
Rapport de stage

4^{ème} année

Espace urbain pour la mobilité active

Evaluation de la qualité des espaces piétonniers

University of Parma
Department of engineering
and architecture
Parco area delle scienze,
43124 parma.



Tuteurs entreprise :
Barbara CASELLI and Federico AUTELITANO
Assistant professor

Tuteur académique :
Laura VERDELLI

Lucie BOIVIN
Clara LEGEAY
UIT
2022-2023

Remerciements

Dans un premier temps, nous tenons à remercier nos encadrants de stage, M. Federico AUTELITANO et Mme Barbara CASELLI, pour nous avoir permis de réaliser cette expérience, pour la confiance et l'indépendance qu'ils nous ont accordée, et leurs temps précieux qu'ils ont su nous donner afin de nous guider durant le stage et la réalisation du rapport.

Nous remercions les deux doctorantes Mme Gloria PELLICELLI et Mme Lea Jeanne MARINELLI pour le partage de leurs connaissances et pour leur soutien et leur temps tout le long du stage. Nous remercions également le personnel du laboratoire de nous avoir accueillis dans leurs locaux et pour leur bonne humeur.

Enfin, nous remercions Mme Laura VERDELLI, enseignante référente, pour son suivi et sa disponibilité au quotidien.

Table des matières

I.	Introduction.....	1
II.	Présentation de la structure d'accueil et du projet	2
2.1.	Présentation de la structure d'accueil.....	2
2.2.	Présentation du projet	2
III.	Cadre de recherche	4
3.1.	L'importance du potentiel piétonnier et « design for all »	4
3.2.	Evaluation de la capacité des piétons à se déplacer dans l'espace urbain.	5
3.3.	Utilisation de l'analyse spatiale et des données géographiques dans l'urbanisme	6
IV.	Matériaux et méthode d'évaluation	7
4.1.	Présentation du terrain d'étude.....	7
4.2.	Modèle physique et guides	8
4.3.	Processus de création de la base de données géospatiales.....	12
4.4.	Enquête sur le terrain et collecte des données.....	14
V.	Analyse des attributs et recommandations quant à la qualité des trottoirs et passages piétons 17	
5.1.	Des sections sécurisées	17
5.2.	Des sentiers piétons agréables.....	24
VI.	Conclusion	28
6.1.	Retour réflexif sur l'expérience	28
6.2.	Propositions de pistes d'amélioration.....	28

I. Introduction

Pendant longtemps, les urbanistes ont recommandé d'accorder plus d'importance aux piétons dans les villes, mais cela n'a pas été couronné de succès dans la plupart des cas. Cependant, grâce à de nouvelles recherches sur la santé, à des incitations gouvernementales, à de nouvelles réglementations et à une mobilisation accrue des piétons et des cyclistes, la situation a commencé à se développer. Les arguments en faveur d'une meilleure conception et planification de l'environnement piétonnier sont solides. La marche, tout comme le vélo, est un mode de transport respectueux de l'environnement qui contribue à réduire les embouteillages et à un faible impact sur notre écosystème (OMS, 2022). En plus d'économiser de l'énergie et de ne pas polluer l'air ni produire de bruit, la marche peut offrir une valeur sociale et récréative. Elle est accessible à une grande partie de la population, indépendamment des classes sociales, incluant les enfants et les personnes âgées. Elle présente des avantages non seulement individuels, mais aussi collectifs, en favorisant la convivialité des quartiers et en prévoyant des espaces de rencontre. Promouvoir la marche en tant que mode de déplacement privilégié contribue à la construction de villes durables où les piétons sont au centre de la planification urbaine (Forsyth et Southworth 2008).

Avec l'évolution des préoccupations en matière de mobilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la promotion des modes de transport plus durables est devenue un enjeu crucial pour les villes. Celles-ci étant confrontées à des défis majeurs tels que les embouteillages, la pollution de l'air et le changement climatique en raison de la croissance de la population et de l'urbanisation. Par conséquent, des initiatives ont été mises en place pour améliorer la mobilité urbaine, notamment en développant les réseaux de transport en commun et en favorisant les modes de transport actifs tels que la marche et le vélo. Les résultats de ces études démontrent que les villes qui ont mis en place des politiques et des initiatives pour promouvoir des modes de transport durables ont connu une diminution significative des émissions de gaz à effet de serre et une amélioration de la sécurité routière (Tiboni et al. 2021).

Dans le cadre de ce stage, l'objectif est d'évaluer la qualité des trottoirs et des passages piétons dans un quartier spécifique. Cette évaluation vise à promouvoir la marche comme mode de déplacement privilégié en favorisant des infrastructures bien aménagées et attrayantes. Il s'agit de mettre l'accent sur la planification et la conception d'un environnement piétonnier de qualité, en tenant compte des recommandations issues de la littérature scientifique et des études antérieures. Ce rapport de stage s'inscrit dans le contexte actuel de promotion de la mobilité durable et de l'aménagement urbain centré sur les piétons. Il vise à fournir une évaluation complète des trottoirs et des passages piétons, en mettant en évidence leur importance pour la marche, les modes de déplacement actifs et la qualité de vie urbaine. Cette approche permet également de hiérarchiser les interventions nécessaires en termes d'entretien, de rénovation et de régénération. L'objectif final étant de proposer des recommandations et des améliorations spécifiques pour favoriser la mobilité active et créer un environnement urbain plus favorable et accessible au plus grand nombre dans le quartier étudié.

Afin de fournir une analyse complète de l'évaluation des sentiers piétons, le rapport suivant est structuré en plusieurs parties. La première se concentre sur la présentation du lieu de stage et du projet dans lequel ce dernier s'inscrit. La seconde partie décrit la littérature et le cadre de recherche qui sert de fondement. Dans la partie suivante, une description détaillée des matériaux et des méthodes utilisées pour mener l'évaluation sera fournie. Celle-ci inclut une présentation du paramètre d'étude, ainsi que des différentes variables prises en compte dans cette étude. Aussi, la création du modèle basé sur un Système d'Information Géographique (SIG) et la méthode de collecte de données seront décrits en détail. Les résultats obtenus ainsi que les cartes d'évaluation sont exposés dans la dernière partie, accompagnés d'une discussion approfondie et de recommandations possibles.

II. Présentation de la structure d'accueil et du projet

2.1. Présentation de la structure d'accueil

L'Université de Parme (Università degli Studi di Parma) est une institution académique publique située dans la ville de Parme, dans le nord de l'Italie. Elle possède une longue tradition d'excellence académique et de recherche. L'université est composée de plus de 30 000 étudiants et de 12 facultés, offrant des formations approfondies dans différents domaines d'études, notamment en sciences, en arts, en sciences sociales et en sciences humaines. L'Université de Parme se distingue parmi les universités italiennes en disposant d'un campus entièrement dédié au pôle scientifique. Ce campus abrite plusieurs facultés, y compris la faculté d'agriculture, d'architecture, de pharmacie, d'ingénierie, ainsi que les facultés de sciences mathématiques, physiques et naturelles.



Figure 1 : Department of engineering and architecture.

Source : <https://dia.unipr.it/it/notizie/alluniversita-di-parma-debutta-il-corso-di-laurea-triennale-ingegneria-dei-sistemi>

Le département d'architecture et d'ingénierie de l'Université de Parme propose une gamme complète de programmes d'études supérieures en architecture, génie civil, génie mécanique, génie industriel et génie des matériaux. Les étudiants bénéficient d'une formation pratique et théorique de haut niveau, ainsi que de bases solides en sciences fondamentales, ce qui leur permet de développer une compréhension complète des concepts d'architecture et d'ingénierie. Il est également doté d'installations modernes et d'équipements de pointe, notamment des laboratoires spécialisés, des salles de classe interactives et des studios de conception. Les

professeurs et les membres du personnel sont hautement qualifiés et expérimentés, apportant une riche expérience pratique à leurs étudiants.

Le groupe de recherche en urbanisme et aménagement régional de l'Université de Parme mène des études et des recherches sur l'intégration entre la planification urbaine et la mobilité, en mettant l'accent sur la mobilité durable à l'échelle urbaine et territoriale. Les domaines de recherche actuels comprennent un large éventail de sujets liés à l'aménagement urbain et à la mobilité. Cela comprend la planification de réseaux piétons et cyclables, le développement de systèmes d'information territoriaux pour faciliter l'accessibilité, la sécurité des déplacements à pied et des infrastructures de transport en commun, l'accès aux services urbains, les interventions visant à améliorer l'inclusivité et la sécurité des utilisateurs vulnérables en milieu urbain, les stratégies d'adaptation au changement climatique dans la régénération urbaine, ainsi que les espaces urbains dédiés à la mobilité.

2.2. Présentation du projet

Le projet Ecosister, financé par le ministère de l'Université et de la Recherche et dont l'Université de Parme est membre fondateur, a pour objectif de créer des écosystèmes urbains durables en harmonie avec les communautés locales et de sensibiliser les citoyens à l'importance de la biodiversité. Le projet implique également une approche participative en co créant des solutions durables avec les citoyens. En outre, le projet se concentre sur la mobilité active en améliorant l'accessibilité des réseaux de piétons et de cyclistes en milieu urbain, tout en proposant des mesures pour réduire l'utilisation des véhicules privés et promouvoir la marche et le vélo. L'aménagement urbain axé sur les piétons est essentiel pour favoriser la mobilité, l'accessibilité et la qualité de vie dans les espaces urbains. Dans

cette perspective, le concept de "design for all" met l'accent sur la création d'environnements inclusifs, accessibles et adaptés à tous.

La Fondation Ecosister joue un rôle central dans le projet "Écosystème pour une transition durable en Émilie-Romagne". Dans le cadre de celui-ci, l'université participe au Spoke 4, qui vise à évaluer la biodiversité des écosystèmes urbains créés. D'autres partenaires travaillent également sur ce dernier pour garantir que les écosystèmes créés soient en harmonie avec les communautés locales et pour sensibiliser les citoyens à l'importance de la biodiversité. En outre, l'Université de Parme participe aux Work Package (WP) 1 et 2, qui se concentrent respectivement sur la conception et la mise en œuvre des écosystèmes urbains, ainsi que sur la gestion et la surveillance de ces écosystèmes. La participation de l'Université de Parme au projet Ecosister démontre l'importance de la recherche scientifique et de l'expertise pour la conception et la mise en œuvre de solutions durables pour l'environnement urbain.

Ce stage s'inscrit dans le cadre de deux projets de recherche : le "Centre de mobilité durable" (CNMS) et "Écosystème pour une transition durable en Émilie-Romagne" (Ecosister). Dans le cadre du projet Ecosister et notamment du WP1, le groupe de recherche travaille sur la création d'un modèle GIS permettant d'évaluer l'accessibilité, la praticabilité et la sécurité des réseaux de piétons et de cyclistes en milieu urbain. Il utilise la littérature scientifique existante pour élaborer un protocole d'évaluation analytique basé sur une base de données GIS. Ce protocole sera ensuite utilisé pour évaluer les réseaux de mobilité active dans trois secteurs urbains de deux villes de la région d'Émilie-Romagne. Dans le projet WP2, le groupe de recherche se concentre sur l'analyse et la conception d'interventions pour améliorer l'accessibilité des quartiers urbains en utilisant le modèle de la ville des 15 minutes. Il propose également des mesures pour récupérer les espaces urbains afin d'améliorer la qualité de vie de la communauté, de promouvoir la mobilité active et de réduire l'utilisation de véhicules privés. Le groupe analyse également la façon dont les villes de taille moyenne d'Émilie-Romagne mettent en œuvre leur gouvernance de ville intelligente et examine la littérature scientifique pour identifier les obstacles et les moteurs du modèle de la ville des 15 minutes. Les résultats de cette analyse sont ensuite utilisés pour évaluer différents niveaux d'accessibilité piétonne et cyclable aux équipements publics de proximité, en utilisant une analyse spatiale basée sur GIS, et pour élaborer des lignes directrices pour la régénération des espaces publics urbains.

Ces projets ont pour objectif principal d'évaluer la qualité des trottoirs et passages piétons dans un contexte urbain spécifique. En mettant l'accent sur l'accessibilité et la sécurité, le projet vise à identifier les améliorations nécessaires pour rendre l'espace urbain plus convivial et praticable pour les piétons, quels que soient leurs besoins et leurs capacités. Plus précisément, le projet se fixe les objectifs suivants :

- Évaluer les caractéristiques physiques des trottoirs et passages piétons, tels que la largeur, la régularité, la présence d'obstacles, les revêtements de surface, etc.
- Examiner les aspects liés à la sécurité, tels que la présence de feux de signalisation, les dispositifs de traversée pour les personnes à mobilité réduite, l'éclairage adéquat, etc.
- Analyser l'accessibilité des infrastructures piétonnes pour les personnes ayant des besoins spécifiques, telles que les personnes en fauteuil roulant, les personnes âgées ou les parents avec poussettes.
- Proposer des recommandations et des améliorations pour aménager des trottoirs et passages piétons de qualité, favorisant ainsi la mobilité et le bien-être des piétons.

En combinant des méthodes d'analyse spatiale, des enquêtes sur le terrain et la collecte de données géospatiales, le projet vise à fournir une évaluation complète de la qualité des infrastructures piétonnes et à contribuer à l'amélioration de l'environnement urbain pour tous les citoyens.

Dans le cadre de ce projet, notre objectif est de coopérer avec le groupe de recherche pour évaluer la praticabilité et la sécurité des itinéraires piétonniers dans un quartier de la ville de Parme. Pour ce faire, nous allons collecter des données sur le terrain, les saisir dans un système d'information géographique (SIG) et utiliser ces données pour créer des cartes thématiques et des rapports de

synthèse. Notre travail consistera ainsi à identifier les points faibles et les zones nécessitant des améliorations en termes de praticabilité et de sécurité pour les piétons, et à formuler des recommandations pour favoriser une mobilité piétonne optimale dans la ville de Parme.

III. Cadre de recherche

3.1. L'importance du potentiel piétonnier et « design for all »

Le concept de potentiel piétonnier ou « walkability » a suscité une attention considérable parmi les concepteurs et les planificateurs urbains en ce qui concerne la création d'environnements favorables aux piétons. Le potentiel piétonnier fait référence à la mesure dans laquelle une zone est conçue pour accueillir et soutenir les activités piétonnières telles que la marche, la vie, le shopping et les loisirs. Elle englobe la convivialité de l'environnement bâti envers la présence et les activités des personnes. Les premiers articles scientifiques sur le potentiel piétonnier, introduits dans les années 1990, se concentraient sur l'identification des éléments et des facteurs qui contribuent à la création d'environnements propices à la marche (Reyburn 2010). Diverses disciplines, dont l'architecture, les transports, la conception et l'urbanisme urbains et la santé publique, ont mené des recherches approfondies sur le potentiel piétonnier, ce qui a donné lieu à différentes définitions, variables et mesures. Par exemple, une étude menée à Londres a défini le potentiel piétonnier comme la disponibilité d'expériences de marche sûres, connectées et agréables pour les consommateurs. L'auteur a souligné l'importance d'une ville accessible à pied, connectée, conviviale (amical et agréable), visible (attirant l'attention), confortable et pratique. Le potentiel piétonnier va au-delà de l'activité physique et des considérations liées à la santé. Elle englobe également l'environnement social, la perception du territoire et le confort des piétons. (Rafiemanzelat, Emadi, et Kamali 2017)

L'évaluation de la facilité de déplacement à pied inclut des éléments tels que l'aménagement des rues, la qualité des trottoirs, la présence de passages pour piétons, l'éclairage public, la présence de bancs et d'autres équipements urbains dont nécessitent la marche. Une évaluation de la facilité de déplacement à pied peut être utilisée pour identifier les améliorations nécessaires dans un quartier ou une ville afin de le rendre plus convivial pour les piétons. La qualité des trottoirs revêt une importance cruciale dans une ville, et ce, pour diverses raisons, notamment d'un point de vue environnemental, sociologique et de protection des personnes vulnérables.

Du point de vue environnemental, des trottoirs bien entretenus et accessibles encouragent les déplacements à pied, ce qui réduit la dépendance aux véhicules motorisés et contribue à la diminution de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre. Cela peut aussi être couplé avec l'ajout de végétation en ville, en plus d'offrir un cadre urbain apaisant et attrayant, cela joue un rôle significatif dans la diminution des gaz à effet de serre en ville.

Sur le plan sociologique, des trottoirs de qualité contribuent à la qualité de vie des habitants en favorisant les interactions sociales et la convivialité dans l'espace public. Ils créent des conditions propices à la marche, ce qui encourage l'activité physique, la santé et le bien-être des résidents. De plus, des trottoirs bien conçus et entretenus renforcent le sentiment de sécurité et la confiance des piétons, ce qui incite davantage de personnes à se déplacer à pied, contribuant ainsi à une vie de quartier animée et dynamique. (Baobeid, Koç, et Al-Ghamdi 2021)

Il est également essentiel de prendre en compte les personnes vulnérables lors de la planification et de la conception des trottoirs. Les personnes âgées, les personnes à mobilité réduite, les parents avec poussettes et les personnes malvoyantes ou non voyantes ont des besoins spécifiques en matière d'accessibilité et de sécurité. L'approche "Design for All" (conception pour tous) est au cœur de ce projet d'évaluation des trottoirs et passages piétons. Elle vise à créer des environnements, des produits et des services accessibles et utilisables par le plus grand nombre de personnes possibles, indépendamment de leurs capacités physiques ou de leurs caractéristiques personnelles. L'objectif est de promouvoir une société inclusive où chacun peut participer à la vie urbaine.

Dans le contexte des trottoirs et passages piétons, cette approche implique de concevoir des solutions qui prennent en compte la diversité des utilisateurs. Il ne s'agit pas seulement de garantir l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite, mais aussi de répondre aux besoins des personnes âgées, des enfants, des personnes malvoyantes ou malentendantes, ainsi que des parents avec poussettes. Les infrastructures piétonnes doivent être pensées de manière à être utilisables par tous, en prenant en considération leurs différentes capacités et caractéristiques. L'approche "Design for All" met également l'accent sur l'inclusion sociale et la sécurité des personnes vulnérables dans l'espace public. Des trottoirs bien conçus, sécurisés et adaptés aux besoins de tous les usagers permettent de réduire les risques d'accidents et de favoriser le sentiment de sécurité, ce qui encourage la participation et l'interaction sociale.

Ainsi, évaluer la qualité des trottoirs et passages piétons selon l'approche "Design for All" revêt une importance capitale pour créer des environnements urbains inclusifs, respectueux de l'environnement et favorables à la qualité de vie de tous les citoyens. (Kociuba et Maj 2020)

3.2. Evaluation de la capacité des piétons à se déplacer dans l'espace urbain.

Pour évaluer la capacité et la qualité de l'espace piétonnier, plusieurs méthodes peuvent être utilisées, telles que les observations sur le terrain, les enquêtes auprès des utilisateurs ou encore les modèles de simulation informatique.

Les observations sur le terrain sont une méthode de collecte de données qui implique l'observation directe et la mesure de différents paramètres tels que la densité de piétons, la vitesse de déplacement, le temps de traversée de la rue, mais aussi la qualité des équipements. Ces observations peuvent être effectuées à différents moments de la journée et en différents endroits pour recueillir des données représentatives. Les observations peuvent révéler des informations précieuses sur la sécurité, l'accessibilité et le confort des infrastructures piétonnes, ainsi que sur la manière dont elles répondent aux besoins des usagers. Par exemple, en mesurant la densité de piétons, il est possible de déterminer si les trottoirs sont suffisamment larges pour accommoder le flux de personnes.

Les enquêtes auprès des utilisateurs impliquent l'interrogation des utilisateurs de l'espace piétonnier pour recueillir des données sur leur perception de la qualité de la marche. Les enquêtes peuvent inclure des questions sur la largeur du trottoir, la présence d'obstacles, la sécurité, la qualité de l'infrastructure, etc. Des audits de potentiel piétonnier peuvent être utilisés pour cibler les interventions nécessaires, tels que l'audit de potentiel piétonnier actif et sécuritaire (PPAS) développé par l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, et l'audit urbain de « marchabilité » pour les personnes âgées (MAPPA) développé à l'Institut d'urbanisme de l'Université de Montréal. Le Walkscore est également un outil utilisé pour évaluer la facilité d'utilisation de la marche comme mode de déplacement dans un quartier, en prenant en compte la proximité et la diversité des destinations (Robitaille 2015). L'utilisation d'indicateurs de performance permet de suivre la progression du potentiel piétonnier au fil du temps en fonction des interventions réalisées. (Victoria Transport Policy Institute 2019 ; Isabelle Boucher et Nicolas Fontaine 2013). Ces données peuvent être utilisées pour évaluer la satisfaction des utilisateurs de l'espace piétonnier et identifier les domaines qui nécessitent des améliorations. L'analyse des enquêtes auprès des utilisateurs peut révéler des problèmes spécifiques tels que des trottoirs étroits, des passages piétons mal signalés, des obstacles fréquents ou des problèmes de sécurité. Ces informations sont précieuses pour les urbanistes, car elles permettent d'orienter les efforts d'aménagement et d'amélioration des espaces piétonniers de manière ciblée.

Les modèles de simulation informatique sont des outils qui utilisent des algorithmes et des données pour créer des simulations de la marche dans un espace piétonnier donné. Ces modèles peuvent inclure des paramètres tels que la largeur du trottoir, la vitesse de déplacement, la densité de piétons, la présence d'obstacles, etc. Les modèles de simulation peuvent être utilisés pour tester différents scénarios et évaluer les impacts de changements dans l'infrastructure. Par exemple, un modèle de simulation peut être utilisé pour évaluer l'impact d'un élargissement du trottoir sur la

capacité de la marche dans un espace piétonnier donné. Les résultats de la simulation peuvent aider à prendre des décisions éclairées en matière de conception et de planification de l'infrastructure piétonnière (Rouphail et al 1998).

Les stratégies visant à améliorer la mobilité et la qualité de vie des citoyens dans un contexte urbain nécessitent l'utilisation de Systèmes d'Information Géographique (SIG). Ils permettent une analyse spatiale approfondie de la ville et de ses caractéristiques. Les SIG peuvent fournir des informations cruciales pour la planification urbaine et la mise en place de mesures concrètes pour améliorer la mobilité urbaine et la qualité de vie des citoyens.

3.3. Utilisation de l'analyse spatiale et des données géographiques dans l'urbanisme

Les systèmes d'information géographique (SIG) offrent une grande utilité dans le domaine de l'urbanisme, notamment en permettant la création d'indices d'accessibilité piétonne. Ces indices permettent de mesurer la sécurité et la qualité de l'environnement urbain pour les piétons, ainsi que d'évaluer la performance des quartiers, tels que les quartiers du quart d'heure, qui favorisent une proximité fonctionnelle.

Grâce aux SIG, il est également possible d'évaluer quantitativement la capacité des déplacements à pied ou à vélo dans un quartier en prenant en compte certains facteurs spécifiques. Cela permet d'obtenir des mesures précises sur l'accessibilité des modes de transport actifs dans différentes parties de la ville. Une autre application des SIG est la création d'isochrones, qui permettent de mesurer l'accessibilité de certains points d'intérêt tels que les commerces ou les gares. Les isochrones tracent des zones qui indiquent combien de temps il faut pour se rendre à partir d'un emplacement donné. Cela fournit des informations sur la facilité d'accès aux services et aux infrastructures dans un environnement urbain.

Les centres historiques ont des caractéristiques uniques qui affectent les déplacements à pied ou encore à vélo. Cependant, les indices existants ne les prennent pas toujours en compte. Un indice de « walkability » ou « potentiel piétonnier » pour les centres historiques, prenant en compte des facteurs tels que la présence de passages pour piétons, la qualité des trottoirs et la densité des intersections a été créé et appliqué au centre de Parme. Cet indice a permis de montrer que les zones piétonnes et les pistes cyclables sont des éléments importants à prendre en compte pour améliorer l'utilisation pérenne de la marche ou du vélo (Caselli et al. 2021). Cet indice peut aider les décideurs à prendre des décisions plus éclairées pour améliorer la marche des centres historiques. L'indice de « walkability » peut aussi prendre en compte des facteurs tels que la distance à pied des équipements publics, la qualité des trottoirs, la présence de zones piétonnes et de pistes cyclables, l'accessibilité aux transports en commun, la sécurité routière et la présence d'espaces verts et peut être utilisé pour évaluer le potentiel piétonnier dans d'autres types de quartiers, tels que les quartiers des 15 minutes.

Les quartiers de 15 minutes sont des quartiers où les résidents ont accès à toutes les commodités nécessaires à moins de 15 minutes de marche. Un indice de potentiel piétonnier a été utilisé en prenant en compte les facteurs cités précédemment et appliqué aussi à la ville de Parme. Les résultats ont montré que la capacité des quartiers de 15 minutes à faciliter les déplacements à pied ou à vélo était globalement bonne en termes d'accès aux équipements publics, mais des efforts supplémentaires doivent être faits pour améliorer la sécurité routière et la présence d'espaces verts (Caselli et al. 2022). Les auteurs indiquent également qu'il serait intéressant de créer davantage de quartiers de 15 minutes en investissant dans des infrastructures de transport durables et en utilisant l'accessibilité aux équipements publics. L'utilisation de ces indices n'est pas le seul outil permettant d'améliorer la mobilité d'un quartier. Des méthodes plus précises peuvent être utilisées, telles que l'identification des zones vulnérables grâce à des attributs évalués de manière quantitative.

C'est dans ce contexte que l'utilisation des SIG peut se révéler être utile. En effet, les chemins vulnérables sont cartographiés dans une base de données et sont associés à des attributs qualitatifs et quantitatifs tels que la proximité des installations, la sécurité, la conception, etc. Chaque attribut obtient une évaluation quantitative, ce qui permet d'évaluer le potentiel piétonnier dans les quartiers

en fonction de chaque facteur (Caselli et al. 2022). Les cartes en découlant ont pour objectif d'identifier les zones où des améliorations pourraient être nécessaires pour rendre les quartiers plus praticables à pied. Les améliorations comme la présence de zones piétonnes limitées à la circulation, permettent une utilisation plus large, plus agréable et plus sécurisée de l'espace public pour les piétons. Les zones vulnérables identifiées grâce aux SIG peuvent également être analysées plus en détail en utilisant des outils tels que les isochrones.

Les isochrones permettent de déterminer un périmètre accessible à partir d'un point de départ dans un certain temps ou une certaine distance. Elles sont représentées par des lignes sur une carte qui relient des points avec des temps ou des distances de trajet égaux. Pour créer des isochrones précises, il est important d'avoir des informations sur le réseau routier, les itinéraires de transport en commun, les arrêts et les stations, ainsi que les chemins de marche et de vélo. Si ces informations ne sont pas disponibles, un outil de "buffer" peut être utilisé pour créer des isochrones circulaires basés sur une vitesse ou une distance moyenne (Rossetti et al. 2020). Cependant, il est important de noter que les résultats de l'analyse du "buffer" nécessitent une attention particulière car les buffers ne sont pas capables de prendre en compte les obstacles tels que les rivières, les voies ferrées et les caractéristiques du réseau piétonnier ou de la sécurité routière.

En conclusion, l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) est très utile pour évaluer la capacité d'un quartier ou d'un centre historique à faciliter les déplacements à pied ou à vélo. Les indices d'accessibilité piétonne créés grâce aux SIG prennent en compte plusieurs facteurs tels que la qualité des trottoirs, la présence de zones piétonnes et de pistes cyclables, l'accessibilité aux transports en commun, la sécurité routière, la proximité aux équipements publics ou encore la présence d'espaces verts. Les cartes obtenues permettent ainsi d'identifier les zones où des améliorations pourraient être nécessaires pour rendre les quartiers plus praticables à pied. Les SIG sont donc un outil important pour les urbanistes souhaitant favoriser la mobilité douce.

À partir de ce cadre théorique, la méthodologie proposée repose sur des inspections sur le terrain qui permettent une approche très détaillée et ponctuelle pour évaluer de manière exhaustive l'infrastructure du réseau piétonnier existant

IV. Matériaux et méthode d'évaluation

Après avoir présenté le terrain d'étude et expliquer l'important d'une évaluation dans cette zone, le cadre méthodologique et les outils créés et mis à disposition seront détaillés.

4.1. Présentation du terrain d'étude

Alors que l'accessibilité du centre historique a déjà fait l'objet d'études approfondies par le groupe de projet, l'attention s'est tournée vers le quartier proche de la gare dans le cadre de cette mission de stage. Le quartier proche de la gare revêt une importance particulière en raison de son emplacement stratégique en tant que point de connexion majeur dans la ville. Ce quartier est souvent caractérisé par un flux constant de personnes venant de régions différentes, en raison de la gare qui en est le point central. Par conséquent, il est essentiel d'évaluer la qualité des trottoirs et passages piétons dans cette zone pour garantir une mobilité fluide et sécurisée des piétons qui se déplacent vers ou en provenance de la gare.

De plus, les quartiers proches des gares sont généralement des hubs intermodaux où se croisent différents modes de transport. Il est donc crucial de veiller à ce que les infrastructures piétonnes du quartier proche de la gare résolvent les déplacements intermodaux, permettant aux piétons de se déplacer facilement et en toute sécurité entre les différents modes de transport disponibles. Outre les aspects de mobilité, ces quartiers abritent souvent une concentration élevée de services tels que des commerces, des restaurants, des hôtels et des installations publiques. Une évaluation de la qualité des trottoirs et passages piétons dans cette zone contribue à améliorer

l'accessibilité à ces services, en permettant à tous les utilisateurs, qu'ils soient des résidents locaux, des voyageurs ou des personnes à mobilité réduite, d'y accéder facilement.

Enfin, les quartiers proches des gares sont souvent des zones de développement urbains privilégiés. En évaluant la qualité des infrastructures piétonnes dans ce contexte, il est possible de s'assurer que le développement urbain futur tient compte des besoins des piétons et favorise la création d'un environnement urbain attrayant, durable et convivial.

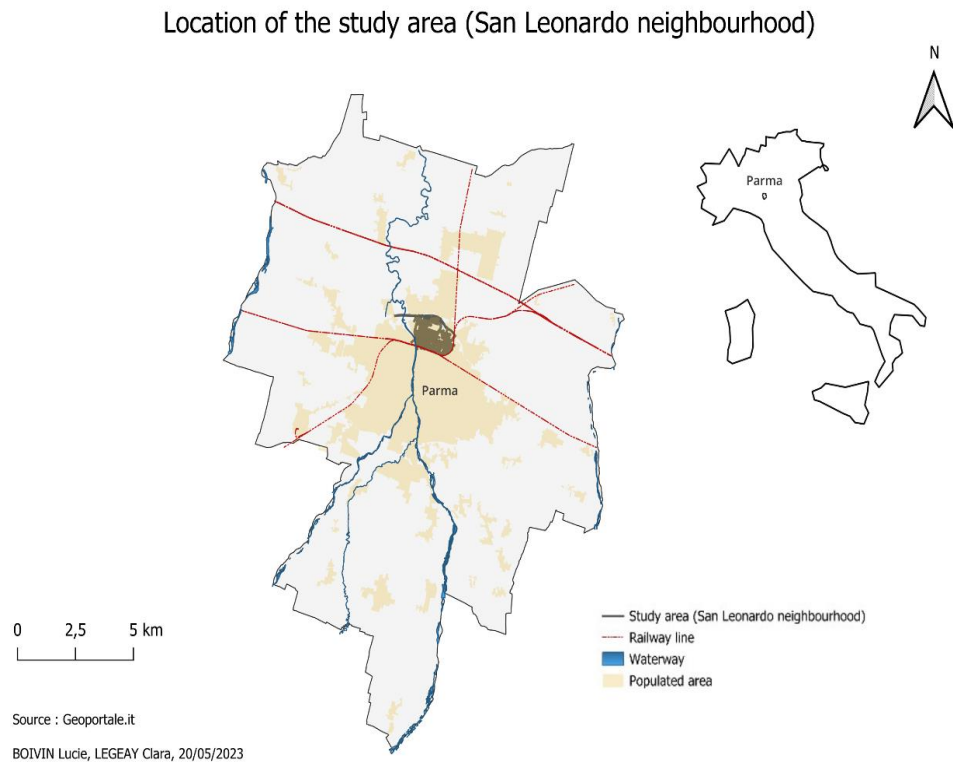


Figure 2 : Localisation du terrain d'étude (quartier San Leonardo, Parma)

L'étude du quartier proche de la gare revêt alors un intérêt particulier en raison de son rôle central dans la connectivité et la mobilité urbaine. En se concentrant sur ce quartier, il est possible de mettre en place des améliorations significatives pour créer un environnement urbain plus accessible, sûr et agréable pour les piétons et les usagers des transports en commun.

C'est dans ce contexte que l'enquête de terrain a pour objectif d'améliorer l'accessibilité des marcheurs et des cyclistes aux abords de la gare de Parme. Cette enquête permet de recueillir des informations sur les aménagements et l'état des trottoirs, des passages piétons et des routes environnantes et ainsi d'identifier les éventuels obstacles à la mobilité des piétons. L'enquête s'est déroulée dans le quartier de San-Léonardo, au nord de la gare ferroviaire de la commune de Parme (figure 2).

4.2. Modèle physique et guides

Dans le cadre de cette évaluation, un modèle physique est créé pour présenter chaque attribut que nous allons analyser. Ce modèle sera conçu en tenant compte des besoins spécifiques et des demandes d'évaluation.

Un modèle physique dans QGIS est un outil utilisé pour simuler des phénomènes physiques réels en utilisant des données géospatiales. Il trouve des applications dans divers domaines tels que la géographie, l'environnement, l'urbanisme et l'hydrologie. Ici, le modèle physique permettra de représenter les différents attributs des trottoirs et passages piétons qui seront évalués. Il sera conçu de manière réfléchie afin de visualiser clairement les caractéristiques telles que la largeur, la régularité, la présence d'obstacles, les revêtements de surface, la présence de feux de signalisation, les dispositifs de traversée pour les personnes à mobilité réduite, l'éclairage, et d'autres attributs pertinents pour l'évaluation.

PEDESTRIAN PATH					
Category	Attribute	Name Code	Description	Type	Congruence
General	Pedestrian path identification	ID_PED	Identification code of each segment expressed in the form S_000, S_001, ..., S_000	String (10)	Unique inside the class S_000, S_001, ..., S_000
	Street segment code	SEG_COD	Identifies the code of the road segment on which the analysed element lies (taken from the local Municipal Spatial Information System)	String (10)	Unique inside the class
	Segment type	TYPE	Identify the type of path based on existing categories: · PP - Pedestrian path (a portion of the roadway designated for pedestrian traffic only and separated from the traffic lane by a continuous white stripe or guardrail parallel to it) · PKP – Park pathway with a natural surface or formed by the passage of pedestrians located in a park, garden or green area · PCP – Cycle-pedestrian path (pavement used simultaneously by cyclists and pedestrians) · VF - Virtual footpath (same level as the carriageway) but with a different paving material · PL – Pedestrian lane (same level as the carriageway) delimited by horizontal signage and no difference with the paving material compared to the carriageway · SS - Shared space/woonerf (pedestrians, cyclists and cars coexist in the same space) · PC - Pedestrian crossing (part of the traffic lane, appropriately signposted and organised, on which pedestrians crossing from one side of the road to the other have priority over vehicles)	String (10)	Domain: · PP · PKP · PCP · VF · PL · SS · PC
	Acquisition date	DATE	Specify date of acquisition of collected data, expressed in the form yyyymmdd	String (10)	(Fill)

Figure 3 : Extrait du modèle physique de l'étude

Afin de réaliser une évaluation complète de la praticabilité des sentiers pédestres analysés, une sélection d'attributs qualitatifs et quantitatifs a été effectuée en se basant sur l'analyse de la littérature et le contexte territorial. Outre les attributs liés à l'infrastructure routière, susceptibles d'affecter les performances opérationnelles du sentier et la sécurité des piétons, des attributs relatifs au confort et à l'attention portée aux utilisateurs ayant des besoins particuliers ont également été pris en compte. D'un point de vue opérationnel, les attributs à mesurer ont été identifiés à la fois pour les tronçons qui composent l'itinéraire et pour les passages piétons. A savoir que ce modèle a été amélioré au fur et à mesure de l'étude afin de permettre une évaluation toujours plus précise des éléments à récolter.

Ce dernier est réparti en trois parties distinctes : la route, les trottoirs et les passages piétons (voir annexe 1). Sous forme de tableau (figure 3) le modèle est divisé en 6 colonnes qui serviront pour

la création de la table attributaire sur QGIS. Chaque partie du modèle physique intègre de nombreux critères pertinents pour évaluer la qualité de l'infrastructure piétonne. Ces critères sont essentiels pour comprendre et analyser les défis et les opportunités liés à l'accessibilité piétonne mais ils sont avant cela essentiels à comprendre. A titre d'exemple, la couche des trottoirs dispose dans sa catégorie « général » d'un attribut nommé « segment type ». C'est l'un des attributs à compléter comprenant le plus de choix possibles (figure 3). En effet, cet attribut est composé de 7 choix différents. Comme pour tous les autres critères, il est important de comprendre et de connaître chacun d'eux afin de ne pas commettre d'erreur lors de la collecte de données.

SEGMENT TYPE



Pedestrian path (PP)

a portion of the roadway designated for pedestrian traffic only and separated from the traffic lane by a continuous white stripe or guardrail parallel to it



Park pathway (PKP)

a path with a natural surface or formed by the passage of pedestrians located in a park, garden or green area
Transit is permitted only to vehicles authorised for maintenance, loading/unloading of goods

SEGMENT TYPE



Cycle-pedestrian path (PCP)

Pavement used simultaneously by cyclists and pedestrians
The only separation is that indicating the direction of travel
The route is identified by vertical and/or horizontal signs



Virtual footpath (VF)

Level footpath to the side and at the same level as the carriageway but with a different paving material

Figure 4 : Extrait du "guide for the compilation of maps of survey of pedestrian paths"

C'est pour cette raison qu'avant de se lancer sur le terrain pour collecter des données, il est nécessaire de disposer de guides détaillés. Ces guides sont conçus pour fournir des directives et des recommandations afin d'assurer une collecte de données précises et cohérentes. Leur création vise à prévenir les malentendus et la confusion en identifiant les éléments spécifiques qui pourraient prêter à confusion lors de la collecte de données sur le terrain. En clarifiant ces points délicats, les guides contribuent à éviter les erreurs et les interprétations erronées, ce qui garantit l'exactitude des informations recueillies. Ces guides sont accompagnés de directives détaillées et de photos, ce qui facilite la compréhension et assure la cohérence dans la collecte des données et la représentation cartographique.

La figure 4 ci-dessus montre un extrait des guides réalisés (voir annexe 2). Les différents types de segments sont ainsi détaillés, avec une description et une photo, afin d'éviter toute erreur. Dans ces guides, chaque attribut pouvant porter à confusion sont détaillés ainsi.

Cela permet également de comparer et d'analyser les informations fournies dans différentes régions ou villes. En détaillant chaque critère inclus dans les modèles physiques, les guides fournissent des instructions précises pour prendre les mesures correctement sur le terrain. Ils contribuent ainsi à garantir la normalisation et la compréhension des différents critères retenus.

La couche « pedestrian path » correspondant aux trottoirs, est alors composée à elle seule de 24 attributs :

- Pedestrian path identification : le numéro du segment étudié.
- Street segment code : le numéro de la route où se trouve le segment étudié.
- Segment type : le type de segment étudié (figure 3 et 4).
- Acquisition date : la date du jour de la collecte de donnée.
- Photo 1 : numéro d'identification de chaque image correspondant au numéro unique attribué au segment
- Dimension : la largeur de la section piétonne
- Pavement material : le type de matériel (pavés, goudron, bitume, graviers etc.)
- Pavement maintenance : l'état du trottoir (excellent, bien, suffisant, pauvre)
- Elévation : la différence de hauteur entre la route et le trottoir
- STEPS : marche ou escalier pouvant présenter un obstacle pour les personnes à mobilité réduite
- RAMPS : rampes le long de la section
- Tactile signage : signalisation tactile pour les malvoyants
- Manoeuvring area : élargissements dans les zones de virage qui offrent un espace de manœuvre aux personnes à mobilité réduite (dimensions minimales de 1,5 m x 1,5 m)
- Bottlenecks : restriction de la largeur du trottoir
- Overhangs : les éléments placés à une hauteur inférieure à 2,10 m, et s'ils sont ou non signalés de manière adéquate aux personnes aveugles (par exemple, les panneaux routiers, les panneaux publicitaires, les feux de circulation, les bannettes de magasin, etc.)
- Protrusions : les éléments en relief sur le trottoir, d'une hauteur supérieure à 2,5 cm, qui peuvent constituer une source de danger et une raison de trébucher (tels que les paillasons, les trous, les grilles d'aération, les racines, etc.)
- Pavement colour : couleur sur la section
- Vertical signs : signalisation verticale pour indiquer la section piétonne
- Horizontal signs : signalisation horizontale pour indiquer la section piétonne
- Lighting : éclairage urbain
- Protection : degrés de protection entre le trottoir et la route (arbres, barrières, poteaux, etc.)
- Urban seating : bancs ou tout autre élément permettant à l'utilisateur de s'arrêter
- Roadside greenery : arbres, plantes, herbes le long de la section piétonne
- Shelter and shade : le degré d'ombre et d'abris de la section piétonne

La couche « pedestrian crossing » correspondant aux passages piétons, est alors composée à elle seule de 21 attributs dont certains sont similaires à la couche précédente :

- Pedestrian crossing identification : le numéro du segment étudié.
- Street segment code : le numéro de la route où se trouve le segment étudié.
- Segment type : le type de segment étudié (PC)
- Type_C : signalisation dédiée aux traversées cyclables
- Acquisition date : la date du jour de la collecte de donnée
- Photo 1 et 2 : numéro d'identification de chaque image correspondant au numéro unique attribué au segment (une photo de chaque côté pour les passages piétons)
- Pavement material : le type de matériel (pavés, goudron, bitume, graviers etc.)
- Pavement maintenance : l'état du trottoir (excellent, bien, suffisant, pauvre)

- Location : la hauteur du passage par rapport au niveau de la route (même niveau que la route, bosse artificielle, viaduc, passage souterrain)
- STEPS : marche ou escalier pouvant présenter un obstacle pour les personnes à mobilité réduite
- RAMPS : rampes le long de la section
- Tactile signage : signalisation tactile pour les malvoyants
- Manoeuvring area : élargissements dans les zones de virage qui offrent un espace de manœuvre aux personnes à mobilité réduite (dimensions minimales de 1,5 m x 1,5 m)
- Protrusions : les éléments en relief sur le trottoir, d'une hauteur supérieure à 2,5 cm, qui peuvent constituer une source de danger et une raison de trébucher (tels que les paillasons, les trous, les grilles d'aération, les racines, etc.)
- Pavement colour : couleur sur la section
- Horizontal signs : signalisation horizontale pour indiquer la section piétonne
- Visibilité : la visibilité du piéton par le conducteur du véhicule (haute, moyenne, basse, en fonction de la signalisation, des places de parking, des arbres etc.)
- Excessive length : la longueur excessive de la traversée piétonne ou la réduction de la distance de traversée par des zones/îlots de sécurité
- Traffic light : Feu de circulation
- Lighting : éclairage urbain
- Crossing devices : Des dispositifs pour les sourds, les aveugles ou les malvoyants (le compte à rebours numérique et les bips pour le départ)

La couche « GrafostradalePARMA2022UTMRER » correspondant aux routes, est composée de 5 attributs :

- Road identification : le numéro du segment étudié
- Road type : Zone piétonne, rue à sens unique, à deux sens, à une voie, à plusieurs voies etc.
- Speed limit : 30, 50, 70km/h
- Urban context : centre historique, zone résidentielle, zone mixte, zone commerciale, etc.
- Roadside greenery : arbres, herbes, plantes ou buissons en bordure de route

Après avoir décidé de tous ces critères et de leurs caractéristiques, il est temps de créer les couches, et de créer les tables attributaires dans la base de données du logiciel de cartographie.

4.3. Processus de création de la base de données géospatiales

Le processus de création du modèle de Système d'Information Géographique (SIG) comprend plusieurs étapes importantes pour assurer la cohérence et l'intégrité des données requises sur le terrain. Comme évoqué dans la partie précédente, le modèle se compose de trois couches principales qui représentent les trottoirs, les passages piétons et les routes, et chacune de ces couches est créée et définie de manière spécifique. La première étape consiste à créer une base de données géospatiales dans QGIS.

Pour ce faire, les segments correspondants aux trottoirs et aux passages piétons sont tracés manuellement sur la carte à l'aide des outils de dessin de QGIS. A chaque intersection, le segment s'arrête et un autre est créé. Il convient de noter que les segments correspondants aux trottoirs sont dessinés en tenant compte d'une couche préexistante appelée "stradalepoligonaleinversoPARMA2020", sélectionnée en jaune sur la figure 5. Cette couche est une couche de polygones et est utilisée par d'autres personnes travaillant sur le projet. Il est donc important que les segments des trottoirs (imagés en rouge sur la figure 5) soient parfaitement superposés à cette couche existante afin de pouvoir les utiliser conjointement pour d'autres manipulations dans le logiciel. Concernant les passages piétons (en rose gras sur la figure 5), ils sont

dessinés à partir de google satellite, ajouté auparavant sur le projet QGIS, ces tracés sont approximatifs puisque tous les passages ne sont pas nécessairement visibles sur le plan.

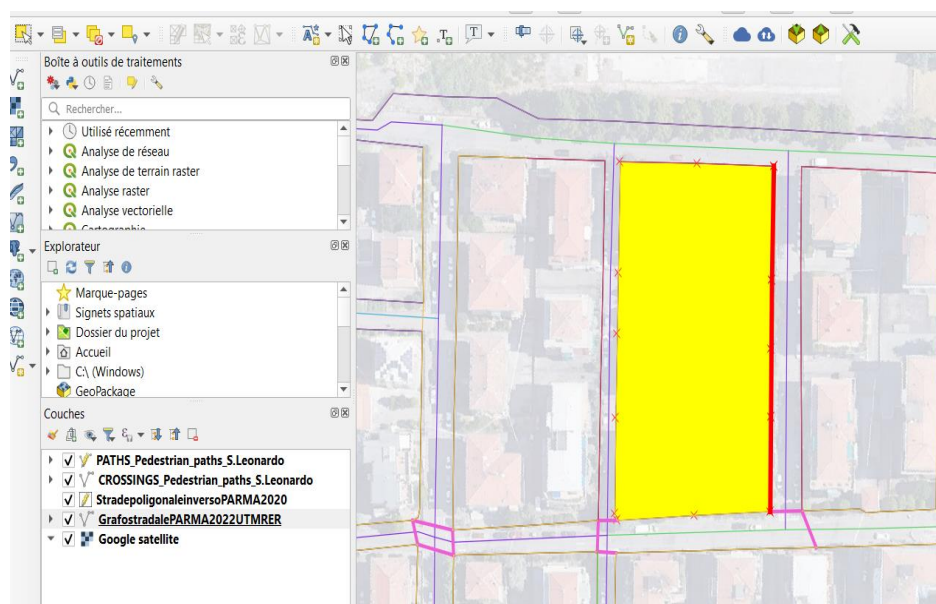


Figure 5 : Tracés des segments sur le logiciel QGIS.

Une fois que tous les trottoirs et les passages pour piétons ont été cartographiés dans la base de données, ils sont associés à une série d'attributs qualitatifs et quantitatifs. Ces tables attributaires contiennent des informations sur les caractéristiques spécifiques de chaque segment, telles que la largeur, la hauteur, l'éclairage, le niveau de sécurité, et d'autres critères pertinents comme détaillé auparavant (partie 3.2.).

TYPE	DATE	PHOTO_1	WIDTH	MAT_PAV	PAV_MAN	ELEVATION	STEPS	RAMPS	TACT_SIGN_
PP	20230511	https://univpr-...	≥ 1.5m	Concrete pavers	Good	> 15 cm	No	No	No
VF	20230627	https://univpr-...	0.90-1.50m	Asphalt	Sufficient	Absent	No	No	No
PP	20230627	https://univpr-...	0.90-1.50m	Asphalt	Good	< 15 cm	No	No	No
PP	20230529	https://univpr-...	≥ 1.5m	Asphalt	Good	< 15 cm	No	No	No
VF	20230529	https://univpr-...	< 0.90m	Asphalt	Sufficient	Absent	No	No	No
PP	20230526	https://univpr-...	≥ 1.5m	Stone slabs	Excellent	< 15 cm	No	No	Partial
PP	20230627	https://univpr-...	≥ 1.5m	Asphalt	Sufficient	> 15 cm	No	No	No
PP	20230530	https://univpr-...	≥ 1.5m	Stone slabs	Excellent	< 15 cm	No	Yes	No
PP	20230529	https://univpr-...	0.90-1.50m	Asphalt	Good	< 15 cm	No	No	No
PCP	20230526	https://univpr-...	≥ 1.5m	Stone slabs	Excellent	< 15 cm	No	No	Partial

Figure 6 : Extrait de la table attributaire de la couche « pedestrian paths »

Les informations recensées dans les tables attributaires (figure 6) correspondent aux critères détaillés dans le modèle physique préalablement établi. Il est crucial de respecter scrupuleusement ce modèle physique lors de la conception des tables attributaires. Cette rigueur garantit une cohérence et une intégrité optimales des données fournies sur le terrain, et facilite également leur intégration dans le modèle SIG global. Pour la plupart de nos attributs, le champ a été paramétré en « liste de valeur » (figure 7). Ainsi, durant la phase de terrain, il suffira de cocher la valeur correspondante au

segment étudié. Par exemple sur la figure ci-dessous se trouve les valeurs possibles concernant la largeur du trottoir.

Figure 7 : Paramètre du champ « width » de la table attributaire de la couche « pedestrian paths »

Après avoir configuré chaque champ en fonction du modèle physique, il est possible de commencer la phase de terrain.

4.4. Enquête sur le terrain et collecte des données

Lors de l'enquête sur le terrain, différents outils ont été utilisés. Afin d'avoir une vision claire de la zone d'étude, des cartes détaillées comprenant les noms et/ou les codes de chaque rue ont été créés. D'autres outils ont été nécessaires : un questionnaire papier au début de la mission, un mètre afin de mesurer la largeur et la hauteur des trottoirs, mais surtout l'application QField, un outil spécifiquement conçu pour la collecte de données géospatiales sur le terrain.

Avant de commencer à utiliser l'application Qfield, des tests sur le terrain ont été effectués afin de mettre en évidence les difficultés potentielles et les points d'incompréhension qui pourraient survenir lors de la saisie des données dans le logiciel. Pour cela, des questionnaires ont été imprimés sur papier (figure 8) et les cartes de chaque segment ont été utilisées afin de localiser ces derniers et de leur attribuer des noms. Une fois que les informations aient été récoltées sur les questionnaires, il a fallu les transférer sur le logiciel SIG en fin de journée. Cependant, l'utilisation du papier s'est révélée peu pratique et moins adaptée aux conditions du terrain.

Obstacles	Bottlenecks Presence a restriction in the width of the footpath creating bottlenecks (width $\leq$ 1.50 m) - Permanent: elements that are not removable such as public lighting, road signs, advertising signs, traffic lights, bus stops, etc. - Temporary: elements that are removable such as street furniture, recycling bins, speed cameras	☐ Absent ☐ Permanent ☐ Temporary
	Overhangs Presence of elements projecting from the front of the building, placed at a height of less than 2.10 m, and whether or not they are adequately signalled to blind persons (e.g., road signs, advertising signs, traffic lights, store benches etc.).	☐ Yes ☐ No Adequately signalled ☐ Yes ☐ No
	Protrusions Presence, along the footpath, of elements protruding from the pavement, with a height of more than 2.5 cm, which may be a source of danger and a reason for tripping (such as doormats, manholes, ventilation grills, roots, etc.).	☐ Yes ☐ No

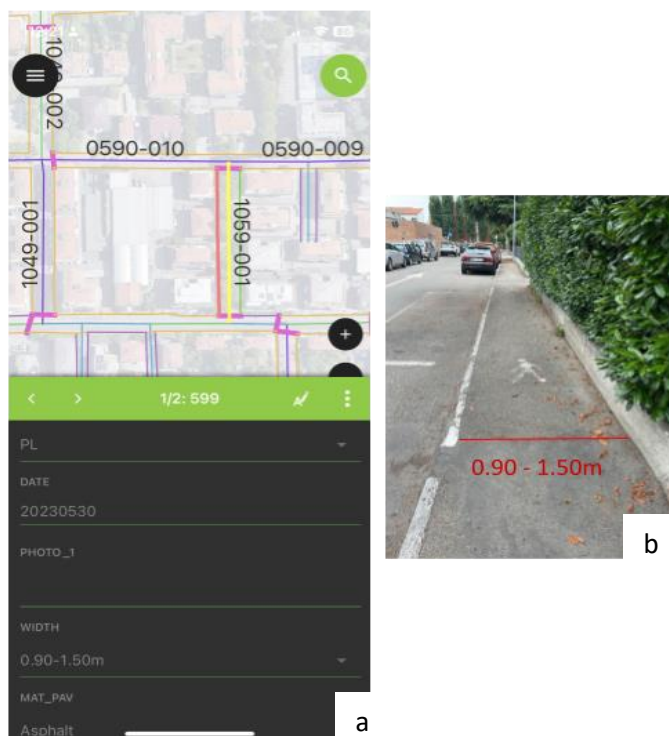
Figure 8 : Extrait du questionnaire papier réalisé lors de la première sortie terrain

Malgré tout, ces questionnaires étant plus complets et détaillés (figure 8) que la table attributaire de l'application (figure 9) cette première phase nous a permis de comprendre les éléments

attendus par le projet et de montrer à l'équipe que nous avons assimilés les différents critères à évaluer.

L'application QField, basée sur le logiciel SIG QGIS, a été un outil essentiel pour la collecte de données sur le terrain. A travers cette application, les données ont été saisies directement dans le modèle SIG. En chargeant les couches de données géospatiales dans l'application à partir du projet QGIS, toutes les informations nécessaires sont emportées sur le terrain. Cela permet de collecter des données précises et en temps réel, sans avoir besoin d'une connexion permanente à un ordinateur de bureau. L'application QField offre une gamme de fonctionnalités pour faciliter la collecte de données. Sur le terrain, il s'agissait de remplir les attributs des entités existantes directement à partir de l'application. Grâce à cette fonctionnalité, des informations géospatiales pertinentes ont pu être enregistrées tout en étant sur le terrain, ce qui a amélioré la qualité et l'exactitude des données fournies. Un avantage clé de l'application QField a été sa capacité à fonctionner hors ligne. Les données géospatiales chargées dans l'application sont disponibles localement sur l'appareil utilisé lors de l'enquête, ce qui permet de collecter des données dans des zones où la connectivité réseau est limitée ou inexistante. Une fois la connexion Internet retrouvée, la synchronisation des données fournies avec le projet QGIS principal peut être réalisée, assurant ainsi une intégration fluide des données.

Lorsque l'étape de terrain a lieu, il est essentiel de prendre en compte divers critères. Tout d'abord, la photo du segment est prise et il lui est attribuée un numéro unique correspondant au segment étudié. Ensuite, la largeur du trottoir est mesurée et son type est déterminé parmi les choix possibles. L'éclairage, la présence d'obstacles, de marches, de protections ou encore de végétation sont également enregistrés directement dans la table attributaire de l'application suivi de tous les autres critères détaillés auparavant.

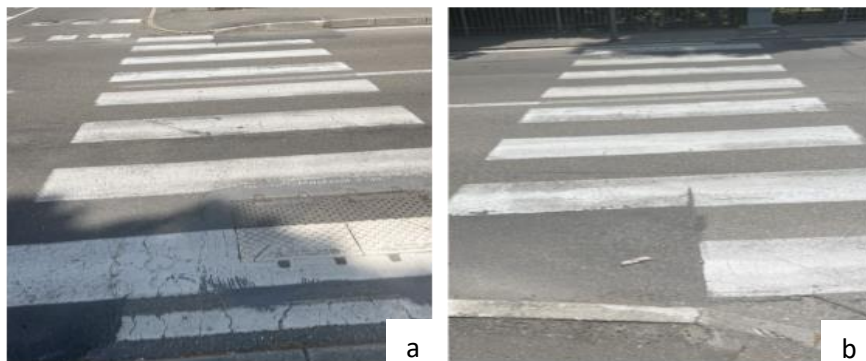


Dans cet exemple de la figure 9, c'est l'application Qfield qui est montrée sur la figure 9a, il s'agit simplement de cliquer sur le segment sur lequel nous nous trouvons et la table attributaire s'affiche. Ici par exemple, le type de trottoir est de type « Pedestrian Line (PL) » puisque c'est le type que l'on retrouve sur la figure 9b correspondant au segment sélectionné.

En effet, comme le guide et le modèle physique informent, le passage est au même niveau que la chaussée, délimité par une signalisation horizontale et il n'y a aucune différence de matériau de revêtement par rapport à la chaussée. La photo a été prise à part et a été nommée avec le même numéro que le segment.

Figure 9 : Mise en situation avec l'application Qfield.
a. table attributaire d'un segment à partir de l'application
b. photo du segment sélectionné sur l'application (a)

Lorsqu'il s'agit d'un passage piéton, deux photos sont prises, afin de se rendre compte de l'état de chaque côté de celui-ci, notamment de la présence de marche ou de signalisation tactile (figure 10). Tous les critères sont également inscrits dans la table les concernant. L'observation majeure de la figure 10 réside dans l'importance de prendre deux photos pour les passages piétons, car cela permet de mettre en évidence des caractéristiques significatives. Dans ce cas précis, il est notable qu'un côté du passage piéton comporte une marche pour accéder au trottoir, ce qui est indiqué par l'attribut "step" dans la table attributaire. Si seule la photo représentée dans la figure 10b avait été prise, elle n'aurait pas reflété de manière significative l'état réel du passage piéton, car elle n'aurait pas révélé la présence de la marche.



*Figure 10 : Photos d'un passage piéton situé sur la zone d'étude
a. photo mettant en évidence la présence d'une marche pour accéder au trottoir
b. photo mettant en évidence une même hauteur entre le passage piéton et le trottoir*

La figure 11 image très bien le travail de collecte de données réalisé sur le terrain. Celle-ci révèle des exemples de critères pouvant être observés. On y retrouve les « protrusion » et « bottleneck » pouvant notamment être des obstacles pour les personnes à mobilité réduite mais également différents types de matériaux (concrete pavers, asphalt) et de trottoirs (PCP, PP).

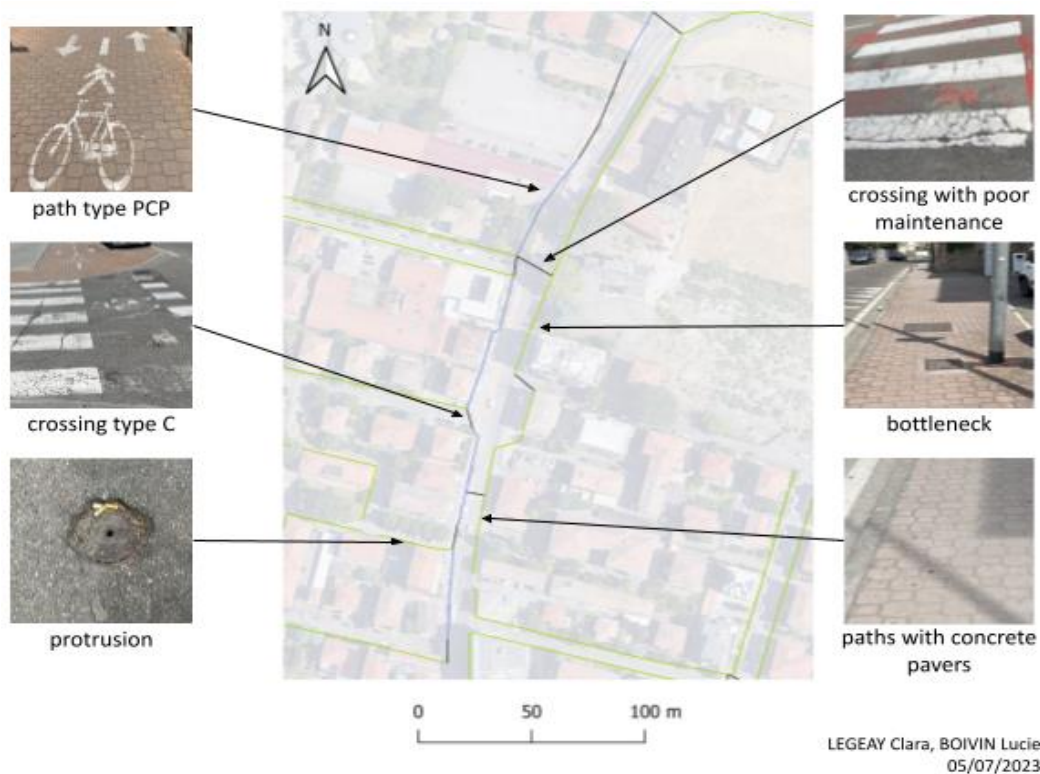


Figure 11 : Exemples de données récoltées sur le terrain

Pour finir, il convient de noter qu'un segment préalablement tracé peut être divisé si sa géométrie change (largeur, entretien, matériau). En effet, si le terrain révèle qu'un segment représente un trottoir dont la géométrie est variable, celui-ci doit être découpé sur QGIS et chaque nouveau segment doit ainsi avoir son propre numéro, sa propre photo et ses propres attributs.

V. Analyse des attributs et recommandations quant à la qualité des trottoirs et passages piétons

Après avoir réalisé et collecté les données de 1101 segments, dont 593 sections piétonnes, 253 passages piétons et 255 routes, il est temps de passer à la phase d'analyse des données. Le travail d'analyse pouvant être très long au vu du nombre de critères évalués et de segments effectués, des thématiques ont été choisies. Dans un premier temps, l'accessibilité des personnes à mobilité réduite sera étudiée, avec des critères tels que la largeur des trottoirs, la présence d'obstacles ou encore d'éléments en saillie. Dans un second temps, c'est l'importance de sections piétonnes agréables qui sera analysée. À l'aide des fonctionnalités de QGIS, des cartes ont été créées avec les différents attributs étudiés, afin d'identifier les points faibles et les segments nécessitant une attention particulière.

5.1. Des sections sécurisées

L'accessibilité d'un quartier pour les personnes à mobilité réduite permet de garantir une inclusion sociale, mais également de rendre l'espace urbain praticable pour tout type de population, comme les personnes âgées, les personnes à mobilité réduite ou les personnes circulant avec des bagages ou poussettes. Pour cela, des critères tels que la largeur des trottoirs, la présence d'obstacle, l'état du sol ou d'éléments en saillie vont être analysés.

5.1.1. La largeur des trottoirs

La largeur adéquate des trottoirs revêt une importance primordiale pour assurer l'accessibilité, la sécurité et le confort des piétons. Des trottoirs suffisamment larges permettent aux personnes à mobilité réduite, aux personnes âgées, aux familles avec poussettes et à d'autres utilisateurs d'avoir suffisamment d'espace pour se déplacer en toute autonomie. Cela évite les obstacles et les conflits entre les piétons, favorisant ainsi l'inclusion et la convivialité de l'environnement urbain. En outre, une largeur adéquate assure une séparation adéquate entre les piétons et les véhicules en circulation, soumis aux risques d'accidents. Elle offre également un confort accru en permettant une circulation fluide et en évitant les sentiments d'encombrement et de congestion. Les trottoirs plus larges offrent également la possibilité d'aménager des équipements complémentaires tels que des bancs, des zones d'attente et d'autres installations, répondant ainsi aux différents besoins des usagers et améliorant la qualité de vie urbaine.



Figure 12 : Largeur des trottoirs

Initialement, la figure 12 met en évidence que la majorité des trottoirs présentent une largeur supérieure à 1,5 m, notamment ceux situés le long des grands axes piétonniers, ce qui constitue un aspect positif. Néanmoins, il convient de constater qu'un nombre considérable de trottoirs ont une largeur comprise entre 0,90 m et 1,5 m. Enfin, très peu d'entre eux présentent une largeur inférieure à 0,90 m. Une telle variabilité ne peut pas garantir la praticabilité de l'espace urbain pour les personnes à mobilité réduite. En effet, selon le ministère de l'Écologie (2023), la largeur minimum pour qu'une personne à mobilité réduite puisse circuler en fauteuil roulant est généralement recommandée à 1,40 m pour permettre des mouvements aisés et sécurisés. Par conséquent, la présence de nombreux trottoirs ayant une largeur comprise entre 0,90 cm et 1,5 m peut limiter la circulation de ces usagers et entraver leur accessibilité. De plus, malgré leur petite quantité, il est important de souligner que la largeur des trottoirs en dessous de 0,9 m est encore plus problématique, puisqu'elle ne permet même pas aux usagers de se déplacer confortablement et en sécurité. Bien qu'il soit un critère important, il faut noter que la largeur des trottoirs ne peut pas être le seul critère déterminant de l'accessibilité d'un quartier. D'autres éléments tels que la présence d'obstacles ainsi que l'état général des trottoirs doivent également être pris en compte pour une évaluation plus complète de l'accessibilité dans le quartier.

5.1.2. Des trottoirs sans encombre

Une section piétonne dégagée fait référence à un espace de circulation dépourvu d'obstacles, offrant une largeur et une hauteur adéquates pour permettre à tous les usagers de se déplacer facilement et en toute sécurité. La présence d'obstacles, en particulier sur les trottoirs dont la largeur se situe entre 0,9 m et 1,5 m, est un facteur limitant l'accessibilité urbaine. Il est important de veiller à ce que ces derniers soient exempts d'obstacles afin de garantir l'accessibilité, la sécurité et la fluidité de la circulation pour tous les piétons, en particulier les personnes à mobilité réduite.

Il est primordial, dans les zones piétonnes, de veiller à maintenir des corridors piétons dégagés, clairement délimités et suffisamment larges, sans obstacles entravant la circulation des piétons. La figure 13 met en évidence la présence de certains points le long des trajets analysés, où la largeur des trottoirs se réduit. Ces contraintes sont souvent causées par la présence de mobilier urbain, de lampadaires, de poubelles, ou encore par le stationnement de voitures, etc. Ces obstacles peuvent constituer des points critiques pour la fluidité des déplacements des piétons. En utilisant l'espace de circulation, ces obstacles peuvent contraindre les utilisateurs à se déplacer sur la chaussée, compromettant ainsi leur sécurité de manière significative.

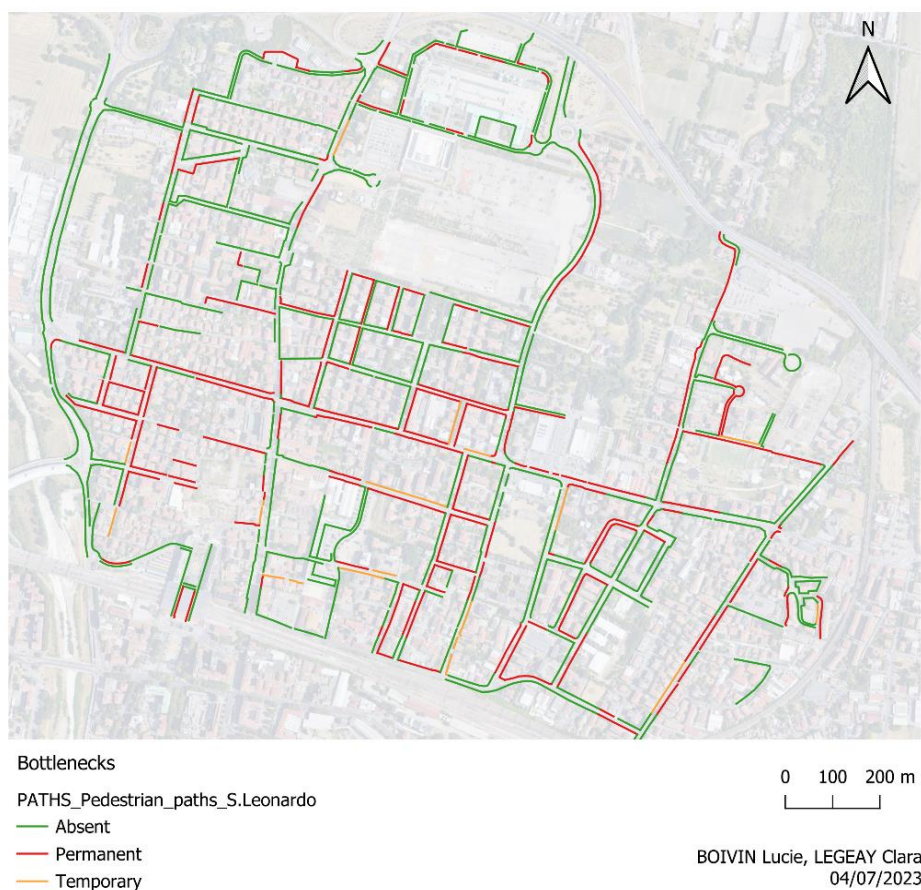


Figure 13 : Présence d'obstacle ou « goulots d'étranglement »

Il est donc essentiel d'identifier ces goulots d'étranglement et de prendre des mesures pour les améliorer, en veillant à ce que les trottoirs restent suffisamment larges et dégagés pour garantir une circulation piétonne fluide et sécurisée.

Plusieurs solutions peuvent être adaptées pour résoudre ce problème. Tout d'abord, une option serait d'élargir les trottoirs de manière à garantir une largeur minimale de 1,40m. Cela permettrait de créer suffisamment d'espace pour permettre le déplacement de tous les types de population, y compris les personnes à mobilité réduite. De plus, il serait pertinent de sensibiliser la population à l'importance de maintenir les espaces piétonniers dégagés, en particulier lorsqu'il y a des rétrécissements temporaires provoqués par des éléments tels que des poubelles ou des voitures mal stationnées. Une campagne de sensibilisation pourrait être mise en place pour informer les résidents sur l'impact de ces obstacles sur l'accessibilité et la sécurité des piétons, et les encourager à laisser l'espace libre pour la circulation des piétons.

5.1.3. Une maintenance importante

Des trottoirs fissurés, inégaux ou obstrués peuvent entraver la mobilité, augmenter les risques de chutes et rendre les déplacements difficiles voire impossibles. Des trottoirs de qualité contribuent à la sécurité des piétons sensibles aux risques d'accidents liés aux surfaces glissantes ou instables. Ils traduisent également un déplacement plus sécurisé des personnes âgées ou en difficulté, en fournissant une surface stable. Enfin, des trottoirs de qualité renforcent l'inclusion des personnes ayant des besoins spécifiques, telles que les personnes aveugles ou malvoyantes, en leur offrant des surfaces lisses et sans obstacles. En veillant à la qualité des trottoirs, les municipalités et les urbanistes contribuent à créer des environnements urbains accessibles, inclusifs et sûrs, améliorent ainsi la qualité de vie des piétons et favorisent une mobilité active et durable.

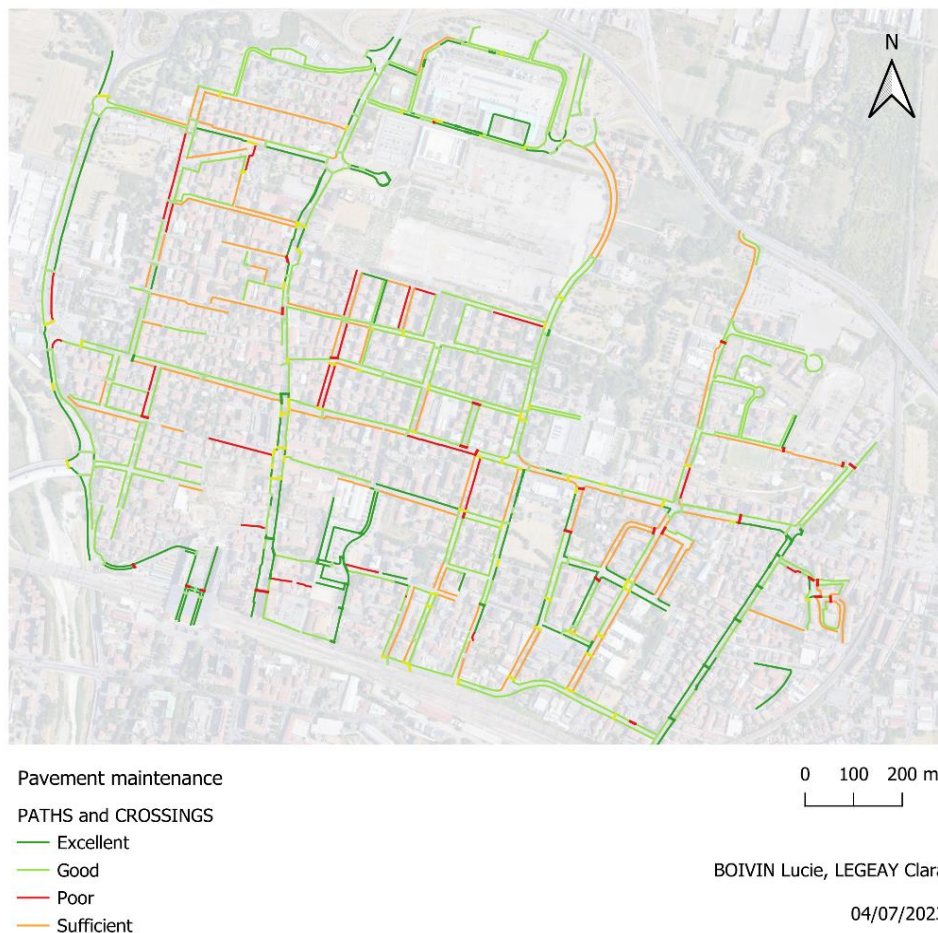


Figure 14 : Etat ou maintenance du sol

La figure 14 illustre la qualité ou l'état de maintenance du revêtement de sol, tandis que la figure 15 met en évidence les éléments en saillie pouvant constituer des obstacles. L'objectif de cette analyse est d'évaluer la présence de revêtements qui pourraient entraver la marche des usagers. Il est essentiel que le revêtement soit exempt de trous, de fentes ou d'autres types de déformations qui pourraient causer des difficultés aux piétons. De plus, il est crucial de veiller à ce que les déformations ne se présentent pas à 2,5 cm afin de garantir des transitions fluides entre les différentes zones.

La qualité générale des trottoirs et passages piétons étudiés est bonne, comme indiqué par les notations "excellent" ou "good" sur la figure 14. Cependant, il est important de noter que des éléments

en saillie sont souvent observés sur les trottoirs jugés en état suffisant, mais ils peuvent également être présents sur ceux désignés en bon état (figure 15). Ces éléments en saillie peuvent représenter des obstacles pour les piétons, augmenter les risques de trébuchement et de chute. Par conséquent, il est essentiel de prendre des mesures pour corriger ces défauts, même sur les trottoirs jugés globalement en bon état, afin d'assurer une accessibilité et une sécurité optimales pour tous les usagers.

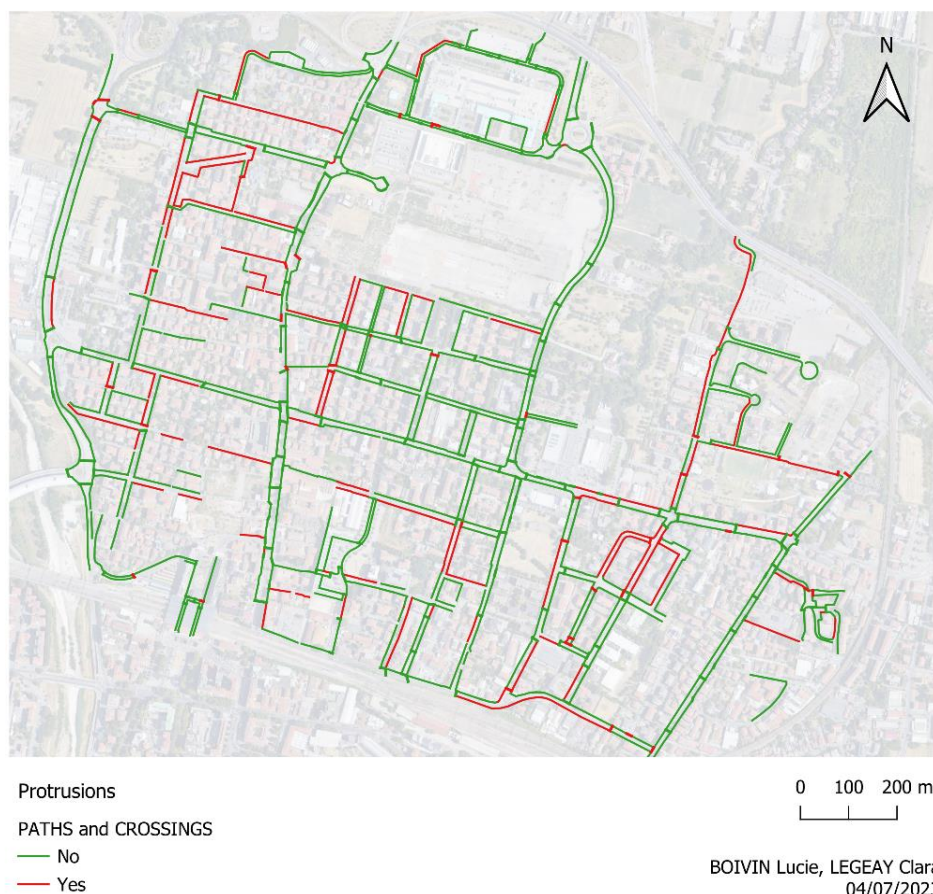


Figure 15 : Présence d'éléments en saillie

Plusieurs solutions peuvent être mises en place pour permettre d'améliorer la qualité des sols et ainsi réduire le nombre d'éléments en saillie. Tout d'abord, des inspections régulières peuvent être faites afin de repérer les défauts du sol et ainsi, les faire réparer rapidement. De plus, lors de la conception des trottoirs, l'utilisation de matériaux plus résistants aux conditions climatiques et à l'usure pourrait limiter la formation de défauts. Enfin, la participation des habitants pourrait permettre une meilleure signalisation des défauts. Cette participation pourrait se faire via un numéro de téléphone spécifique ou bien sur un site internet dédié. Par exemple, la ville de Paris a déjà mis en place un dispositif similaire avec l'application « DansMaRue ». Ce dispositif permet aux résidents de signaler les anomalies et les problèmes urbains dans leur quartier de manière simple et pratique. Elle favorise la communication entre les citoyens et les services municipaux pour assurer une résolution rapide des problèmes signalés et contribuer à l'amélioration de l'environnement urbain de Paris.

5.1.4. Éléments de protection et visibilité

Dans la figure 16, le degré de protection des sections piétonnes est analysé, prenant en compte plusieurs facteurs, notamment la présence d'éléments de protection le long de la section piétonne (voir annexe 1) Lorsque le degré de protection est noté comme absent, cela signifie que la hauteur

entre le trottoir et la route est la même. Le degré de protection « low » de protection correspond seulement à une différence de hauteur entre la route et le trottoir. Le degré « medium » indique la présence d'éléments physiques discontinus tels que des arbres, des barrières, etc. Pour finir le degré de protection « high » correspond à un trottoir qui présente des éléments de protection en continu.

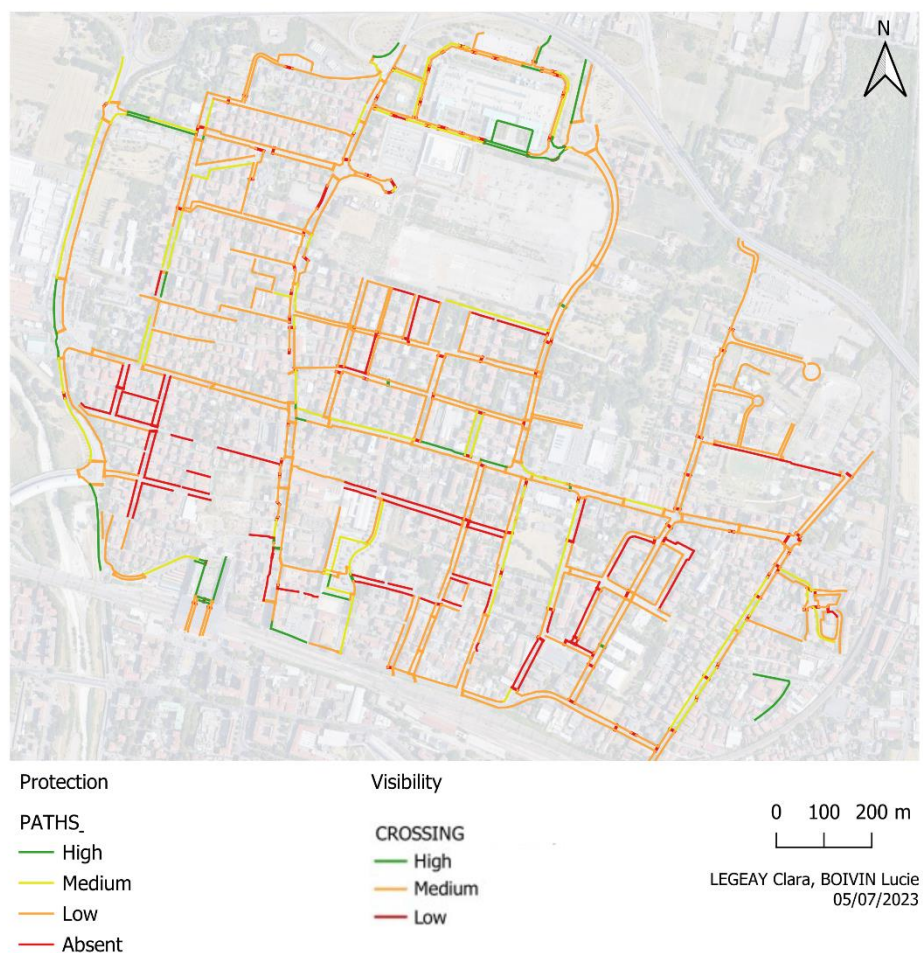


Figure 16 : Degré de protection des « paths » et de visibilité des « crossing »

Sur la figure 16, l'observation selon laquelle la plupart des sections piétonnes étudiées ont un degré de protection faible (« low ») soulève des préoccupations importantes en matière de sécurité des piétons. Il est essentiel de reconnaître que la simple présence d'un trottoir en tant que mesure de protection pour les piétons par rapport aux automobilistes n'est souvent pas suffisante pour garantir leur sécurité. Un trottoir de hauteur standard ne fournit qu'une barrière physique minimale entre les piétons et les véhicules en mouvement. Cela signifie que les piétons sont toujours exposés aux risques tels que les collisions, les accidents ou les dommages causés par des véhicules qui s'écartent de la voie ou qui ne respectent pas les règles de circulation.

Afin d'améliorer la sécurité des piétons, il est important de mettre en place des mesures de protection supplémentaires, telles que des dispositifs de protection physique comme des barrières, des bordures surélevées ou des aménagements paysagers appropriés, qui fournissent une séparation claire et visible entre les piétons et les véhicules. En plus de fournir une protection physique, ces dispositifs peuvent également servir de rappel visuel aux automobilistes pour les inciter à ralentir et à être plus attentifs à la présence des piétons. Ils contribuent ainsi à créer un environnement urbain plus sûr et plus convivial pour tous les usagers de la route.

En se concentrant maintenant sur le critère de visibilité des passages piétons, il est important de souligner que pour assurer une traversée de rue facile et sécurisée, plusieurs éléments essentiels doivent être pris en compte. Tout d'abord, elle nécessite la présence d'un passage pour piétons clairement défini par un marquage contrastant, permettant aux piétons de l'identifier facilement. De plus, le temps alloué pour la traversée doit être adéquat en tenant compte de la distance à parcourir, afin de permettre aux piétons de traverser en toute sécurité sans se précipiter. Les mouvements des véhicules doivent être simples et prévisibles, facilitant ainsi la coordination entre les piétons et les conducteurs. Enfin, l'environnement sonore doit fournir des repères suffisants aux piétons, leur permettant de détecter les signaux auditifs de circulation et d'adapter leur comportement en conséquence. Tous ces éléments contribuent à rendre la traversée de rue plus facile et sécurisée pour les piétons. La figure 17 montre le degré de visibilité des passages piétons pour les automobilistes en prenant en compte plusieurs facteurs. Outre la signalisation appropriée des passages piétons, l'étude considère également les éléments susceptibles d'entraver la visibilité et de rendre les piétons peu visibles, créant ainsi des situations dangereuses. Parmi ces éléments figurent la végétation trop imposante aux abords du passage piéton, les véhicules stationnés à proximité ou encore des angles morts (figure 17).



Figure 17 : Simulation d'une traversée lorsqu'il y a des angles morts.

Sur cette image récoltée lors de l'enquête, il est observé l'absence de signalisation visible pour indiquer la présence d'un passage piéton, ce qui constitue un risque pour les enfants et les piétons souhaitant traverser la route. De plus, le marquage horizontal du passage piéton est en mauvais état, ce qui peut rendre difficile la reconnaissance du passage par les conducteurs. La présence de voitures stationnées crée également des angles morts qui obstruent la visibilité des automobilistes, augmentant ainsi le danger pour les piétons. Cette situation représente un réel danger et nécessite des mesures appropriées pour améliorer la sécurité de la traversée des piétons à cet endroit.

La majorité des passages piétons du quartier d'étude ont une visibilité faible. Une visibilité faible peut entraîner des conséquences négatives sur la sécurité des piétons, car cela limite leur capacité à anticiper et à réagir aux véhicules en circulation. Les conducteurs peuvent avoir du mal à repérer les piétons qui traversent lorsque la visibilité est réduite, ce qui accroît le risque de collisions. Une mauvaise visibilité des passages piétons peut également décourager les piétons à les utiliser, les incitant plutôt à traverser la rue à d'autres endroits moins sécurisés. Cela peut perturber

le flux de la circulation et créer des situations dangereuses.

Afin de remédier à cette problématique, il est important de mettre en place des mesures visant à améliorer la visibilité des passages piétons. Cela peut inclure l'installation d'un éclairage adéquat pour assurer une bonne visibilité, la mise en place d'une signalisation claire et facilement repérable, ainsi que la suppression des obstacles qui obstruent la visibilité des passages piétons. Ces améliorations contribueraient à rendre les passages piétons plus visibles, renforçant ainsi la sécurité des piétons et encourageant leur utilisation plus fréquente.

5.1.5. Un accès limité et inadapté

Dans le contexte de l'accessibilité pour tous, d'autres critères ont été analysés et notamment la signalisation tactile pour les passages piétons. Le constat est que 53 sur 253 passages piétons sont

équipés de signalisation tactile. Cela soulève des préoccupations quant à l'accessibilité pour tous. Cette situation est problématique car elle limite l'accessibilité et la sécurité des personnes ayant une déficience visuelle. La signalisation tactile, telle que les bandes podotactiles, joue un rôle crucial pour permettre aux personnes aveugles ou malvoyantes de se déplacer de manière autonome et en toute sécurité. De plus, près de 8% des passages piétons sont dotés de marches pour relier les trottoirs et les passages piétons ce qui soulève également des préoccupations majeures en termes d'accessibilité pour tous. Cette situation est certes plus rare mais elle crée des obstacles et limite fortement la mobilité des personnes à mobilité réduite, notamment les personnes en fauteuil roulant, les personnes âgées ou les parents avec poussettes.

Il est important de reconnaître que l'absence de lien adéquate entre les trottoirs et les passages piétons compromet la sécurité et l'indépendance de ces personnes. Les marches peuvent rendre difficile voire impossible l'accès aux passages piétons, entraînant ainsi des risques de chute, de blessure ou d'obstacles à la mobilité. Il est alors essentiel de prendre des mesures pour remédier à cette situation. L'une des recommandations possibles est d'installer davantage de signalisation tactile aux passages piétons, en accordant une attention particulière aux endroits à fort trafic piétonnier et aux zones sensibles, telles que les abords des établissements publics, les zones résidentielles et les intersections fréquentées.

5.2. Des sentiers piétons agréables

La largeur, la qualité et la protection des trottoirs permettent déjà aux utilisateurs d'être dans un environnement agréable, en se sentant en sécurité, sans conflit d'usage et sans risque de chutes. Cependant, les espaces verts le long du trottoir ajoutent une touche esthétique et offrent un environnement plaisant. Un mobilier urbain adéquat et une signalisation appropriée ajoutent des commodités pour les piétons. En combinant ces éléments, on crée un environnement piétonnier agréable et sûr.

5.2.1. *Espaces verts*

Les éléments de végétation jouent un rôle essentiel dans la garantie d'une bonne qualité de l'air en milieu urbain. En leur absence, les polluants présents dans l'air peuvent s'accumuler et entraîner une dégradation significative de la qualité de l'air en ville. La végétation agit comme un filtre naturel en absorbant les polluants atmosphériques et en libérant de l'oxygène, contribuant ainsi à purifier l'air et à améliorer sa qualité.

De plus, la présence de zones végétalisées permet de créer des îlots de fraîcheur au sein de l'environnement urbain. Ces espaces verts fournissent de l'ombre, et permettent de maintenir des températures plus basses pendant les périodes de fortes chaleurs. Ils jouent un rôle crucial dans la régulation thermique de la ville, offrant des zones de refuge où les habitants peuvent se rafraîchir et se protéger de la chaleur. La présence de végétation contribue aussi à rendre l'espace urbain plus agréable et attrayant pour les habitants. Les parcs, les jardins et les espaces verts offrent des lieux de détente, de loisirs et de socialisation, et permettent ainsi des opportunités de rencontres et de convivialité (Pascal, Laaidi et Beaudeau, 2019).

Enfin, la végétation urbaine joue un rôle crucial dans la préservation de la biodiversité. Les espaces verts offrent des habitats pour de nombreuses espèces végétales et animales, favorisant ainsi la diversité biologique en milieu urbain. Ils contribuent à maintenir l'équilibre écologique, la pollinisation des plantes et la présence d'une faune variée, renforçant ainsi la résilience des écosystèmes urbains.

La figure 18 révèle une faible présence d'espaces verts, notamment dans les zones résidentielles, principalement concentrée au centre du quartier étudié. Il est pertinent de noter que malgré cela, il existe tout de même de la végétation dans ces quartiers, bien que celle-ci soit souvent de nature privée, ce qui explique sa représentation limitée dans l'étude. Toutefois, il est intéressant

de constater que les grands axes de déplacement sont davantage végétalisés, notamment ceux situés aux extrémités de la zone d'étude.



Figure 18 : Présence de végétation

Pour augmenter la présence de végétation en milieu urbain, il existe différentes solutions à envisager. Tout d'abord, la création de parcs et de jardins publics offre aux habitants des espaces dédiés avec des pelouses, des aires de jeux et des sentiers pédestres. Cela permet d'introduire de la végétation de manière organisée et accessible pour tous. L'installation de murs végétaux constitue une option intéressante pour ajouter de la végétation en ville sans empiéter sur l'espace au sol. Les murs végétaux sont des structures verticales recouvertes de plantes, offrant une solution esthétique et fonctionnelle pour créer des espaces verts en hauteur. Enfin, la plantation d'arbres est une solution efficace pour ajouter des espaces verts et fournir de l'ombre dans les environnements urbains. Cependant, il est important de prendre en compte les conséquences potentielles des racines des arbres sur les infrastructures urbaines. Il convient de choisir des espèces d'arbres appropriées et de mettre en place des mesures de gestion des racines pour éviter tout dommage ou élément en saillie pouvant nuire à l'espace urbain. A noter que la plantation d'arbre peut améliorer un autre critère : le niveau de protection de la section piétonne.

En effet, en plus d'améliorer la qualité de l'air et de rendre agréable l'environnement, les arbres peuvent agir comme une barrière physique entre les piétons et la circulation routière, offrant ainsi une certaine protection contre les véhicules. Ils peuvent aider à réduire la vitesse des voitures en créant un sentiment de rétrécissement de la chaussée, ce qui incite les conducteurs à ralentir et à être plus attentifs aux piétons.

5.2.2. Une signalisation efficace

Dans le contexte d'un environnement agréable et sécurisé, la signalisation pour les piétons joue un rôle crucial. En effet, une signalisation appropriée aide les piétons à se repérer et à trouver leur chemin. Des panneaux indicateurs, des flèches directionnelles et des marquages au sol précis permettent aux piétons de savoir où aller et de suivre les itinéraires prévus. De plus, la signalisation pour les passages piétons clairement marqués, tels que les feux de signalisation et les signaux sonores, contribue à améliorer la sécurité des piétons. Les feux pour piétons équipés de signaux sonores, visuels ou tactiles, aidant les personnes malvoyantes ou à mobilité réduite à traverser en toute sécurité, garantissent l'égalité d'accès à la voirie pour toutes les personnes, quelles que soient leurs capacités. Elle informe également les conducteurs de la présence de piétons et les incite à ralentir ou à s'arrêter, réduisant ainsi les risques de collisions. Ainsi, la signalisation pour les piétons améliore l'expérience des piétons en leur fournissant des repères clairs, en renforçant leur sécurité, en leur accordant la priorité et en communiquant les règles de circulation. Une section piétonne bien signalisée offre un environnement plus agréable et sécurisé, favorisant ainsi une meilleure cohabitation entre les différents usagers de la route.

Sur le périmètre d'étude, seulement 95 trottoirs sur 593 sont équipés d'une signalisation verticale, et 78 d'une signalisation horizontale. Moins de 1/6 des trottoirs sont donc correctement signalés aux usagers. L'absence de signalisation appropriée peut entraîner une méconnaissance des limites entre les trottoirs et la chaussée, ce qui peut amener les piétons à marcher sur la chaussée ou les véhicules à stationner sur les trottoirs. Cela crée des situations dangereuses pour les piétons et perturbe le flux de la circulation, compromettant ainsi la sécurité globale de l'espace urbain.

De plus, les feux pour les piétons aux passages piétons ou les dispositifs de traversée sécurisés jouent un rôle fondamental dans la sécurité et l'organisation de la circulation urbaine. Seulement 11 passages piétons sur 253 sont équipés de feux et un seul est équipé de dispositif de traversée. L'absence d'éléments de signalisation peut entraîner des situations dangereuses pour les piétons qui tentent de traverser la chaussée.

Pour remédier à cette situation, Il est donc nécessaire d'installer une signalisation adéquate aux trottoirs concernés pour assurer la sécurité et la clarté des déplacements des piétons. Cela nécessite la mise en place de marquages au sol et de panneaux de signalisation appropriés pour indiquer clairement les trottoirs, les traversées piétonnes et les zones réservées aux piétons. Il est nécessaire d'installer des passages piétons clairement signalés et des dispositifs de traversée sécurisés dans le quartier. Les marquages au sol distinctifs, les feux pour les piétons et les passages surélevés permettent aux piétons de traverser en toute sécurité en étant bien visibles pour les conducteurs. Ces mesures contribueront à promouvoir des déplacements sécurisés, à réduire les conflits avec les véhicules et à améliorer la convivialité de l'espace piétonnier dans le quartier

5.2.3. Urban seating

L'importance des bancs sur les trottoirs pour les personnes à mobilité réduite, les personnes âgées et d'autres groupes vulnérables est largement reconnue dans le domaine de l'urbanisme et de l'accessibilité universelle. Les bancs permettent un endroit où ces individus peuvent se reposer, se ressourcer et participer à la vie urbaine. Selon les lignes directrices de l'accessibilité urbaine, tels que le Guide pour la conception de trottoirs et l'accessibilité piétonne du National Association of City Transportation Officials (NACTO) (Prakash et al., s. d.), il est recommandé d'inclure des bancs à des intervalles réguliers le long des trottoirs pour répondre aux besoins des personnes à mobilité réduite et des personnes âgées. Des études ont montré l'impact des bancs sur les trottoirs pour les personnes âgées et les résultats ont montré que la présence de bancs favorisait l'utilisation des trottoirs par les personnes âgées, en diminuant leur capacité à parcourir de plus longues distances et en développant leur sentiment de sécurité. (Lebon, 2019)

Ces recherches soulignent que les bancs sur les trottoirs sont cruciaux pour assurer l'accessibilité et l'inclusion des personnes à mobilité réduite, des personnes âgées et d'autres groupes vulnérables. Ils contribuent à améliorer la qualité de vie de ces individus en leur offrant des opportunités de repos, de participation sociale et de sécurité dans l'espace public. L'intégration de bancs appropriés et bien effectués dans la planification urbaine est donc essentielle pour créer des environnements urbains inclusifs et favorables à tous les citoyens.

À la suite de l'analyse des données, il a été constaté que sur 593, seuls 17 trottoirs sur le terrain d'étude sont équipés de bancs. En prenant en compte cette information et en excluant les parcs de l'évaluation, plusieurs recommandations peuvent être susceptibles d'améliorer cette situation. Il est essentiel d'identifier les trottoirs les plus pertinents et les zones clés où les bancs seraient les plus avantageux, en prenant en compte la densité de population et les lieux d'intérêt à proximité. De plus, il est important de respecter des intervalles réguliers entre les bancs pour offrir des points de repos réguliers aux piétons. En veillant à ce que les bancs soient adaptés au site, en prenant en compte des facteurs tels que la visibilité, l'ombre et la protection contre les intempéries mais également en s'assurant que le mobilier urbain n'entrave pas la circulation des piétons et ne crée pas d'obstacle pour le passage des personnes à mobilité réduite.

L'analyse des attributs et de la qualité des trottoirs et passages piétons dans notre étude met en évidence l'importance de plusieurs facteurs pour assurer une accessibilité optimale et une mobilité sécurisée pour tous les usagers. La largeur adéquate des trottoirs, la présence d'obstacles, l'état du sol et la qualité des revêtements sont autant de critères qui jouent un rôle crucial dans la création d'un environnement urbain inclusif et accessible. Il est essentiel de garantir des trottoirs suffisamment larges pour permettre la circulation sans entrave de tous les piétons, en particulier ceux ayant des besoins spécifiques tels que les personnes à mobilité réduite. La présence d'obstacles, tels que le mobilier urbain ou le stationnement de voitures, doit être réduit au minimum pour éviter les goulots d'étranglement et assurer une circulation fluide et sécurisée. De plus, l'état du sol et la qualité des revêtements doivent être maintenus pour éviter les risques de trébuchement, de chute et de difficulté de déplacement. Pour améliorer la qualité des trottoirs et passages piétons, il est recommandé d'élargir les trottoirs dans les zones où la largeur actuelle est insuffisante, en veillant à respecter les normes d'accessibilité. Il est également crucial de réaliser des inspections régulières et de mettre en place des mesures de maintenance pour corriger les défauts du sol et éliminer les éléments en saillie. De plus, l'installation stratégique de bancs le long des trottoirs, en tenant compte des besoins des différentes populations, peut favoriser l'inclusion sociale et offrir des points de repos réguliers aux piétons. En somme, en accordant une attention particulière à la largeur des trottoirs, à la gestion des obstacles, à la qualité du sol et aux aménagements tels que les bancs, les municipalités et les urbanistes peuvent créer des environnements urbains accessibles, sûrs et agréables pour tous les piétons, contribuant ainsi à une mobilité inclusive et durable.

VI. Conclusion

6.1. Retour réflexif sur l'expérience

La participation à des projets dans le domaine des mobilités douces permet de découvrir des concepts innovants et de travailler sur des projets concrets qui ont un impact direct sur l'environnement. Ce stage, au sein du département d'urbanisme et d'ingénierie de l'université de Parme, a offert une opportunité unique de collaborer avec des professionnels expérimentés et passionnés qui partagent leur expertise et guident tout au long du stage. En travaillant sur des projets de mobilités douces, il est possible de contribuer à la création de villes plus durables et respectueuses de l'environnement.

L'objectif de ce stage était d'évaluer la qualité des sentiers piétons dans un périmètre donné afin de promouvoir ce type de mobilité. L'enquête de terrain réalisée dans le quartier San Leonardo de la commune de Parme a révélé les principaux critères à améliorer dans le quartier afin d'optimiser au mieux son accessibilité et son inclusivité. Les résultats de l'évaluation, géoréférencés dans une base de données SIG, sont présentés sous forme de cartes thématiques. Ces résultats ont mis en évidence la présence fréquente d'obstacles sur les trottoirs et des rétrécissements de la chaussée piétonne, mettant en danger les usagers et empêchant une utilisation adéquate des voies piétonnes. C'est l'utilisation des cartes qui a permis d'identifier les zones nécessitant des améliorations et de définir les interventions prioritaires afin de garantir une accessibilité pour tous les utilisateurs. À l'aide de cette approche, il est possible de mettre en œuvre des interventions ciblées afin d'améliorer les conditions locales, en évitant l'introduction de solutions invasives. Afin de résoudre ces problèmes, plusieurs solutions ont ainsi été envisagées, telles que la mise en place d'une application de signalement des défauts visibles du sol. Cette approche participative implique activement les habitants dans l'amélioration de leur environnement piétonnier et bénéficie à la fois aux résidents et aux autorités locales chargées de la gestion des espaces piétonniers. De plus, l'agrandissement des voies piétonnes, pour garantir la circulation de tout type de population ou encore l'ajout de végétation, pour lutter contre les îlots de chaleur, ont également été proposés. Toutes ces recommandations visent à créer des environnements urbains accessibles, sûrs et agréables pour tous les piétons, contribuant ainsi à une mobilité inclusive et durable.

Finalement, ce stage a permis d'appréhender l'importance de la mobilité douce dans le développement urbain. En évaluant la mobilité urbaine et en proposant des solutions dans l'objectif d'encourager les déplacements à pied mais aussi à vélo et en transports en commun, et en réduisant la dépendance à la voiture, il est possible de contribuer à la construction d'un environnement urbain plus accessible, sûr et agréable pour tous. Cette expérience a été une occasion précieuse d'appliquer les connaissances acquises à des problématiques concrètes. De plus, le stage a offert une expérience pratique et approfondie dans le domaine des mobilités douces, ce qui ouvre des perspectives professionnelles en tant qu'urbaniste spécialisé dans la planification et la gestion des espaces piétonniers, des pistes cyclables et des transports en commun. Il implique aussi l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) pour la collecte, l'analyse et la cartographie des données liées à la mobilité urbaine. Le développement de compétences avancées dans l'utilisation des SIG permet d'envisager une carrière en tant que spécialiste des SIG en urbanisme.

6.2. Propositions de pistes d'amélioration

Lors de ce travail, de nombreuses réflexions ont vu le jour. Malgré un travail facilité avec l'application Qfield, quelques limites d'utilisation ont resurgi.

La première limite de l'application concerne la synchronisation des photos. En effet, un champ « photo » est spécifié dans les tables attributaires des passages piétons et des trottoirs (figure 6). Une fois sur le terrain, chaque champ est rempli manuellement sur l'application, à l'exception du champ « photo » puisque l'espace de stockage du projet est trop faible pour pouvoir enregistrer et

synchroniser chaque photo de segment. Il a fallu procéder autrement, c'est ainsi que chaque photo a été prise une par une, renommée en fonction de son segment et réinjectée dans le projet à la main, à partir d'un lien OneDrive partagé avec le groupe de projet, une étape très chronophage.

Ensuite, les dessins des passages piétons sont approximatifs et donc des modifications ont dû être faites au cours du temps. En effet, les passages piétons contrairement aux trottoirs n'avaient pas de ligne directrice ou de couche à suivre. Ils ont été dessinés en fonction du plan de google satellites. Cette méthode n'a pas été la plus efficace puisque lorsque des arbres ou autres éléments cachaient la route, les passages piétons n'étaient pas dessinés. Il a fallu alors noter les informations en dehors de l'application sur le terrain et créer les segments ultérieurement puisqu'il n'est pas possible sur Qfield de dessiner un segment. Comme les photos, cette manipulation a été une légère perte de temps. L'application a révélé un autre problème. Malgré son intérêt au vu de sa disponibilité hors ligne et en partage avec d'autre membre, chaque modification ne peut être faite que par un membre à la fois. En effet, si deux personnes travaillent en même temps sur l'application, un des deux travaux ne sera pas synchronisé. Il a fallu alors répartir le temps de travail sur d'autres tâches.

Des limites ont aussi vu le jour concernant le modèle QGIS en général. Lors d'une réunion de mi-parcours, nous avons fait part de quelques difficultés rencontrées. En effet, depuis le départ, les segments des trottoirs et des passages piétons étaient sur une seule et unique couche. Cela induisait une unique table attributaire pour chaque segment. Cependant, les passages piétons et les trottoirs n'ont pas les mêmes attributs. Il arrivait parfois que l'on remplisse des attributs pour l'un qui n'était pas sensé correspondre et d'oublier de remplir des attributs pour l'autre. C'est ainsi que la décision de créer deux couches et deux tables différentes pour ces catégories a été prise. Tous les segments des passages piétons ont dû être supprimés de la couche des sections piétonnes et inversement, une étape très chronophage.

Au sujet des critères, nous avons identifié certaines réflexions importantes, en particulier concernant le critère de l'éclairage. Initialement, il était prévu de cocher ce critère uniquement s'il y avait des lampadaires sur le trottoir. Cependant, nous avons constaté que cette approche n'était pas logique, car même si l'éclairage se trouve d'un seul côté du trottoir, l'autre côté peut également être éclairé par celui-ci. Nous avons donc tenu compte de cette réflexion et apporté des modifications en conséquence. De plus, un autre critère a évolué au cours de l'enquête : les obstacles ou "bottlenecks". Ce critère est divisé en trois choix possibles : absent, temporaire ou permanent, et il dépend de la largeur du trottoir. Pour un trottoir dont la largeur dépasse 1,5 m, un obstacle sera considéré s'il celui-ci réduit la largeur du trottoir à moins de 1,5 m. Pour un trottoir dont la largeur est comprise entre 0,90 m et 1,5 m, un obstacle sera pris en compte uniquement s'il réduit la largeur du trottoir à moins de 0,90 m. Cependant, nous avons constaté que cette approche n'était pas logique, car elle suggère qu'un trottoir de 0,80 m pourrait être cartographié comme ayant un obstacle, tout comme un trottoir de 1,40 m. Ce critère n'a pour autant pas été modifié.

Enfin, il aurait été intéressant d'étudier la densité de piétons dans le périmètre donné, ce qui aurait permis d'évaluer si les trottoirs sont suffisamment larges pour accueillir le flux de personnes de manière confortable et sécurisée. Cette démarche repose sur l'idée que la densité de piétons peut influencer la fluidité des déplacements et l'expérience des usagers de la voie publique. En comparant les données de densité de piétons avec les normes ou les recommandations existantes concernant les dimensions minimales des trottoirs, il est possible de déterminer si les trottoirs sont suffisamment larges pour accueillir le flux de personnes. Si la densité de piétons dépasse les capacités du trottoir, cela peut entraîner des problèmes tels que des embouteillages, des collisions ou des difficultés pour les personnes à se déplacer librement. La connaissance de la densité de piétons dans un périmètre donné aurait permis de focaliser l'analyse sur les emplacements les plus fréquentés.

Bibliographie

Baobeid, Abdulla, Muammer Koç, et Sami G. Al-Ghamdi. 2021. « Walkability and Its Relationships With Health, Sustainability, and Livability: Elements of Physical Environment and Evaluation Frameworks ». *Frontiers in Built Environment* 7 (septembre): 721218. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.721218>.

Caselli, Barbara, Martina Carra, Silvia Rossetti, et Michele Zazzi. 2022. « Exploring the 15-Minute Neighbourhoods. An Evaluation Based on the Walkability Performance to Public Facilities ». *Transportation Research Procedia* 60: 346-53. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.045>.

Caselli, Barbara, Silvia Rossetti, Matteo Ignaccolo, Michele Zazzi, et Vincenza Torrisi. 2021. « Towards the Definition of a Comprehensive Walkability Index for Historical Centres ». In *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021*, édité par Osvaldo Gervasi, Beniamino Murgante, Sanjay Misra, Chiara Garau, Ivan Blečić, David Taniar, Bernady O. Apduhan, Ana Maria A. C. Rocha, Eufemia Tarantino, et Carmelo Maria Torre, 12958:493-508. *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87016-4_36.

Ecosystem for sustainable transition in Emilia-Romagna (ECOSISTER). (2023). Spoke 4 - Smart mobility, housing and energy solutions.

Forsyth, Ann, et Michael Southworth. 2008. « Cities Afoot—Pedestrians, Walkability and Urban Design ». *Journal of Urban Design* 13 (1): 1-3. <https://doi.org/10.1080/13574800701816896>.

Institut de politique des transports de Victoria. (Dakota du Sud). (2019). Walkability Improvements. Strategies to Make Walking Convenient, Safe and Pleasant. Récupéré sur <https://www.vtpi.org/tm/tm92.htm>

Isabelle Boucher et Nicolas Fontaine. 2013. L'aménagement et l'écomobilité: guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable. Québec, Québec: Ministère des Affaires municipales, des régions et de l'occupation du territoire, Direction générale des politiques, Unité ministérielle de recherche et de veille.

Kociuba, Dagmara, et Małgorzata Maj. 2020. « Walkable City and Universal Design in Theory and Practice in Poland ». *Bulletin of Geography. Socio-Economic Series* 50 (50): 113-32. <https://doi.org/10.2478/bog-2020-0036>.

Lebon, Guillaume. 2019. « Observations des usages et nouveaux usages des bancs publics : comment redonner toute sa place au vivre ensemble dans les centres-villes ? L'exemple de la ville de Caen: » *Revue du MAUSS* n° 54 (2): 229-42. <https://doi.org/10.3917/rdm.054.0229>.

Mairie du 13e arrondissement de Paris. (2018). DansMaRue : l'application de la Ville de Paris pour signaler une anomalie. Récupéré de <https://mairie13.paris.fr/pages/dansmarue-l-application-de-la-ville-de-paris-pour-signaler-une-anomalie-10792>

Ministère de l'Écologie. (2019). L'accessibilité de la voirie et des espaces publics. Ministère de l'Écologie. Récupéré de <https://www.ecologie.gouv.fr/laccessibilite-voirie-et-des-espaces-publics#:~:text=La%20largeur%20minimale%20du%20cheminement,et%20d'autre%20du%20cheminement>

OMS. (2022). La pratique du vélo et de la marche peut contribuer à réduire la sédentarité et la pollution de l'air, ainsi qu'à sauver des vies et à atténuer le changement climatique. Récupéré de <https://www.who.int/europe/fr/news/item/07-06-2022-cycling-and-walking-can-help-reduce-physical-inactivity-and-air-pollution--save-lives-and-mitigate-climate-change>

Potentiel piétonnier et utilisation des modes de transport actif pour aller au travail pour la région sociosanitaire de la Montérégie : État des lieux et perspectives d'interventions. (2015). INSPQ, Institut national de santé publique du Québec.

Prakash, Abhimanyu, Kat Gowland, Ankita Chachra, Fabrizio Prati, Margaret Newman, Hal Harvey, Helle Sørholt, et al. s. d. « Équipe de projet de la NACTO-GDCI Skye Duncan ».

Rafiemanzelat, Reihaneh, Maryam Imani Emadi, et Aida Jalal Kamali. 2017. « City Sustainability: The Influence of Walkability on Built Environments ». *Transportation Research Procedia* 24: 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.074>.

Reyburn, Stefan. 2010. « L'urbanisme favorable à la santé : une revue des connaissances actuelles sur l'obésité et l'environnement bâti ». *Environnement Urbain* 4 (novembre): d1-26. <https://doi.org/10.7202/044886ar>.

Rouphail et al. (1998). Recommended procedures for chapter 13, "pedestrians," of the highway capacity manual (Éd.), *Highway Capacity Manual*. Récupéré de <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/98107/98107.pdf>

Rossetti, Silvia, Michela Tiboni, David Vetturi, Michele Zazzi, et Barbara Caselli. 2020. « Measuring Pedestrian Accessibility to Public Transport in Urban Areas: A GIS-Based Discretisation Approach », no 76.

Tiboni, Michela, Silvia Rossetti, David Vetturi, Vincenza Torrisi, Francesco Botticini, et Marco Domenico Schaefer. 2021. « Urban Policies and Planning Approaches for a Safer and Climate Friendlier Mobility in Cities: Strategies, Initiatives and Some Analysis ». *Sustainability* 13 (4): 1778. <https://doi.org/10.3390/su13041778>.

Table des figures

Figure 1 : Department of engineering and architecture.	2
Figure 2 : Localisation du terrain d'étude (quartier San Leonardo, Parma).....	8
Figure 3 : Extrait du modèle physique de l'étude	9
Figure 4 : Extrait du "guide for the compilation of maps of survey of pedestrian paths"	10
Figure 5 : Tracés des segments sur le logiciel QGIS.....	13
Figure 6 : Extrait de la table attributaire de la couche « pedestrian paths ».....	13
Figure 7 : Paramètre du champ « width » de la table attributaire de la couche « pedestrian paths »	14
Figure 8 : Extrait du questionnaire papier réalisé lors de la première sortie terrain.....	14
Figure 9 : Mise en situation avec l'application Qfield. a. table attributaire d'un segment à partir de l'application b. photo du segment sélectionné sur l'application (a).....	15
Figure 10 : Photos d'un passage piéton situé sur la zone d'étude a. photo mettant en évidence la présence d'une marche pour accéder au trottoir b. photo mettant en évidence une même hauteur entre le passage piéton et le trottoir	16
Figure 11 : Exemples de données récoltées sur le terrain	16
Figure 12 : Largeur des trottoirs.....	18
Figure 13 : Présence d'obstacle ou « goulots d'étranglement ».....	19
Figure 14 : Etat ou maintenance du sol.....	20
Figure 15 : Présence d'éléments en saillie	21
Figure 16 : Degré de protection des « paths » et de visibilité des « crossing »	22
Figure 17 : Simulation d'une traversée lorsqu'il y a des angles morts.....	23
Figure 18 : Présence de végétation	25

Annexes

Annexe 1 : Modèle physique concernant les trottoirs, passages piétons et routes.

PEDESTRIAN PATH					
Category	Attribute	Name Code	Description	Type	Congruence
General	Pedestrian path identification	ID_PED	Identification code of each segment expressed in the form S_000, S_001, S_000	String (10)	Unique inside the class S_000, S_001, S_000
	Street segment code	SEG_COD	Identifies the code of the road segment on which the analysed element lies (taken from the local Municipal Spatial Information System)	String (10)	Unique inside the class
	Segment type	TYPE	Identify the type of path based on existing categories: · PP - Pedestrian path (a portion of the roadway designated for pedestrian traffic only and separated from the traffic lane by a continuous white stripe or guardrail parallel to it) · PKP – Park pathway with a natural surface or formed by the passage of pedestrians located in a park, garden or green area · PCP – Cycle-pedestrian path (pavement used simultaneously by cyclists and pedestrians) · VF - Virtual footpath (same level as the carriageway) but with a different paving material · PL – Pedestrian lane (same level as the carriageway) delimited by horizontal signage and no difference with the paving material compared to the carriageway · SS - Shared space/woonerf (pedestrians, cyclists and cars coexist in the same space) · PC - Pedestrian crossing (part of the traffic lane, appropriately signposted and organised, on which pedestrians crossing from one side of the road to the other have priority over vehicles)	String (10)	Domain: · PP · PKP · PCP · VF · SS · PC
	Acquisition date	DATE	Specify date of acquisition of collected data, expressed in the form yyyyymmdd	String (10)	(Fill)
	Photo 1	PHOTO_1	Identification number of each picture corresponding to the unique number assigned to the segment (mandatory)		

	Photo 2	PHOTO_2	Identification number of each picture corresponding to the unique number assigned to the segment plus "-2" (optional - only for crossings)		
<i>Geometric and constructive features</i>	Dimension	WIDTH	Verify the width of the pedestrian section. The measurement is considered excluding grassy strips, trees, kerbs: · ≥ 1.50 m · $0.90 \text{ m} \div 1.50 \text{ m}$ · < 0.90 m	String (20)	Domain: · ≥ 1.50 m · $0.90 \text{ m} \div 1.50 \text{ m}$ · < 0.90 m
	Pavement material	MAT_PAV	Describe the paving material present: · Stone slabs · Brick pavers · Concrete pavers · Asphalt · Gravel · Cobblestones · Porphyry cubes · Bituminous conglomerates · Other	String (50)	Domain: · Marble slabs · Stone · Bricks · Self-locking · Asphalt · Gravel · Cobblestones · Porphyry cubes · Bituminous conglomerates · Other
	Pavement maintenance	PAV_MAN	Consider the state of maintenance and or preservation of the pavement: · Excellent (excellent condition of paving materials and no deformation, does not require maintenance) · Good pavement condition (presence of minor deterioration that does not hinder pedestrian safety, the pavement needs scheduled minor maintenance work on limited areas) · Sufficient pavement condition (the pavement requires scheduled maintenance work on limited areas of the route that affect its practicability) · Poor pavement condition (presence of many deteriorations, the pavement is in a very bad state, the walkability is obstructed. The paving needs to be repaired as a matter of urgency)	String (30)	Domain: · Excellent · Good · Sufficient · Poor
	Elevation	ELEVATION	Document the difference in height between the pavement level and the driveway area. The difference in height between the pavement level and adjacent driveways must not exceed 15 cm. Height difference: · Absent · < 15 cm · > 15 cm	String (30)	Domain: · Absent · < 15 cm · > 15 cm

	Steps	STEPS	Indicate the presence of architectural barriers such as stairs or a few steps along the path in discordance with inclusive design: - Yes; - No For pedestrian crossings considers the presence of steps at the edges: - Yes (both sides or one side); - No (absent)	Boolean	Domain: - Yes; - No
	Ramps	RAMPS	Indicate the presence of ramps along the path segment (recommended maximum 8% slope): - Yes - No For pedestrian crossings it indicates the presence of an access ramp. Do not complete in the case of a raised pedestrian crossing. Ramp: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes; - No
	Tactile signage	TACT_SIGN_P	For pedestrian paths segments consider the presence of tactile signage: - Yes, when tactile signs are present along the path (horizontal and vertical) - Partial, when tactile signs are only present at certain points along the path such as at crossings, turn-offs, junctions, etc. (horizontal or vertical) - No, tactile sign is not present along the path For crossings consider the presence of tactile signage at the edge of the crossing: - Yes (both sides) - Partial (one side) - No (absent)	String (10)	Domain: - Yes - Partial - No
	Manoeuvring area	MOV_AR	The route has expansions in the curve areas that provide manoeuvring space for people with reduced mobility (minimum dimension 1,5m x 1,5m): - Yes - No For pedestrian crossings it documents if the dimensions of top landing at crossing edges are at least 150 x 150 cm to allow wheelchair manoeuvring: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
Obstacles	Bottlenecks	BOTT	Indicate presence a restriction in the width of the footpath creating bottlenecks (width $\leq$ 1.50 m): - Absent	String (30)	Domain: - Absent - Permanent - Temporary

			- Permanent (elements that are not removable such as public lighting, road signs, advertising signs, traffic lights, bus stops, trees, etc.) - Temporary (elements that are removable such as street furniture, recycling bins, speed cameras).		
	Overhangs	OVERH	Document the presence of elements projecting from the front of the building, placed at a height of less than 2.10 m, and whether or not they are adequately signalled to blind persons (e.g. road signs, advertising signs, traffic lights, store bannette etc.).	Boolean	Domain: - Yes - No
	Protrusions	PROT	Indicate the presence, along the footpath, of elements protruding from the pavement, with a height of more than 2.5 cm, which may be a source of danger and a reason for tripping (such as doormats, manholes, ventilation grills, roots, etc.).	Boolean	Domain: - Yes - No
Signage	Pavement colour	PAV_COL	Consider the presence of different pavement colouring to indicate the pedestrian path: - Yes (different carriageway colouring) - No (same colouring as the carriageway)	Boolean	Domain: - Yes - No
	Vertical signs	V_SIGN	Presence of vertical signs to indicate the footpath. Consider the sign that indicates the beginning and end of the footpath: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
	Horizontal signs	H_SIGN	Presence of horizontal signs to indicate the footpath. Consider delimitation lines, pictograms, and zebra crossings: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
Other features	Lighting	LIGHTING	Indicate the presence of footpath lighting (in the case of a pedestrian crossing, from top or on floor lighting are considered): - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
	Protection from vehicular traffic	PROTECTI ON	Indicate the degree of protection in relation to the vehicular traffic: - High (presence of continuous physical protection elements such as trees, shrubs, barriers, kerbs, bollards, or cycle paths at different heights with separating kerbs)	String {10}	Domain: - High - Medium - Low - Absent

			- Medium (presence of discontinuous physical elements such as trees, barriers, bollards, or cycle paths at the same height) - Low (only pavement with a separating gap) - Absent (No physical separation between the pavement and the carriageway. Path on the same level as the carriageway).		
	Urban seating	SEAT	Indicate the presence of seats or other elements in the footpath section that allow the user to stop, such as benches, ischial supports. Whether the seats are protected from the weather with canopies or shelters. N.B. Seats at bus stops or catering establishments are not to be considered: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
	Roadside greenery	GREEN	Define the presence of urban greenery along the segment: - Yes (if continuous -green strips- or sporadic/isolated -flowerbeds with trees-) - No (absent)	Boolean	Domain: - Yes - No
	Shelter and shade	SHADE	Describe the degree to which the path is sheltered/shaded or exposed to the weather: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
Pedestrian Crossing	Pedestrian crossing identification	ID_CR	Progressive crossing number	Integer {5}	{Fill}
	Segment type	TYPE_C	Describes the presence of dedicated bicycle crossing signs: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
	Location	LOCATION	Document the height of the crossing in relation to the road level: - Road level - Artificial bump - Overpass - Subway	String {30}	Domain: - Road level - Artificial bump - Overpass - Subway

	Visibility	VIS	Document the level of visibility of the pedestrian by the driver of the vehicle: - High (the pedestrian crossing is well visible and equipped with devices and physical elements that enhance its visibility, like curb extensions) - Medium (no obstacles or elements that may limit the visibility of the pedestrian crossing, but no visibility enhancing solutions) - Low (crossing is hardly visible, there are trees, hedges, furniture or parking areas that make crossing dangerous)	String {30}	Domain: - High - Medium - Low
	Excessive length	EX_LEN	Document the excessive length of the pedestrian crossing or the reduction of the crossing distance with safety zones/islands: - Yes - Protected (with crossing islands) - Yes - Unprotected - No (adequate length)	String {30}	Domain: - Yes - Protected - Yes - Unprotected - No
	Traffic light	TRAFF_LIG	Document the presence of the traffic light system for pedestrian crossings: - Yes - No	Boolean	Domain: - Yes - No
	Crossing devices	CROSS_D	Document the presence of devices for the deaf, blind or visually impaired: - Both, numerical countdown and beepers for the start - Numerical countdown - Beepers for the start - Absent	String {10}	Domain: - Both - Countdown - Beepers - Absent
	Note	NOTE	Describe other critical conditions	String {50}	{Fill}

ROADS				
<i>Attribute</i>	<i>Name Code</i>	<i>Description</i>	<i>Type</i>	<i>Congruence</i>
Road identification	ID_RO	Identification code of the whole road expressed in the form R_000, R_001, ..., R_000	String {10}	Unique inside the class R_000, R_001, ..., R_000
Road type	ROAD_TY	Indicate the type of road or area where the path is located: - Pedestrian area - Restricted traffic zone - One-way {1 lane} - One-way {2 lanes} - Two-way {2 lanes} - Two-way > 2 lanes	String {50}	Domain: - Pedestrian area - Restricted traffic zone - One-way {1 lane} - One-way {2 lanes} - Two-way {2 lanes} - Two-way > 2 lanes
Speed limit	SPEED_LIM	Indicate the speed limit: - None - 30 km/h - 50 km/h - 70 km/h	String {10}	Domain: - None - 30 km/h - 50 km/h - 70 km/h
Urban context	CONTEXT	Identifies the functional area in which the segment is located: - Historic centre - Residential area - Mixed zone predominantly residential - Mixed zone commercial/office area - Mixed zone productive/agricultural zone	String {50}	Domain: - Historic centre - Residential area - Mixed zone predominantly residential - Mixed zone commercial/office area - Mixed zone productive/agricultural zone
Roadside greenery	GREEN	Define the presence of trees rows along the whole road: - Yes (if continuous) - No (absent)	Boolean	Domain: - Yes - No
Photo	PHOTO	Identification number of each picture corresponding to the unique number assigned to the segment.		
Note	NOTE	Describe other critical conditions	String {50}	(Fill)

Annexe 2 : Guide décrivant les données à collecter pour les trottoirs et les passages piétons.

<https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:EU:d339acac-202f-4c44-997b-2bec24979e10>



POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Espace urbain pour la mobilité active

Evaluation de la qualité des espaces piétonniers

Lucie BOIVIN

Clara LEGEAY

2022-2023

Résumé :

Ce rapport de stage se concentre sur l'évaluation de la qualité des trottoirs et des passages piétons dans un quartier spécifique de la ville de Parme en Italie, dans le but de promouvoir la marche à pied en tant que mode de transport privilégié. Le rapport fournit une évaluation complète de l'infrastructure piétonne, soulignant son importance pour la marche, les modes actifs de mobilité et la qualité de vie urbaine. Les résultats de l'évaluation, géoréférencés dans une base de données SIG, sont présentés sous forme de cartes thématiques. Ces cartes peuvent aider les autorités locales à définir des priorités d'action. L'analyse des attributs et de la qualité des trottoirs et des passages piétons met en évidence l'importance de critères tels que la largeur adéquate des trottoirs, la présence d'obstacles, l'état du sol et la qualité des revêtements. Pour améliorer la qualité des infrastructures piétonnes, des recommandations spécifiques sont proposées. Il s'agit notamment d'élargir les trottoirs dans les zones insuffisamment larges, tout en respectant les normes d'accessibilité. Il est également recommandé de réduire au maximum la présence d'obstacles, de maintenir l'état du sol et la qualité des revêtements, et de mettre en place des mesures d'inspection et d'entretien régulières. Toutes ces recommandations visent à créer des environnements urbains accessibles, sûrs et agréables pour tous les piétons, contribuant ainsi à une mobilité inclusive et durable.

Mots Clés : marchabilité, ville piétonne, urbanisme inclusif, accessibilité, transport durable, SIG, Parme

University of Parma Department of engineering and architecture
Parco area delle scienze, 43124 parma.

Tuteurs entreprise :

Federico AUTELITANO and Barbara CASELLI

Assistant professor

Tuteur académique : **Laura VERDELLI**