment and Planning B: Planning and Design* 28(1), 103-121
39. Intelligent Space Partnership (2000) *Fathom: Visibility Graph Analysis Software*. Consulté le 21 juin 2013 <http://www.intelligentspace.com/tech/fathom.htm>.
40. Ratti, C. (2004). Space syntax: some inconsistencies, *Environment and Planning B: Planning and Design* 31(4), 487-499
41. Turner, A, Penn, A, & Hillier, B. (2005). An algorithmic definition of the axial map, *Environment and Planning B: Planning and Design* 32(3), 425-444
42. Turner, A. (2007). From axial to road-centre lines: a new representation for space syntax and a new model of route choice for transport network analysis, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34(3), 539-555
43. Chiaradia, A. Webster, C. & Cooper, C. (2012) *Spatial Design Network Analysis*, consulté le 21 juin 2013 [www.cardiff.ac.uk/sdna/](http://www.cardiff.ac.uk/sdna/)
44. Haggett, P. Chorley, R.J., (1969) *Network Analysis in geography*, Edward Arnold, London.
45. UCL eDiscovery, consulté le 21 juin 2013 <http://discovery.ucl.ac.uk/1232/>
46. Chang, D. & Penn, P. (1998). Integrated Multilevel Circulation in Dense Urban Areas: The Effect of Multiple Interacting Constraints on the Use of Complex Urban Areas, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(4), 507-538.
47. Karimi, H.A. Kasemsuppakorn, P. (2013). A pedestrian network construction algorithm based on multiple GPS traces. *Transportation Research Part C*, 26, 285-300