

Méthodes de comptages piétons dans l'espace public



Etat de l'art sur les mesures existantes
pour la réalisation de comptages
et d'observation des déplacements
piétons en milieu urbain

Le vade-mecum piétons en Région de Bruxelles-Capitale offre un soutien technique à tous les acteurs impliqués dans l'amélioration de l'infrastructure piétonne et la promotion de la marche à pied à Bruxelles.

Ce cahier présente en détail une série de méthodes de comptages et d'observation des déplacements piétons en milieu urbain. Les considérations théoriques et techniques de plusieurs méthodes sont décrites et répertorient les éléments à prendre en considération lors de la réalisation de campagnes de comptages piétons. Enfin, plusieurs cas concrets d'utilisation sont présentés et des exemples innovants d'application soulèvent des perspectives pour le comptage de demain.

Texte, traduction et dessins actualisés |

Centre de recherches routières (CRR)

Avec la collaboration de |

Pierre-Jean Bertrand et Grégory Moors de Bruxelles Mobilité

Photos/Dessins/Illustrations |

CRR, Bruxelles Mobilité et sources dans le document

Mise en page |

Dominique Boon

Cette brochure est téléchargeable sur
www.crr.be et sur www.bruxellesmobilite.irisnet.be

Beschikbaar in het Nederlands

Éditeur responsable: Camille Thiry (Bruxelles Mobilité)

Décembre 2015

Table des matières

1 – Introduction	3
2 – Approche théorique des comptages piétons	5
2.1 Pourquoi effectuer des comptages piétons en ville?	5
2.2 Planification et implémentation de l'analyse	6
2.2.1 Planification	6
2.2.2 Implémentation	8
2.3 Comptages manuels et automatisés	8
2.3.1 Comptages manuels	8
2.3.2 Comptages automatisés	10
3 – Approche technique des comptages piétons	13
3.1 Structure de chaque fiche d'analyse	13
3.2 Fiches pratiques	13
Méthode n°1 : Comptage manuel (sur site)	14
Méthode n°2 : Comptage manuel (sur vidéo)	16
Méthode n°3 : Comptage vidéo automatisé	18
Méthode n°4 : Time-lapse	20
Méthode n°5 : Comptage par infrarouge passif	22
Méthode n°6 : Comptage par infrarouge actif	26
Méthode n°7 : Comptage par émetteur radio	29
Méthode n°8 : Comptage thermique	32
Méthode n°9 : Comptage laser	34
Méthode n°10 : Comptage avec dalles acoustiques ou de pressions	36
3.3 Récapitulatif des méthodes existantes	38
4 – Cas concrets, exemples d'utilisation	41
4.1 Bruxelles – Quartiers commerçants	41
4.2 Outil de gestion AMCV – Namur, Charleroi, LLN	44
4.3 Nantes – Centre-ville commerçant	45
4.4 Lucerne – ponts de la vieille ville	46
4.5 Neuchâtel – évaluation avant/après travaux	48
4.6 Philadelphie – comptages continus par vidéo	49

5 – Perspectives pour le comptage de demain	51
5.1 Technologies émergentes	51
5.1.1 Tournai Smart City – utilisation de la vidéosurveillance.....	51
5.1.2 Bluetooth, WIFI.....	52
5.2 Nouvelles utilisations des données de comptages	54
5.2.1 Oxford Circus Diagonal Crossing – modélisation des flux piétons par ordinateur.....	54
5.2.2 Melbourne – carte interactive des volumes piétons.....	56
6 – Conclusions	59
7 – Références	60
Annexes	61
Annexe 1 – Liste (non exhaustive) de prestataires pouvant réaliser des comptages piétons.....	61

I - Introduction

Si les données sont nombreuses en matière d'observation et d'analyse du trafic motorisé – et dans une moindre mesure du vélo, la situation est nettement plus problématique en ce qui concerne les déplacements piétons. En effet, peu de données chiffrées sont disponibles en matière de mobilité piétonne, malgré l'existence de plusieurs méthodes de comptages et l'émergence permanente de technologies nouvelles. Quelques initiatives ponctuelles sont parfois mises en place par les autorités locales ou les organisations en faveur des modes actifs, mais elles demeurent insuffisantes pour intégrer durablement et significativement la marche dans les politiques de mobilité urbaine.

Ce manque de quantification précise peut s'expliquer tant par une méconnaissance globale des déplacements et comportements piétons, que par les difficultés inhérentes à la préparation et l'implémentation des campagnes de comptages. Néanmoins, il y a une volonté de plus en plus claire chez les pouvoirs publics et les acteurs de la mobilité urbaine pour mieux comprendre les enjeux propres à la mobilité piétonne et maîtriser les outils qui permettent de la décrypter.

À l'échelle européenne, les initiatives Walk21¹ et *Pedestrians' Quality Needs*² ont pour but d'identifier les besoins des piétons en matière de mobilité et de développer des modèles systémiques capables de répondre à ces besoins et d'améliorer les connaissances du secteur à ce sujet. En Belgique, Bruxelles ambitionne de devenir au cours des prochaines décennies une ville piétonne exemplaire. Pour y parvenir, elle a défini dans son Plan Piéton Stratégique une série de leviers à enclencher pour mettre en œuvre une politique approfondie en faveur de la marche. Parmi ceux-ci, on retrouve un certain nombre d'actions faisant référence aux comptages et à l'observation des déplacements piétons. Citons notamment :

- **Levier 4.3** – Quartiers commerçants pour les piétons : «les flux de piétons sont un critère d'établissement crucial, un indicateur fort du potentiel commercial»;

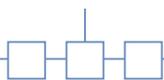
- **Levier 5.1** – Affiner et appliquer les normes et directives : «espace piéton adapté aux flux piétons et à leur comportement (comptages et observations)». La largeur des trottoirs doit en effet tenir compte des flux piétons présents. Dans le nouveau cahier de l'accessibilité piétonne, la norme de 1 300 piétons par heure est d'ailleurs évoquée pour des trottoirs de 2 m de large ;
- **Levier 5.3** – Donner plus de poids au piéton dans tous les projets : «chaque projet et chaque étude d'impact devront comporter une analyse obligatoire des besoins des piétons. Le comptage des flux de piétons et l'observation de leur comportement seront une exigence de base» ;
- **Levier 5.8** – Mesurer, c'est savoir : «Les piétons ne doivent plus représenter une inconnue parmi les chiffres et statistiques. C'est également nécessaire pour mesurer l'impact, suivre et corriger les actions émanant du Plan Piéton» ;

Dans ce rapport, nous dressons donc un état des lieux des méthodes de comptages piétons dans le but d'identifier, de décrire et d'illustrer différents outils capables de soutenir Bruxelles dans la tenue de ses objectifs.

Le présent document est structuré en 4 parties principales. Dans la première section, nous nous intéressons à l'approche théorique des comptages piétons. Nous décrivons les raisons et objectifs d'une campagne de comptages, les phases de planification et d'implémentation, puis nous décrivons de façon plus précise les spécificités des méthodes de comptages manuels d'une part et automatisés d'autre part. Dans la seconde section de ce document, nous développons l'approche technique du comptage au travers de fiches analytiques de 10 méthodes de comptages piétons différentes. Dans la troisième section, nous illustrons plusieurs méthodes de comptages à partir de plusieurs cas concrets d'utilisation. Enfin, nous concluons avec les perspectives pour le comptage de demain, qu'il s'agisse de technologies émergentes ou de nouvelles utilisations des données de comptages actuelles.

1. www.walk21.com

2. www.walkeurope.org – programme COST358



2- Approche théorique des comptages piétons

2.1 Pourquoi effectuer des comptages piétons en ville?

Dans son Plan Piéton Stratégique (PPS), Bruxelles a défini un objectif ambitieux en faveur de la promotion des modes actifs, avec une part modale de 40% des déplacements effectués à pied à l'horizon 2040. Pour parvenir à atteindre ce but, plusieurs points d'action et de réflexion ont été soulignés et font écho aux problématiques auxquelles il est pertinent de s'intéresser lors de la mise en place d'une campagne de comptages piétons.

En effet, l'intégration efficace des piétons dans les politiques de mobilité urbaine exige une

meilleure compréhension de leurs déplacements. Le piéton doit être considéré comme un usager à part entière, avec ses comportements et ses besoins spécifiques. À l'instar des autres types d'usagers, il est donc important de mesurer l'utilisation de l'espace public par les piétons à partir de données chiffrées et de relevés statistiques. Dans le cadre d'un projet de réaménagement, il est devenu indispensable de collecter de telles données pour évaluer objectivement les impacts (positifs ou négatifs) en matière de mobilité piétonne (cf. encadré). En particulier, pour évaluer la qualité d'un espace public, on s'intéressera aux fonctions de transit des déplacements piétons, ainsi qu'aux fonctions de séjour et à un certain nombre de fonctions optionnelles.

Extrait du WALKPAD

Fiche M9 Évaluation et impact – Q29. Comment les données sur les piétons sont-elles relevées et utilisées?

Niveau 1 : Des données sont collectées quand les problèmes de sécurité apparaissent dans un endroit précis;

Niveau 2 : Des relevés liés aux piétons sont effectués (comptage, etc.) sur les itinéraires principaux et utilisés pour améliorer le réseau.

Niveau 3 : Des comptages systématiques fournissent des données pour l'ensemble du réseau (à date, heure et lieu fixes) et sont utilisés pour améliorer le réseau particulièrement au niveau des quartiers.

Des enquêtes « ménage » représentatives de la mobilité ont lieu au moins tous les 10 ans et sont utilisées pour formaliser les grandes orientations du schéma piéton.

Des évaluations avant-après sont réalisées pour des projets d'une certaine importance.

Niveau 4 : Des stations permanentes (automatiques) de comptage permettent d'obtenir des données continues pour l'ensemble du réseau et sur toute l'année.

Des enquêtes « ménage » représentatives de la mobilité et des analyses spéciales des déplacements piétons sont faites régulièrement. Des profils des piétons sont élaborés (démographique, fonctionnelle, loisirs, etc.).

La réalisation de comptages piétons permet donc de répondre en partie à ces besoins et constituent pour les décideurs publics de nouveaux critères d'évaluation pour la mise en place de politiques de mobilité urbaine cohérentes. En effet, réaliser une campagne de comptages ne se limite pas qu'à un simple relevé des volumes piétons sur un site donné. La diversité et la quantité de données pouvant être collectées lors d'une telle étude permettent d'alimenter de nombreuses réflexions en matière de mobilité urbaine, et de répondre ainsi de façon quantitative à plusieurs objectifs, parmi lesquels :

- Mesures d'occupation de l'espace urbain ;
- Mesure de l'évolution des déplacements des modes actifs à l'échelle d'une zone ou d'un territoire donné (e.g. Observatoire de la mobilité) ;
- Mesure de fréquentation des transports en commun (e.g. STIB) ;
- Réflexion et justification de mesures budgétaires et/ou politiques urbaines – cf. levier 5.8 du PPS ;
- Évaluation avant-après travaux de volumes de déplacement ;
- Évaluation de l'impact d'une campagne de promotion des modes actifs ;
- Analyse de sécurité, exposition au risque des piétons et cyclistes à un endroit donné ;
- Priorisation de projets d'aménagement – cf. levier 5.3 du PPS ;
- Développement de modèles prédictifs de volumes piétons ;
- Évaluation du potentiel commercial d'un quartier (e.g. Atrium) – cf. levier 4.3 du PPS ;
- Réflexion et adaptation des normes en matière d'accessibilité piétonne – cf. levier 5.1 du PPS.

Afin d'être efficace et en adéquation avec l'objectif recherché, l'analyse doit être préalablement planifiée puis correctement implémentée. En pratique, **la planification** d'un programme d'analyse de déplacements démarrera par la (1) définition préalable des objectifs du programme. On veillera également à (2) identifier les ressources disponibles (tant économiques que techniques), puis à (3) sélectionner les localisations, périodes et durée des comptages. Enfin, (4) le dressage d'un inventaire des techniques de comptages existantes permettra de sélectionner les plus appropriées aux objectifs visés.

Après la phase de planification, on procède à **l'implémentation** de l'analyse. En fonction de la méthode de comptage utilisée, la procédure d'implémentation est plus ou moins fastidieuse. Elle implique en général une série de tâches,

parmi lesquelles l'obtention de permissions, la formation du personnel, l'installation, le calibrage et la maintenance de l'équipement, ou encore la récupération et l'analyse des données.

2.2 Planification et implémentation de l'analyse

2.2.1 Planification

La planification d'un comptage est primordiale pour garantir la bonne réalisation des objectifs visés par l'analyse. En effet, s'il est possible de réaliser rapidement des relevés manuels de volumes de déplacements piétons ou vélos ou d'installer des équipements automatisés, la planification de l'analyse garantira des résultats plus pertinents et plus complets sur le long terme. Comme mentionné en section 2.1, la planification d'un programme de comptage peut être décomposée en quatre phases majeures. Chacune de ces phases est essentielle pour garantir la bonne tenue de la campagne de comptage et la qualité des résultats vis-à-vis des objectifs visés.

(1) Définition des objectifs du programme: *Pourquoi procède-t-on à une campagne de comptages des piétons? Dans quel(s) but(s)?*

La définition des objectifs du programme doit permettre à l'organisation en charge du comptage d'identifier clairement le but de l'analyse, et par conséquent, d'identifier les localisations et périodes des comptages, le type d'équipement utilisé, etc. Une définition préalable claire des objectifs d'un programme de comptage favorisera l'obtention de résultats pertinents. D'autre part, il est important d'identifier les données que l'on souhaite recueillir, car toutes les techniques de comptages ne mesurent pas les mêmes paramètres. Lors de la réalisation d'une étude de comptages piétons, on pourra mesurer les données suivantes :

- Volume et intensité des déplacements piétons ;
- Direction des flux de déplacements piétons ;
- Caractéristiques des usagers ;
- Comportement des usagers (e.g. traversée dangereuse) ;
- Utilisation de l'espace urbain – Heatmaps ;
- Itinéraires piétons ;
- Détection d'autres modes de déplacements (e.g. cyclistes) ;
- ...

(2) Identification des ressources disponibles pour la collecte des données de comptage:

Quelles sont les ressources économiques et techniques disponibles?

Il est important de déterminer les ressources disponibles en amont de la réalisation d'un programme de comptages piétons. En particulier, il faudra être particulièrement vigilant par rapport à la disponibilité du personnel qualifié pour réaliser les comptages, et d'autre part au budget disponible pour réaliser la collecte et l'analyse des données, voire pour former le personnel à l'équipement si nécessaire. Chaque méthode de comptage requiert l'utilisation de ressources temporelles et financières, et il peut exister des fluctuations importantes entre ces méthodes dont il faut tenir compte lors de leur étude comparative. Parmi les aspects financiers à considérer, citons :

- Coût d'achat de l'équipement (le cas échéant);
- Coût de préparation (dont demande et obtention de permissions);
- Coût de formation (si nécessaire);
- Coût d'installation (dont le test et le calibrage de l'équipement);
- Coûts horaires;
- Coûts de maintenance et d'entretien;
- Coût d'acquisition des données (si déjà disponibles).

(3) Sélection des localisations et de la période des comptages: *Un ou plusieurs endroits de comptage? Période courte ou étendue? Mesures ponctuelles ou répétées?*

Les programmes de relevés de comptages piétons peuvent être réalisés sur des périodes courtes (i.e., de quelques heures à quelques semaines) ou longues (i.e., plusieurs mois) et dans un nombre plus ou moins restreint d'endroits. Les comptages courte-durée traduisent la variation spatiale de l'activité piétonne à un endroit précis (e.g. volume horaire) tandis que les comptages continus permettent une estimation plus globale de l'activité piétonne sur un réseau ou au sein d'un territoire donné (e.g. volume journalier voire saisonnier). L'utilisation de données issues de comptages continus peut permettre d'ajuster les résultats de comptages courte-durée.

Par ailleurs, il est également important de définir préalablement la fréquence des comptages. Pour les comptages automatisés permanents, la fréquence de relevé est continue. Dans les autres cas, la fréquence peut varier d'une à plusieurs fois

par an. Il n'existe pas de fréquence de comptages piétons conseillée dans la littérature, mais en fonction des objectifs du programme, il est pertinent d'effectuer 2 à 3 comptages par an (e.g. mesure de l'évolution des déplacements par modes actifs, mesure de l'impact d'une campagne de promotion, évaluation avant/après aménagement, etc.).

S'agissant de la localisation des comptages, on peut distinguer quatre types d'approches: la localisation aléatoire, la localisation représentative d'un territoire ou d'une communauté, la localisation ciblée, et la localisation contrôlée. Le choix de la localisation des comptages dépendra fortement des objectifs visés par le programme.

En **localisation aléatoire**, les sites sont sélectionnés au hasard dans une zone déterminée du réseau (voire parfois parmi un échantillon de sites dont les caractéristiques sont compatibles avec le comptage que l'on souhaite réaliser). Cette approche est parfois utilisée pour réaliser des comptages qui serviront au développement de modèles prédictifs de volumes piétons. La **localisation représentative** permet de sélectionner des sites dont les caractéristiques et la fréquentation piétonne sont représentatifs du territoire sur lequel ils sont implantés. Ainsi, la réalisation de comptages piétons sur des sites représentatifs permet de tirer des conclusions plus générales sur le territoire dans son ensemble, par exemple pour mesurer l'évolution de la pratique de la marche, ou l'exposition au risque pour les piétons. En général, pour une campagne de comptages donnée, on sélectionnera plusieurs sites représentatifs de telle sorte qu'ils décrivent l'ensemble des caractéristiques, des types d'utilisateurs et des environnements différents qui composent le territoire étudié. Lorsqu'on opte pour une **localisation ciblée**, il n'y a pas de volonté de représenter un territoire. Il s'agit juste d'étudier un projet particulier, ou des sites dont les caractéristiques ou la fonction sont précisément recherchées. Par exemple, dans le cadre d'une évaluation avant/après ou pour une étude sur des zones à haute concentration d'accidents. Enfin, la **localisation contrôlée** est adaptée pour mesurer l'impact d'un projet sur un site donné en le comparant avec d'autres sites non-affectés par le projet. Par exemple, on pourra utiliser la localisation contrôlée pour mesurer l'impact d'une campagne de promotion des modes actifs dans un territoire bien défini, en comparant les données de comptages collectées sur ce territoire avec les données relevées sur des sites localisés en dehors de celui-ci.

(4) Etude des méthodes de comptages disponibles : *Quelles sont les méthodes dont dispose l'organisme et celles existantes sur le marché?*

Plusieurs techniques de comptage sont disponibles sur le marché, et chacune d'entre elles fournissent des services et des résultats différents. Il est donc important de sélectionner la technique la plus adaptée aux objectifs visés par le programme de comptage, mais également au budget et au temps disponibles, ou encore à l'environnement urbain dans les zones où on souhaite procéder aux comptages.

On distingue les comptages manuels et les comptages automatisés. Parmi ces derniers, on citera notamment les comptages par vidéo, les infra-rouges passifs et actifs, les comptages laser, les comptages thermiques ou encore les comptages radio. Une présentation plus détaillée des particularités des méthodes manuelles et automatisées est disponible à la section 3.3.

2.2.2 Implémentation

Après la phase de planification, on procède à l'implémentation de l'analyse. En fonction de la méthode de comptage utilisée, la procédure d'implémentation est plus ou moins fastidieuse. Comme nous l'avons mentionné dans la section 2.1, cette phrase implique en général une série de tâches, parmi lesquelles :

- Obtention de permissions ;
- Achat d'équipement de comptages ;
- Réalisation d'un inventaire et préparation de l'équipement ;
- Formation du personnel ;
- Installation et validation de l'équipement ;
- Calibrage de l'équipement ;
- Maintenance de l'équipement ;
- Récupération, suivi et traitement des données relevées.

2.3 Comptages manuels et automatisés

Toutes les méthodes de comptages permettent en général de répondre aux objectifs classiques visés par un programme de comptage (cf. 2.1), mais les spécificités de chacune d'entre elles les rendent plus ou moins adaptées pour la réalisation de certaines études. Lors de la planification d'une campagne de comptages piétons, il est donc important de sélectionner la méthode la

plus appropriée, compte tenu des données à collecter, des objectifs visés, du site sur lequel les relevés sont effectués, etc.

Parmi les méthodes de comptages les plus couramment employées, nous pouvons identifier deux grandes familles : les méthodes de comptage manuel d'une part, et les méthodes de comptage automatisé d'autre part. Dans cette section, nous décrivons brièvement ces deux familles afin de mettre en avant leurs particularités et leur champ d'application.

De quels éléments faut-il tenir compte lors de la sélection d'une méthode de comptage?

Lors de la planification d'une campagne de comptages piétons, il est primordial de répondre à plusieurs questions afin d'identifier la ou les méthodes les plus adaptées pour répondre aux objectifs de l'étude. Parmi ces questions, citons notamment :

- *Quelle(s) catégorie(s) d'usagers doit-on étudier?*
- *Quelles caractéristiques des usagers souhaite-t-on relever (e.g. volume, intensité, comportement, genre, âge, etc.)?*
- *Où seront réalisés les comptages (nature des sites)?*
- *Quand et durant combien de temps (durée, fréquence)?*
- *Quelles sont les ressources disponibles (budget, personnel, équipements, temps, données, etc.)?*
- *Qui procède aux comptages (interne, externe)?*
- *Quid de la pérennité et de la reproductibilité des données de comptages?*
- ...

2.3.1 Comptages manuels

Les comptages manuels sont des comptages réalisés directement sur terrain, par une ou plusieurs personnes et durant une durée limitée. Les données sont relevées visuellement par les opérateurs présents sur le site et elles sont reportées dans un formulaire. De par sa facilité d'implémentation, il s'agit donc d'une méthode de comptage très courante. Ces comptages seront en général préférés aux comptages automatisés par les orga-

développées pour le comptage de flux de véhicules motorisés mais elles sont également adaptées pour le comptage piéton. Néanmoins, il n'est pas possible de relever de données sur les caractéristiques des usagers, telles que l'âge ou le genre.

Si la seule donnée relevée pendant le comptage est le volume de piétons, un simple compteur mécanique peut être utilisé (cf. Figure 2). Il a l'avantage d'être très peu coûteux mais il n'offre aucune traçabilité ni aucun complément d'information. En général, de tels compteurs sont utilisés pour des comptages de très courtes durées, voire pour étalonner un équipement de comptage automatisé.

Figure 2 – Exemple de compteur manuel



Tant que possible, un comptage manuel est limité à 2 heures consécutives. Au-delà, la fatigue des opérateurs risque d'influencer négativement la précision des données. Il est également possible de découper la durée d'un comptage en tranches horaires de 15 minutes afin de mesurer l'évolution de l'intensité du flux de piétons. En ce qui concerne la période durant laquelle réaliser les comptages, celle-ci dépendra de l'environnement du site étudié. En règle générale, on préférera effectuer des relevés aux heures de pointes en matinée et en soirée. Cependant, pour des comptages réalisés à proximité des écoles, on préférera la semaine entre 14h et 16h (à l'exception du mercredi). Dans les zones commerciales, il est préférable d'effectuer les comptages le samedi de 9h à 11h ou 15h à 17h.

Un observateur sur site pourra relever entre 600 et 800 usagers par heure en section droite, et de l'ordre de 400 à 500 en intersection. Il s'agit bien entendu d'ordres de grandeur qui peuvent fluctuer en fonction de l'expérience de l'observateur et des caractéristiques du site sur lequel les comptages sont réalisés.

Compte tenu du personnel à réquisitionner pendant plusieurs heures pour effectuer des comptages sur site, les coûts horaires d'un comptage manuel peuvent devenir particulièrement élevés. Souvent, on fait appel à des étudiants pour effectuer les relevés de comptages manuels et réduire ainsi les coûts horaires. Néanmoins, la récupération des données de comptage, leur encodage sur ordinateur à partir des formulaires et l'interprétation des résultats peuvent également demander beaucoup de temps (et impactent donc les coûts horaires). Pour l'encodage, il existe désormais des logiciels de lecture automatique de documents (LAD) capables de lire par scanner les informations d'un document papier, de les traiter et de les transformer en données numériques.

Comment organiser son formulaire de comptage?

Il est conseillé de se limiter à 4 catégories de données maximum. Un total de 10 à 15 choix par ligne est également recommandé. De plus, les catégories doivent être classées sur le formulaire par ordre d'importance (et de gauche à droite) de telle sorte qu'elles puissent être relevées en priorité en cas de pic soudain dans le volume de piétons à collecter.

2.3.2 Comptages automatisés

Les comptages automatisés recensent l'ensemble des méthodes et équipements qui effectuent des comptages à l'aide d'une assistance technologique. Il peut s'agir de comptages réalisés à l'aide d'une assistance vidéo, de capteurs infrarouges, thermiques ou laser, etc. Ces techniques de comptage offrent en général une plus grande précision que les comptages manuels, ou a minima une meilleure régularité dans le niveau de précision au cours du temps. De plus, les méthodes de comptages automatisés requièrent des ressources plus importantes en ce qui concerne le coût de

l'équipement, les coûts de préparation et les coûts d'installation. Par contre, les coûts horaires et les coûts de formation sont significativement plus faibles qu'avec des méthodes de comptages manuels.

En termes de données mesurées, les équipements de comptages automatisés ne sont pas capables de relever les caractéristiques des piétons, telles que leur âge, leur genre ou (parfois) leur comportement. Néanmoins, ils peuvent effectuer des relevés de plus longue durée et à plusieurs périodes de la journée (les conditions de basse luminosité peuvent néanmoins affecter la précision des comptages pour certains équipements vidéo). Ainsi, ils peuvent traduire de façon plus fidèle l'activité piétonnière sur un site donné



(e.g. estimation de volumes journaliers ou saisonniers). Des recherches récentes ont montré qu'il faudrait effectuer des comptages manuels en continu pendant au moins 4 à 7 jours pour obtenir une estimation à peu près rigoureuse des volumes piétons annuels. Néanmoins, sur certains aménagements la marge d'erreur de cette estimation peut monter jusque 20%. Les relevés de volumes piétons moyens annuels pertinents ne sont donc envisageables qu'avec des méthodes automatisées.

D'autre part, afin de tenir compte de l'influence d'une météo exceptionnelle voire de l'activité (ou la suractivité) d'un site sur les volumes de piétons mesurés, il existe des facteurs d'ajustement qui corrigent ces fluctuations. Ceux-ci sont propres à chaque ville, voire à chaque quartier, et doivent être définis en amont par l'organisation en charge du comptage. Un facteur d'ajustement traduit le pourcentage d'augmentation ou de diminution du volume d'utilisateurs par rapport à une situation «normale».

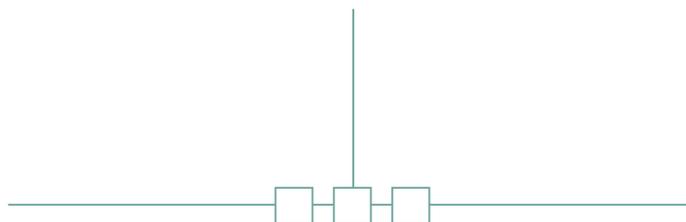
De plus, même en situation normale, le calibrage des équipements de comptage automatisé est indispensable afin de maximiser la précision des données collectées. Comme mentionné au point précédent, on effectuera ce calibrage à partir d'un comptage manuel sur site et on définira un facteur de correction de base en calculant simplement le ratio entre le volume mesuré sur site en comptage manuel et le volume mesuré par l'équipement automatisé.

À l'inverse des comptages manuels qui offrent une certaine flexibilité, toutes les méthodes de comptage automatisé ne peuvent réaliser des relevés sur tous les types de sites. Par exemple, les capteurs infrarouges doivent être placés sur un mur ou un équipement urbain afin de mesurer transversalement le flux de piétons qui coupent le signal. Il ne peut donc pas y avoir de trafic motorisé ou de piste cyclable en arrière-plan. De plus, l'un des éléments les plus importants à prendre en considération lors de la sélection d'une méthode de comptage automatisé est la largeur de la zone de détection souhaitée. Celle-ci doit être adaptée à l'environnement urbain afin de limiter les pertes (e.g. piétons qui passent en dehors de la zone) ou les fausses détections (e.g. usagers qui traversent la zone mais qui ne sont pas considérés comme piétons). Chaque méthode de comptage automatisé possède sa propre zone de détection et il est donc primordial d'en tenir compte lors de la sélection d'une technologie.

Quelles caractéristiques propres à l'environnement du site peuvent influencer le choix d'une méthode de comptage automatisé?

Les méthodes de comptage automatisé ne sont pas adaptées pour tous les sites, ni toutes les situations. Il est donc important de tenir compte des caractéristiques du site étudié et de son environnement avant de sélectionner une méthode. Parmi les éléments qui peuvent affecter la précision des méthodes de comptage automatisé, citons notamment :

- Largeur du site étudié (cf. zone de détection);
- Volume aux heures de pointes;
- Présence de plusieurs modes de transport;
- Présence de trafic motorisé en arrière-plan;
- Luminosité du site;
- Présence de végétation (occultation de la zone de détection);
- Présence de surfaces verticales pouvant refléter les signaux (e.g. capteurs infrarouge ou scanners laser) ou causer des variations de température (e.g. capteurs thermiques);
- Revêtement du site;
- Présence d'équipements urbains ou de murs (fixation);
- Sécurité du site;
- Utilisation abusive ou particulière de l'espace public (e.g. commerces) qui pourrait modifier les itinéraires piétons.



3- Approche technique des comptages piétons

Au terme du travail de collecte des méthodes et équipements existants en matière d'analyse et de comptage de déplacements piétons, un total de 10 méthodes capables d'être appliquées en Région de Bruxelles-Capitale ont pu être dégagées et ont fait l'objet d'une analyse par fiche.

3.1 Structure de chaque fiche d'analyse

Pour chaque méthode de comptage étudiée, un modèle standard de fiche d'analyse a été réalisé. Chaque fiche réalisée présente la structure identique suivante:

- Description et mise en œuvre de la méthode:** définition générale de la méthode étudiée et du processus de mise en œuvre.
- Données mesurées:** liste des données pouvant être mesurées par la méthode considérée.
- Applications et volumes mesurés:** description du champ d'application de la méthode, tant du point de vue de la durée des comptages, de la nature des aménagements urbains sur lesquels les comptages sont réalisés, etc.
- Précision:** estimation de la précision de la méthode vis-à-vis de la collecte de données pour les comptages piétons.
- Avantages et limitations:** liste des points forts et des points faibles de la méthode considérée (qu'il s'agisse de la nature des données collectées, du champ d'application, de la simplicité de mise en œuvre et d'entretien, etc.).
- Coûts:** estimation des coûts de la méthode, ci-compris le coût horaire, le coût à l'achat, à l'installation et à l'entretien. Tant que possible, une estimation du coût de l'équipement est fournie en euros. Le coût horaire (pour l'utilisation de l'équipement) est exprimé sur une échelle qualitative ordinaire (faible; moyen; élevé).
- Temps d'installation et d'entretien:** estimation du temps nécessaire pour préparer et installer l'équipement qui servira au comptage, et pour l'entretenir le cas échéant. Cette donnée traduit de la facilité de mise en œuvre et d'utilisation de la méthode.
- Fournisseurs:** liste de fournisseurs et d'équipements relatifs à la méthode de comptage étudiée (si disponible).
- Prestataires:** liste de prestataires capables de réaliser un comptage avec ce type de méthode (si disponible).
- Références bibliographiques:** les références des ouvrages d'où les informations ont été collectées sont reprises à la fin de chaque fiche.



3.2 Fiches pratiques

Les fiches pratiques des méthodes de comptages et d'observation des déplacements piétons que nous avons retenus pour cette étude sont disponibles dans la suite.

METHODE N°1 : COMPTAGE MANUEL (SUR SITE)

1. Description et mise en œuvre de la méthode

Une personne est chargée du comptage et se positionne à un endroit lui permettant de visualiser chaque passant. Comptage du nombre de piétons pendant un temps donné (par exemple, par tranche de 15 minutes entre 9h et 11h) puis report sur un formulaire des résultats du comptage, de l'heure et de la durée de la mesure ainsi que de la météo du jour.

La mise en œuvre de cette méthode de comptage est assez aisée mais nécessite des mesures à plusieurs endroits différents (d'autant plus sur les artères ou dans les carrefours étendus). Tant que possible, il est préférable de répéter le processus durant plusieurs jours.



Figure 3 – Comptage manuel de piétons en intersection

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes;
- Direction des flux;
- Caractéristiques des utilisateurs (tranche d'âges, genre, comportements à risque).

3. Applications et volumes mesurés

Les comptages manuels sur site sont appropriés pour la collecte de données sur de courtes périodes et sont adaptées à tout type d'aménagement. La quantité de personnel sur site dépend de la taille des aménagements sur lesquels les comptages sont effectués (et de l'expérience des compteurs). Adaptés pour l'analyse de mesures directionnelles et pour collecter des informations complémentaires sur les utilisateurs (comportement aux traversées piétonnes, genre, âge, etc.).

Possibilité de mesures en section, en carrefour et aux traversées piétonnes. Méthode adaptée dans tout type d'environnement urbain. Aucune contrainte inhérente au revêtement de l'itinéraire piéton ou à l'environnement direct. La largeur de la zone de détection peut monter jusqu'à 25 mètres, et plus avec davantage de personnel sur site.

Cette méthode de comptage ne souffre d'aucune contrainte de lieu, de temps ou de situation. Elle peut être appliquée pendant un événement, une action particulière ou dans le cadre d'une observation ponctuelle des parts modales (e.g. relevé pour Observatoire de la mobilité) afin de comparer les résultats en matière de dynamisme local et d'attractivité de l'action en question.

Volumes mesurés: Entre 200 et 600 personnes par compteur et par heure. Les volumes mesurés sont dépendants des caractéristiques du site mesuré ou de l'expérience des observateurs qui réalisent les comptages. Des facteurs d'ajustements peuvent également être appliqués en fonction de la période et de la durée du comptage, voire de la météo.

4. Précision de la méthode

Précision globalement élevée.

Fortement dépendante du profil des observateurs en charge du comptage. La précision augmentera avec l'expérience et la formation préalable du personnel. Des erreurs risquent d'apparaître avec la fatigue du personnel (ne pas excéder 2h) ou sur des aménagements de grande superficie et à la géométrie complexe (e.g. carrefours à plusieurs branches). En limitant le nombre de données à relever (volume, comportement, genre, âge), on favorise également la précision.

5. Avantages et limitations

Avantages

- Grande quantité de données pouvant être relevées;
- Observation du profil et du comportement des usagers;
- Précision élevée (dans des conditions de comptages adaptées);
- Flexible et mobile;
- Informations sur l'environnement du comptage (e.g. météo);
- Possibilité de réitérer l'action facilement à plusieurs périodes de la journée et année;
- Pas de coûts d'installation ou de maintenance.

Limitations

- Comptage non-continu. Court-terme uniquement;
- Nécessité de former le personnel au préalable;
- Coûts horaires très élevés;
- Dépendant de l'expérience et de la fatigue des observateurs.

6. Coûts

Coûts globalement élevés.

Coûts de l'équipement, de préparation et d'installation faibles. Coûts de formation modérés. Coûts horaires élevés et variables selon la taille de l'espace à analyser et de la durée des comptages. Une personne suffit pour compter les piétons circulant dans une petite rue, mais il en faudra 2-3 pour des espaces plus grands ou avec des volumes piétons supérieurs à 600 usagers par heure. Les étudiants sont fréquemment contactés pour réaliser de tels comptages.

7. Temps d'installation et entretien

Temps d'installation négligeable. Identifier au préalable l'environnement du site sur lequel seront réalisés les comptages, sélectionner les localisations les plus adaptées pour poster les observateurs sur site. Le temps de formation du personnel ne doit pas être négligé, même s'il peut s'avérer relativement limité pour des comptages manuels peu complexes.

Pas d'entretien de l'équipement.

8. Fournisseurs

N.A.

9. Prestataires (cf. Annexe 1)

Atrium
DataCollect

10. Références bibliographiques

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) *Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection*. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.
Schneider, R. (2012). "How to do your own pedestrian count?". Papier présenté lors de la conférence *Pedestrians Count! 2012*, Los Angeles, USA.
Jolicoeur, M., Handfield, G. et Carpentier, L. (2009). *Guide de comptages des piétons et des cyclistes*, Vélo Québec Association.
Lively Cities Toolbox. Fiche «Comptage manuel – La Louvière Centre-Ville, Centre de Vie».

METHODE N°2: COMPTAGE MANUEL (SUR VIDEO)

1. Description et mise en œuvre de la méthode

Méthode de comptage manuel à partir d'un enregistrement vidéo. Possibilité d'analyser des comportements et des déplacements piétons. Cette technique est peu courante en tant que méthode de comptage à part entière, mais elle peut être utilisée comme outil de vérification d'un comptage manuel sur site, voire pour compléter une étude ou pour réaliser une étude comparative à différentes périodes de l'année.



Figure 4 – Comptage manuel à hauteur d'une traversée piétonne

La mise en œuvre de cette méthode ne nécessite que l'installation d'une caméra vidéo sur site. Le comptage vidéo se fait a posteriori par analyse des bandes d'enregistrement. Un seul analyste est nécessaire pour réaliser l'étude.

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes;
- Direction des flux;
- Caractéristiques des utilisateurs (tranche d'âges, genre, comportements à risque).

3. Applications et volumes mesurés

Les comptages manuels par analyse vidéo sont appropriés pour la collecte de données sur de courtes durées mais à différentes périodes de la journée ou de l'année (heures, jours, saisons). Ils sont adaptés à tout type d'aménagement, pour autant qu'on puisse y installer une caméra vidéo. Il est possible de fixer la caméra directement sur un mât ou de l'installer sur un bâtiment (e.g. balcon, façade). Cette option requiert néanmoins l'obtention d'autorisations, ce qui peut augmenter significativement le temps de préparation des comptages.

La largeur de la zone de détection dépendra de la position de la caméra, de sa hauteur et de son angle de vue, mais elle est en générale très importante (jusque 25m en section droite ou en carrefour si la caméra est placée suffisamment en hauteur).



Figure 5 – Exemples d'installation d'une caméra vidéo sur mât (source : CRR)

Volumes mesurés: > 600 personnes par compteur par heure. Pour des volumes de flux très élevés, il suffit de réduire la vitesse de lecture de la bande vidéo.

4. Précision de la méthode

Il s'agit a priori de la méthode de comptage la plus précise pour la collecte de volumes de piétons, puisqu'il est possible de revenir en arrière et de maîtriser la vitesse de la bande vidéo. Erreur très limitée, même en présence de groupes d'utilisateurs.

Néanmoins, il y a des risques de recouvrement de l'image par la végétation (par exemple) et donc des pertes d'information. Relevé impossible en condition de basse luminosité (mauvais temps, nuit, etc.). Le relevé des caractéristiques des utilisateurs ou de leur comportement est possible mais les erreurs d'interprétation sont possibles si la qualité et la position de la caméra ne sont pas optimales (e.g. gestes entre usagers pour cession de priorité).

5. Avantages et limitations

Avantages

- Grande quantité de données pouvant être relevées ;
- Observation du profil et du comportement des usagers ;
- Précision élevée (dans des conditions de comptages adaptées) ;
- Flexible et mobile ;
- Informations sur l'environnement du comptage (e.g. météo) ;
- Possibilité de réitérer l'action facilement à plusieurs périodes de la journée et année ;
- Plus grand confort. Pas besoin de passer du temps sur site.

Limitations

- Court-terme uniquement ;
- Données mesurées dépendantes de la qualité de l'image (e.g. caractéristiques usagers) ;
- Fonctionnement limité en basse luminosité ;
- Risque de recouvrement/occultation (e.g. végétation) ;
- Installation en hauteur pour éviter tout risque de vol ou de dégâts ;
- Visite sur site pour changer les cartes mémoires, batteries, etc. ;
- Coûts horaires élevés ;
- Demande d'autorisations pour le placement de la caméra.

6. Coûts

Coûts globalement élevés.

Coût de l'équipement modéré (500-1000 €) et amortissement sur plusieurs années. Coûts de préparation, d'installation, d'entretien et de collecte des données faibles à modérés. Coûts horaires élevés. Néanmoins, une seule personne suffit pour compter à partir des bandes d'une caméra vidéo. Sur des sites avec volumes d'utilisateurs élevés, l'observateur aura sans doute besoin de réduire la vitesse de la bande vidéo, donc augmentation de la durée du comptage.

7. Temps d'installation et entretien

Temps d'installation faible (< 1h) pour placer les caméras sur le site.
Entretien nécessaire pour remplacer les batteries de la caméra, les cartes mémoires, etc.

8. Fournisseurs

N/A

9. Prestataires

cf. Annexe 1

10. Références bibliographiques

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.

METHODE N°3: COMPTAGE VIDEO AUTOMATISE

1. Description et mise en œuvre de la méthode

Méthode de comptage automatisé réalisé à partir d'une caméra vidéo installée sur site. Lorsque la caméra est alimentée de batteries, on l'utilisera en général pour des comptages de courtes durées (4h). Lorsque la caméra est alimentée par une source extérieure, on pourra réaliser des comptages continus. Les données du comptage sont collectées et stockées sur la carte mémoire de la caméra vidéo. Utilisation d'une assistance par ordinateur pour analyser les données qui passent au travers de la zone de détection préalablement définie. En général, l'analyse des bandes vidéo est réalisée par un logiciel dédié après le comptage.



Figure 6 – Illustrations du traitement de comptages automatisés par caméra vidéo

La mise en œuvre requiert l'installation d'une ou plusieurs caméras vidéo sur site et l'installation d'un logiciel de traitement d'image pour la détection, l'analyse et le comptage des déplacements piétons. L'utilisation du logiciel et le traitement des données sont (en général) assurés par la société qui réalise le comptage.

Ces dernières années, certaines utilisent les caméras de vidéo-surveillance présentes dans l'espace urbain afin de réaliser des comptages de flux piétons. Cette démarche n'impose pas l'installation de nouvelles caméras mais implique que les caméras soient préalablement positionnées aux endroits où les relevés sont souhaités.

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons ;
- Détection de tous les modes de transport ;
- Direction des flux (dont mouvements en intersections) ;
- Comportement des usagers ;
- Vitesse (tous usagers).

3. Applications et volumes mesurés

Les comptages automatiques par analyse vidéo sont appropriés pour la collecte de données sur de courtes durées (entre 1 et 7 jours). Pour une analyse sur de longues périodes, ce type de comptage est moins recommandé, car il est nécessaire de repasser régulièrement sur site pour faire de la maintenance (changement carte mémoire, batterie, etc.). Ces comptages sont adaptés à tout type d'aménagement, pour autant qu'on puisse y installer une caméra vidéo.

Les logiciels de traitement d'images sont adaptés pour un comptage en section (e.g. traversées piétonnes, rue piétonne, accès à un bâtiment ou un transport en commun) et ils sont également capables de mesurer des changements de directions en intersections. L'utilisation de plusieurs caméras en simultané permet de réaliser des mesures de sites de plus grande ampleur ou avec plusieurs accès (e.g. mesure de tous les usagers qui entrent et sortent d'une station de métro à tous les accès en surface).

La zone de détection peut être particulièrement large (25m et plus) lorsque les caméras sont installées suffisamment en hauteur et avec un angle de vue adapté. Il s'agit de la méthode de comptage automatisé offrant la plus grande zone de détection. Pour ce paramètre, elle a des performances similaires à celles des méthodes de comptages manuels sur site.

Volumes mesurés : > 600 personnes par compteur par heure.

4. Précision de la méthode

Il s'agit a priori de la méthode de comptage assez précise, même s'il existe peu de chiffres sur la performance réelle de ces équipements. Notons néanmoins les risques de recouvrement de l'image par la végétation (par exemple) et donc des pertes d'information. Relevé plus difficile en condition de basse luminosité (mauvais temps, nuit, etc.).

5. Avantages et limitations

Avantages

- Besoin très limité en personnel;
- Adapté aux mesures en section et en intersections;
- Flexible et mobile;
- Mesure du comportement des usagers.

Limitations

- Comptages à court-terme (en général);
- Précision du comptage dépendante de la qualité de l'image;
- Fonctionnement limité en basse luminosité;
- Risque de recouvrement/occultation (e.g. végétation);
- Installation en hauteur pour éviter tout risque de vol ou de dégâts;
- Visite sur site pour changer les cartes mémoires, batteries, etc.;
- Pas de logiciel «presse-bouton» donc nécessité de faire appel à des entreprises externes pour la collecte des données et leur interprétation.

6. Coûts

Coûts modérément à fortement élevés.

Coût de l'équipement moyen à élevé (1 000-3 000 €) en fonction de la technologie utilisée. Les coûts de préparation des comptages sont modérément élevés, puisqu'il faut identifier la localisation la plus appropriée pour installer la caméra, éventuellement demander des autorisations, etc. Les coûts d'installation et de récolte des données sont plutôt faibles.

Les coûts horaires demeurent néanmoins assez élevés, car la réalisation des comptages et l'analyse des données sont généralement réalisées par une firme extérieure (l'utilisation d'un logiciel de traitement des données vidéo nécessitant une certaine expertise).

7. Temps d'installation et entretien

Faible (< 1 h). Entretien nécessaire pour remplacer les batteries de la caméra, les cartes mémoires, etc.

8. Fournisseurs

SwissTraffic – Comptage vidéo
 FLIR – Détection vidéo aux feux
 SenSource – Comptage vidéo

9. Prestataires (cf. Annexe 1)

ACIC Video Analytics (Belgique)
 Multitel (Belgique)
 Evitech (France)

10. Références bibliographiques

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.

METHODE N°4: TIME-LAPSE**1. Description et mise en œuvre de la méthode**

Le time-lapse permet l'observation de l'espace pendant une longue période de temps à l'aide d'un appareil photo qui réalise une mesure statique mais répétée de l'espace, de son occupation et des flux de circulation.



Source : brokencitylab.org

Figure 7 – Illustration d'une observation de traversée piétonne en time-lapse

La mise en œuvre d'une telle méthode nécessite de repérer préalablement les endroits spécifiques où il serait intéressant de réaliser un relevé. Prise de photos toutes les 10, 30 ou 60 secondes (à la libre appréciation de l'utilisateur) pendant une période de temps donnée. Utilisation et interprétation des données a posteriori à l'aide d'un logiciel dédié.

2. Données mesurées

- Occupation de l'espace urbain.

3. Applications et volumes mesurés

Les comptages en time-lapse ne donne qu'une information très limitée en terme de données chiffrées. Il s'agit plus d'estimer l'utilisation de l'espace urbain et d'observer grossièrement les flux et les zones préférentielles (e.g., commerces, traversées piétonnes, chemins préférentiels, etc.). Utile pour la mesure globale de l'activité d'une zone commerciale ou d'un évènement.

4. Précision de la méthode

Précision faible à nulle en matière de comptage piétons. L'analyse par time-lapse donne plutôt une tendance sur l'occupation de l'espace par les piétons.

Volumes mesurés: N/A.

5. Avantages et limitations

Avantages

- Aperçu visuel de l'utilisation de l'espace urbain;
- Flexible et mobile;
- Très simple d'utilisation.

Limitations

- Pas de données quantifiées sur les volumes piétons;
- Observation à court-terme;
- Installation en hauteur pour éviter tout risque de vol ou de dégâts, et accroître la surface de la zone photographiée;
- Visite sur site pour changer les cartes mémoires, batteries, etc.

6. Coûts

Coûts globalement faibles.

Coût de l'équipement relativement faible (< 1000 €). Coûts de préparation, d'installation et d'entretien et coûts horaires assez faibles également.

7. Temps d'installation et entretien

Faible (< 1 h). Seule l'installation de l'appareil photo est nécessaire.
Entretien nécessaire pour remplacer les batteries de l'appareil photo, les cartes mémoires, etc.

8. Fournisseurs

N/A

9. Prestataires

cf. Annexe 1

10. Références bibliographiques

Lively Cities Toolbox. Fiche « Time lapse ».

METHODE N°5: COMPTAGE PAR INFRAROUGE PASSIF

1. Description et mise en œuvre de la méthode

Les comptages par infrarouge passif (ou pyroélectriques) utilisent des équipements capables de détecter la présence de piétons et cyclistes en comparant leur température avec la température ambiante, à l'aide d'une radiation infrarouge. Le capteur est situé d'un côté de l'aménagement et pointe transversalement de telle sorte que les piétons puissent « couper » le faisceau infrarouge.



Figure 8 – Boîtiers de comptage automatisé par infrarouge passif

Le placement des équipements par IR passif est primordial pour l'obtention de données précises. La lentille infrarouge est positionnée d'un côté de l'aménagement où l'on souhaite réaliser un comptage, transversalement à l'axe de passage du flux de piétons. La lentille est placée dans un boîtier qu'on fixera sur un élément existant de l'infrastructure, ou dans un poteau qu'on positionnera au préalable sur l'aménagement. La lentille est positionnée à hauteur raisonnable afin de détecter correctement les usagers (en général, entre 0,7m et 1m) et le plus près possible du bord de l'aménagement.

Afin de limiter les erreurs lors de la collecte des données, il est préférable que la lentille soit positionnée face à un élément fixe (e.g. un mur) et dans une zone où les usagers ne risquent pas de conglo-mérer (e.g. devant des entrées de bâtiments, près d'un arrêt de transport en commun, dans un coin de rue, etc.). Par ailleurs, on évitera de positionner la lentille à IR passif face à une paroi qui pourrait refléter le signal (e.g. vitre, eau, métal, trafic en arrière-plan), dans l'axe de la circulation automobile ou près de végétations dont les mouvements pourraient générer de « faux-positifs ». On optera également pour une zone à l'abri des rayons directs du soleil.

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes confondus (sauf utilisation d'un équipement complémentaire³);
- Direction des flux (sur certains équipements)

3. En combinant un compteur infrarouge passif avec une boucle à induction ou des bandes piézoélectriques, il est possible de mesurer avec précision le volume de cyclistes sur l'aménagement.

3. Applications et volumes mesurés

La méthode de comptage par infrarouge (IR) passif est adaptée pour des comptages de relativement longues durées (plusieurs semaines) ou pour des comptages continus. De tels équipements ne sont néanmoins pas capables de différencier les piétons des cyclistes et des erreurs d'interprétation peuvent donc exister lors du relevé des volumes de flux. Tant que possible, on favorisera des sites où il n'y a pas de mixité parmi les modes actifs. Sinon, on pourra combiner l'utilisation d'IR passif avec des équipements capables de détecter spécifiquement les flux cyclistes (e.g. boucles inductives) afin de différencier les volumes des différents modes actifs.

Les compteurs IR passif ne peuvent être utilisés qu'en section droite et réalisent des comptages transversalement à la chaussée piétonne. Il n'est pas possible de les utiliser en intersection ou au niveau des traversées piétonnes (trop de pertes ou équipement non-approprié). La largeur de la zone de détection est donc relativement modérée (entre 4 m et 6 m). Elle doit être suffisante (> 3 m) pour éviter le sous-dénombrement.



Figure 9 – Exemple d'utilisation d'un capteur IR passif (source: Stadt Luzern, 2012)

Des tels équipements sont parfois combinés avec un appareil photo afin d'avoir un aperçu visuel des comptages réalisés ou l'heure des passages. L'appareil est relié au capteur IR passif et il est automatiquement déclenché quand un usager est détecté. Néanmoins, cette approche combinée est assez rare et augmentent significativement les coûts horaires pour l'interprétation des données.

Volumes mesurés: < 600 usagers par heure, mais diminution progressive de la précision au-delà de 200 usagers par heure (cf. point suivant). Pour des volumes très élevés, des facteurs de correction peuvent être appliqués pour réduire les erreurs de comptage.

4. Précision de la méthode

La précision des comptages par IR passif est correcte mais assez dépendante du type d'équipement utilisé. Des études ont été réalisées sur plusieurs modèles de capteurs IR passifs afin de comparer les résultats de comptages obtenus avec ces équipements en comparaison avec un comptage manuel. Les facteurs de correction à appliquer pour ramener les volumes relevés par IR passif au niveau de ceux relevés manuellement oscillaient entre 1,037 et 1,412 (NCHRP Project 07-19).

On observe sur la Figure 10 une excellente corrélation entre les volumes mesurés par comptage manuel et ceux relevés à l'aide de compteurs IR passifs, tant que ceux-ci n'excèdent pas 200 usagers par heure. Au-delà, on note une assez bonne corrélation jusque des volumes inférieurs à 400 usagers, puis une diminution progressive lorsque les volumes d'usagers augmentent. D'autre part, on constate que les volumes mesurés automatiquement sont globalement plus faibles, et les pertes augmentent avec des volumes d'usagers plus importants (erreurs de relevés pour des groupes d'usagers). Il est donc pertinent d'utiliser des facteurs d'ajustement pour corriger ces pertes lors des relevés par IR passif.

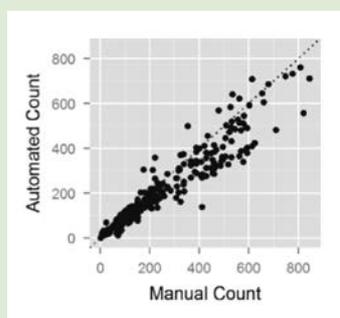


Figure 10 – Comparaison entre les volumes mesurés par une méthode de comptage manuel et une méthode par IR passif (NCHRP).

Des erreurs dans les volumes relevés ont également été mis en évidence lorsque la température extérieure est particulièrement élevée (et s'approche de la température normale d'un corps humain). Néanmoins, il ne semble pas exister de corrélation évidente entre l'augmentation de la température et l'augmentation des pertes dans le comptage. Ce facteur d'erreur est fortement dépendant du type d'équipement utilisé.

5. Avantages et limitations

Avantages

- Besoin très limité en personnel;
- Peu encombrant, très mobile et facile à installer;
- Coûts horaires faibles;
- Possibilité d'installation dans du mobilier urbain (discret).

Limitations

- Incapable de différencier cyclistes et piétons dans un trafic mixte (si IR passif uniquement);
- Risque d'erreur de comptages avec des groupes d'usagers;
- Méthode limitée aux comptages en section droite;
- Impose la présence de mobilier urbain (si boîtier) ou l'installation d'un poteau;
- Influence de l'environnement du site (e.g. parois vitrées) ou des conditions météorologiques (e.g. températures extrêmes) sur les performances de l'équipement.

6. Coûts

Comparativement aux autres technologies de comptages continus automatisés, **les coûts d'un comptage par IR passif sont relativement modérés.**

Le coût d'un équipement de comptage par IR passifs est moyennement élevé (1000-3000 €). Les temps (et coûts) de préparation peuvent être plus ou moins élevés, en fonction des autorisations nécessaires pour effectuer des comptages de longue durée sur la voie publique. L'identification de localisations appropriées au comptage par IR passif peut également demander du temps.

En revanche, les coûts horaires sont faibles étant donné qu'ils sont lissés sur une très longue période. Il s'agit de l'une des méthodes automatisées dont les coûts horaires sont les plus bas.

7. Temps d'installation et entretien

Le temps d'installation requis pour le placement d'un capteur IR passif est relativement faible lorsque celui-ci est logé dans un boîtier pour du comptage à court ou moyen terme (< 30 mn). Pour des comptages continus, on préférera en général masquer la lentille dans un poteau ou potelet urbain (réduction des risques de dégradation). Dans ce cas-là, le temps d'installation est sensiblement plus important, car il faut installer le poteau sur le site étudié.

Un calibrage de l'outil à l'aide d'un comptage manuel est fortement recommandé, afin d'évaluer les performances de l'équipement en conditions normales d'utilisation (et estimer l'ordre de grandeur d'un éventuel facteur de correction).

Peu d'entretien est nécessaire, si ce n'est pour changer les batteries (si nécessaire).

8. Fournisseurs

Eco-compteur – Comptages par IR passif (Pyro Box compacte, poteau urbain, poteau bois)

9. Prestataires

cf. Annexe 1

10. Références bibliographiques

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) *Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection*. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.

Jolicoeur, M., Handfield, G. et Carpentier, L. (2009). *Guide de comptages des piétons et des cyclistes*, Vélo Québec Association.

METHODE N°6: COMPTAGE PAR INFRAROUGE ACTIF

1. Description et mise en œuvre de la méthode

À l'inverse des méthodes par IR passif qui fonctionnent avec un seul capteur, les méthodes de comptages par infrarouge actif détectent la présence de piétons et cyclistes à partir d'un capteur émetteur et d'un capteur récepteur situés de part et d'autre de l'aménagement. Des faisceaux optiques transitent entre les deux capteurs, et lorsque le signal entre les deux capteurs est coupé par un usager, celui-ci est détecté et comptabilisé par l'équipement.

Parfois, les capteurs émetteur et récepteur sont situés dans le même boîtier. Dans ce cas-là, soit le signal infrarouge est renvoyé par un miroir disposé de l'autre côté de l'aménagement (peu fréquent, car moins performant et risque accru de vandalisme), soit les réverbérations du signal optique sont directement détectées par le capteur récepteur.

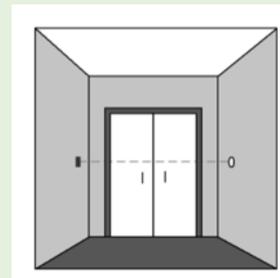


Figure 11 – Schéma illustratif d'un comptage automatisé par infrarouge actif

Par nature, les équipements de comptage par IR actif doivent être positionnés des deux côtés de l'aménagement (sauf dans le cas où les capteurs sont situés dans le même boîtier), de telle sorte qu'ils puissent se faire face sans qu'aucun obstacle fixe n'entrave le signal. Ils sont placés à hauteur raisonnable pour détecter tous les utilisateurs, entre 0,7 m et 1 m de haut. En général, on peut positionner les capteurs émetteur et récepteur jusqu'à une distance d'écartement de 25 à 30 mètres. Au-delà, la précision du comptage n'est plus garantie (sauf pour certains équipements). Il faut donc localiser des sites sur lesquels un tel équipement peut être correctement installé. Pour des comptages de longue durée (ou continus), on peut envisager d'installer des poteaux sur le site. Pour les comptages de plus courte durée, on préférera en général positionner les boîtiers sur du mobilier urbain existant, ce qui peut rendre l'installation des capteurs plus compliquée.

À l'instar des capteurs IR passifs, on évitera de placer les équipements de comptage par IR actif à des endroits où les usagers sont susceptibles de s'arrêter et former des groupes (e.g. accès de bâtiments, arrêts de transport en commun, coins de rue).

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes;
- Direction des flux;
- Caractéristiques des utilisateurs (tranche d'âges, genre, comportements à risque).

3. Applications et volumes mesurés

La méthode de comptage par infrarouge actif est adaptée tant pour des comptages de courtes durées que pour des comptages continus. La plupart des équipements utilisant cette technologie ne sont pas capables de différencier les piétons des cyclistes et des erreurs d'interprétation peuvent donc exister lors du relevé des volumes de flux (à moins d'utiliser une méthode complémentaire pour mesurer les volumes cyclistes simultanément, telle que des boucles inductives). Tant que possible, on choisira d'appliquer cette méthode sur des sites où il n'y a pas de mixité parmi les modes actifs, surtout si seuls les volumes de piétons sont souhaités.

Les compteurs par IR actif sont essentiellement utilisés en section droite et réalisent des comptages transversalement à l'axe de l'itinéraire piéton. Il n'est pas possible de les utiliser en intersection, mais on les retrouve parfois sur des traversées piétonnes avec un îlot intermédiaire (ou refuge). Les capteurs sont alors placés sur l'îlot et relèvent les traversées dans les deux directions. Le risque d'erreurs est plus important sur ce genre de configuration néanmoins, certains piétons pouvant traverser en dehors du passage et des regroupements pouvant se former sur l'îlot.

La largeur de la zone de détection est importante (supérieure à 6 m et jusque 25 m).

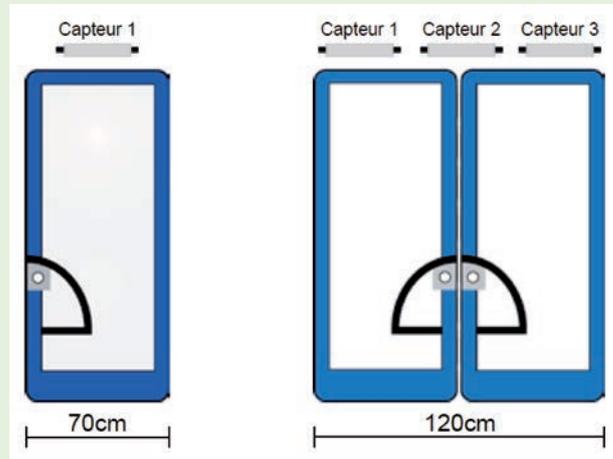


Figure 12 – Exemples de positionnement de capteurs dans les transports en commun. Capteurs avec émetteur et récepteur placés dans le même boîtier (source: DILAX)

On retrouve également de tels capteurs dans les portes des véhicules de transports en communs (e.g. STIB) pour des mesures de volumes en entrée et en sortie, ou dans les portiques des stations souterraines (métro, tram) pour des mesures de volumes en entrée uniquement. Ces mesures de volumes sont utilisées pour gérer l'offre de transport sur le réseau (volume des véhicules, fréquence et horaires de passage, etc.).

Volumes mesurés: > 600 usagers par heure.

4. Précision de la méthode

Il s'agit d'une méthode de comptage très précise et comparativement meilleure que la méthode par IR passif. En effet, des études ont été menées afin de comparer les volumes mesurés par des comptages par IR actif et par des comptages manuels (NCHRP Project 07-19). Les résultats représentés à la figure 11.2 illustrent la très grande corrélation entre les résultats des deux méthodes.

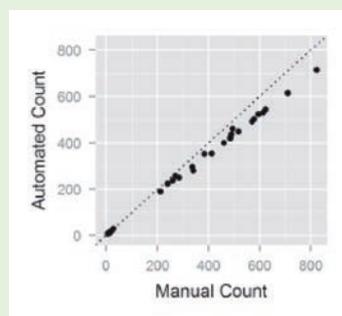


Figure 13 – Comparaison entre les volumes mesurés par une méthode de comptage manuel et une méthode par IR actif (NCHRP)

Pour des volumes d'usagers modérés (< 400 m), le taux d'erreur est extrêmement limité. Ensuite, le taux d'erreur augmente linéairement (mais dans des proportions limitées) avec l'accroissement du volume d'usagers empruntant l'aménagement sur lequel les comptages sont réalisés.

Par conséquent, il est possible d'appliquer un simple facteur d'ajustement pour obtenir des volumes très proches de ceux obtenus à l'aide d'un comptage manuel.

5. Avantages et limitations

Avantages

- Besoin très limité en personnel;
- Assez mobile et facile à installer;
- Très grande précision dans des conditions d'utilisation « normale »;
- Coûts horaires faibles;
- Possibilité d'installation dans du mobilier urbain (discret).

Limitations

- Incapable de différencier cyclistes et piétons dans un trafic mixte;
- Risque d'erreurs avec des groupes d'utilisateurs;
- Impose la présence de mobilier urbain (si boîtier) ou l'installation d'un poteau;
- Risque de « faux-positifs » (e.g. véhicules, animaux)
- Influence des conditions météorologiques sur les performances de l'équipement (e.g. la pluie ou la grêle peut générer des faux-positifs).

6. Coûts

Comparativement aux autres technologies de comptage automatisé, cette méthode génère des **coûts globalement modérés**.

Les coûts de l'équipement sont élevés (> 3 000 €) et les coûts de préparation peuvent également se révéler assez importants, compte tenu des contraintes de la méthode en matière de placement de l'équipement. Cependant, les coûts horaires sont très faibles pour des comptages longues durées ou continus, et les coûts d'installation demeurent également assez limités.

7. Temps d'installation et entretien

Temps d'installation assez faibles pour des installations temporaires (< 1h). L'installation de capteurs IR actifs pour des comptages continus peut demander plus de temps si des poteaux ou équipements fixes doivent être spécialement installés pour l'occasion.

À l'instar des capteurs à IR passif, un calibrage des équipements de comptages à IR actif à l'aide d'un comptage manuel est fortement recommandé, afin d'évaluer les performances de l'outil en conditions normales d'utilisation (et estimer l'ordre de grandeur d'un éventuel facteur d'ajustement).

Cette méthode ne demande pas un entretien très important. Remplacement des batteries (autonomie de plusieurs mois avec piles au lithium) ou vérification de l'installation de temps en temps.

8. Fournisseurs

SenSource – Comptage IR actif

DILAX – Capteurs utilisés par la STIB dans les portes de leurs véhicules et dans les portiques de stations souterraines (comptage de volumes d'utilisateurs)

9. Prestataires (cf. Annexe 1)

Atrium

DataCollect

10. Références bibliographiques

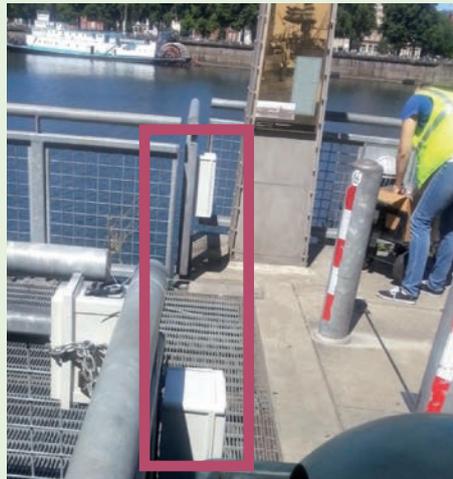
Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.

Jolicoeur, M., Handfield, G. et Carpentier, L. (2009). Guide de comptages des piétons et des cyclistes, Vélo Québec Association.

METHODE N°7: COMPTAGE PAR EMETTEUR RADIO

1. Description et mise en œuvre de la méthode

Les méthodes de comptages par émetteur radio sont très semblables aux méthodes par IR actif, à la différence près que le signal transitant entre l'émetteur et le récepteur est composé d'ondes radios et non de faisceaux optiques. Un signal radio est émis de l'émetteur vers le récepteur et lorsque le signal est rompu par un usager, celui-ci est détecté et comptabilisé par l'équipement. Il existe des émetteurs radio à fréquence simple et des émetteurs à fréquences multiples (haute/basse). Ces derniers sont capables de faire la différence entre les piétons et les cyclistes tandis que les émetteurs à fréquence simple ne le peuvent pas.



Source: NCHRP

Figure 14 – Exemple d'une installation de comptage automatisé par émetteur radio

Les boîtiers émetteur et récepteur d'ondes radios sont placés de part et d'autre de l'aménagement, de telle sorte qu'ils puissent se faire face sans qu'aucun obstacle fixe n'entrave le signal. Ils sont placés à hauteur raisonnable pour détecter tous les utilisateurs (en général, entre 0,7m et 1 m de haut). Il est recommandé de limiter la distance entre les deux capteurs à 3 mètres pour les équipements à fréquences multiples. Par conséquent, ce type d'équipement n'est pas adapté à tous les sites. On peut monter jusqu'à 6 mètres en fréquence simple.

Le signal radio est capable de traverser le bois et les matières plastiques peu épaisses, donc les boîtiers peuvent être cachés derrière des parois pour limiter les risques de vol ou de vandalisme. À l'instar des émetteurs IR, les capteurs radio peuvent être placés sur les équipements urbains existants ou dans un poteau positionné préalablement sur le site.

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes;
- Différenciation entre piétons et cyclistes (mais uniquement avec des émetteurs à fréquences multiples);
- Direction des flux (sur émetteurs à fréquences multiples).

3. Applications et volumes mesurés

Les équipements de comptages par émission d'ondes radio sont utilisés tant pour des mesures à court-terme que pour des comptages continus. Ils peuvent être utilisés sur de nombreuses sections piétonnes et sur des chemins partagés avec une mixité de modes actifs, étant donné qu'ils sont capables de différencier les piétons des cyclistes (si émetteurs multifréquences). Néanmoins, l'inter-distance recommandée de 3 mètres entre l'émetteur et le récepteur limite le champ d'application des émetteurs à fréquences multiples.

En général, ces équipements sont utilisés en section droite, mais ils peuvent également collectés des données en traversées piétonnes et cyclistes pour autant qu'il existe un îlot intermédiaire (ou refuge) sur lequel on peut les installer. Les comptages en début et fin de traversées ne sont pas conseillés, car ils occasionnent trop de pertes (traversées hors passage) et d'erreurs (regroupement d'utilisateurs et risque d'occultation).

On retrouve également ces méthodes de comptages par émetteur radio sur des aménagements où des capteurs par infrarouge ne peuvent pas être installés. Par exemple, sur des aménagements où il existe une mixité de modes doux et où l'installation de boucles inductives ou de tubes pneumatiques n'est pas souhaitée. Ou encore sur des aménagements où l'environnement direct est susceptible de causer des réverbérations parasites des signaux optiques (e.g. itinéraire au bord de l'eau, aménagement le long de parois vitrées, etc.).

La largeur de la zone de détection est de 6 mètres maximum pour les émetteurs radio à fréquence simple. Elle est réduite à 3 mètres pour les émetteurs utilisant simultanément haute et basse fréquences.

Volumes mesurés : <200 usagers par heure. Des facteurs de correction peuvent être appliqués pour des volumes plus élevés mais avec une précision moindre.

4. Précision de la méthode

La précision de cet équipement n'a pas été rigoureusement évaluée dans la littérature, quand bien même des recherches comparatives ont été menées sur le sujet. En général, la précision de l'équipement est soulignée pour les comptages de cyclistes. S'agissant des comptages piétons, les résultats sont plus dispersés, mais globalement acceptables.

5. Avantages et limitations

Avantages

- Différenciation des piétons et des cyclistes;
- Besoin très limité en personnel;
- Assez mobile et facile à installer;
- Coûts horaires faibles;
- Possibilité d'installation derrière ou à l'intérieur du mobilier urbain (discret).

Limitations

- Risque d'erreurs avec des groupes d'utilisateurs;
- Impose la présence de mobilier urbain (si boîtier) ou l'installation d'un poteau;
- Peu d'informations sur la précision de l'équipement.

6. Coûts

Coûts globalement modérés.

Comparativement aux autres technologies de comptage automatisé, les coûts de ce type d'équipement sont assez élevés (> 3000 €). Les coûts de préparation peuvent également se révéler assez importants, compte tenu des contraintes de la méthode en matière de placement de l'équipement ou du temps nécessaire pour obtenir des autorisations. Les coûts d'installation sont modérés.

Naturellement, les coûts horaires sont faibles pour des comptages de longue durée.

7. Temps d'installation et entretien

L'installation de tels équipements sur site est assez rapide (< 1h pour des comptages de courte durée). Si les capteurs sont installés pour des comptages de plus longue durée, voire pour du comptage continu, l'installation peut être sensiblement plus fastidieuse si les capteurs sont installés dans du mobilier urbain.

L'entretien de tels équipements est assez limité, mais un calibrage est important lors de la mise en place.

8. Fournisseurs

N/A

9. Prestataires

cf. Annexe 1

10. Références bibliographiques

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.

METHODE N°8: COMPTAGE THERMIQUE

1. Description et mise en œuvre de la méthode

Les outils de comptage thermique détectent les radiations infrarouges de chaleur générées par les usagers et procèdent ainsi à leur dénombrement. Leur fonctionnement est donc très similaire à celui des capteurs IR passif, à la différence près que les équipements de comptage doivent s'installer au-dessus de la zone de détection. De plus, les détections peuvent se faire dans une surface étendue ou le long d'une ligne virtuelle (e.g. entrée et sortie d'une station de transport en commun).

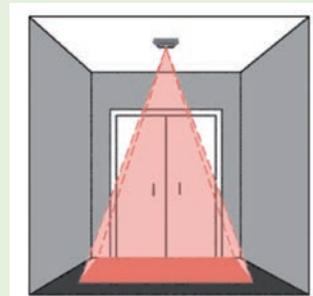


Figure 15 – Illustration d'un comptage automatisé à l'aide d'un capteur thermique.

Les capteurs thermiques sont donc installés suffisamment en hauteur (entre 2 et 4 mètres) pour que la zone de détection soit de largeur suffisante. On choisira soit de les placer sur du mobilier urbain existant, en général sur des poteaux ou des murs, soit d'installer un poteau à cette occasion. Ces capteurs ont par ailleurs besoin d'une source d'alimentation électrique externe.

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes confondus ;
- Direction des flux.

3. Applications et volumes mesurés

Les équipements thermiques ont initialement été utilisés à des fins de surveillance ou de détection d'usagers, par exemple à hauteur de traversées piétonnes pour activer l'éclairage ou modifier la signalisation lumineuse. Désormais, certains fournisseurs proposent également ces outils pour réaliser des comptages d'usagers piétons ou cyclistes. Les volumes et directions des flux peuvent être ainsi collectés.

Ces équipements peuvent être utilisés en section droite ainsi qu'à hauteur des traversées piétonnes. Il pourrait être envisagé d'utiliser ces équipements en intersection également, mais peu d'informations sont disponibles dans la littérature à ce sujet. A priori, compte tenu de la largeur limitée de la zone de détection, tous les équipements de comptage thermique ne sont probablement pas adaptés pour de tels relevés (risques de pertes importants). En effet, si la largeur de la zone de détection « standard » n'est pas rigoureusement connue, certains fournisseurs proposent des équipements avec une zone de détection oscillant entre 2 et 4 mètres de large (e.g. ClearCount Outdoor Thermal de SenSource, Citrix-IR de Eco-compteur qui combine une méthode IR passif et une caméra thermique).

Volumes mesurés : Pas de chiffres exacts, mais les fournisseurs attestent d'un bon fonctionnement pour de larges volumes d'usagers.

4. Précision de la méthode

La précision de cet équipement n'a pas été rigoureusement évaluée dans la littérature.

5. Avantages et limitations

Avantages

- Assez mobile et facile à installer;
- Installation en hauteur et protection contre le vol ou le vandalisme;
- Réduction des pertes par occultation;
- Adapté pour comptages de groupes d'usagers;
- Insensibles aux conditions climatiques extrêmes;
- Fonctionnement en haute et basse luminosité.

Limitations

- Impose la présence de mobilier urbain ou l'installation d'un poteau;
- Peu d'informations sur les performances et les coûts de l'équipement;
- Nécessite une source électrique extérieure.

6. Coûts

Peu d'informations sont disponibles à ce sujet dans la littérature.

7. Temps d'installation et entretien

Peu d'informations sont disponibles à ce sujet dans la littérature.

8. Fournisseurs

SenSource.

9. Prestataires

cf. Annexe 1

10. Références bibliographiques

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) *Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection*. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.

METHODE N°9: COMPTAGE LASER

1. Description et mise en œuvre de la méthode

Les scanners laser émettent des impulsions laser à intervalles réguliers dans plusieurs directions (de telle sorte qu'ils quadrillent l'espace de détection) et ils analysent ensuite la réverbération de ces impulsions afin de détecter la présence d'usagers piétons ou cyclistes. En pratique, ces scanners analysent toutes les modifications dans leur environnement direct et peuvent donc identifier des usagers, et de facto les comptabiliser.

Il existe tant des scanners horizontaux que verticaux. Par conséquent, ceux-ci sont mis en place soit transversalement à l'axe de l'aménagement (à l'instar des capteurs IR ou des capteurs radio), soit au-dessus de la zone de détection. Dans tous les cas, les scanners laser ont besoin d'une source d'alimentation extérieure pour fonctionner sur du long terme. Ils peuvent fonctionner sur batteries pour des comptages de courte durée.

On évitera de disposer ces scanners à des endroits où les usagers sont susceptibles de s'arrêter et de se regrouper (e.g. accès de bâtiments, arrêts de bus, coins de rue).

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes confondus ;
- Direction des flux.

3. Applications et volumes mesurés

Initialement, les scanners laser étaient utilisés en intérieur pour compter les entrées et sorties d'un bâtiment, voire pour faire de la détection afin d'actionner des portes ou des éclairages automatiques. Désormais, ces technologies sont également disponibles pour des comptages en extérieur. Ceux-ci ne sont néanmoins pas capables de différencier les piétons et les cyclistes.

Les scanners laser sont d'application tant pour des comptages réalisés sur de courtes durées (fonctionnement envisageable sur batterie) que pour du comptage continu (une source d'alimentation extérieure est alors obligatoire). Ils peuvent être utilisés en section droite essentiellement. On les retrouve parfois à hauteur des traversées piétonnes, mais le risque de pertes est plus important (e.g. traversées des piétons en dehors du passage).

La largeur de la zone de détection de ce type d'équipement est assez importante. Elle peut monter jusque plusieurs dizaines de mètres pour les scanners laser utilisés pour la surveillance et la détection d'intrusions. Peu de références sont disponibles dans la littérature au sujet des équipements réservés au comptage de piétons.

Certaines études ont été menées et combinent l'utilisation de scanners lasers avec d'autres équipements. En particulier, Ling et. Al ont utilisé la technologie laser avec une caméra vidéo pour affiner la détection des usagers et observer leurs comportements et itinéraires au niveau des traversées piétonnes (Ling et. Al, 2010). Ils ont obtenu des performances particulièrement bonnes dans la détection, la différenciation et le suivi des usagers.

Volumes mesurés: Pas de chiffres exacts dans la littérature.

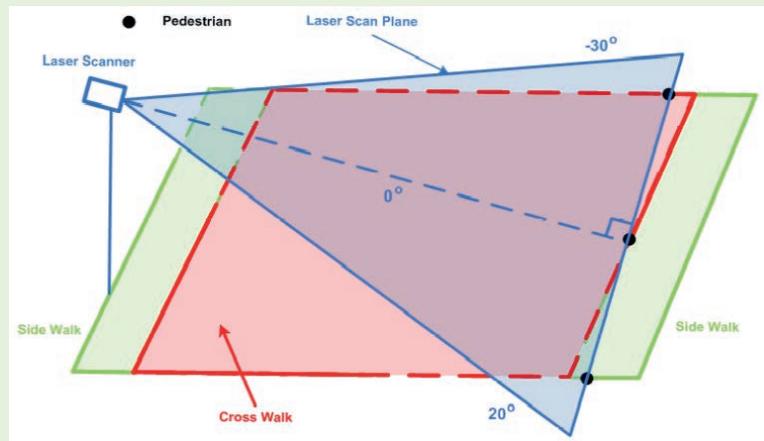


Figure 16 – Illustration d'un scanner laser en traversée piétonne (Ling et. Al, 2010)

4. Précision de la méthode

La précision de cet équipement n'a pas été rigoureusement évaluée dans la littérature. Néanmoins, des difficultés de fonctionnement ont été mises en évidence lorsque les conditions climatiques se détériorent (pluie, neige, brouillard). Cela cause des interférences avec les impulsions lasers.

5. Avantages et limitations

Avantages

- Facile à installer;
- Installation verticalement ou horizontalement.

Limitations

- Peu d'informations sur les performances et les coûts de l'équipement;
- Nécessite une source électrique extérieure;
- Disfonctionnement par mauvais temps.

6. Coûts

Peu d'informations sont disponibles à ce sujet dans la littérature.

7. Temps d'installation et entretien

Peu d'informations sont disponibles à ce sujet dans la littérature.

8. Fournisseurs

SenSource

9. Prestataires

cf. Annexe 1

10. Références bibliographiques

- Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015). Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.
- Ling, B., Tiwari, S., Li, Z., Gibson, D. (2010). A Multi-Pedestrian Detection and Counting System Using Fusion of Stereo Camera and Laser Scanner. In: SPIE Optics and Photonics, Applications of Digital Image Processing, 1-5 Août 2010, San Diego, USA.
- Risse, M., Regli, P., Leuba, J. (2015). Pour que la marche compte: les systèmes de comptages piétons et leurs applications. Mobilité piétonne suisse et Office fédéral des routes, Zurich, Suisse.

METHODE N°10: COMPTAGE AVEC DALLES ACOUSTIQUES OU DE PRESSIONS

1. Description et mise en œuvre de la méthode



Les dalles (ou pavés) acoustiques ou de pression sont des éléments de comptages installés dans le revêtement et qui peuvent être soit en surface, soit enterrés dans le sol (5 cm), par exemple sur des chemins en terre ou en sable. Les dalles de pression détectent le passage des usagers par le changement d'intensité de la force appliquée sur la dalle. Les dalles acoustiques identifient les usagers qui traversent la dalle grâce aux passages d'ondes énergétiques que les piétons génèrent en se déplaçant. Les dalles de pression peuvent être utilisées pour les comptages de piétons et de cyclistes.

Les acoustiques sont davantage recommandées pour les comptages piétons exclusivement. Les dalles doivent être installées dans le sol. Par conséquent, ces installations sont le plus souvent rencontrées sur des sentiers dont le revêtement est souple. Il est possible d'installer ce type d'équipements sur des revêtements en pavés, mais cela requiert donc plus de temps à l'installation.



Figure 17 – Équipements de comptages par dalles installées sur des sentiers au revêtement souple (1) et (2), en sol artificiel sous des revêtements asphaltés (3) ou en revêtements pavés (4) (source: Eco-compteur, 4must.be)

Tant que possible, on placera un nombre suffisant de dalles dans toute la largeur du sentier (cf. Figure 15(2)) afin de limiter les pertes de comptages (e.g. contournements, usagers qui marchent sur les accotements). On évitera également de placer les dalles aux endroits où les usagers sont susceptibles de s'arrêter ou de se regrouper (e.g. démarrage et fin d'un itinéraire de randonnée, aux intersections de plusieurs sentiers, près de bancs ou de panneaux d'informations).

Avant d'installer les dalles, on veillera à anticiper le comportement des usagers afin d'éviter d'installer ces équipements à des endroits où les usagers sont susceptibles de contourner l'itinéraire « normal » (e.g. virage en épi d'un sentier).

2. Données mesurées

- Volumes et intensités piétons et cyclistes confondus ;
- Direction des flux.

3. Applications et volumes mesurés

Compte tenu des contraintes inhérentes à leur installation dans le sol, les équipements de comptages par dalles sont généralement utilisés pour des comptages de longues durées et des comptages continus.

On évitera d'utiliser ces équipements sur des aménagements très larges, dans des intersections ou au niveau des traversées piétonnes (ou éventuellement sur les îlots intermédiaires), car le risque d'erreurs dans les volumes d'usagers collectés risque d'être trop élevé (perte par contournement de l'équipement).

La largeur de la zone de détection des dalles est limitée à la largeur de la dalle (50 cm). Néanmoins, on peut placer plusieurs dalles de front afin d'augmenter la taille de la zone de détection à la largeur totale de la voirie.

4. Précision de la méthode

Peu d'études ont été menées afin de quantifier rigoureusement la précision de cette méthode de comptage, mais les fournisseurs d'équipements garantissent une très grande précision dans des conditions d'utilisation adaptées, même en présence de groupes d'utilisateurs (erreur de 5%).

5. Avantages et limitations

Avantages

- Totalement invisible;
- Méthode adaptée pour le comptage de groupes d'utilisateurs;
- Très flexible (installation de plusieurs dalles de front);
- Peu de maintenance, grande solidité;
- Grande autonomie en énergie (jusque 10 ans);
- Grande capacité de stockage des données.

Limitations

- Peu d'informations sur les performances et les coûts de l'équipement dans la littérature;
- Disfonctionnement possible en cas de gel;
- Installation fastidieuse sur des itinéraires revêtus;
- Pas adapté aux aménagements ouverts, intersections, traversées.

6. Coûts

Peu d'informations sont disponibles à ce sujet dans la littérature. Néanmoins, les coûts de préparation et d'installation sont plus élevés pour les dalles de pression et les dalles acoustiques que pour les autres méthodes de comptages automatisés, compte tenu des travaux nécessaires sur le revêtement.

Les coûts horaires sont néanmoins très faibles, étant donné qu'ils sont lissés sur plusieurs mois à plusieurs années.

7. Temps d'installation et entretien

Temps d'installation élevés, compte tenu des contraintes liées au placement des dalles dans le sol. Il s'agit sans doute des temps d'installation les plus élevés parmi toutes les méthodes de comptages automatisés.

L'entretien est quant à lui très limité et l'équipement est autonome en énergie (autonomie de 10 ans chez certains fournisseurs).

8. Fournisseurs

www.eco-compteur.com
www.4must.be

9. Prestataires

cf. Annexe 1

10. Références bibliographiques

Technologie DALLES, site internet Eco-compteur, <http://www.eco-compteur.com/>
 Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.
 Jolicoeur, M., Handfield, G. et Carpentier, L. (2009). Guide de comptages des piétons et des cyclistes, Vélo Québec Association.

3.3 Récapitulatif des méthodes existantes

Dans le présent document, nous étudions plusieurs méthodes de comptage manuel et de comptage automatisé, dont les fiches pratiques sont disponibles à la section précédente. La liste des méthodes étudiées est la suivante :

1. Comptage manuel (sur site).
2. Comptage manuel (vidéo).
3. Comptage vidéo automatisé.
4. Time-lapse.
5. Comptage par infrarouge passif (IR passif).
6. Comptage par infrarouge actif (IR actif).
7. Comptage par émetteur radio.
8. Comptage thermique.
9. Comptage laser.
10. Dalles acoustiques et de pression.

Le tableau 1 décrit de façon plus précise le champ d'application de chaque méthode, ainsi que les ressources requises pour les appliquer. Ainsi, des ordres de grandeurs sont fournis sur les volumes maximums mesurés, la largeur de la zone de détection, la durée des comptages, de la mobilité de l'équipement (ou du procédé de comptage) et sa résistance au vol ou à la détérioration. S'agissant des ressources financières et temporelles requises pour appliquer les méthodes, le tableau reprend les coûts d'achat, de préparation et d'installation de l'équipement, les coûts de formation du personnel et les coûts horaires.

Afin de favoriser la comparaison entre ces différentes méthodes, nous avons développé deux tableaux comparatifs à partir d'informations collectées dans la littérature. Le tableau 2 indique pour chaque méthode les usagers qui peuvent être détectés, les caractéristiques qui peuvent

Tableau 1 – Comparaison de méthodes de comptages – Données et ressources

	Manuel sur site	Manuel (vidéo)	Vidéo	Time-laps	IR passif (+induction)	IR actif	Radio	Thermique	Laser	Dalles acoustiques	Dalles de pression
Données											
Volume mesuré	++	+++	+++	-	++	+++	++	?	?	?	?
Largeur de zone de détection	+++	+++	+++	+++	++	+++	+	++	++	+ / ++	+ / ++
Durée de comptages	+	+	+ / ++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Mobilité	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	-	-
Résistance au vol	N/A ¹	++	++	++	+	+	+	++	++	+++	+++
Ressources											
Coût équipement	€	€	€€	€	€€	€€€	€€€	?	?	?	?
Coût préparation	€	€	€€	€	€€	€€	€€	?	?	?	?
Temps d'installation	N/A	€	€	€	€	€€	€€	?	?	€€€	€€€
Coût formation	€€€	€€€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Coûts horaire	€€€€	€€€	€€€	€	€	€	€	€	€	€	€

(1) N/A = pas d'application

Tableau 2 – Comparaison de méthodes de comptages – Données et sites

	Manuel sur site	Manuel (vidéo)	Vidéo	Time-labs	IR passif (+induction)	IR actif	Radio	Thermique	Laser	Dalles acoustiques	Dalles de pression
Usagers comptés											
Tous	x	x	x		x	x	x	x	x		x
Piétons uniquement	x	x	x		(x)		x ³			x	x
Piétons et cyclistes ¹	x	x	x		(x)		x ³				x
Groupes d'usagers	?	x	x		?	?				x	x
Caractéristiques											
Type d'usagers	x	x	x		(x)		x	x			x
Direction	x	x	x		x	x	x	?	x		x
Genre	x	x	x								
Âge	x	x	x								
Comportement	x	x	x								
Itinéraire	x			x ²							
Site											
Sections droites	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Intersections	x	x	x								
Traversées piétonnes	x	x	x								

(1) détection des piétons et des cyclistes de façon différenciée

(2) utilisation globale de l'espace uniquement (identification de hotspots dans l'espace urbain étudié)

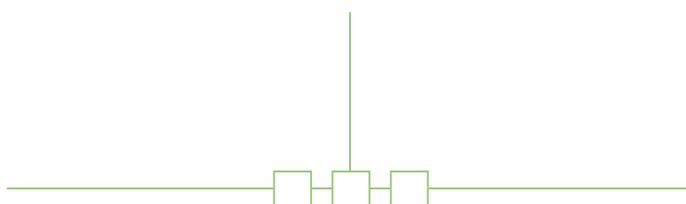
(3) uniquement possible avec des émetteurs radio haute/basse fréquences

être collectées et les sites qui sont appropriés pour l'utilisation de chaque méthode. Les cases cochées d'une croix (x) indiquent que la méthode est capable de relever la donnée correspondante. Lorsque les cases sont cochées d'un point d'interrogation (?), cela montre que l'information n'est pas clairement disponible dans la littérature ou que des technologies récentes existent mais que leurs performances n'ont pas été rigoureusement mesurées.

Dans le tableau précédent, les données sont exprimées à l'aide de signes (+) et (-) tandis que les ressources sont représentées par des euros (€). Lorsqu'un point d'interrogation (?) est représenté, cela signifie que l'information n'était pas disponible dans la littérature ou qu'elle était imprécise. Le signe N/A indique que la donnée renseignée n'est pas applicable à la méthode considérée. La classification pour chaque caractéristique correspond aux ordres de grandeurs renseignés dans le tableau 3.

Tableau 3 – Ordre de grandeurs des caractéristiques du tableau 1

Données	-	+	++	+++
<i>Volume mesuré (usagers/heure)</i>	0	< 200	< 600	> 600
<i>Largeur de zone de détection (m)</i>		< 4	< 6	> 6
<i>Durée de comptages</i>		< 2 jours	< 6 mois	permanent
<i>Mobilité</i>	fixe	faible	moyenne	élevée
<i>Résistance au vol</i>		faible	moyenne	élevée
Ressources	€	€€	€€€	€€€€
<i>Coût équipement (€)</i>	< 1000	< 3000	> 3000	
<i>Coût préparation</i>	faible	moyenne	élevée	
<i>Temps d'installation (h)</i>	< 0,5	< 2	> 2	
<i>Coût formation (h)</i>	< 0,5	< 1	> 1	
<i>Coûts horaire (€/h)</i>	< 1	< 10	< 30	> 30



4- Cas concrets, exemples d'utilisation

Nous avons vu dans les sections précédentes que les objectifs visés par une campagne de comptages piétons pouvaient être très différents, qu'il s'agisse d'une évaluation avant-après travaux, d'une analyse de sécurité d'un aménagement, du développement de modèles multimodaux ou de simples relevés des parts modales sur un réseau. Pour répondre à ces nombreux objectifs, un vaste choix de méthodes et d'équipements de comptages sont disponibles et possèdent des caractéristiques et des performances différentes.

Afin d'illustrer plus concrètement le champ d'application de ces méthodes de comptages piétons et les objectifs qui peuvent être visés par une campagne, intéressons-nous à plusieurs exemples d'utilisation relevés dans quelques villes belges (Bruxelles, Namur, Louvain-la-Neuve et Charleroi) et étrangères (Nantes, Lucerne, Neuchâtel, Philadelphie).

4.1 Bruxelles – Quartiers commerçants

Objectif de la campagne de comptages : Dresser un profil des quartiers commerçants bruxellois (volume de fréquentation et caractéristiques des usagers) et de leur dynamique.

Données relevées : Volumes, intensités, caractéristiques des usagers.

Méthode employée : Comptages manuels.

À Bruxelles, l'agence régionale du commerce Atrium est en charge de la réalisation de comptages piétons dans plus de 40 quartiers commerçants de la ville, afin de dresser un inventaire complet du profil des usagers qui fréquentent ces quartiers (caractéristiques, habitudes, comportements) et de leur volume. L'objectif de ces campagnes de comptages est de fournir aux commerçants et futurs investisseurs une information précise sur la dynamique et les caractéristiques des quartiers commerçants bruxellois. Un rapport est publié chaque année afin de diffuser les résultats de ces campagnes d'analyses.

La méthodologie d'Atrium se décompose en 3 approches complémentaires : les enquêtes quantitatives, les enquêtes qualitatives et les comptages de flux piétons. Les enquêtes quantitatives sont réalisées pendant 1 semaine dans les différents quartiers commerçants de la ville et permettent de récolter des informations sur les caractéristiques des usagers (e.g., âge, fréquence de visite, montants dépensés par semaine, revenus du ménage, activité professionnelle, modes de déplacement, etc.). Les usagers sont sélectionnés aléatoirement et interrogés entre 10h et 19h dans plusieurs segments commerciaux du quartier (cf. Figure 18).

Figure 18 – Type de résultats obtenus grâce aux enquêtes quantitatives, quartier Saint-Julien à Auderghem (Observatoire 2014, Atrium)

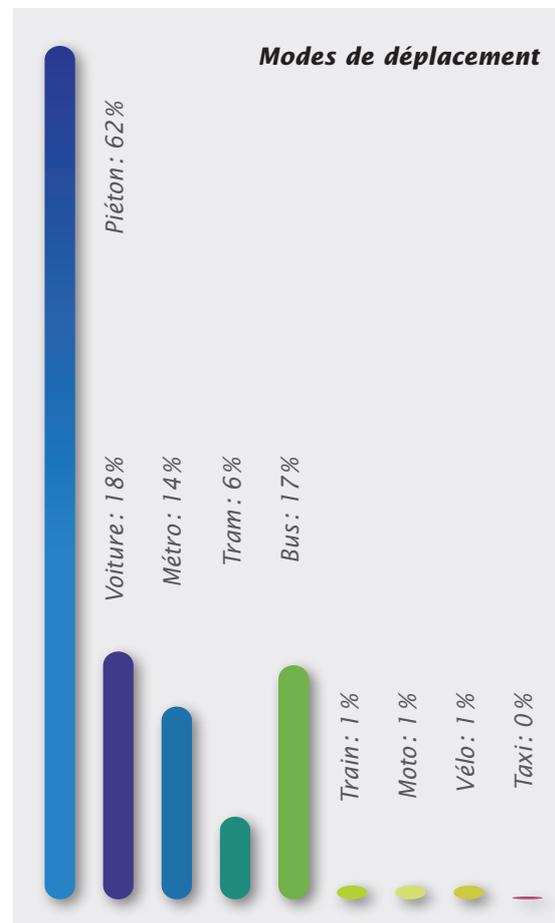
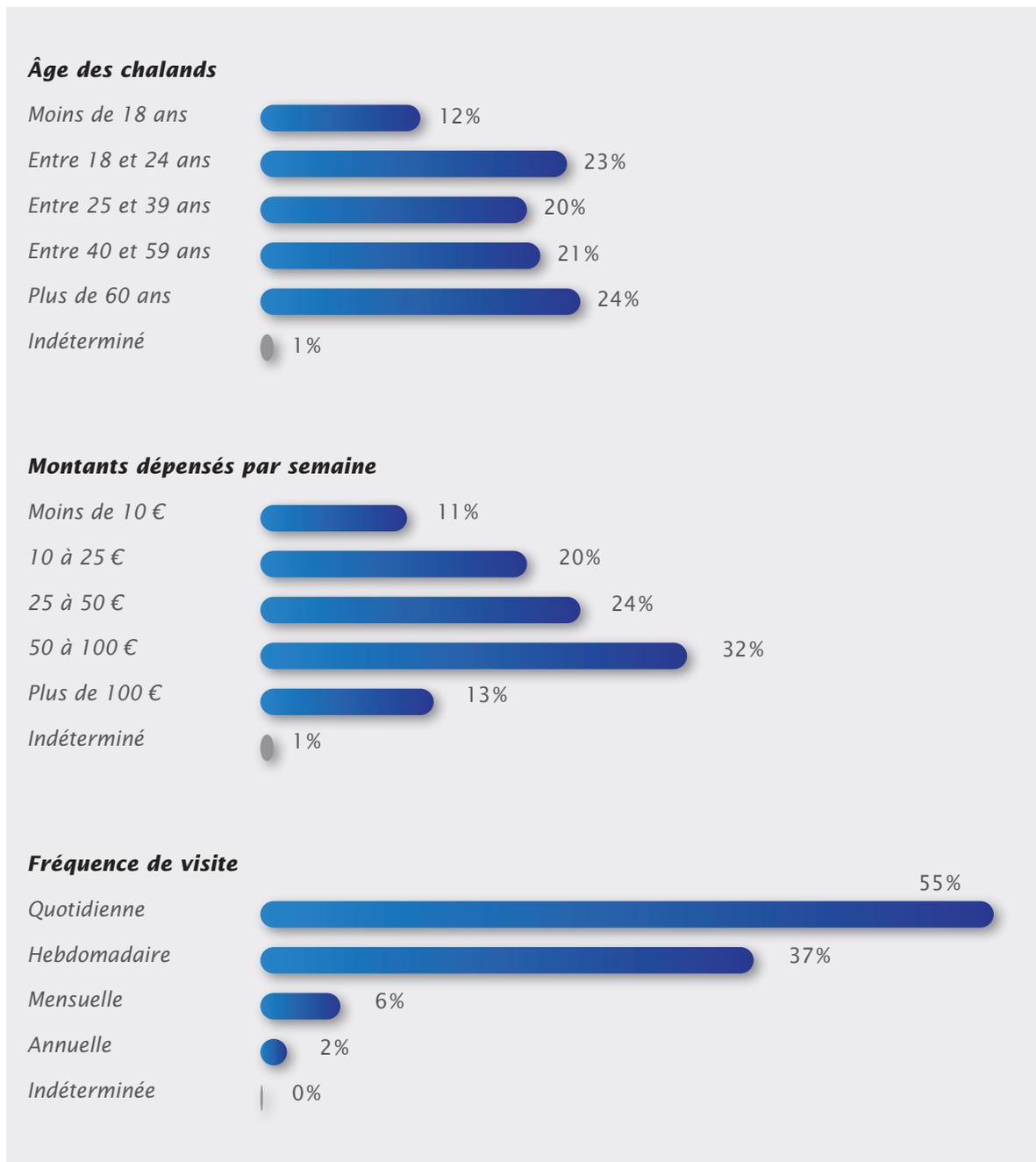


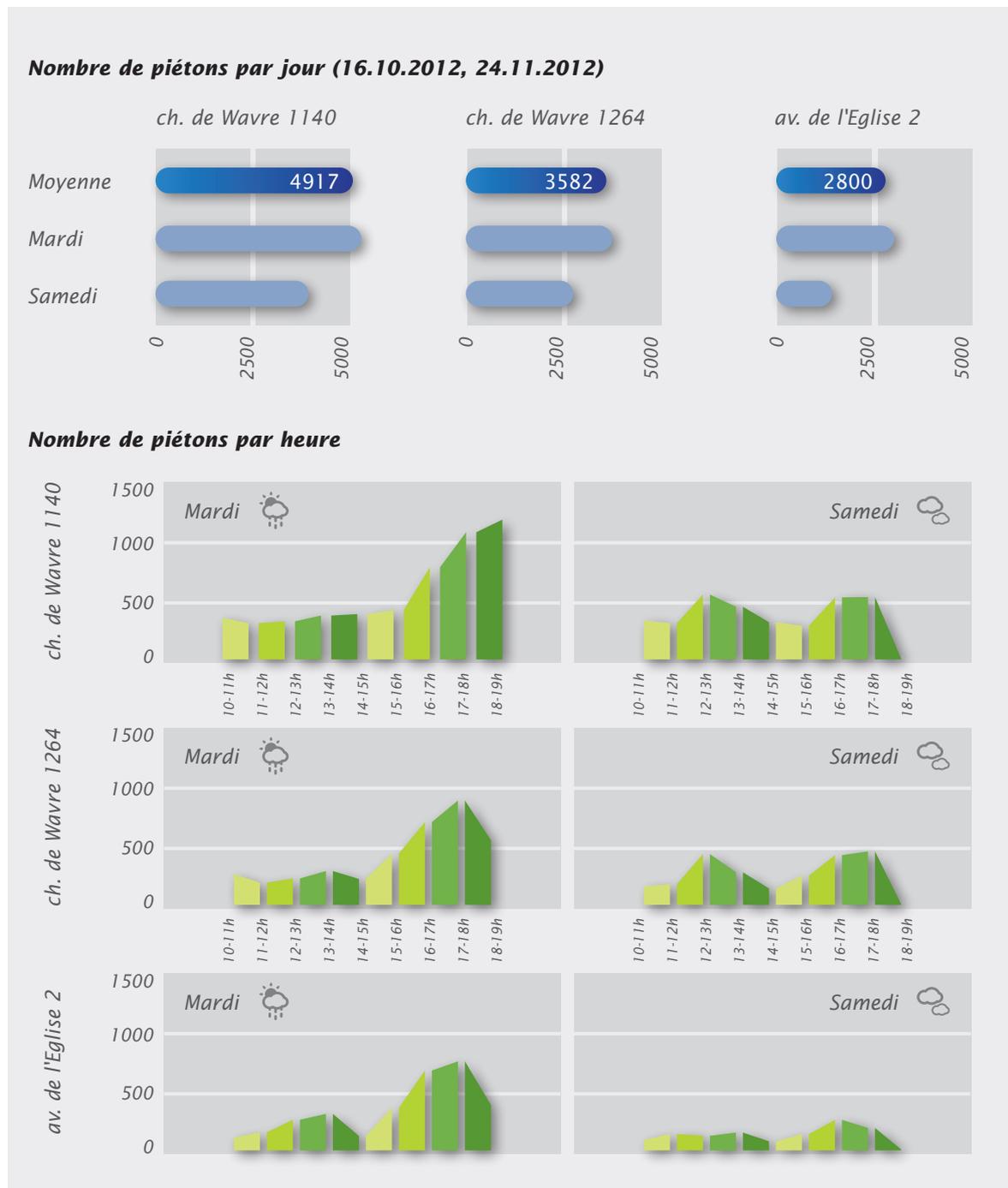
Figure 18 (suite) – Type de résultats obtenus grâce aux enquêtes quantitatives, quartier Saint-Julien à Auderghem (Observatoire 2014, Atrium)



Les enquêtes qualitatives sont davantage de nature exploratoire et visent à identifier et analyser les comportements des usagers interrogés lors des enquêtes quantitatives, voire les mécanismes psychologiques en réponse à leur perception de l'offre commerciale. Ces enquêtes sont réalisées en groupes restreints de 6 à 10 personnes autour d'un sujet précis. Au total, 29 panels de consommateurs ont été mis en place pour entre 2011 et 2013, impliquant près de 250 personnes.

Enfin, les comptages piétons sont effectués manuellement sur site, toute la journée entre 9h et 19h, par tranches de 2x5 minutes à chaque heure. Tant que possible, les comptages ont été effectués du lundi au samedi (voire jusqu'au dimanche pour les quartiers possédant une activité commerciale ce jour-ci). Sur certains sites, les relevés ont été effectués pendant 2 jours uniquement (mardi/jeudi et samedi) et la moyenne hebdomadaire a été estimée postérieurement (cf. Figure 19).

Figure 19 – Illustration des résultats de comptages obtenus dans le quartier Saint-Julien à Auderghem (Observatoire 2014, Atrium)



Cette démarche d'analyse des quartiers commerçants bruxellois est particulièrement intéressante dans le sens où l'information collectée est très riche. Complémentairement aux flux piétons, les enquêtes qualitatives et quantitatives permettent d'identifier plus spécifiquement les caractéristiques, habitudes et comportements des utilisateurs dans un contexte commercial. Néanmoins,

afin de quantifier plus précisément la fréquentation de certains quartiers par les piétons, il pourrait être intéressant de collecter les volumes en continu à l'aide de méthodes de comptages automatisés (e.g. comptages par IR passif). A minima, on pourrait envisager de collecter les données des déplacements piétons au-delà de 19h pour les quartiers ayant une activité nocturne importante.

4.2 Outil de gestion AMCV – Namur, Charleroi, LLN

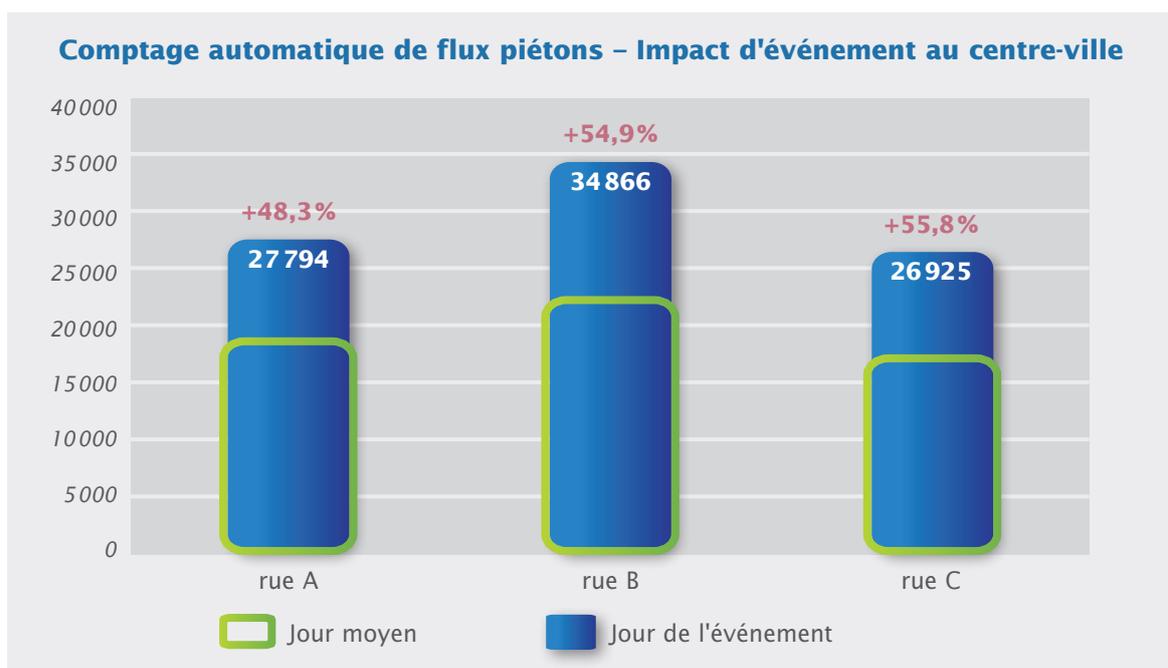
Objectifs de la campagne de comptages: Multiples. Monitoring du flux piétons en centre-ville, études d'impact, évaluations avant-après travaux, etc.

Données relevées: Volumes, intensités.

Méthode employée: Comptage par infrarouge passif.

Il y a quelques années, l'Association du Management de Centre-Ville (AMCV) a mis au point un outil de gestion permettant le comptage continu et automatisé des flux piétons. Cet outil a été installé dans plusieurs grandes villes wallonnes (Charleroi, Namur et Louvain-la-Neuve) et européennes, et fournit régulièrement des informations sur la fréquentation piétonne de leur centre-ville avec une erreur moyenne estimée à 5%. Grâce à cet outil, les administrations communales sont donc capables d'évaluer l'impact d'un évènement ou l'effet de travaux sur la fréquentation de leur centre-ville (cf. Figure 20 et Figure 21), de mesurer l'efficacité d'une action de dynamisation du centre-ville ou de promotion des modes actifs, d'effectuer des mesures avant-après travaux de réaménagement, etc.

Figure 20 – Mesures comparatives des volumes piétons dans plusieurs rues du centre-ville entre des situations normale et événementielle (Source : AMCV)

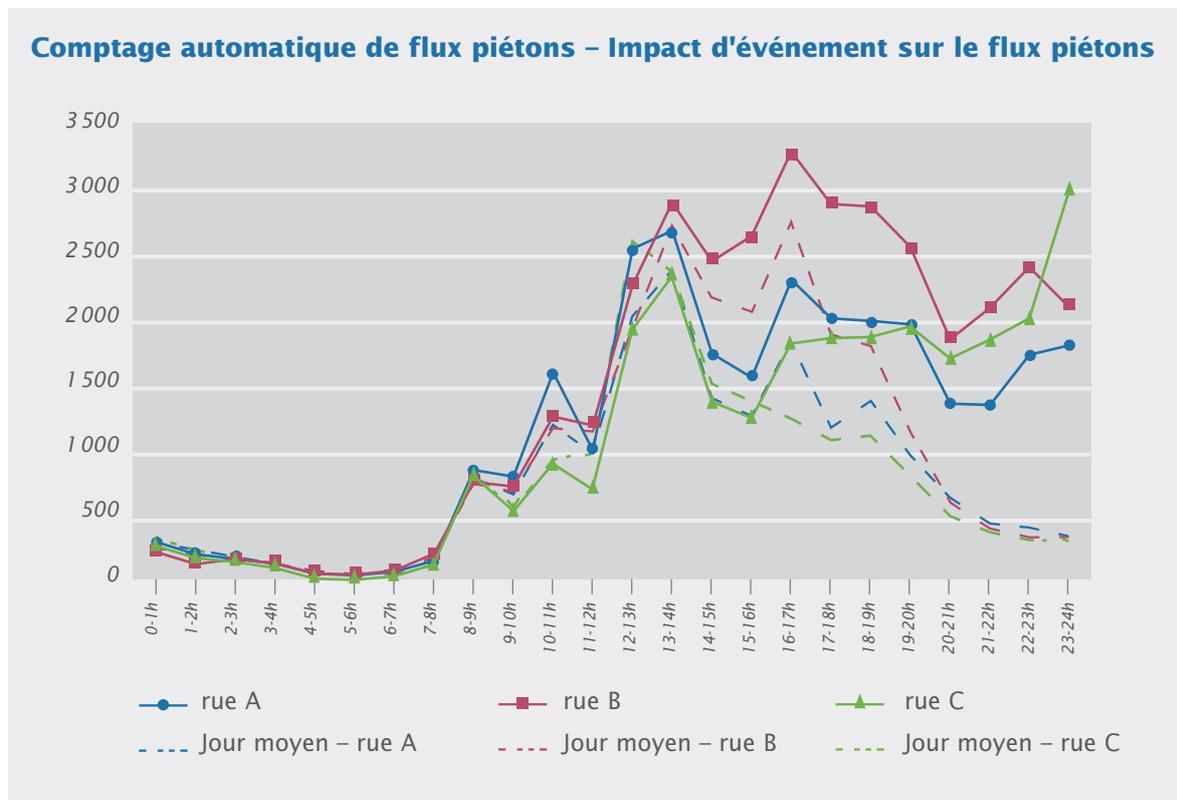


La méthode développée par l'AMCV utilise une technologie de comptages par infrarouge passif (équipement *PyroBox* développé par Eco-compteur). Afin de compenser les pertes par occultation (e.g. groupes de piétons qui traversent le signal au même instant), des comptages manuels complémentaires ont été réalisés sur chaque site et ont permis de définir des facteurs d'ajustement. Bien entendu, si ces corrections permettent de réduire la marge d'erreur sur les volumes moyens mesurés, elles demeurent des solutions de compromis. En fonction du profil des sites ou du com-

portement des usagers qui les fréquentent, il se peut que les facteurs d'ajustement appliqués ne corrigent que partiellement (ou grossièrement) les données mesurées.

Au total, 3 compteurs ont été installés dans le centre-ville de Louvain-la-Neuve, 5 ont été installés dans le centre-ville de Namur tandis que Charleroi s'est équipé de 8 compteurs (répartis dans le centre-ville et dans les pôles commerciaux de Gilly et Gosselies).

Figure 21 – Variation horaire des flux piétons dans plusieurs rues du centre-ville pour des situations normale (moyenne) et événementielle (Source: AMCV)



S'agissant de l'interprétation des données de comptage, les administrations communales ont la possibilité de réaliser elles-mêmes les analyses (e.g. Charleroi), sinon elles reçoivent chaque mois des rapports d'étude rédigés par l'AMCV (e.g., Louvain-la-Neuve et Namur).

4.3 Nantes – Centre-ville commerçant

Objectifs de la campagne de comptages: Multiples. Monitoring du flux de piétons en centre-ville, définition de stratégies en matière de mobilité et d'urbanisme, informations envers les commerçants, etc.

Données relevées: Volumes, intensités, directions.

Méthode employée: Comptage par infrarouge passif.

Depuis 2011, la ville de Nantes s'est dotée de plusieurs cellules de comptage de flux piétons afin de quantifier objectivement la fréquentation de plusieurs artères piétonnes et commerciales de son centre-ville. En effet, après avoir longtemps procédé à des comptages manuels⁴ peu satisfaisants, coûteux et dont les données étaient peu exploitables, la ville de Nantes s'est équipée de cellules de comptage continu afin d'évaluer la santé et l'évolution de son centre-ville commerçant (cf. Figure 22).

Ainsi, les campagnes de comptages permettent à la ville de Nantes de répondre à trois objectifs: la définition de stratégies relatives au commerce du centre-ville (animation, piétonisation, modification des flux de circulation), l'information envers les porteurs de projets et les commerçants installés dans le centre (choix de localisation et d'horaires), et l'alimentation d'une réflexion en matière d'urbanisme commercial.

4. Comptages réalisés pendant 2 jours et répétés tous les 3 ou 4 ans.

Figure 22 – Cartographie des cellules utilisées pour les comptages piétons dans le centre-ville de Nantes (Source: CCI Nantes St-Nazaire)



4.4 Lucerne – ponts de la vieille ville

Objectifs de la campagne de comptages: Promotion des modes actifs. Analyse de la situation et ajustement des stratégies de mobilité douce.

Données relevées: Volumes, intensités, directions, observations.

Méthodes employées: Comptages manuels et par infrarouge passif.

En 2010, le Conseil communal de Lucerne a lancé une campagne de promotion pour l'utilisation des modes actifs et des transports publics. Afin de mesurer quantitativement les performances de cette campagne et d'analyser l'évolution de la situation en

matière de mobilité urbaine douce, il a été imposé de relever périodiquement le volume de trafic et la répartition modale dans la ville. En particulier, l'accent a été mis sur la collecte de flux piétons dont les données faisaient cruellement défaut. En juillet 2012, des collectes de données piétonnes ont donc été réalisées sur cinq ponts de la Vieille Ville (cf. Figure 23).

Ainsi, des comptages manuels ont été réalisés (par la ville) et deux équipements de comptages automatisés par infrarouge passif ont été installés par une firme extérieure (successivement sur les cinq ponts de la vieille ville). Cette utilisation combinée de méthodes manuelles et automatisées a été justifiée par une limitation des coûts pour la ville et le bénéfice d'une assistance technique (sous-traitance).

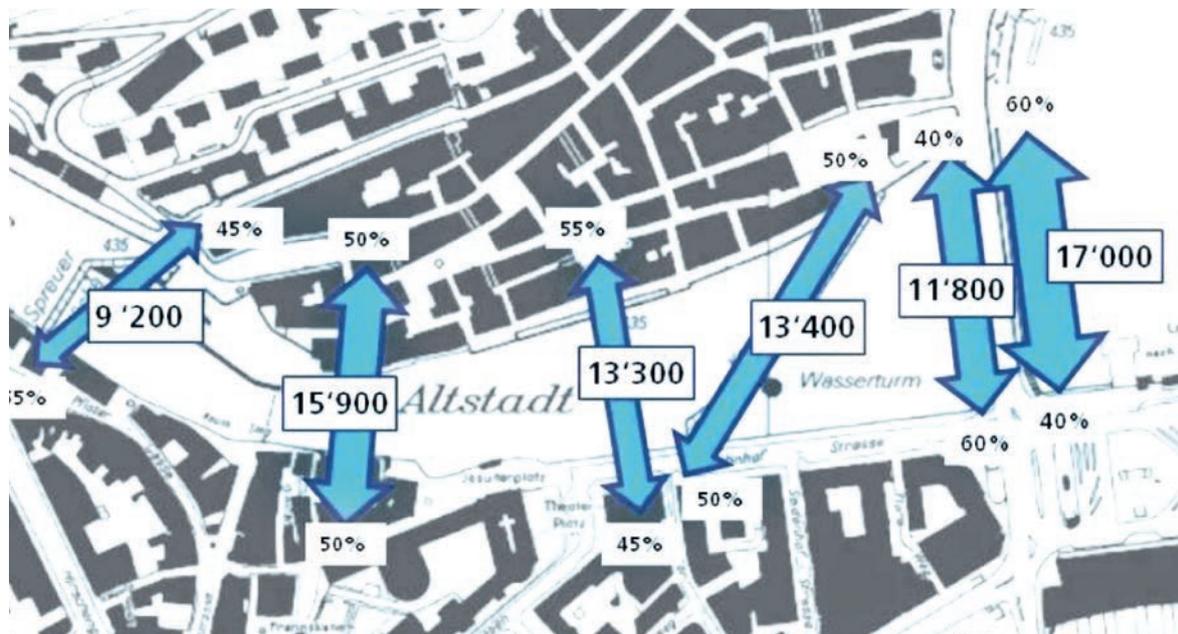
Figure 23 – Ponts de la vieille ville sur lesquels les relevés de flux piétons ont été réalisés (source: Stadt Luzern, 2012)



Chaque point de comptage a été relevé pendant au moins 7 jours consécutifs par les capteurs par IR passif. S'agissant des comptages manuels, ceux-ci ont été effectués essentiellement pour calibrer l'équipement par IR passif. Trois comptages manuels

ont été menés aux heures de pointe (samedi midi, samedi 16h-18h) et en heures creuses (semaine entre 10h et 11h). Lors des comptages manuels, les enquêteurs sur site ont également procédé à des observations sur le comportement des usagers.

Figure 24 – Résultats de la campagne de comptages sur les ponts de la vieille ville de Lucerne. Trafic piéton journalier moyen (source: Stadt Luzern, 2012)



Ainsi, la campagne de comptages a permis de mettre en évidence l'importance de la part modale des piétons dans les déplacements dans la vieille

ville de Lucerne. Sur le pont le plus fréquenté, un volume journalier moyen de près de 29 000 piétons a été comptabilisé tandis que 40 000 véhi-

cules ont été comptabilisés (cf. Figure 24). Ces observations ont donc permis à la ville de valider sa stratégie de promotion des modes actifs et de l'utilisation des transports en commun.

De plus, les autorités compétentes de la ville de Lucerne ont également pu lancer un certain nombre de réflexions en faveur de la marche pour anticiper la définition d'un nouveau plan de mobilité. En particulier, des études sur la surface et les moyens financiers accordés à chaque mode de transport ont été menées, en relation avec le nombre d'usagers concernés. Sur base des volumes piétons collectés, des études complémentaires ont été réalisées afin de mesurer le niveau de service sur les 5 ponts qui desservent la vieille ville de Lucerne. Cet indicateur quantifie le confort des déplacements sur une échelle allant de A à F. Le niveau A correspond à la liberté de déplacement totale d'un piéton seul sur un trottoir. Le niveau D correspond au point critique où il ne devient plus possible de se déplacer à son rythme en raison de la masse de personne (i.e. niveau de saturation). Le niveau F correspond à un état où la vitesse est très nettement ralentie, comme dans les situations de foules denses.

Les résultats de ces études ont montré que 3 des 5 ponts (Kapellbrücke, Rathaussteg, Spreuerbrücke) atteignent en moyenne leur niveau de saturation D pendant près de 6 heures par jour. Cela correspond environ à un total de 1000 piétons par heure. Or, compte tenu des excellents résultats de la campagne de promotion des modes actifs et d'utilisation des transports publics, la quantité de déplacements sur ces axes piétons est appelée à augmenter. De fait, ces mesures permettent de prévoir des réaménagements pour garantir le confort des déplacements piétons et d'anticiper des situations critiques.

4.5 Neuchâtel – évaluation avant/après travaux

Objectifs de la campagne de comptages: Évaluation avant/après travaux de construction d'une nouvelle passerelle pour modes actifs.

Données relevées: Volumes, intensités, itinéraires, type d'usagers.

Méthodes employées: Comptages manuels et par caméra (automatisée).

En 2007, la ville suisse de Neuchâtel avait lancé une étude afin de mesurer l'impact de la construction d'une nouvelle passerelle en termes de potentiel d'utilisation par les modes actifs et de promotion de la mobilité douce. Cette passerelle devait relier la gare à la colline du Mail sur laquelle se situe la faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel. Des comptages manuels avaient donc été réalisés sur site en 2007 afin de mesurer les volumes piétons et cyclistes qui empruntaient 3 itinéraires alternatifs à celui de la passerelle. Le potentiel d'une telle liaison avait alors été mis en avant et la passerelle du Millénaire fut construite et inaugurée en juillet 2013 (cf. Figure 25).

Figure 25 – Photographie de la passerelle du Millénaire construite entre la gare et la colline du Mail (source: mobilitépiétonne.ch)



Puis, afin de vérifier si l'utilisation de la passerelle correspondait aux conclusions de l'enquête prévisionnelle de 2007, la ville de Neuchâtel a réalisé une évaluation avant/après par une série de comptages manuels (2013-2014) et automatisés par vidéo (septembre 2014). Les comptages manuels ont permis d'avoir un premier ordre de grandeur sur l'utilisation de la passerelle, par temps froid et par beau temps. Les comptages automatisés par caméra vidéo ont permis à la Ville de mesurer les volumes piétons et cyclistes sur l'aménagement et d'observer leur itinéraire en sortie de passerelle. L'installation des caméras, la réalisation des comptages et leur interprétation a été sous-traitée à un bureau d'ingénieurs.

Les résultats de cette évaluation avant/après travaux a permis à la Ville de Neuchâtel d'évaluer d'une part l'utilité d'une liaison par passerelle puis de justifier ses investissements. La collecte de données sur le plus long terme à l'aide des caméras vidéo offre également aux autorités locales des informations sur la part modale des modes doux dont ils peuvent tenir compte pour de futurs projets d'aménagement ou dans leurs politiques de mobilité urbaine.

4.6 Philadelphie – comptages continus par vidéo

Objectifs de la campagne de comptages: Information aux commerçants et investisseurs sur la fréquentation piétonne du centre-ville;

Données relevées: Volumes, intensités, évolutions;

Méthodes employées: Comptages vidéo;

En 2011, le Center City District de Philadelphie a installé un réseau de 14 caméras vidéo pour le comptage automatisé et continu des flux piétons

dans les artères commerçantes de la ville (cf. Figure 26). L'objectif de ces comptages réside dans la transmission d'informations aux commerçants et investisseurs vis-à-vis du potentiel d'attractivité d'une rue, de l'évolution de la fréquentation piétonne, des heures creuses et des heures de pointe, etc.

Chaque mois, un rapport est publié par le Center City District (CDD) et donne des informations précises sur les volumes horaires et journaliers (cf. Figure 27), des comparaisons de volumes piétons moyens en semaine et le weekend, et des données sur l'évolution des flux d'un mois sur l'autre.

Comme l'illustre la figure de la page suivante, les volumes piétons mesurés au cours de chaque journée constituent une source d'informations particulièrement précieuse pour les commerçants et les investisseurs qui voudraient s'installer dans le quartier, puisqu'elles traduisent directement du potentiel attractif de chaque zone et sur la fréquence et la période de visite des piétons dans le centre-ville de Philadelphie.

La mesure de la progression de la fréquentation piétonne à différentes périodes de la journée permet également de réaliser un diagnostic précis de l'activité réelle du centre-ville. En particulier, les

Figure 26 – Localisation des 14 caméras vidéo (source: CDD)

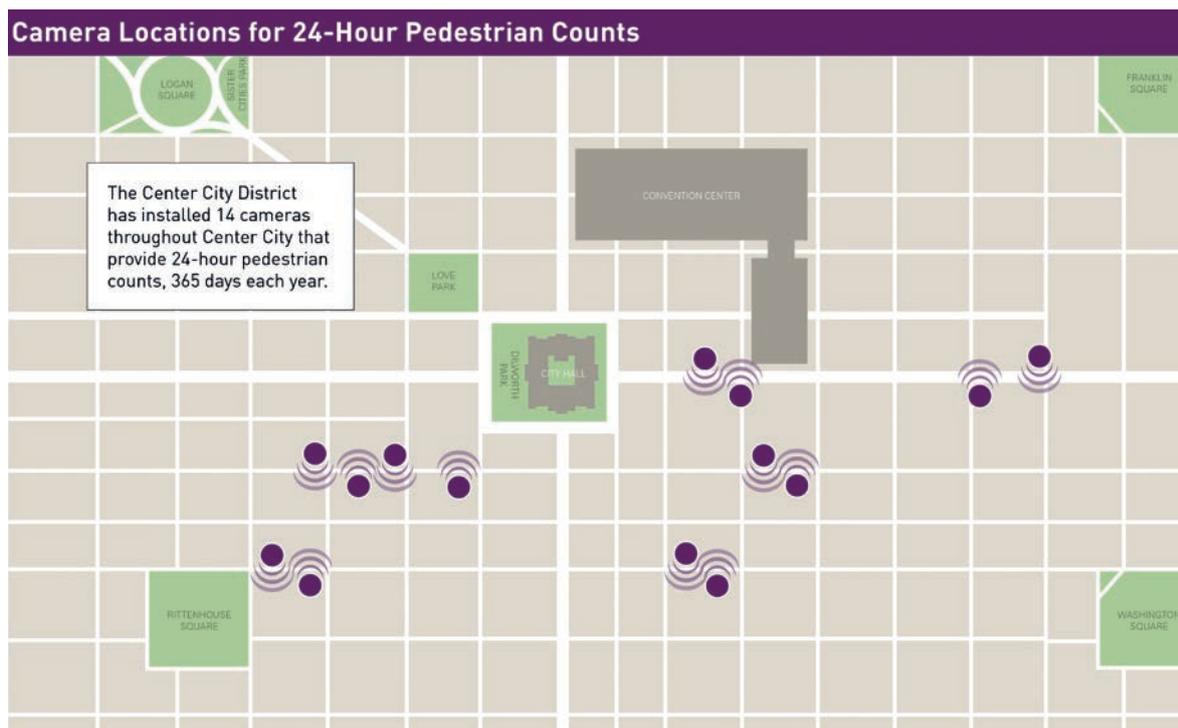
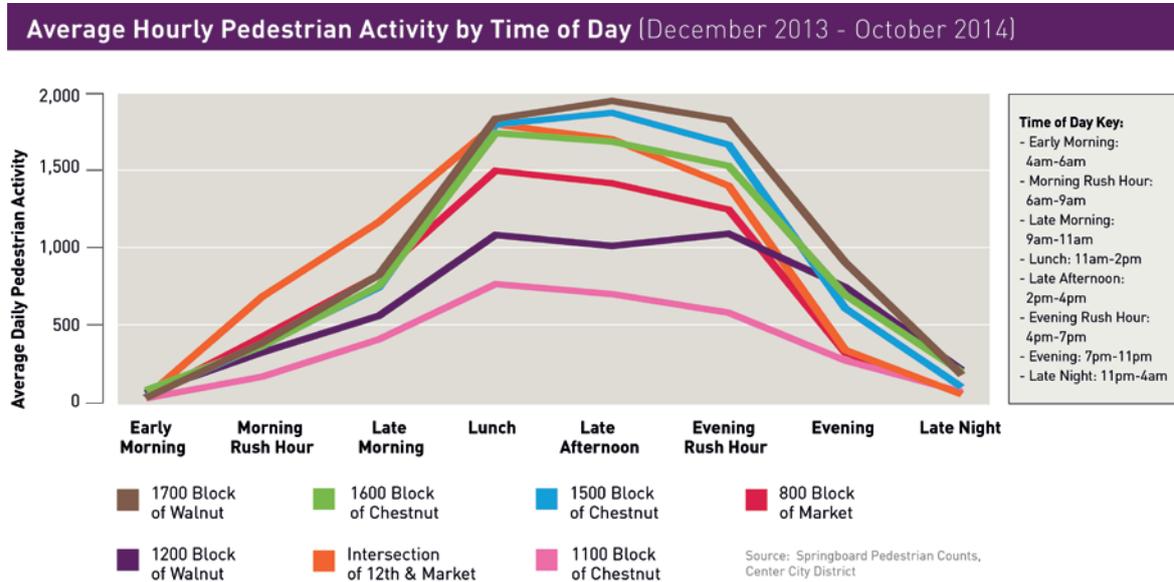


Figure 27 – Volumes piétons horaires moyens mesurés en 2013 dans les 7 artères concernées par les comptages automatisés (source: CDD)



relevés de volumes piétons en soirée et durant la nuit fournissent une information intéressante pour étudier la qualité et l'adéquation de l'offre de transports nocturnes.

Cependant, cette démarche de comptages automatisés ne fournit qu'une information quantitative sur les volumes et intensités de piétons qui circulent dans le centre-ville, sans renseigner sur le comportement des usagers ou les fonctions de séjour de chaque zone (qui peuvent également impacter positivement le potentiel attractif d'un point de vue commercial). Des enquêtes complémentaires sur les caractéristiques des usagers, leurs habitudes de consommation ou leur profil commercial ne sont a priori pas effectuées par la ville de Philadelphie. Néanmoins, le CDD de Philadelphie mentionne que la commande de données supplémentaires dans l'une des zones de mesure est étudiée au cas par cas.

Figure 28 – Exemple de positionnement d'une caméra vidéo sur le mobilier urbain du centre – ville de Philadelphie (source: CDD)



5- Perspectives pour le comptage de demain

De nombreuses méthodes de comptages sont utilisées depuis plusieurs années et soutiennent une approche assez classique et « conventionnelle » du comptage et de l'observation des déplacements piétons. En effet, ces méthodes s'appuient sur des approches et des technologies relativement traditionnelles (e.g. comptages manuels) ou qui ne permettent pas de relever une grande diversité de données (e.g. comptages par IR passif, comptages par dalles acoustiques).

Or, de récents développements technologiques ont permis ces dernières années l'émergence de nouvelles méthodes de comptages et logiciels de traitement de l'information. Ces équipements offrent de nouvelles perspectives pour le comptage de flux piétons, qu'il s'agisse de la diversité et de la nature des données collectées, ou de l'implémentation des campagnes de comptages.

D'autre part, le développement d'approches innovantes pour les comptages piétons de demain passe également par une modernisation de l'utilisation et de l'implémentation des méthodes actuelles. Cela concerne notamment de nouvelles utilisations des données de comptages, voire l'identification de nouveaux objectifs pour les campagnes d'observation des déplacements piétons.

5.1 Technologies émergentes

5.1.1 Tournai Smart City – utilisation de la vidéosurveillance

En mai 2014, la ville de Tournai a lancé une initiative Smart City baptisée *SmartTournai* et qui décrit un projet de ville du futur articulé autour de 6 axes stratégiques, à savoir l'économie, la mobilité, la gouvernance, l'environnement intelligent, le citoyen et le cadre de vie. S'agissant de la thématique de mobilité, le projet *SmartTournai* souhaite notamment développer et implémenter des outils pour faciliter l'analyse des déplacements et l'étude des besoins en matière de mobilité. Cela passe donc pour le développement de nouvelles technologies au service de la mobilité

urbaine, parmi lesquels des systèmes de comptages multimodaux.

Figure 29 – Comptage automatisé à l'aide de caméra de vidéosurveillance des volumes piétons sur la Grand Place de Tournai (source: Multitel)

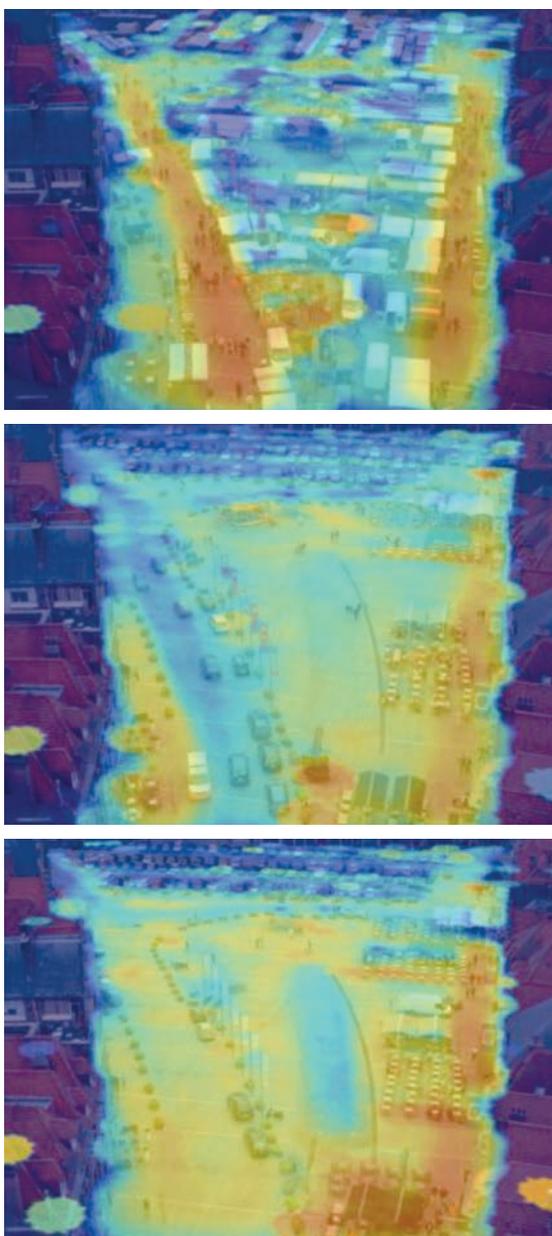


Pour traiter une partie de cette problématique de mobilité urbaine, la ville de Tournai a fait appel au centre de recherches Multitel pour mener un projet R&D visant à développer des solutions innovantes de *Smart Mobility*. En particulier, des études ont été menées afin d'utiliser le système de vidéosurveillance de la ville au profit de nouvelles applications de mobilité urbaine, telles que le relevé des conditions de circulation en centre-ville, la gestion des espaces de stationnement et l'analyse de la fréquentation piétonne des espaces commerciaux.

En ce qui concerne l'analyse des déplacements piétons dans les zones commerciales, l'objectif du projet était d'étudier les besoins et comportements des piétons afin de définir une politique de mobilité adaptée. Pour ce faire, le système de caméras de vidéosurveillance a été utilisé pour effectuer des relevés de volumes et d'intensités des déplacements piétons d'une part (cf. Figure 29), et pour créer des heatmaps des zones visitées par les piétons d'autre part (cf. Figure 30). Ces données sur l'occupation de l'espace par les piétons constituent une réelle

plus-value par rapport aux méthodes de comptages traditionnelles, puisqu'elles renseignent sur la fonction de séjour de la Grand Place. Or, il n'est pas possible de relever cette information avec les autres méthodes de comptages automatisés, alors qu'il s'agit d'une donnée traduisant précisément de la qualité d'un espace public.

Figure 30 – Heatmaps réalisés sur la Grand Place de Tournai en fonction de la fréquentation piétonne: (haut) samedi matin (marché); (milieu) samedi après-midi; (bas) dimanche après-midi (source: Multitel)



Le projet est actuellement dans une phase exploratoire et des ajustements techniques doivent encore être opérés afin d'augmenter la précision des données de comptage, et valider la méthode sur un plus grand nombre de sites. Néanmoins, cette approche est particulièrement intéressante puisqu'elle démontre qu'il est possible de mutualiser les équipements existants (et donc de limiter les coûts) afin de réaliser des campagnes de comptages piétons complètes et innovantes qui s'inscrivent dans une démarche de Smart Mobility.

5.1.2 Bluetooth, WIFI

Avec l'avènement des nouvelles technologies mobiles de télécommunications, une très grande majorité des usagers de la route transportent avec eux – et parfois sans le savoir – des équipements de géolocalisation et de traçage qui pourraient fournir une quantité d'informations extrêmement intéressantes, et parfois difficiles à relever lors d'une campagne de comptages. Aujourd'hui, de nombreuses sociétés actives dans le secteur de l'observation et du comptage des déplacements urbains ont dressé ce même constat. Elles ont donc entrepris le développement de nouvelles méthodes de comptages s'appuyant sur la collecte de ces données mobiles.

En pratique, il s'agit de bornes capables de détecter les appareils mobiles dont le Bluetooth ou le WIFI sont activés. En général, plusieurs bornes sont installées afin de récolter en continu des données très précises sur la position des usagers, leurs itinéraires, la durée de leurs déplacements, leur vitesse, la durée de leurs séjours, etc. Cette approche innovante permet ainsi de réaliser un diagnostic complet de l'activité piétonne – et même multimodale – d'un quartier ou d'un territoire.

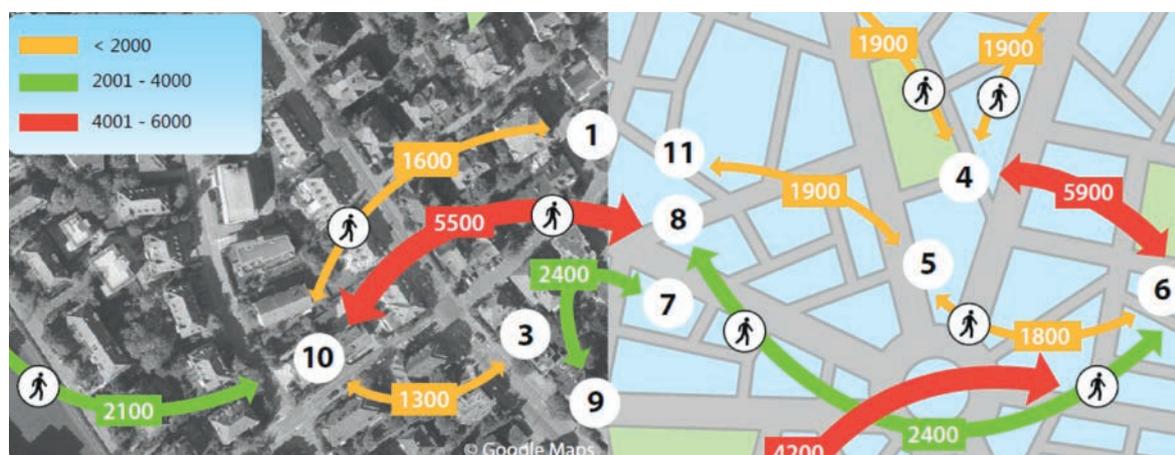
En particulier, la modélisation des itinéraires piétons constitue une réelle innovation compte tenu des méthodes traditionnellement utilisées pour les comptages piétons. Néanmoins, cela soulève des questions éthiques et légales vis-à-vis du respect de la vie privée. Dans une recherche menée à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne⁵, des chercheurs se sont intéressés à l'utilisation de la technologie WIFI pour la détection et du traçage de piétons sur le campus de l'université de Lausanne. Ils ont indiqué que certaines technologies permettaient une anonymisation complète des données et un suivi limité à une journée, tandis que d'autres

5. Antonin Danalet, *Quand le WIFI se met au service du réseau piétonnier*. Flash informatique, vol. 2, 19 mars 2013.

Figure 31 – Détection des usagers à partir des signaux WIFI et Bluetooth émis par leurs téléphones mobiles (source: mobilitepietonne.ch)



Figure 32 – Relevés du trafic piéton journalier moyen collecté grâce aux signaux WIFI et Bluetooth des téléphones mobiles (source: BlueScan (swisstraffic.ch))



fournissent des informations plus complètes sur l'identité des utilisateurs et permettent un suivi continu pendant plusieurs semaines de suite. La firme suisse SwissTraffic a récemment commercialisé un tel système de comptages et de tracking des déplacements piétons via

les signaux Bluetooth et WiFi (cf. Figure 32), et elle garantit la caractère anonyme des données qu'elle récolte. Néanmoins, le cadre législatif pour l'application d'un tel système à Bruxelles demeure un élément auquel il faudra s'intéresser plus spécifiquement.

5.2 Nouvelles utilisations des données de comptages

5.2.1 Oxford Circus Diagonal Crossing – modélisation des flux piétons par ordinateur

À Londres, Oxford Circus est l'un des carrefours les plus congestionnés au monde avec plus de 43 000 piétons et 2 000 véhicules qui traversent en moyenne les artères commerçantes d'Oxford Street et de Regent Street à chaque heure. De plus, la station de métro d'Oxford Circus est un arrêt stratégique sur le réseau londonien auquel près de 230 000 usagers accèdent chaque jour. En surface, ce sont plus de 20 lignes de bus différentes qui empruntent ce carrefour sur leur itinéraire (cf. Figure 33).

Dès lors, de sérieux problèmes de congestion, de sécurité des piétons (conflits avec automobilistes) et de confort dans l'occupation de l'espace piéton ont été relevés par les autorités en charge de la mobilité à Londres, et un projet de réaménagement

a été initié par le *Westminster City Council* et ses partenaires de *The Crown Estate*. La firme Atkins a été en charge du projet et s'est intéressée au réaménagement complet du carrefour et de ses traversées piétonnes. L'objectif central était d'accélérer le débit de piétons (pour désengorger le carrefour et ses trottoirs) sans ralentir trop sensiblement le trafic routier.

Pour y parvenir, des enquêtes publiques et des campagnes de comptages ont été organisées afin de collecter des données sur les volumes piétons, sur le comportement des usagers aux intersections, sur leurs itinéraires préférentiels et sur leurs caractéristiques et profils (e.g. touristes, locaux actifs, locaux oisifs). Au final, des modèles prédictifs de déplacements ont été développés et ont permis aux acteurs du projet de modéliser complètement les flux piétons par ordinateur et leurs interactions avec le trafic motorisé. Ces modèles ont ensuite été testés sur plusieurs répliques numériques du carrefour correspondant à autant d'options intéressantes pour le réaménagement d'Oxford Circus (cf. Figure 34).

Figure 33 – Oxford Circus – Situation avant réaménagement (source: Atkins)

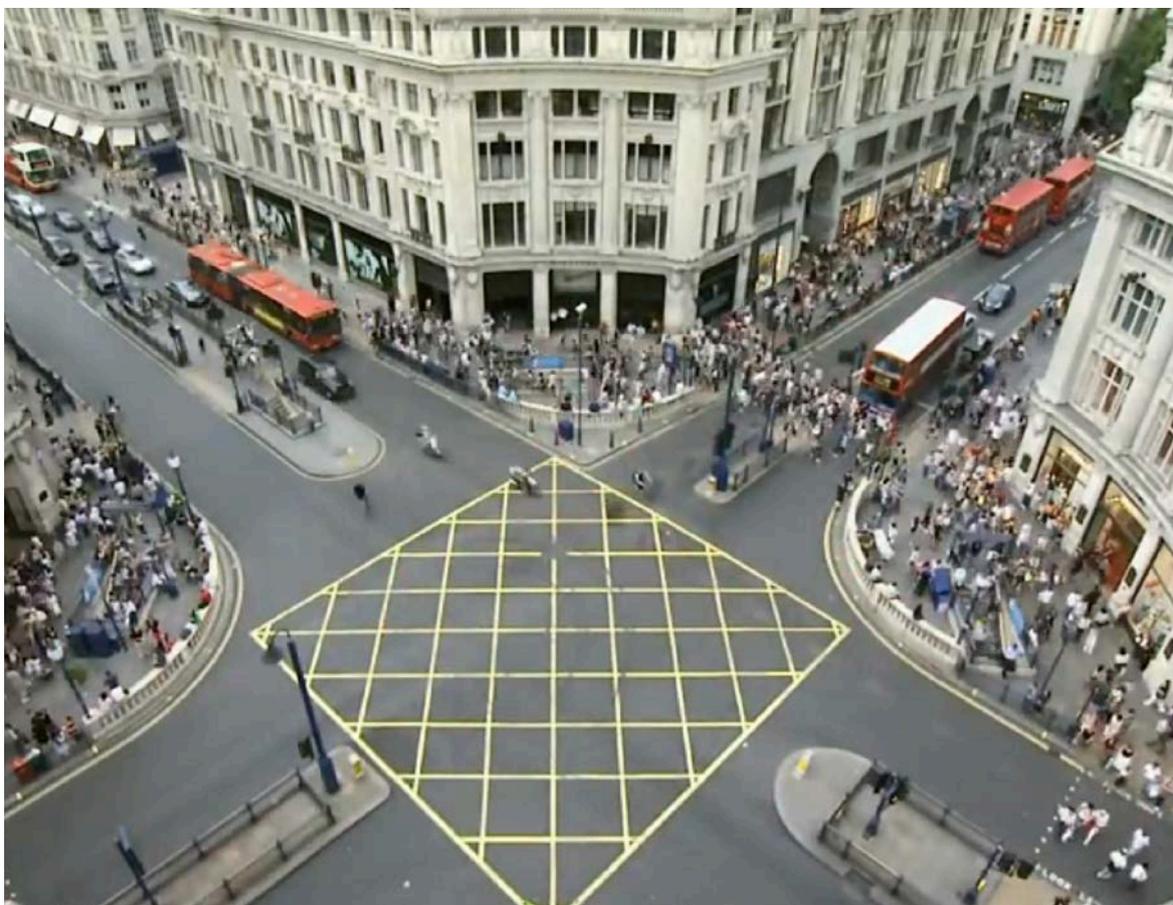
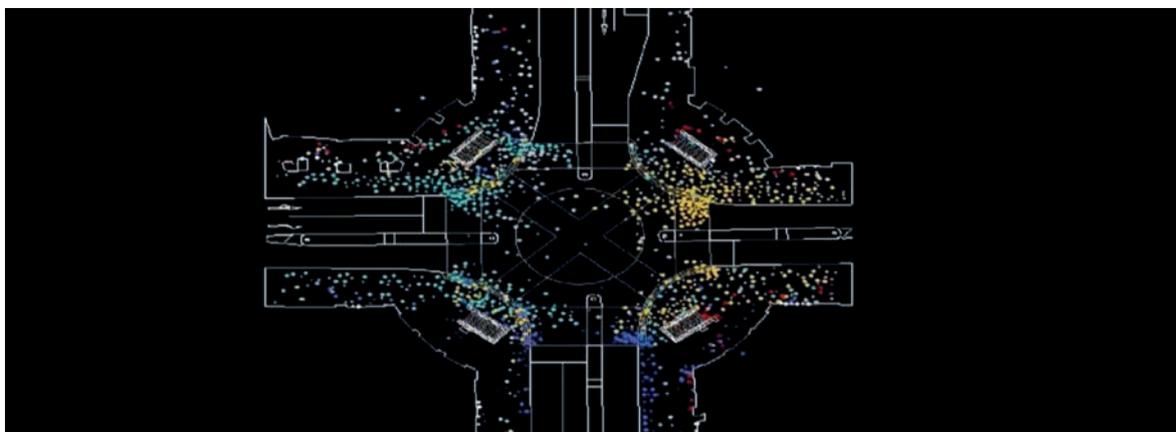


Figure 34 – Modèle numérique du carrefour (source: Arte, «Les villes du futur»)



La modélisation des flux piétons s'appuie sur trois paramètres essentiels: la destination de l'utilisateur, sa vitesse, et enfin la distance de confort qu'il garde vis-à-vis des autres usagers. Ainsi, il a ensuite suffi de personnaliser ces paramètres pour chaque usager «type» d'Oxford Circus de telle sorte que la population de piétons numérisée corresponde à celle qui emprunte réellement le carrefour londonien. Par exemple, un touriste se déplacera plus lentement en conservant une distance importante vis-à-vis des autres usagers,

tandis que le londonien actif pressera son pas et n'hésitera pas à traverser de façon plus directe dans le carrefour.

Ainsi, différentes alternatives ont été testées et l'impact de certains choix de réaménagement – parfois même très légers – a été précisément quantifié (e.g. largeur des trottoirs, position des passages piétons, positionnement du mobilier urbain, etc.). De très nombreuses alternatives ont donc été étudiées et les plus performantes ont

Figure 35 – Oxford Circus Diagonal Crossing (source: Atkins)



été retenues. Parmi celles-ci, la courbe idéale a été ainsi calculée de telle sorte que les traversées piétonnes soient raccourcies au maximum sans que le flux de trafic motorisé soit trop fortement altéré. D'autre part, afin de contrôler les traversées en dehors des passages piétons, des zones d'attente ont également été créées au milieu des voies de circulation afin de limiter l'insécurité des piétons tout en tenant compte de leurs comportements à risque. Enfin, une traversée diagonale a été développée – inspirée sur l'exemple japonais de Shibuya – et permet aux piétons de traverser toutes les 2 minutes dans toutes directions du carrefour (cf. Figure 35).

En pratique, la surface piétonne a pu être augmentée de 63% par rapport à la situation initiale. Le nombre de mouvements piétons aux intersections a considérablement augmenté après réaménagement (ci-compris en traversée diagonale), tandis que l'impact sur le trafic demeure limité. Les modèles prédictifs avaient estimé qu'il faudrait 50 secondes de moins pour traverser Oxford Circus après son réaménagement, et des sondages réalisés par la ville semblent confirmer cette hypothèse.

Il s'agit donc d'un bel exemple d'*urbanisme intelligent* dans lequel les flux piétons ont été très précisément étudiés, et qui a permis le développement d'une solution en adéquation avec les besoins et les habitudes des usagers.

5.2.2 Melbourne – carte interactive des volumes piétons

En juillet 2009, la ville australienne de Melbourne a équipé son centre-ville d'un système de comptages piétons très complet, composé de 28 capteurs lasers et qui mesure en continu l'activité piétonne de la ville (cf. Figure 34). Chaque jour, près de 844 000 piétons sont comptabilisés en moyenne sur tout le réseau de compteurs.

Grâce à ce système, les autorités locales ont accès à des données chiffrées et précises sur l'activité piétonne du centre-ville et sur l'évolution des déplacements piétons, ce qui leur permet de répondre à plusieurs objectifs. En particulier, citons la possibilité d'informer de décisions en matière de planification et de gestion urbanistique à l'aide de données précises, l'identification d'opportunités pour améliorer les aménagements piétons et l'offre de transport, l'évaluation de l'impact d'un événement ou de campagne de promotion sur l'activité piétonne, l'observation de l'activité commerciale d'une zone et l'assistance envers des investisseurs pour développer des activités ou des stratégies commerciales en adéquation avec l'activité et la dynamique d'un quartier.

Cependant, si la mise en place d'un système de comptages intégré constitue une démarche intéressante en matière de collecte des flux piétons,

Figure 36 – Schéma du système de comptage utilisé (source: City of Melbourne)

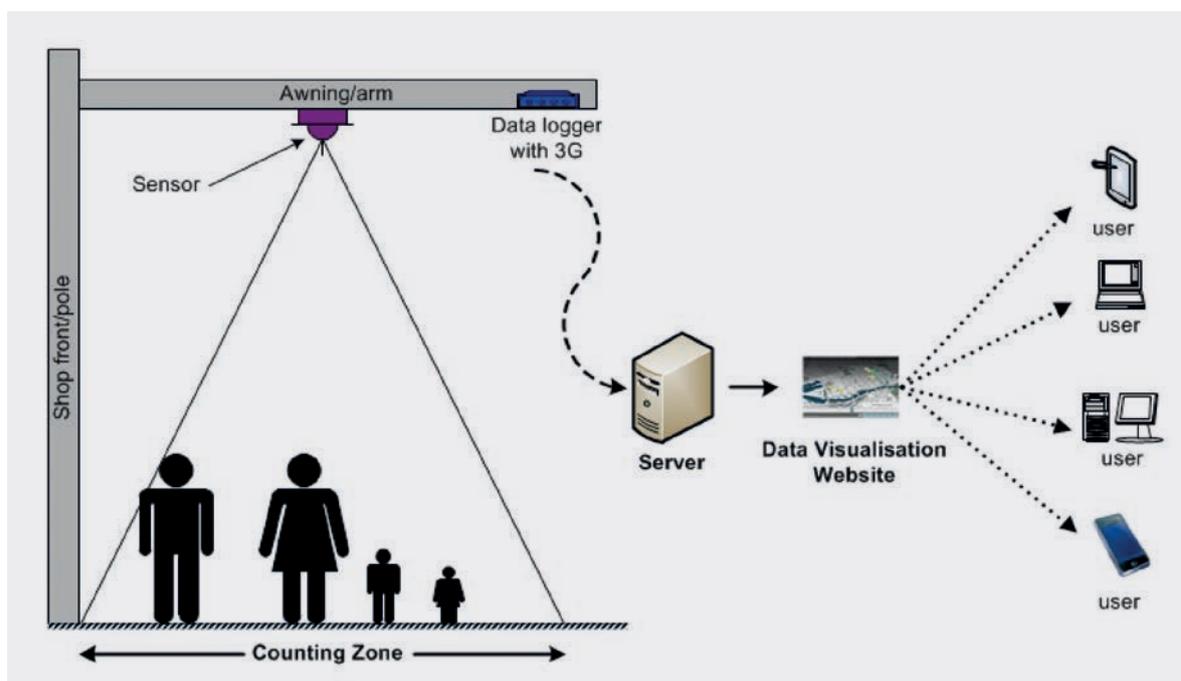
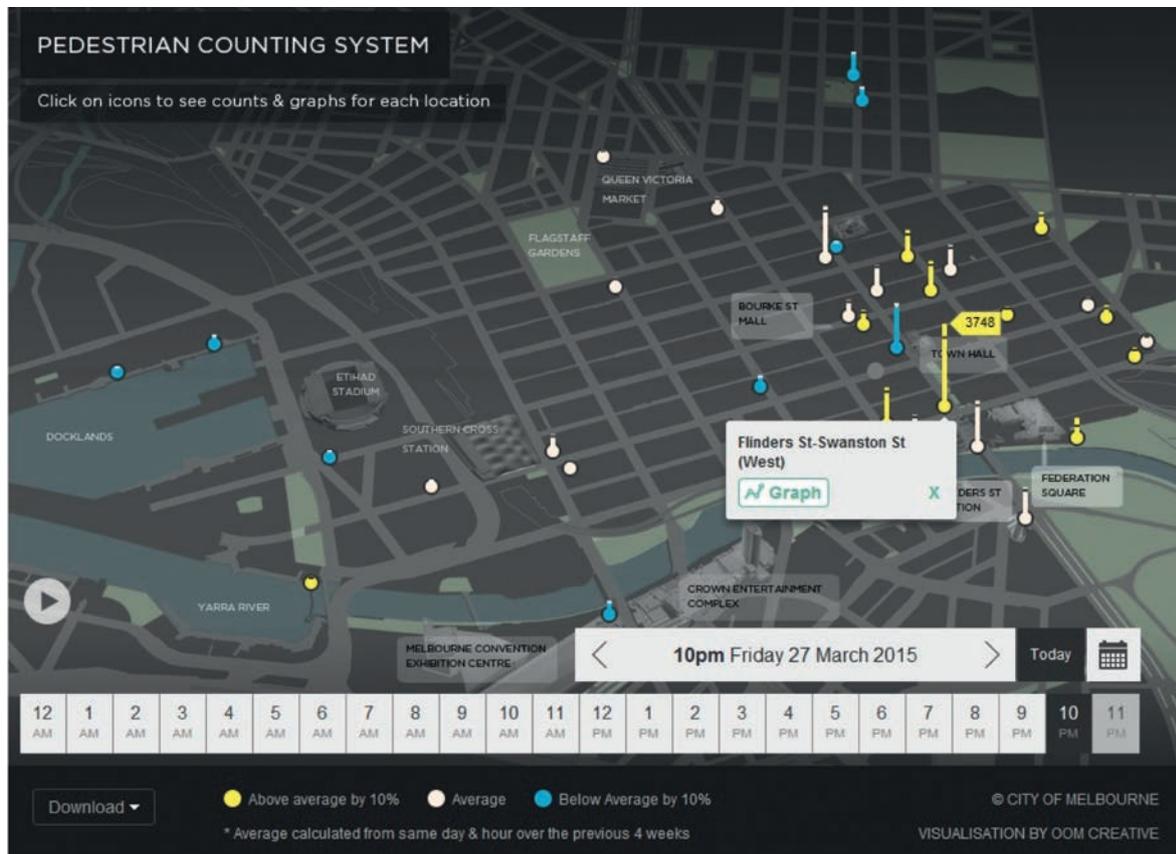


Figure 37 – Carte interactive des flux piétons dans le centre-ville de Melbourne. Données stockées pour chaque jour à chaque heure (source: City of Melbourne)



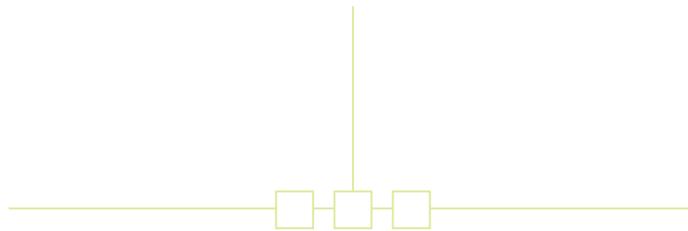
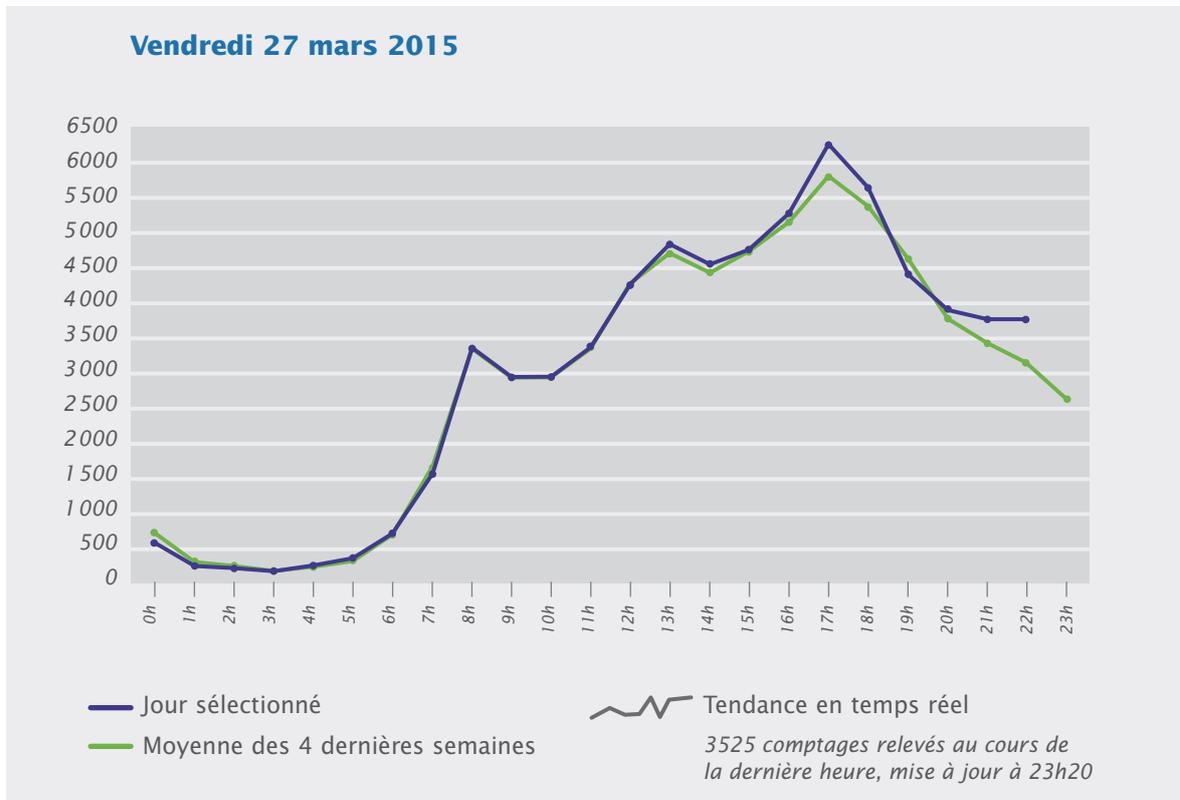
l'élément le plus intéressant du système réside dans l'utilisation et la diffusion des données. En effet, la ville de Melbourne a créé un site Internet sur lequel les données de comptages sont hébergées en temps réel et affichées sur une carte interactive (cf. Figure 37).

Ainsi, toute personne susceptible d'être intéressée par de telles données a la possibilité d'accéder gratuitement aux volumes piétons collectés chaque heure depuis le 1^{er} juillet 2009, d'observer pour chaque point de comptage l'évolution journalière des volumes et de comparer

une situation à une date donnée par rapport à une situation normale (cf. Figure 38), ou encore d'observer sur une journée complète l'évolution des flux piétons sur tous les points de comptages de la ville grâce à une animation web.

En matière de d'utilisation des données de comptages, le système de la ville de Melbourne constitue un bel exemple de diffusion de l'information vers le public. De plus, la quantité de capteurs utilisés et les volumes de données récoltées permettent aux autorités locales de remplir plusieurs objectifs simultanément.

Figure 38 – Evolution horaire des flux piétons et comparatif entre le jour sélectionné et la tendance moyenne sur les 4 dernières semaines (source: City of Melbourne)



6- Conclusion

Afin de replacer la marche au cœur des nouvelles politiques de mobilité urbaine, la collecte de données chiffrées précises en matière de déplacements piétons est devenue une nécessité. Pour y parvenir, de nombreuses méthodes de comptages et d'observation des déplacements piétons sont disponibles sur le marché. Néanmoins, compte tenu des spécificités inhérentes à la mobilité piétonne et considérant la nature des données pouvant être collectées, le champ d'application et le niveau de précision offert par ces méthodes peuvent varier significativement.

Dès lors, il est primordial d'avoir de bonnes connaissances en matière de comptages piétons – tant d'un point de vue technique que méthodologique, afin de répondre efficacement aux besoins des piétons, mais également à ceux de tous les acteurs de la mobilité urbaine (autorités locales, investisseurs, commerçants, usagers, etc.).

Aujourd'hui, les équipements disponibles pour le comptage piétons permettent de collecter des données chiffrées sur les volumes et les intensités des flux de piétons, la direction des déplacements, voire même des informations complémentaires propres au comportement des usagers et à leurs caractéristiques. Par ailleurs, l'émergence de technologies innovantes stimule la récolte des données encore plus complètes (e.g. heatmaps, itinéraires), tandis que le déve-

loppement de nouvelles approches pour l'utilisation des données de comptages a déjà permis la réalisation de projets ambitieux en faveur de la mobilité piétonne.

L'exécution de campagnes de comptages piétons et l'utilisation des données ainsi collectées doivent servir de support à la réalisation d'objectifs ambitieux et variés en faveur de la marche. Parmi ceux-ci, citons notamment la quantification des déplacements piétons, l'évaluation de l'impact d'une campagne de promotion, l'évaluation avant/après d'un réaménagement, ou encore la réflexion des normes en matières d'accessibilités piétonnes. Pour les pouvoirs publics, les campagnes de comptages piétons doivent servir d'outil d'anticipation d'une part (diagnostic de la situation, réponse à la demande et anticipation des besoins, etc.), et d'outil de surveillance d'autre part (surveillance des dépenses publiques, justifications budgétaires, validations de politiques urbaines, etc.).

Afin de remplir ses objectifs définis dans le Plan Piéton Stratégique, Bruxelles pourra donc s'appuyer sur plusieurs méthodes d'analyse des déplacements piétons et s'inspirer de quelques exemples d'utilisation intéressants. La ville piétonne demeure un concept ambitieux mais de nombreux outils existent désormais pour en faire une réalité au cours des prochaines décennies.



7- Références

Jolicoeur, M., Handfiled, G. et Carpentier, L. (2009). *Guide de comptages des piétons et des cyclistes*. Vélo Québec Association.

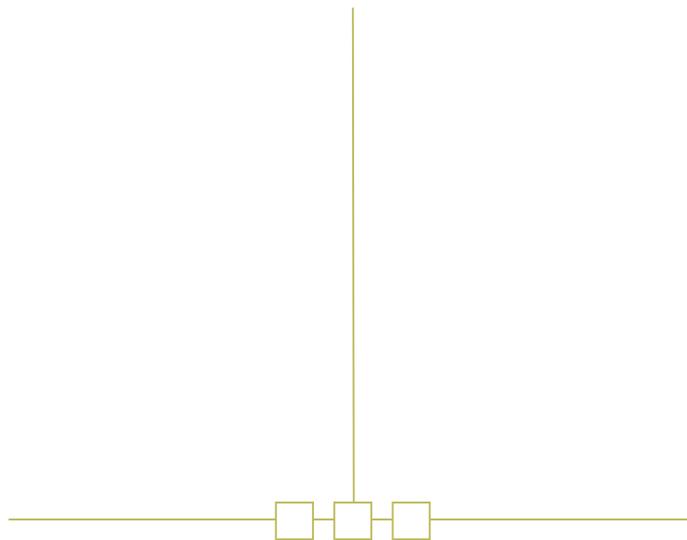
Ling, B., Tiwari, S., Li, Z., Gibson, D. (2010). *A Multi-Pedestrian Detection and Counting System Using Fusion of Stereo Camera and Laser Scanner*. In: *SPIE Optics and Photonics, Applications of Digital Image Processing*, 1-5 Août 2010, San Diego, USA.

Lively Cities Project. (2014). *Lively Cities Toolbox: Time lapse*.

Risse, M., Regli, P., Leuba, J. (2015). *Pour que la marche compte: les systèmes de comptages piétons et leurs applications*. Mobilité piétonne suisse et Office fédéral des routes, Zurich, Suisse.

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M. (2015) *Guidebook on pedestrian and bicycle volume data collection*. NCHRP Report vol. 797, Transportation Research Board (TRB), Washington, USA.

Schneider, R. (2012). "How to do your own pedestrian count?". *Papier présenté lors de la conférence Pedestrians Count! 2012, Los Angeles, USA*.



Annexe 1 – Liste (non exhaustive) de prestataires pouvant réalisés des comptages piétons

Comptages manuels

Atrium

Boulevard Adolphe Max, 13-17
1000 Bruxelles (Belgique)
www.atrium-irisnet.be
02 502 41 91 – atrium@atrium.irisnet.be

Bureau AME

Résidence Grande Barre, 22 boîte 2
7522 Lamain (Belgique)
www.bureau-ame.be
069 866 100 – info@bureau-ame.be

DataCollect

Route des Acacias, 47
1711 Genève 26 (Suisse)
www.datacollect.ch
+41 (0) 22 809 60 40

Comptages automatisés

ACIC Video Analytics (Multitel)

Parc Initialis, Boulevard Initialis 28
7000 Mons (Belgique)
www.acic-tech.be
065 39 43 80 – info@acic.be
Méthodes: vidéo et vidéosurveillance

Association du Management de Centre-Ville (AMCV)

Rue Samson, 27
7000 Mons (Belgique)
www.amcv.be
065 88 54 66 – info@amcv.be
Méthodes: IR passif (système de gestion intégré)

Bureau AME

Résidence Grande Barre, 22 boîte 2
7522 Lamain (Belgique)
www.bureau-ame.be
069 866 100 – info@bureau-ame.be
Méthodes: vidéo

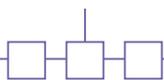
Evitech

Rue du Buffon, 3
91400 Orsay (France)
www.evitech.com/fr/
+33 (0)820 20 08 39 – pbernas@evitech.com
Méthodes: vidéo

SwissTraffic

Chemin Vermont, 10
1006 Lausanne (Suisse)
www.swisstraffic.ch
+41 (0)21 647 47 38 – info@swisstraffic.ch
Méthodes: vidéo; bluetooth/wifi







Réalisé par :



Centre de recherches routières
Bd de la Woluwe 42 – B-1200 Bruxelles
Tél. : 02 775 82 20 – E-mail : brrc@brrc.be
www.crr.be

À l'initiative de :



BRUXELLES MOBILITÉ
SERVICE PUBLIC RÉGIONAL DE BRUXELLES

Service public régional de Bruxelles
Bruxelles Mobilité
Direction Stratégie
CCN – rue du Progrès 80 bte 1 – B-1035 Bruxelles
Tél. : 02 204 19 21 – Fax : 02 204 15 10
mobilite@sprb.brussels
www.mobilite.brussels



SERVICE PUBLIC RÉGIONAL DE BRUXELLES
GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL