
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

L'équité d'accès aux réseaux cyclables

Projet ARBITRAGE

UMR 7324 CNRS-CITERES, équipe de recherche DATE (Dynamique
et Action Territoriales et Environnementales)
33-35 Allée Ferdinand de Lesseps, site des 2-Lions, TOURS



Tuteur académique :

Hervé BAPTISTE

Enseignant-chercheur en aménagement et urbanisme

Lou-Anne DENIAU

Étudiante IMAGE

2024-2025

Tuteur entreprise :

Hervé BAPTISTE

Enseignant-chercheur en aménagement et urbanisme

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier chaleureusement Monsieur Hervé BAPTISTE, pour sa grande disponibilité et son aide précieuse lors de ce stage, grâce auquel j'ai pu en apprendre davantage sur les problématiques liées au vélo, et dans un contexte plus large, sur les métiers de la recherche. Je remercie également Dominique ANDRIEU, dont les conseils en cartographie m'ont permis d'améliorer mes compétences, ainsi que Laurent CAILLY et Tifenn RAULT, ayant toujours des questions et raisonnements pertinents quant à mes productions lors de ce stage. Je remercie aussi Lucas JOUBIN, stagiaire travaillant sur le même projet de recherche que moi, avec qui la collaboration a été bénéfique durant ces cinq mois.

J'aimerais également remercier Sabine CARETTE et Samuel DESCHAMPS-BERGER pour avoir accepté de me partager un peu de leur temps, et surtout de leur expertise, afin de répondre à mes interrogations sur les différentes bases de données cyclables.

Je tiens également à adresser ma gratitude envers l'ensemble du personnel du Département Aménagement et Environnement de Polytech Tours, enseignants, doctorants ou personnels administratifs, pour leur gentillesse lors de mon accueil et lors des repas partagés avec eux.

Enfin, j'aimerais saluer amicalement les collègues stagiaires qui ont partagé mon bureau durant ces cinq mois de stage, Valentin SILVESTRE, Aryan GHALEHNOEE et Yunigh SONG, pour les moments de détente passés à leur côté, mais surtout pour l'aspect multidisciplinaire que leur présence a apporté à ce stage. Grâce aux discussions ou questions concernant leur domaine d'étude et passion respective, j'ai pu apprendre tant de choses qui ont, j'en suis certaine, enrichi cette expérience.

Résumé

Le projet de recherche auquel ce stage est rattaché porte sur le thème de l'Amélioration des Réseaux cyclables pour l'équité Territoriale en Aménagement (ARBITRAGE). L'objectif est de développer des méthodes en vue de contribuer à une planification équitable des infrastructures cyclables. Sur le long terme, le but est de proposer un outil d'aide à la décision pour, par exemple, des collectivités, afin qu'elles puissent améliorer le maillage et la qualité d'un réseau cyclable existant pour garantir l'équité en termes de sécurité ou d'accès aux services (emploi, commerces, soins, loisirs, etc.).

Afin de répondre à cette problématique, nous nous intéressons ici à la création d'un indicateur d'équité cycliste dans sa totalité, en passant par l'analyse et la traduction du besoin, jusqu'à la justification, la conception puis la production d'une solution, le tout en organisant chaque phase du projet de façon autonome jusqu'à la résolution de la mission. Cette dernière a ainsi été réalisée à l'aide d'un état de l'art sur la notion d'équité, de la réalisation de profils cyclistes, de la conception d'indices et sous-indices évaluant les différentes composantes de l'équité, le tout pour aboutir à la création puis la mise en œuvre d'un indicateur d'équité cycliste visualisable cartographiquement.

Abstract

The research project to which this internship is attached is about the theme of Improving Cycling Networks for Territorial Equity in Planning (CNTEP). The objective is to develop methods to contribute to equitable planning of cycling infrastructure. In the long term, the goal is to provide a decision-making tool for local authorities, so that they can improve the coverage and quality of the existing cycling network to ensure equity in terms of safety or access to services (employment, shops, healthcare, leisure, etc.).

To solve this problem, we are focusing here on the creation of a cycling equity indicator in its entirety, from the analysis and translation of the need to the justification, design, and production of a solution, all while organizing each phase of the project independently until the mission is completed. This has been realized using a state of the art on the notion of equity, the creation of cyclist profiles, the design of indices and sub-indices evaluating the different components of equity, all to result in the creation and the production of a cycling equity indicator viewable on a map.

Abréviations

ARBITRAGE : Amélioration des Réseaux cyclables pour l'équité Territoriale en Aménagement

APEREAU : Association pour la Promotion de l'Enseignement et de la Recherche en Aménagement et Urbanisme

ANR : Agence Nationale de la Recherche

ART : Actions de Recherche Transversales

BNAC : Base Nationale des Aménagements Cyclables

CITERES : Cités, Territoires, Environnement et Sociétés

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

CoST : Construction Sociale et politique des espaces, des normes et des Trajectoires

CVCB : Chaussée à Voie Centrale Banalisée

DAE : Département Aménagement Environnement

DATE : Dynamique et Action Territoriales et Environnementales

EMAM : Équipe Monde Arabe et Méditerranée

EPU : Ecole d'ingénieur Polytechnique de l'Université de Tours

LAT : Laboratoire Archéologie et Territoires

LIFAT : Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée

MSH VdL : Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire

OAP : Orientation d'Aménagement et de Programmation

OSM : OpenStreetMap

PMR : Personnes à Mobilité Réduite

SERM : Service Express Régional Métropolitain

SMT : Syndicat des Mobilités de Touraine

UAR : Unité d'Appui et de Recherche

UMR : Unité Mixte de Recherche

Table des matières

Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	3
Abréviations	4
Introduction	6
1. La structure d'accueil	6
2. Le projet de recherche : Projet ARBITRAGE	8
3. Déroulé du stage	9
Mission principale : les différentes étapes	10
1. L'état de l'art	10
2. Schématisation des composantes de l'équité cycliste	10
3. Réalisation de profils de cyclistes.....	13
4. Réalisation d'un indicateur d'équité cycliste.....	15
4.1 L'indice d'accessibilité $I_{accessibilité}$	16
4.2 L'indice de cyclabilité $I_{cyclabilité}$	17
4.3 Résultat : l'indice d'équité cycliste $I_{équité}$	18
Missions supplémentaires	20
1. Organisation d'un workshop sur la problématique des déplacements à vélo	20
2. Réalisation d'entretiens auprès d'acteurs travaillant dans le domaine des données cyclables	21
2.1 Entretien avec Sabine CARETTE, chargée de l'Observatoire des Mobilités et Modélisation au Syndicat des Mobilités de Touraine	21
2.2 Entretien avec Samuel DESCHAMPS-BERGER, responsable GéoData chez Geovelo	22
2.3 Conclusion des entretiens	23
Autres évènements	23
1. Les 1ères rencontres du SERM.....	23
2. Rencontres doctorales en urbanisme de l'APERAU.....	24
3. Plan de Mobilité Touraine 2025-2035 et conférence-débat.....	26
4. Journées OpenStreetMap	27
Retour réflexif sur le stage	28
Annexes	29
Bibliographie	44

Introduction

1. La structure d'accueil

J'ai réalisé mon stage de 4^{ème} année au sein du laboratoire de l'Unité Mixte de Recherche (UMR) 7324 CNRS-CITERES. Ce dernier se situe à Tours, en région Centre-Val-De-Loire, dont les bureaux se trouvent au sein des locaux d'une part du Département Aménagement et Environnement de l'Ecole d'Ingénieur Polytechnique de l'Université de Tours (DAE-EPU), d'autre part au sein de la Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH VdL) (Figure 1).

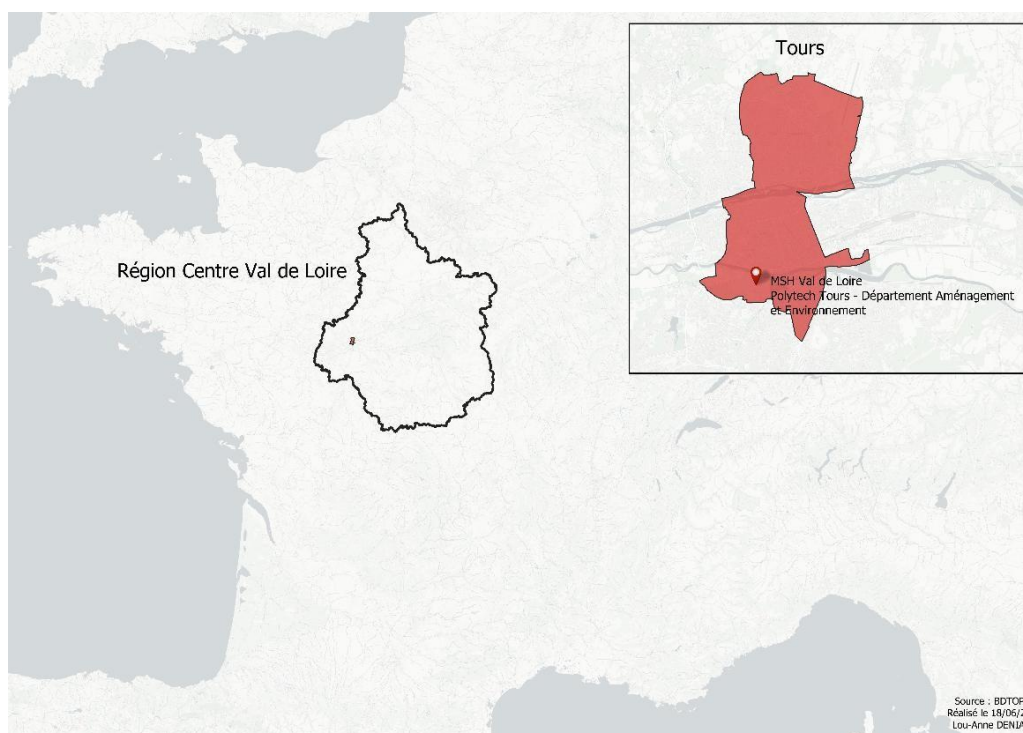


Figure 1 : Localisation des locaux de la MSH Val de Loire ainsi que du Département Aménagement Environnement de Polytech Tours (©Lou-Anne DENIAU, 2025)

De nombreux acteurs et organismes publics ont leur propre place dans la complexité qu'est une UMR, c'est pourquoi la partie suivante visera à expliquer le fonctionnement de celle au sein de laquelle j'ai réalisé ce stage.

L'UMR 7324 résulte d'un partenariat entre le CNRS et l'organisme de recherche de l'Université de Tours. Le laboratoire CITERES a alors vu le jour en 2004 à la suite de cette collaboration. La particularité de ce laboratoire est son fort caractère interdisciplinaire, puisqu'il parvient à réunir de nombreux chercheurs et enseignants-chercheurs provenant de disciplines différentes (l'environnement, les géosciences, les sciences humaines et sociales, l'urbanisme, l'anthropologie, l'informatique, etc.) mais travaillant pourtant autour d'une même thématique de recherche qu'est l'analyse des dynamiques spatiales et territoriales des sociétés. Ainsi, le laboratoire contribue à cinq principaux domaines de recherche pluridisciplinaires autour de l'urbanisme, de l'environnement, du patrimoine (particulièrement en archéologie), des rapports au(x) territoire(s) et enfin, des effets de recompositions sociales contemporaines. Afin de traiter ces différents domaines, CITERES se décompose en quatre équipes de recherche : l'équipe Construction Sociale et politique des espaces, des normes et des Trajectoires (CoST), l'Équipe Monde Arabe et Méditerranée (EMAM), le Laboratoire

Archéologie et Territoires (LAT), et l'équipe Dynamique et Action Territoriales et Environnementales (DATE).

Le stage que j'ai réalisé est intégré au sein de l'équipe de recherche DATE. Elle porte sur la compréhension des relations entre l'espace, la société et l'environnement, le tout à différentes échelles spatiales et temporelles. Les travaux de recherche de l'équipe DATE peuvent alors être à la fois des inventaires ou des diagnostics de terrain, tout comme des projets prospectifs, allant jusqu'à l'analyse des dynamiques territoriales. Ainsi, l'approche interdisciplinaire de l'équipe en fait son originalité, en rassemblant des enseignants-chercheurs et chercheurs en écologie, géographie, aménagement et sociologie, mais aussi en intégrant des ingénieurs, architectes, mathématiciens et informaticiens. Pour mener à bien ces travaux mêlant des domaines différents et favoriser un travail collaboratif entre les différents membres, l'équipe DATE se divise en trois grands axes : Dynamiques environnementales, enjeux et paysages ; Risques, vulnérabilité et résilience des territoires ; Actions intentionnelles territorialisantes (Figure 2).

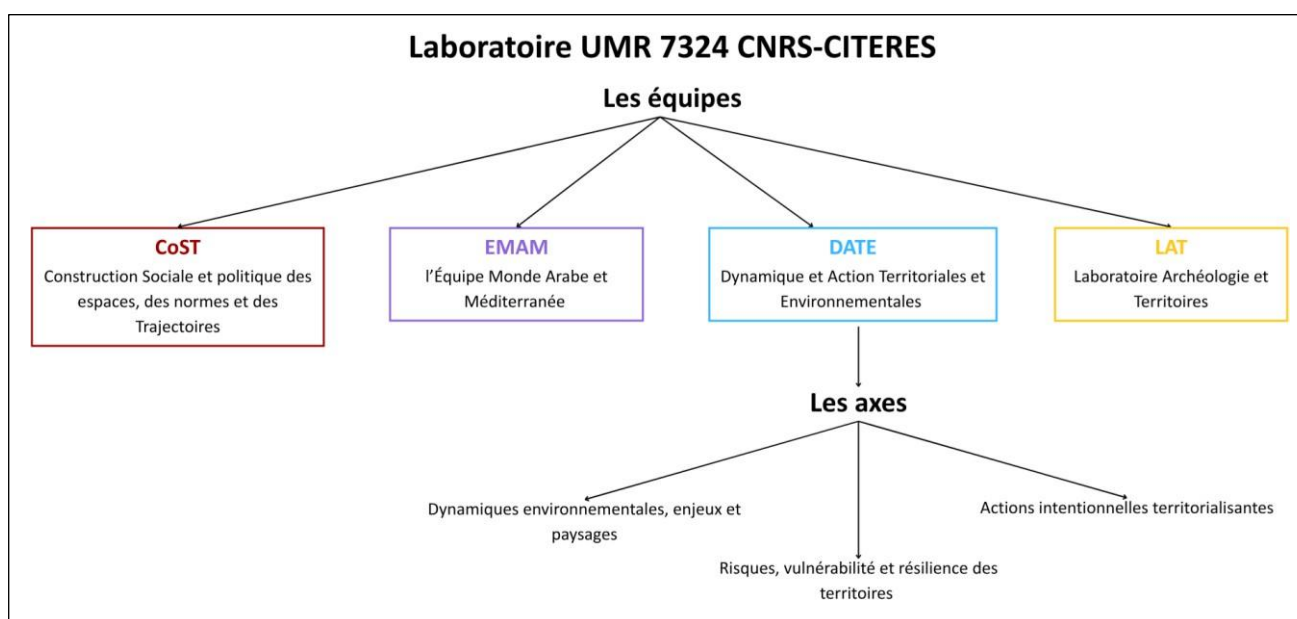


Figure 2 : Organisation du laboratoire CITERES. Zoom sur l'équipe DATE (©Lou-Anne DENIAU)

Comme expliqué précédemment, les bureaux du laboratoire CITERES sont répartis au sein des locaux de la MSH VdL ainsi que du DAE de l'EPU, qui sont situés au sein d'un unique bâtiment. Premièrement, la MSH VdL est une unité d'appui et de recherche du CNRS fédérant 22 laboratoires situés à Orléans et Tours dont la thématique de recherche principale sont les sciences humaines et sociales. Par son statut et son domaine de recherche en cohérence avec ceux du laboratoire, la MSH VdL héberge une partie des membres de l'UMR CITERES. Deuxièmement, l'EPU réunit de nombreux enseignants-chercheurs travaillant pour le laboratoire CITERES. Le DAE accueille alors les bureaux des enseignants-chercheurs dont les thématiques de recherche, entre urbanisme, aménagement, mobilités durables ou encore sciences environnementales, correspondent à celles du laboratoire CITERES.

2. Le projet de recherche : Projet ARBITRAGE

Le stage s'inscrit dans le contexte d'un projet ART (Actions de Recherche Transversales) soumis en 2024 et accepté et financé par l'Université de Tours. Ces ART correspondent à des financements prévus par les Universités et dédiés à des projets de recherche. Pour obtenir ces financements, les membres du projet doivent remplir un formulaire expliquant son objectif et le budget dont ils ont besoin. Dans le cas du projet ART au sein duquel ce stage est rattaché, le financement accepté était dédié à la rémunération de deux stages : celui que j'ai réalisé, du côté aménagement et basé sur la définition et la création d'indicateurs d'équité cycliste ; l'autre du côté informatique, plus axé sur la l'optimisation de tronçons cyclables du point de vue de l'équité. Durant la période du stage, le projet a fait l'objet d'une demande ANR (Agence Nationale de la Recherche), qui est un établissement public sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Contrairement à l'ART dont les financements sont plus restreints et à l'initiative des Universités, l'Agence possède un budget plus important réservé aux projets de recherche nationaux. Par ses financements, son objectif est d'aider certains projets de recherches par sélection afin de renforcer le positionnement de la recherche française au niveau européen et mondial. La réponse à cette demande est parvenue début juillet avec un verdict positif, ce qui signifie que ce projet possède désormais les financements nécessaires pour continuer à se développer durant 4 ans.

Le projet de recherche auquel ce stage est rattaché porte sur le thème de l'**Amélioration des Réseaux cyclables pour l'équité TerRitoriale en Aménagement (ARBITRAGE)**. L'objectif du projet est de développer des méthodes en vue de contribuer à une planification équitable des infrastructures cyclables. Sur le long terme, le but est de proposer un outil d'aide à la décision pour, par exemple, des collectivités, afin qu'elles puissent améliorer le maillage et la qualité d'un réseau cyclable existant pour garantir l'équité en termes de sécurité ou d'accès aux services (emploi, commerces, soins, loisirs, ...). Afin de répondre à cette problématique, le projet bénéficie d'une collaboration pluridisciplinaire réunissant cinq chercheurs issus de trois laboratoires différents :

- **Tifenn RAULT**, maîtresse de conférences au sein du Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée (LIFAT). Ses travaux relèvent de la recherche opérationnelle sur l'optimisation dans les graphes.
- **Hervé BAPTISTE**, maître de conférences en aménagement de l'espace et urbanisme, en particulier sur les mobilités durables et la modélisation de système de transport, travaillant au sein de l'UMR 7324 CNRS-CITERES dans l'équipe de recherche DATE.
- **Laurent CAILLY**, maître de conférences en géographie à l'UMR 7324 CNRS-CITERES, au sein de l'équipe CoST. Ses travaux portent principalement sur l'évolution des modes d'habiter, en passant par les stratégies résidentielles et les mobilités quotidiennes dans les espaces périurbains en France.
- **Dominique ANDRIEU**, ingénieur d'étude géographe-cartographe au sein de l'Unité d'Appui et de Recherche CNRS 3501, Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire. Il s'intéresse en particulier à la représentation spatiale des sciences sociales, notamment en géographie urbaine.
- **Emmanuel NERON**, professeur des Universités au sein du LIFAT et spécialiste en recherche opérationnelle.

Ainsi, les chercheurs en aménagement, urbanisme, géographie et cartographie ont pour objectif de définir la notion d'équité cycliste et de réaliser des indicateurs permettant de la mesurer en étudiant leur croisement avec des variables sociales, économiques et territoriales. Dans un second temps, ils apporteront leur expertise pour la caractérisation géographique du territoire d'étude, à savoir la Métropole Tours-Val de Loire. Aussi, les chercheurs en recherche opérationnelle participant au projet ont pour rôle d'apporter leur expertise afin de croiser l'indicateur d'équité défini préalablement avec le réseau cyclable et son usage actuel, dans le but de trouver les tronçons optimaux à aménager.

3. Déroulé du stage

C'est dans le contexte du projet ARBITRAGE que la mission principale de ce stage s'inscrit :

Créer des indicateurs permettant de mesurer l'équité cycliste pour tous les publics, toutes les caractéristiques socio-démographiques (genre, âges, revenus, ...) et tous les critères propres aux réseaux de transport (densité, continuité, accessibilité d'un réseau cyclable, ...).

Cette mission, l'objectif principal du stage, a nécessité une longue démarche composée de nombreuses autres tâches annexes mais essentielles. En effet, le processus de recherche que j'ai expérimenté durant ce stage m'a permis de réaliser qu'un objectif à atteindre n'est souvent pas réalisable du premier coup. Il est nécessaire de passer par de nombreuses étapes intermédiaires, prenant plus ou moins de temps, avant de pouvoir y aboutir. Le but n'est pas d'essayer de résoudre l'objectif rapidement, c'est d'ailleurs souvent impossible sans commettre d'erreurs, mais dans un premier temps, de percevoir ses incompréhensions afin d'y répondre correctement pour ensuite réfléchir aux différentes étapes qui vont permettre d'atteindre l'objectif initial. Ces dernières n'apparaissent souvent qu'au fur et à mesure de l'avancée d'un projet. C'est pourquoi il est important de savoir remettre en question ses réalisations afin de déterminer la prochaine étape à suivre dans le but de répondre à l'objectif fixé au départ. Cette démarche particulière de la recherche est, selon moi, aussi essentielle pour de nombreux autres domaines. Analyser correctement un sujet, un projet ou une mission afin de lever d'éventuelles interrogations et surtout, percevoir un fil conducteur à suivre pour mener à bien un projet sera une démarche de travail que je prendrai dorénavant le temps de mettre en place.

Le diagramme de GANTT (*Figure 3*) illustre le déroulé de ce stage avec la chronologie des différentes tâches réalisées avant d'aboutir à l'objectif de la mission principale.

Missions	Date de début	Date de fin	AVRIL		MAI		JUN		JUILLET		AOÛT	
REUNIONS	/	/	Réunion stage 07/04	Réunion projet/ work-shop 25/04 & 28/04	Réunion projet/workshop 07/05	Réunion projet/workshop 26/05	Réunion projet/workshop 18/06 & 19/06	Réunion projet/workshop 30/06		Réunion projet/workshop 15/07		
Rédaction de l'état de l'art	07-avr	18-avr							Livvable I			
Réalisation de cartographies	22-avr	13-juil								Livvable IV.1		
Schématisation des liens entre composantes de l'équité cycliste	28-avr	21-mai							Livvable II			
Organisation du workshop : Recherche de contacts, mails d'invitation, sélection des créneaux horaires, ...	28-avr	19-juin										
Recherche de données géographiques	29-avr	20-juin										
Réalisation de profils de cyclistes avec les critères d'équité associés	23-mai	12-juin							Livvable III			
Création et réalisation d'un indicateur d'équité cycliste	12-juin	20-juil							Livvable IV.2			
Entretien avec un membre du SMT	01-juil	01-juil										
Entretien avec un membre de Géovélo	15-juil	15-juil										
Réalisation/Finalisation des différents livrables	20-juil	18-août										

Figure 3 : Diagramme de GANTT du déroulé du stage (@Lou-Anne DENIAU, 2025)

Mission principale : les différentes étapes

Cette mission étant relativement dense en termes de contenu, j'ai fait le choix d'expliquer les grandes étapes de mon travail tout en les illustrant avec des exemples. Toutefois, pour laisser la possibilité d'explorer plus en détails les différents éléments évoqués dans cette partie, je fais régulièrement référence aux annexes qui reprennent la majorité du travail effectué.

1. L'état de l'art

La première tâche intermédiaire réalisée fût la confection d'un état de l'art (Cf. *Annexe 1*, page 29). L'objectif de cette mission était dans un premier temps de comprendre le contexte dans lequel se situe le projet ARBITRAGE ainsi que de prendre connaissance des résultats déjà fournis par la littérature scientifique. Une fois le contexte bien posé, une revue de la littérature plus précise sur la notion d'équité s'est imposée afin de comprendre correctement ce terme à la fois dans son sens propre puis sous l'angle de l'urbanisme, avant de le définir plus spécifiquement aux mobilités, en particulier en termes d'accès aux infrastructures cyclables.

Cette première mission m'était familière étant donné que j'ai déjà eu l'occasion de réaliser cet exercice au sein de ma formation grâce au « Projet de Recherche et Innovation ». Néanmoins, le fait de produire un état de l'art une nouvelle fois avec un temps seulement dédié à sa réalisation m'a permis de mieux comprendre son importance à la bonne compréhension d'un sujet. De plus, cet exercice m'a fait découvrir les bons réflexes à avoir en termes de méthodes afin d'être plus assidu et organisé dans la collecte de données grâce à la réalisation de fiches de lecture. De même, j'ai pu développer mes compétences dans la réalisation d'un tableau de lecture (tableau regroupant chaque article lu avec des mots clés, passages ou idées importantes associés), particulièrement efficace dans l'organisation d'informations.

2. Schématisation des composantes de l'équité cycliste

Une fois l'état de l'art terminé, de multiples connaissances s'offrent à nous, si bien qu'il est possible d'être submergé et de ne pas savoir quel chemin emprunter pour continuer un projet. Cette contrainte peut également se faire ressentir lors de la présentation du travail réalisé à des personnes extérieures, par exemple à des membres d'un projet dont le domaine d'étude est différent. Afin de contrer cette difficulté, réaliser un schéma clair et lisible illustrant l'état de l'art est une solution pertinente. Ainsi, la deuxième tâche que j'ai effectuée fût la schématisation des composantes de l'équité cycliste d'après la littérature scientifique. L'idée de créer un schéma est apparue avec la volonté d'organiser correctement les données obtenues grâce à l'état de l'art ainsi que de présenter ce dernier aux membres du projet de façon claire et simplifiée.

Avant de schématiser précisément l'état de l'art, il est d'abord nécessaire de comprendre le processus d'un trajet à vélo pour éviter d'omettre des aspects importants qui ont toute leur importance dans la mesure de l'équité cycliste. En effet, comment évaluer l'équité d'accès à un réseau cyclable selon les individus si on ne connaît pas le déroulé de leur parcours ? Chaque article que j'ai consulté faisait plus ou moins référence aux différentes étapes d'un trajet à vélo, mais aucun ne les considérait dans leur ensemble. Finalement, le schéma *Figure 4*, élaboré comme la synthèse de la documentation étudiée, a servi de référence pour décrire un parcours cyclable durant l'intégralité de la mission principale.

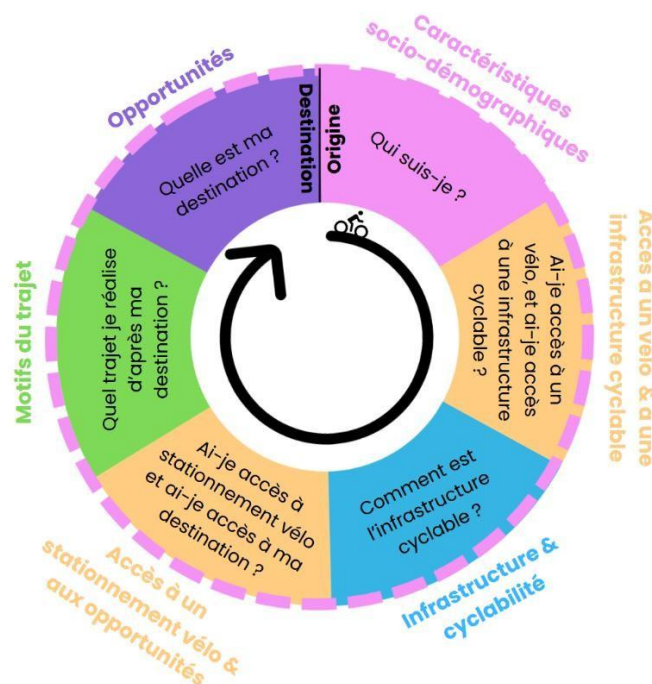


Figure 4 : Déroulé d'un trajet à vélo (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Ainsi, un trajet à vélo comprend six étapes entre le lieu d'origine et la destination :

- On détermine d'abord qui est le cycliste grâce à ses caractéristiques socio-démographiques. Ces dernières exercent en effet une influence sur l'ensemble du trajet à vélo réalisé par le cycliste.
- La capacité à commencer le déplacement est conditionnée par la possibilité d'utiliser et de stocker un vélo (chez soi ou à l'extérieur par des aménagements vélo), ainsi que par le fait d'accéder facilement à un réseau cyclable en partant d'un lieu d'origine
- Le trajet à vélo est variable selon les critères de cyclabilité de l'infrastructure cyclable, c'est-à-dire, dans quelle mesure l'aménagement est favorable pour l'utilisateur du point de vue de la sécurité, du confort, de l'attractivité, de la continuité ou encore de la directivité
- Ensuite, l'accès plus ou moins rapide à un stationnement vélo ainsi qu'à une opportunité, c'est-à-dire une destination, va encourager ou non l'utilisation d'un tel moyen de transport
- Le parcours réalisé est enfin conditionné selon le motif du trajet
- Ce motif est déterminé par l'opportunité que le cycliste vise initialement

La mise en évidence de ces six étapes a permis de classer toutes les informations relatives à l'équité cycliste, ce qui a aidé à faire le tri dans les données à utiliser ou non pour la suite de la mission. En effet, après avoir réalisé des schémas recensant toutes les composantes de l'équité cycliste selon les étapes d'un trajet à vélo, ou illustrant les différents liens entre-elles (*Annexes 2 et 3*, page 33), un travail de réflexion et d'organisation a été nécessaire afin de justifier le choix des données sélectionnées en vue de réaliser un indicateur d'équité cycliste. Cette justification s'est faite en partie à l'aide de la *Figure 5*, illustrant les liens d'iniquité entre chaque composante d'après la littérature scientifique.

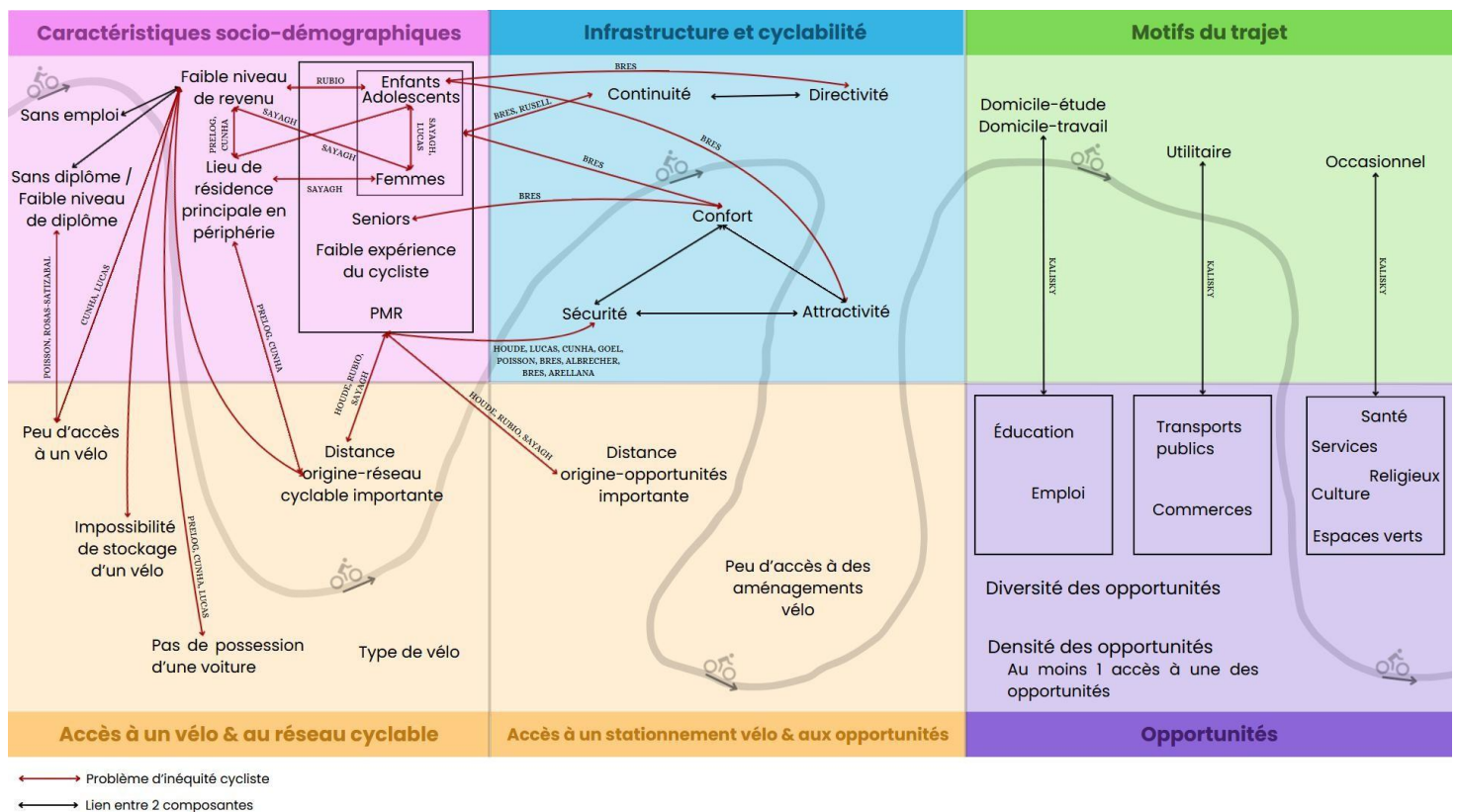


Figure 5 : Les composantes qui fondent l'iniquité d'accès au réseau cyclable (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

On constate par exemple que les individus considérés comme les plus vulnérables, tels que les enfants, seniors, femmes ou encore les Personnes à Mobilité Réduite (PMR), sont les cyclistes ayant le plus de liens d'iniquité avec la sécurité d'une infrastructure cyclable ou encore avec une distance lieu d'origine – réseau cyclable importante. Cela signifie que ces individus ne seront pas amenés à utiliser un moyen de transport comme le vélo si la distance qu'ils doivent parcourir est trop importante pour rejoindre un aménagement cyclable, ou si ce dernier n'est que très peu sécurisé (forte vitesse des véhicules aux alentours, pas de séparation avec la route, etc.). Ainsi, les composantes choisies pour continuer la mission sont celles possédant le plus de liens d'iniquité.

En complément du schéma Figure 5, la recherche de données géographiques a permis de renforcer cette sélection. En effet, la composante est retenue s'il est possible de l'obtenir rapidement, sans contrainte de récolte de données sur le terrain (n'ayant pas pu avoir lieu dans le cadre du stage) ou d'absence de la donnée en libre-service.

Pour résumer, une composante est sélectionnée si, d'après l'analyse de la littérature scientifique, elle possède un rôle important parmi les facteurs qui fondent l'iniquité cycliste (par exemple, certaines caractéristiques socio-démographiques (femmes, enfants, etc.), une distance origine-opportunité importante, etc.), mais également si les données sont facilement accessibles. De cette façon, le fait d'avoir accès à un vélo, c'est-à-dire avoir son propre stockage chez soi ou utiliser des aménagements vélo à proximité, n'est par exemple pas une composante ayant été retenue.

En plus de d'avoir construit un raisonnement permettant la justification de l'abandon de certaines données, cette étape du stage était essentielle puisqu'elle a contribué à l'amélioration de mes compétences dans l'organisation de la collecte de données ainsi que dans la communication de façon claire et lisible. En effet, bien que nous sommes souvent amenés à produire des supports de communication au sein de ma formation, il est rare que nous réalisons des schémas, qui sont pourtant des outils particulièrement utiles pour transmettre efficacement des informations. Le fait d'en avoir

réalisé plusieurs et sous différentes formes, jusqu'à obtenir la rigueur et la facilité de compréhension que je souhaitai transmettre, m'a permis de prendre du recul sur mes productions afin de toujours les améliorer. Aussi, le schéma est un outil très efficace dans l'organisation des données, que j'utiliserai d'ailleurs certainement dans le cadre de ma formation, avec le « Projet Recherche et Innovation ».

3. Réalisation de profils de cyclistes

L'état de l'art et les schémas ont permis de mieux comprendre le contexte dans lequel se déroule le projet tout en classifiant et sélectionnant les différentes composantes liées à l'équité les plus importantes. Cependant, à ce stade d'avancée du stage, il paraît toujours compliqué de se lancer dans la résolution de la mission principale, à savoir, réaliser un indicateur d'équité cycliste. D'après la littérature scientifique (illustrée par la *Figure 5*, page 12), les caractéristiques socio-démographiques jouent un rôle essentiel dans les problèmes d'équité cycliste en influençant la totalité des étapes constituant un trajet à vélo. En effet, les individus considérés comme les plus vulnérables selon la documentation (femmes, enfants, seniors, etc.) subissent de l'iniquité par rapport à toutes les étapes d'un trajet à vélo, quelles correspondent à l'accessibilité ou la cyclabilité.

Ainsi, afin d'analyser plus précisément les caractéristiques socio-démographiques, qui sont un point central dans les problèmes d'iniquité, réaliser différents profils de cyclistes semble être une approche pertinente. De cette façon, sept profils sont établis afin d'illustrer chaque individu considéré comme vulnérable d'un point de vue de l'équité cycliste, à savoir un enfant, une adolescente, un adolescent, un senior, une femme, un individu gagnant de faibles revenus et une PMR. En réalité, ces profils de cyclistes sont, similairement aux schémas, une autre organisation des données récoltées grâce à l'état de l'art, permettant d'apporter des précisions sur les individus vulnérables à la pratique du vélo (*Figure 6*).

Origine ↓ Destination	Caractéristiques socio-démographiques	Âge : 5 - 14 ans	HOUDE
	Accès à un vélo & au réseau cyclable	Stations vélos libre-services aux alentours du départ : ≤ 400 m Distance origine - réseau cyclable : ≤ 350 m	GIUFFRIDA, ZHIWEL, QUAN SPECK, HOUDE, ZHIWEL, MORA, KALISKY
	Infrastructure / Cyclabilité	Sécurité / Attractivité : Fréquence trafic routier faible ou aucune fréquence Vitesse trafic routier faible Bonne qualité de l'infrastructure cyclable Confort : Terrain plat	Continuité : Articulation forte ou modérée Desserte modérée ou bonne desserte des opportunités Directivité : Maximum temps de trajet trop important Maximum faible directivité RUBIO, SCHMASSMANN, SAYAGH, KALISKY, BRES
	Accès à un parking vélo & aux opportunités	Distance origine - opportunités : ≤ 1,5 km en général, pas plus de 3 km Aménagements vélo aux alentours de l'opportunité : ≤ 200 m	RUBIO, DUCHEYNE
	Motif du trajet	Trajet pendulaire : Domicile-école Trajet occasionnel : Loisir	
	Opportunités	Au moins 1 accès à une de ces opportunités : Écoles élémentaires Aires de jeux Parcs	

Figure 6 : Exemple du profil cycliste d'un enfant : « Les composantes qui fondent l'équité d'accès à un réseau cyclable pour un enfant »
(© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Chaque profil est caractérisé par les étapes constituant un trajet à vélo (*Figure 4*, page 11) au sein desquelles sont répertoriées des valeurs (recensées à l'*Annexe 2*, page 33) associées aux composantes de l'équité cycliste, issues de la documentation scientifique et sélectionnées à l'aide de la *Figure 5* (telles que des distances, des types d'opportunités, etc.), qui varient selon les caractéristiques socio-démographiques. Ces valeurs correspondent aux limites au-delà desquelles on considère que le trajet à vélo n'est pas équitable pour le cycliste concerné, que ce soit du point de vue de l'accessibilité ou encore de la qualité de l'infrastructure cyclable. Les autres profils de cyclistes sont présentés en *Annexes 4 à 9* (pages 34 à 36).

Cependant, pour la caractérisation d'un cycliste selon les critères de cyclabilité d'un aménagement, la méthode utilisée va au-delà d'un recensement des données fournies par la littérature. En effet, chaque critère de cyclabilité, c'est-à-dire la sécurité, le confort, la continuité, l'attractivité et la directivité, sont estimés à l'aide de différents sous-indices échelonnés selon quatre niveaux, allant du "plus important" au "moins important". Les sous-indices sélectionnés sont soit issus de la documentation (sécurité, confort, attractivité, directivité), et dans ce cas, la classification s'inspire souvent de méthodes proposées par certains auteurs, soit inventés grâce à une réflexion sur une façon pertinente de les mesurer (continuité, directivité, attractivité).

En guise d'exemple, le sous-indice de sécurité est estimé selon trois facteurs :

- La fréquence de trafic routier aux alentours de l'infrastructure cyclable
- La vitesse du trafic routier aux alentours de l'infrastructure cyclable
- La typologie de l'infrastructure cyclable

Leur classification en quatre niveaux est la suivante :

SÉCURITÉ Selon la fréquence du trafic routier KALISKY	Aucune fréquence critère "importance" 6	SÉCURITÉ Selon la vitesse du trafic routier KALISKY	Vitesse faible ≤ 30 km/h	SÉCURITÉ Selon la typologie de l'infrastructure cyclable KALISKY	Bonne qualité Piste cyclable, voie verte, goulotte
	Fréquence faible critère "importance" 5		Vitesse modérée entre 30 et 60 km/h		Qualité moyenne Bande cyclable, double sens cyclable piste, vélorue, aménagement mixte piéton-vélo hors voie-verte
	Fréquence modérée critère "importance" 3 ou 4		Vitesse élevée entre 60 et 90 km/h		Mauvaise qualité CVCB ¹ , double-sens cyclable bande, double-sens cyclable non matérialisé, voie bus partagée, rampe, accotement revêtu hors CVCB, autre
	Fréquence élevée critère "importance" 1 ou 2		Vitesse très élevée ≥ 90 km/h		Aucune infrastructure cyclable Aucun

¹CVCB : Chaussée à Voie Centrale Banalisée

Figure 7 : Classification des trois composantes permettant d'estimer la sécurité d'une infrastructure cyclable (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Ainsi, pour chaque composante, un niveau est attribué aux différents types de cyclistes selon leurs caractéristiques socio-démographiques. Les précisions sur la classification des composantes relatives à chaque sous-indice de cyclabilité sont exposées en *Annexes 10 à 14* (page 37 à 39).

Une fois les différents profils de cyclistes réalisés et analysés, la création d'un indicateur d'équité me paraissait déjà plus claire. En effet, l'équité cycliste contient tant de paramètres différents qu'il est difficile d'imaginer un seul indicateur permettant de prendre en compte et d'illustrer correctement toutes ces informations. Même si une sélection des composantes de l'équité a été réalisée durant l'étape de la schématisation, une grande majorité des données a été conservée afin d'être utilisée. Chacune d'entre-elles possèdent une certaine importance, comme il est possible de le constater avec

les profils de cyclistes, puisque chaque individu est caractérisé par ses caractéristiques socio-démographiques mais aussi par ses propres critères d'accessibilité, de cyclabilité, ou encore d'opportunité. Ainsi, en s'apercevant que chaque cycliste réalise un type de déplacement singulier, il paraît plus pertinent de créer plusieurs indicateurs d'équité selon différents profils de cyclistes.

Ce travail fût la première étape de mon travail : analyser précisément le besoin de la mission principale afin d'aboutir à un objectif plus précis. Les différentes étapes réalisées jusqu'ici ont permis de mieux comprendre l'objectif de la mission jusqu'à le reformuler pour pouvoir y répondre efficacement. Cet exercice m'a également appris à mieux réutiliser les données ou connaissances accumulées par un travail déjà fait en amont. En effet, j'ai réalisé de nombreux projets au sein de ma formation, structurés, comme tout projet, en deux phases principales : un diagnostic puis une proposition de solutions. Cependant, lors de la réalisation des premiers projets, en général, toutes les informations recueillies dans le diagnostic étaient difficiles à mettre en lien avec la deuxième phase : certaines données restaient inutilisées par manque de temps ou par manque de compréhension. Ainsi, cette création de profils de cyclistes m'a permis d'apprendre à prendre le temps d'analyser chaque information présente au sein d'un diagnostic, correspondant ici à l'état de l'art et aux schémas. Cela m'a aussi montré l'importance de réutiliser le travail réalisé auparavant, afin de ne pas s'éloigner de l'objectif principal, et au contraire, d'y répondre le plus justement possible.

4. Réalisation d'un indicateur d'équité cycliste

La conclusion du travail effectué précédemment est qu'il faut créer plusieurs indicateurs d'équité adaptés à différents profils de cyclistes, afin de les visualiser sur un territoire donné en vue de spatialiser les endroits sur lesquels il faut, ou non, intervenir afin d'améliorer l'équité d'un réseau cyclable. Ainsi, il est possible de concevoir la solution permettant de répondre à l'objectif.

D'après l'état de l'art et les schémas réalisés, il semble que les problèmes d'iniquité cycliste interviennent majoritairement durant les étapes de l'accès à un réseau cyclable ou à une destination, ainsi que lors du trajet sur une infrastructure cyclable (en termes de qualité). Les opportunités sont également importantes, puisqu'elles déterminent les destinations visées par les différents types de cyclistes, ce qui modifie les trajets, et donc les distances ou les types d'infrastructures cyclables à traverser. Les opportunités sont donc induites dans des calculs de distance à parcourir ou de mesure de la qualité d'un réseau cyclable. De cette façon, en s'inspirant de méthodes présentées dans la littérature et de l'ensemble des étapes de travail réalisées durant le stage, l'indicateur d'équité cycliste s'exprime selon la formule suivante :

$$I_{\text{équité}} = \left(\frac{1}{2} I_{\text{accessibilité}} + \frac{1}{2} I_{\text{cyclabilité}} \right) * 100$$

Les indices d'accessibilité $I_{\text{accessibilité}}$ et de cyclabilité $I_{\text{cyclabilité}}$ sont calculés grâce à des sous-indices s'inspirant des composantes utilisées pour caractériser les différents profils de cyclistes (Cf. « 3. Réalisation de profils de cyclistes », page 13).

Par manque de temps durant le stage, l'indicateur d'équité cycliste n'a été réalisé que pour un profil de cycliste « enfant ». Ainsi, certaines valeurs des sous-indices qui composent l'indicateur d'équité s'adaptent selon le profil de ce type de cycliste. Ces valeurs sont mises en évidence en couleur verte au sein de ce rapport ainsi que dans les annexes.

Afin de visualiser l'indicateur d'équité et ses indices, plusieurs représentations cartographiques ont été réalisées sur le logiciel QGIS avec un carroyage de 200 mètres sur 200 mètres produit par l'INSEE, de façon à avoir une certaine précision sur les résultats obtenus. Étant donné qu'un des objectifs à long terme du projet est de caractériser géographiquement l'équité cycliste du territoire de Tours Métropole Val-de-Loire, le terrain d'étude choisi est le même pour visualiser cet indicateur. Pour ce faire, on considère alors les infrastructures cyclables issues de la Base Nationale des Aménagements Cyclables (BNAC)¹ comprenant piste cyclable, bande cyclable, double sens cyclable piste/bande/non matérialisé, voie verte, vélo-rue, voie partagée vélo-bus, rampe, goulotte, aménagement mixte piéton-vélo hors voie verte, Chaussée à Voie Centrale Banalisée (CVCB), accotement revêtu hors CVCB, et autres.

4.1 L'indice d'accessibilité $I_{\text{accessibilité}}$

4.1.1 Théorie

L'indice d'accessibilité se décompose en trois sous-indices :

- I_{O-AC} représentant la distance entre un lieu d'origine et un réseau cyclable
- $I_{\text{park-OPP}}$ illustrant la présence de parkings vélos près d'une opportunité
- I_{O-OPP} représentant la totalité d'un trajet, c'est-à-dire la distance entre un lieu d'origine et l'opportunité visée

$$I_{\text{accessibilité}} = \frac{1}{3} I_{O-AC} + \frac{1}{3} I_{\text{park-OPP}} + \frac{1}{3} I_{O-OPP}$$

Chaque sous-indice correspond à une proportion entre 0 et 1 de la longueur en mètre des infrastructures cyclables respectant certaines conditions au sein d'un carreau de 200 mètres sur 200 mètres. Par exemple, les infrastructures cyclables considérées pour le calcul du sous-indice I_{O-AC} sont celles étant les plus proches des lieux d'origine, c'est-à-dire au plus à 350 mètres (Figure 8).

$$I_{O-AC} = \frac{\text{Part de la longueur des infrastructures cyclables au sein d'un carreau situées à moins de 350 m d'un lieu d'origine}}{\text{Longueur totale des infrastructures cyclables dans un carreau}} = \frac{\text{Longueur des infrastructures cyclables} \leq 350 \text{ m de l'origine}}{\text{Longueur totale des infrastructures cyclables dans un carreau}}$$

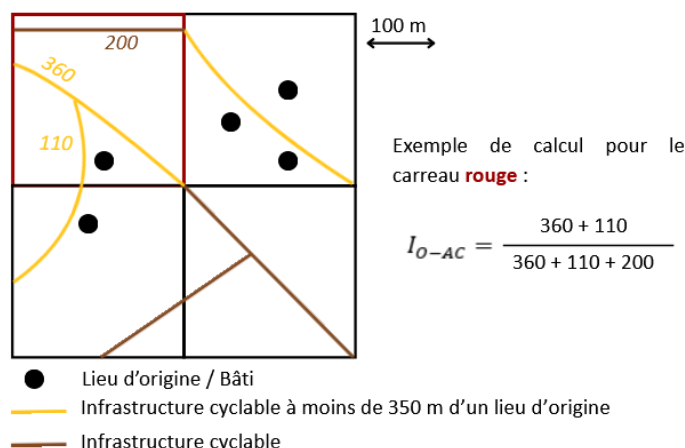


Figure 8 : Schéma illustrant la façon dont est calculé I_{O-AC} (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Les précisions sur les deux autres sous-indices sont présentes en *Annexes 15 et 16* (pages 39 à 40).

¹ Ministère de l'Aménagement du Territoire et de la Décentralisation. « Base Nationale des Aménagements Cyclables - Export national OpenStreetMap ». <https://transport.data.gouv.fr/datasets/amenagements-cyclables-france-metropolitaine/>

4.1.2 Limites rencontrées

Le calcul de l'indice d'accessibilité a cependant rencontré certaines limites survenues durant sa réalisation. En effet, par manque de temps et de connaissances, les distances mesurées pour calculer l'indice d'accessibilité ne correspondent pas à des distances réseau, représentant plus fidèlement la réalité, mais à des distances à vol d'oiseau, calculées à l'aide de zone tampon autour d'un point d'origine. Sur des petites longueurs, cette méthode est convenable pour le calcul de tous les sous-indices, mais ce n'est donc pas le cas pour I_{O-OPP} . En effet, ce dernier se base sur une longue distance représentant un trajet origine-opportunité au sein d'un carreau, ainsi la mesure d'une telle longueur n'a pas de sens si elle est calculée selon une distance à vol d'oiseau. Étant donné que la solution la plus rapide, à cause du temps imparti durant ce stage, était de n'utiliser que des distances à vol d'oiseau, le sous-indice I_{O-OPP} n'a pas été calculé au sein de l'indicateur d'équité.

4.2 L'indice de cyclabilité $I_{cyclabilité}$

4.2.1 Théorie

L'indice de cyclabilité se décompose en cinq sous-indices, correspondant aux critères de cyclabilité : la sécurité I_{sec} , l'attractivité I_{att} , le confort I_{conf} , la continuité I_{cont} et la directivité I_{direct} d'une infrastructure cyclable.

$$I_{cyclabilité} = \frac{1}{5} I_{sec} + \frac{1}{5} I_{att} + \frac{1}{5} I_{conf} + \frac{1}{5} I_{cont} + \frac{1}{5} I_{direct}$$

De la même manière que précédemment, chacun de ces sous-indices correspond à une proportion entre 0 et 1. Chaque calcul s'inspire fidèlement de la classification des différentes composantes des critères de cyclabilité, ayant permis de réaliser les profils de cyclistes (Cf. « 3. Réalisation de profils de cyclistes », page 13).

Par exemple, le sous-indice représentant la sécurité I_{sec} est calculé selon les trois mêmes facteurs que pour la réalisation des profils de cycliste :

- I_{frq} La fréquence du trafic routier aux-alentours d'une infrastructure cyclable
- I_{vit} La vitesse du trafic routier aux-alentours d'une infrastructure cyclable
- I_{typo} La typologie de l'infrastructure cyclable

Ainsi, I_{sec} s'exprime selon la formule suivante :

$$I_{sec} = \frac{1}{3} I_{frq} + \frac{1}{3} I_{vit} + \frac{1}{3} I_{typo}$$

Chacune de ces composantes correspond également à une proportion entre 0 et 1, permettant d'estimer la fréquence, la vitesse du trafic routier, ou bien la typologie d'une infrastructure cyclable afin de déterminer son niveau de sécurité par rapport à certaines conditions, relatives au profil de cycliste concerné.

Par exemple, dans le cas d'un cycliste enfant, I_{frq} correspond à la part des routes à moins de cinq mètres d'une infrastructure cyclable, dont la fréquence du trafic routier est faible ou nulle au sein d'un carreau de 200 mètres sur 200 mètres (Cf. Figure 6, page 13). Cette proportion s'exprime selon le calcul suivant :

$$I_{frq} = \frac{\text{Longueur des routes dont le critère } \textbf{Importance} \geq 5}{\text{Longueur totale des routes dans un carreau}}$$

La couche des routes permettant de réaliser ce calcul est issue de la BDTopo du transport². En s’inspirant de la méthode de KALISKY (2024), le champs “Importance” contenu dans la BDTopo est utilisé pour estimer la fréquence du trafic routier. En effet, cet attribut correspond à “une hiérarchisation du réseau routier [...] sur l’importance des tronçons de route pour le trafic routier”³. Il possède six valeurs allant de 1, où le trafic routier est particulièrement important (autoroutes, routes nationales, ...), jusqu’à 6, où le trafic routier est inexistant (sentiers, chemins, pistes cyclables, ...). Ainsi, on considère que les infrastructures cyclables à proximité de routes (au plus à cinq mètres) dont le champs “Importance” est supérieur à 5 sont adaptées à un cycliste enfant. Le choix de cette valeur particulière provient du travail réalisé en amont sur les profils de cyclistes (Cf. Figure 7, page 14).

Les précisions sur les deux composantes restantes permettant d’estimer I_{sec} ainsi que celles sur le calcul des autres sous-indices (I_{att} , I_{cont} , I_{direct} , $I_{confort}$) sont présentes en Annexes 17 à 21 (pages 40 à 43).

4.2.2 Limites rencontrées

De la même façon que pour l’indice d’accessibilité, le fait que les longueurs calculées soient relatives à des distances à vol d’oiseau pose un problème dans le calcul de l’indice de cyclabilité. En effet, le sous-indice permettant d’estimer la directivité d’une infrastructure cyclable I_{direct} n’a pas pu être calculé. Ce dernier est composé de deux composantes : le temps du trajet origine-opportunité $Temps_{trajet}$ et le nombre d’intersections au sein d’un tel parcours $N_{intersections}$ (Cf. Annexe 20, page 42). Tout d’abord, similairement au calcul de I_{O-OPP} le temps de trajet ne peut être déterminé qu’avec la longueur d’un trajet origine-opportunité, qui est pertinente seulement si elle correspond à une distance réseau. En plus de cette contrainte, l’absence de données pour la mesure de $N_{intersections}$ a confirmé le choix de ne pas calculer le sous-indice I_{direct} au sein de l’indicateur d’équité.

4.3 Résultat : l’indice d’équité cycliste $I_{équité}$

Les limites rencontrées dans la mise en pratique de l’indicateur d’équité cycliste, telle que l’utilisation de distances à vol d’oiseau plutôt que réseau, ou encore l’absence de données facilement obtenables, ont posé un problème quant à la fiabilité du résultat obtenu, qui ne représente donc pas fidèlement la réalité. Cependant, même si l’indicateur d’équité n’est pas exactement représentatif de l’existant, il permet tout de même de donner une tendance des infrastructures cyclables d’ores-et-déjà équitables pour certains profils de cyclistes.

² BD TOPO®. <https://www.data.gouv.fr/datasets/bd-topo-r/>

³ IGN, Géoservices. « Documentation BDTopo ». https://documentation.geoservices.ign.fr/troncon_de_route&BDTopo

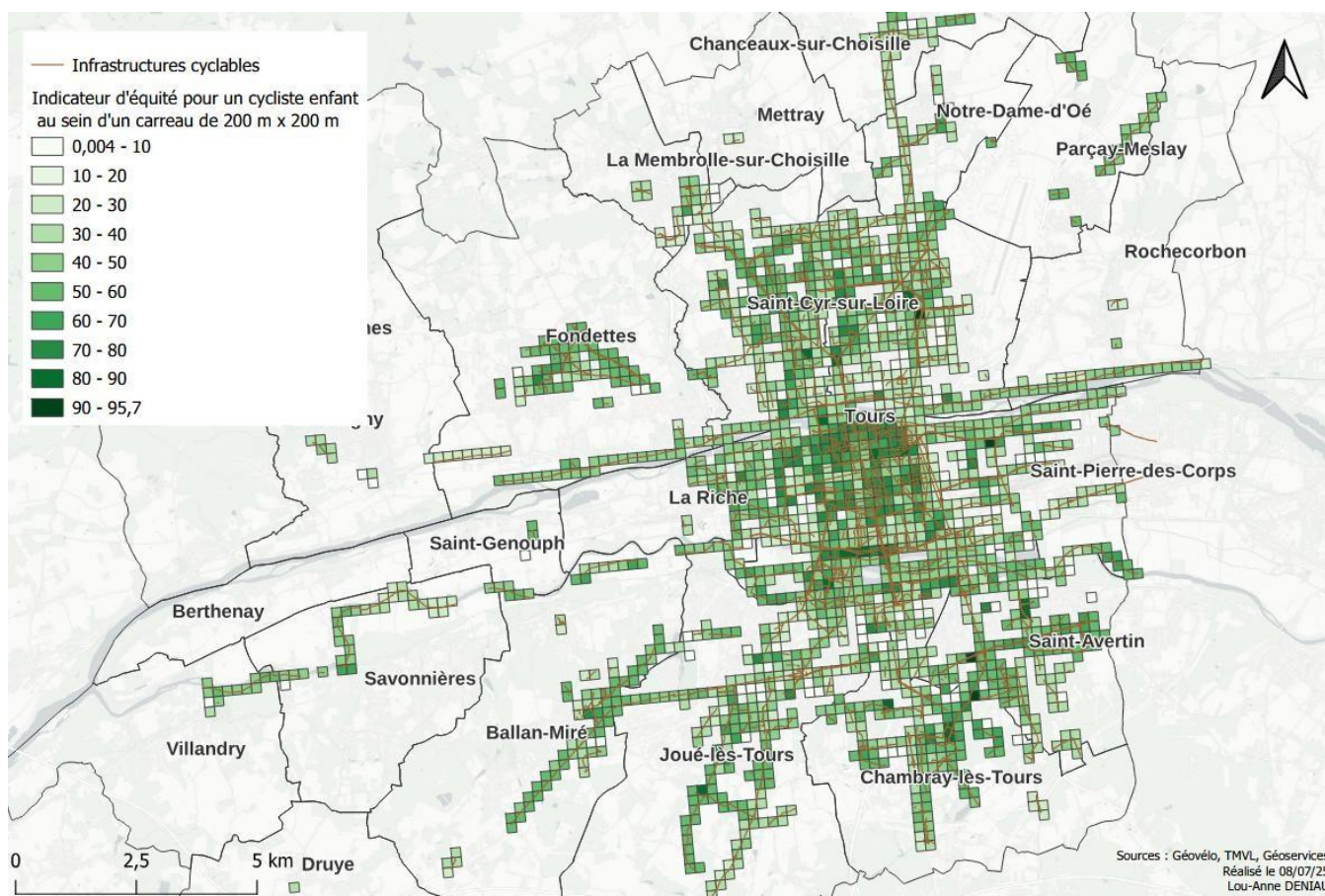


Figure 9 : Indicateur d'équité cycliste pour un cycliste « enfant » au sein de la Métropole de Tours (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

L'indicateur d'équité cycliste présenté en Figure 9 démontre que les infrastructures cyclables sont particulièrement équitables pour des cyclistes enfants au sein de la ville de Tours, en particulier au sein de son centre-ville. Le score d'équité au sein des autres communes est moins important, mais se situe tout de même autour des 50 %. De plus, on constate qu'un problème de discontinuité des liaisons entre Tours et les communes adjacentes est illustré par cet indicateur d'équité. En effet, chaque aménagement cyclable situé entre les communes possède un score particulièrement faible, aux alentours de 30%, ou bien une absence d'infrastructures, si bien qu'il est plutôt difficile pour un cycliste enfant de rejoindre Tours en partant des autres villes voisines.

Il est important de préciser que cet indicateur d'équité cycliste a été conceptualisé au travers de l'hypothèse la plus simple : aucune pondération particulière n'a été appliquée, autant pour les indices que les sous-indices. Il aurait par exemple pu être pertinent de pondérer positivement les sous-indices relatifs à la sécurité pour un indicateur d'équité appliqué à un cycliste enfant. Ce choix d'hypothèse s'explique d'une part grâce à la littérature scientifique, où généralement, les pondérations sont identiques, estimant que chaque composante n'est pas plus importante qu'une autre dans le calcul de l'équité cycliste. D'autre part, cette hypothèse semblait la plus pertinente afin de réaliser dans son intégralité l'indicateur d'équité cycliste pour un cycliste enfant aux vues de la contrainte du temps imposée par la fin du stage.

De plus, cet indicateur ne considère que les infrastructures cyclables issues de la BNAC, c'est-à-dire des aménagements construits et prévus pour la circulation des cyclistes. Or, il est important d'utiliser ce qui est déjà existant, comme des chemins, des sentiers ou même des tronçons de routes adaptés aux cyclistes, avant de continuer à urbaniser les villes avec des aménagements cyclables qui feront doublon. Ainsi, la faiblesse de cet indicateur d'équité cycliste est qu'il ne prend pas en compte le réseau

routier, dont certains tronçons pourraient très bien être empruntés par les cyclistes sans être plus dangereux qu'une infrastructure cyclable.

Cette étape de la création puis de la visualisation d'un indicateur d'équité cycliste était particulièrement enrichissante. Dans un premier temps, je pouvais enfin mettre en œuvre le fruit de mon travail de recherche et d'analyse, me permettant également de m'apercevoir de ses atouts, de ses défauts, et de ses limites. D'autre part, j'ai pu améliorer mes compétences en SIG grâce à la découverte de nouvelles méthodes de réalisation (utiliser un carroyage pour calculer un indice) et de nouvelles extensions (analyse de la discontinuité avec le plug-in « Disconnected Islands »⁴). Enfin, le fait d'utiliser le logiciel QGIS avec un projet que je réalisais moi-même m'a permis de mieux comprendre le processus des outils de géotraitement, ce qui a amélioré mon efficacité à comprendre leur processus, et donc à résoudre des problèmes un peu plus complexes.

Finalement, la mission principale de ce stage m'a permis de réaliser de A à Z une sorte de demande client, la création d'un indicateur d'équité cycliste, en passant par l'analyse et la traduction d'un besoin jusqu'à la justification la conception puis la production d'une solution, le tout en organisant chaque phase du projet de façon autonome jusqu'à la réalisation de l'objectif.

Missions supplémentaires

1. Organisation d'un workshop sur la problématique des déplacements à vélo

D'autres missions m'ont été attribuées au sein de ce stage, telle que l'organisation d'un workshop sur la problématique des déplacements à vélo. Le but de ce dernier est de réunir des chercheurs ou enseignants-chercheurs de l'Université de Tours issus de disciplines différentes mais travaillant ou ayant déjà travaillé sur la question du vélo. Ce workshop a pour volonté de faire émerger des discussions pluridisciplinaires autour d'une problématique commune que sont les déplacements à vélo, afin que chacun puisse apporter son expertise vis-à-vis d'un domaine particulier.

Cette tâche m'a permis de découvrir de nouvelles compétences que je n'ai jamais eu l'occasion de réaliser au sein d'un projet académique. En effet, la sélection des intervenants, les mails d'invitation à rédiger de façon clairs et précis, les éventuels entretiens avec les participants pour apporter des précisions, la réception des réponses et la transmission aux membres du projet, les relances, ou encore la sélection des dates et horaires selon les disponibilités de chacun, sont tant d'actions que j'ai été amenée à réaliser de manière continue durant le stage, toujours en communiquant de façon claire et compréhensible avec les individus concernés. D'ailleurs, j'ai pu en apprendre davantage sur la communication pour informer de façon transparente les intervenants par mails ou par entretiens, qui est différente de celle pour transmettre des informations à l'aide de support de communication par exemple. De plus, grâce à l'organisation de ce workshop, j'ai eu l'opportunité de véritablement travailler en équipe avec les membres du projet. Le partage des connaissances, en l'occurrence ici des contacts, ainsi que l'entraide pour écrire des mails d'information compréhensibles, m'ont à nouveau confirmé l'importance qu'un projet soit mené par une équipe composée de membres issus de domaines d'expertise différents, mais qui se complètent.

⁴ Team, Q. W. « Disconnected Islands — QGIS Python plugins repository ». <https://plugins.qgis.org/plugins/disconnected-islands/>

2. Réalisation d'entretiens auprès d'acteurs travaillant dans le domaine des données cyclables

Afin de concrétiser correctement la mission principale de ce stage, à savoir visualiser l'indicateur d'équité cycliste sur un territoire donné, il était nécessaire d'obtenir une base de données d'aménagements cyclables. Comme expliqué précédemment, les données des infrastructures cyclables utilisées pour ce travail étaient issues de la BNAC. Or, cette dernière n'a pas été choisie au hasard. En effet, les aménagements cyclables étant l'objet principal sur lequel repose la mesure de l'indicateur d'équité cycliste, il était essentiel de comprendre chaque tenants et aboutissants de la base de données utilisée, de la façon dont elle est construite jusqu'aux simplifications qu'elle possède. Cela permet à la fois de crédibiliser la mesure de l'indicateur tout en sachant justifier les éventuelles limites du résultat obtenu.

Dans un premier temps, la base de données cyclables utilisée fût celle provenant de l'OpenData du Syndicat des Mobilités de Touraine (SMT)⁵. Cependant, nous avons constaté quelques divergences avec la réalité : données manquantes, problème de typologie, etc. Bien que ces données soient fournies par le SMT, il est précisé qu'elles sont issues d'OpenStreetMap et traitées par Geovelo : un mélange de contributeurs et de données qui a suscité beaucoup d'interrogations entre les membres du projet.

Afin d'y répondre, deux entretiens ont pu être réalisés avec :

- Sabine CARETTE, chargée de l'Observatoire des Mobilités et Modélisation au SMT
- Samuel DESCHAMPS-BERGER, responsable GéoData chez Geovelo

2.1 Entretien avec Sabine CARETTE, chargée de l'Observatoire des Mobilités et Modélisation au Syndicat des Mobilités de Touraine

Le SMT exerce la compétence mobilité sur la Métropole de Tours, comprenant les communes au sein de son périmètre administratif, mais aussi sur trois communes annexes (Vernou-sur-Brenne, Vouvray et La Ville-aux-Dames). Cet entretien nous a permis de confirmer que les données des aménagements cyclables utilisées par le SMT proviennent de données issues d'OpenStreetMap (Cf. « 4. Journées OpenStreetMap », page 25) qui sont elles-mêmes traitées par Geovelo (Cf. « 2.2 Entretien avec Samuel DESCHAMPS-BERGER, responsable GéoData chez Geovelo », page 21). Néanmoins, les données récupérées par le SMT sont tout de même analysées par leur équipe, afin de les traduire dans un modèle plus complexe apportant des précisions sur les infrastructures cyclables de la ville.

En plus de répondre à nos interrogations, cet entretien a été particulièrement enrichissant sur la compréhension de l'organisation et du fonctionnement d'un organisme public comme le SMT. Concernant l'organisation, même si le SMT possède la compétence mobilité, des liens sont présents, voire parfois superposés, avec la compétence infrastructure appartenant à la Métropole de Tours. De plus, de nombreux acteurs différents interviennent au sein des projets : entre les bureaux d'études comme Transamo⁶, les sociétés d'économie mixte comme le groupe SET⁷, les associations comme le Collectif Cycliste 37⁸ ou encore les élus, chaque acteur possède ses propres compétences et son propre avis qu'il transmet. Ainsi, l'organisation d'un projet est bien plus complexe qu'il n'y paraît, et les échanges entre tous les acteurs sont essentiels pour qu'il puisse être mené à bien.

⁵ Ministère de l'Aménagement du Territoire et de la Décentralisation. « Aménagements cyclables - Tours Métropole - Open - Syndicat des Mobilités de Touraine ». <https://transport.data.gouv.fr/datasets/pistes-cyclables-tours-metropole-val-de-loire>

⁶ Transamo. <https://transamo.fr/>

⁷ Groupe SET. « Accueil - Groupe SET ». <https://set.fr/>

⁸ Collectif Cycliste 37. « Collectif Cycliste 37 - Faire du vélo une évidence ». <https://www.cc37.org/>

Concernant le fonctionnement et l'évolution des projets de mobilité, ces derniers sont souvent accompagnés de référentiel précisant le fil directeur à suivre lors de la réalisation. Or, ces schémas directeurs ne sont très souvent pas respectés à la lettre, contrairement à ce que j'imaginais. Par exemple, dans le cadre du projet Vélival⁹ à Tours, où 13 nouveaux itinéraires vélo ont été spatialisés selon un référentiel, les infrastructures cyclables en construction ne sont pas réalisées de leur entrée à leur sortie mais par petites portions. Cela est dû à la réalité du terrain qui ne permet pas de respecter le référentiel, souvent par manque d'espace (par exemple, si la largeur d'une infrastructure cyclable prévue par le référentiel n'est pas compatible avec une portion de routes pas assez large, sur laquelle sont pourtant réalisés les travaux). De nombreuses demandes de dérogations ont alors lieu pour permettre l'avancement d'un projet, construit à quelques exceptions près par rapport au référentiel d'origine. Ainsi, rien ne se déroule jamais parfaitement, il reste toujours quelques détails qui n'ont pas été anticipés complètement par rapport à la complexité du terrain. En apprendre davantage sur les disparités entre référentiel et projet concret a permis de renforcer encore plus l'importance donnée au fait de se rendre sur le terrain, que j'ai été amenée à pratiquer durant certains projets à l'issue de ma formation (« Projet de quartier durable » durant le semestre d'étude en Belgique, « Sociologie urbaine » et « Projet d'aménagement » durant la formation à Polytech Tours).

2.2 Entretien avec Samuel DESCHAMPS-BERGER, responsable GéoData chez Geovelo

Comme expliqué par le premier entretien, les données cyclables de Geovelo proviennent d'OpenStreetMap (Cf. « 4. Journées OpenStreetMap », page 25) et sont ensuite converties dans des modèles particuliers : soit le modèle national de la BNAC, qui a finalement été utilisé au sein de ce stage pour le calcul d'un indicateur d'équité, soit des modèles résultant de demandes spécifiques des collectivités.

En effet, bien qu'à l'origine l'objectif de l'entreprise était de créer un GPS vélo par ville afin d'encourager la mobilité active, Geovelo est aujourd'hui plutôt un acteur de la transition vers la mobilité douce pour les individus, mais également pour les collectivités et les entreprises. Ainsi, il propose des programmes d'aides aux collectivités et aux entreprises pour les épauler dans la gestion de leurs données cyclables. Ces programmes offrent une aide à la numérisation des données, à l'accompagnement sur l'analyse du réseau et la compréhension de leur plateforme « cycling sights », et enfin si le client le demande, à l'analyse des données cyclables pour faire des propositions d'aménagement en vue d'améliorer leur réseau.

Au fil de la discussion avec Monsieur DESCHAMPS-BERGER, j'ai perçu quelques ressemblances entre le travail réalisé durant ce stage et la façon dont Geovelo analyse des données cyclables avec leur plateforme « cycling sights ». En effet, similairement aux indices de cyclabilité et d'accessibilité conceptualisés durant ce stage, l'entreprise utilise des données sur l'état de la voirie pour mesurer le confort d'une infrastructure cyclable, la fluidité du trafic vélo selon le temps d'attente à un carrefour ou à un feu rouge qui illustre la directivité d'un réseau, ou encore les flux origine-destination réalisés par les cyclistes représentant l'accessibilité aux opportunités. Ainsi, Geovelo utilise de nombreuses données particulièrement intéressantes pour le projet ARBITRAGE, n'ayant pas pu être exploitées durant le stage par leur difficulté à les obtenir, comme le temps d'attente des cyclistes aux intersections, les différents types de vélos (exerçant une influence sur le trajet parcouru) ou encore la dégradation de l'infrastructure cyclable.

De plus, Geovelo développe un calculateur d'itinéraires cyclables pour différents personnat, tout comme l'indicateur d'équité créé durant le stage, s'adaptant à différents profils de cyclistes. Bien que

⁹ Tours Métropole Val de Loire. « Vélival, des itinéraires pour se déplacer en vélo en toute sécurité ». <https://www.tours-metropole.fr/velival-des-itineraires-pour-se-deplacer-en-velo-en-toute-securite-dans-la-metropole>

l'idée soit similaire, les types de cyclistes sélectionnés ne sont pas les mêmes, ce qui permet de prendre du recul sur les choix réalisés et de s'interroger sur d'éventuels profils oubliés ou moins bien représentés. Par exemple, leur calculateur d'itinéraire propose un trajet sécurisé si le personnage sélectionné est une famille, tandis que l'indicateur d'équité mettra l'accent sur la sécurité si le cycliste est un enfant. Or, il est vrai que ce type de cycliste se déplace le plus souvent en famille, ainsi un certain nombre d'individus est omis par le seul profil de l'enfant. Au contraire, Geovelo ne propose pas d'itinéraire sécurisé dédié aux femmes, alors que de nombreux articles scientifiques les considèrent comme particulièrement vulnérables, comparé aux hommes, en termes d'équité cycliste.

2.3 Conclusion des entretiens

En plus d'apporter des réponses à nos interrogations et de sélectionner la base de données cyclables sur laquelle repose tout le calcul de l'indicateur d'équité, ces entretiens m'ont permis de mieux comprendre le fonctionnement, d'une part d'un organisme public comme le SMT, d'autre part d'une entreprise privée comme Geovelo. J'ai pu en apprendre davantage sur le fonctionnement concret de projets (en particulier de mobilité) et sur l'importance des échanges entre les nombreux acteurs rentrant en jeu. J'ai également pris du recul sur le travail que j'ai réalisé auparavant, en questionnant par exemple la pertinence de mes choix quant aux profils de cyclistes sélectionnés, et surtout, en apprenant à les justifier.

Autres évènements

1. Les 1ères rencontres du SERM

Durant ce stage, j'ai eu la chance de recevoir une invitation afin d'assister aux premières rencontres du Service Express Régional Métropolitain (SERM) de Touraine, projet ferroviaire visant à créer huit nouvelles lignes de trains régionaux afin d'améliorer la desserte de la Métropole de Tours. L'objectif est de favoriser le renouvellement urbain autour des gares afin de désenclaver les territoires, et surtout, éviter l'étalement urbain.

Cet évènement fût la première expérience de réunion publique à laquelle j'assistais. En lien avec ce que j'ai retenu de l'enquête auprès d'un membre du SMT, cet évènement m'a permis de mieux visualiser les nombreux acteurs différents impliqués dans un projet de cette envergure. En effet, en plus des élus de la région, le Coordinateur National des SERM du ministère des Transports Monsieur Edouard PARANT, le Directeur National du Programme SERM de SNCF Réseau et SNCF Gares et Connexions Monsieur Thomas ALLARY, la Directrice déléguée – Territoires chez AREP Madame Hiba DEBOUK, et bien d'autres acteurs, étaient également présents pour intervenir lors de tables rondes sur le sujet des SERM. Ainsi, acteurs publics comme privés jouent un rôle important dans la réalisation d'un projet de mobilité d'une telle ampleur.

De plus, hormis la question du SERM de Touraine, de nombreux questionnements annexes se posent et sont tout aussi importants afin que le projet soit un succès. En effet, pour que les habitants soient incités à changer leur pratique de transport pour un réseau intermodal, il faut travailler sur la simplicité et la fluidité de ce dernier, sur l'aménagement autour des gares afin d'éviter une impossibilité de stationnement, sur l'unification et la simplicité des billettiques et des tarifications, etc. L'objectif est de résoudre en amont les éventuelles contraintes perçues par les citoyens afin que le projet soit accepté et utilisé par une grande partie de la population le plus rapidement possible. Mais les besoins des usagers ne sont pas les seules préoccupations. Philippe FOURNIE, Vice-Président délégué aux mobilités, aux transports et aux intermodalités à la Région Centre-Val-de-Loire, insiste sur le fait qu'il est nécessaire d'imaginer le SERM de façon multi-usage. Par exemple, plutôt que de faire rouler des trains sans voyageur durant les heures creuses, il peut être intéressant de les utiliser pour une autre fonction comme le transport de marchandises ou de colis.

Ce que je retiens de ces interventions est que la réflexion autour d'un projet ne concerne pas seulement le sujet principal mais aussi énormément d'autres questionnement annexes, qui nécessitent un travail d'équipe entre de nombreuses personnes issues de secteurs différents.

Enfin, Olivier SCHAMPION, Chargé d'étude Transport-Mobilité à l'Agence d'Urbanisme de l'agglomération de Tours, a présenté la démarche réalisée avant d'aboutir à l'élaboration du plan du SERM de Touraine. Similairement aux projets académiques que j'ai pu réaliser, cette démarche est composée d'un diagnostic des 20 futurs points d'accès au SERM, d'une sorte de benchmark sur des sites intéressants en Europe en guise d'inspiration pour l'aménagement des gares, d'une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) sur les dix futurs points d'accès au SERM sélectionnés, et enfin la réalisation d'un guide de planification urbaine pour aider à l'aménagement de SERM. J'ai trouvé particulièrement intéressant d'avoir pu assister à la présentation d'un diagnostic et d'une OAP d'un véritable projet, puisque j'ai également été amenée à utiliser ces outils au sein des projets académiques réalisés durant ma formation (notamment « Approche environnemental de l'aménagement »). Cette intervention m'a permis de comparer, et surtout de percevoir la ressemblance entre les résultats de nos travaux académiques et ceux issus d'un projet concret.

Ainsi, cette première réunion publique m'a permis de découvrir un projet d'une grande ampleur tel que le SERM, ayant l'ambition de changer les pratiques de transport des habitants pour des mobilités moins carbonées. Cet événement m'a également ouvert les yeux sur le nombre si importants d'acteurs, issus du public ou du privé, jouant un rôle dans de tels projets d'aménagement et de mobilités. Enfin, visualiser la démarche d'un projet concret comme le SERM de Touraine m'a permis de véritablement me rendre compte des nombreuses connaissances et compétences que j'ai acquis à l'aide ma formation, ce qui conforte dans le fait que le monde professionnel n'est pas si éloigné des projets académiques que j'ai eu l'opportunité de réaliser.

2. Rencontres doctorales en urbanisme de l'APEREAU

J'ai également eu la chance d'assister à des présentations de thèse de doctorants grâce aux rencontres doctorales en urbanisme de l'Association pour la Promotion de l'Enseignement et de la Recherche en Aménagement et Urbanisme (APEREAU). Ces rencontres permettent aux doctorants travaillant dans le domaine de l'urbanisme de venir présenter leurs travaux, d'assister à ceux des intervenants, mais surtout d'échanger avec d'autres doctorants, enseignants-chercheurs ou professionnels de l'urbanisme et de l'aménagement.

Les présentations auxquelles j'ai assisté sont en lien avec le sujet de ce stage, c'est-à-dire la mobilité, mais sont aussi en rapport avec l'urbanisme, qui est le domaine principal de ma formation académique. Tout d'abord, la partie méthodologique de la thèse de Benjamin SAUVERE, intitulée « *Pour un urbanisme relationnel : analyse multiscalaire des liens sociaux dans les petites villes* », m'a particulièrement intéressé. L'objectif de cette thèse est de comprendre ce qui fait que les individus ont un ancrage territorial au sein des « petites villes », c'est-à-dire un sentiment d'appartenance profond à ces espaces. Le but, à long terme, est de localiser des lieux déjà existants afin de les valoriser et les réutiliser, plutôt que d'aménager de nouveaux espaces en surestimant la capacité financière des villes et en s'opposant aux principes du développement durable. Pour atteindre son objectif, l'intervenant a présenté sa méthodologie, combinant à la fois des données quantitatives et qualitatives. En effet, afin de localiser les espaces clés à valoriser, il faut d'abord que ces derniers soient acceptés par la population. Ainsi, les données qualitatives correspondent aux résultats d'entretiens interrogeant les individus sur leur pratique et leur niveau de sociabilité. Avant cela, un recensement des différents espaces de rencontre, correspondant à des données quantitatives, est essentiel en vue de localiser des lieux destinés à devenir plus attractifs. Cette méthodologie montre l'importance de bien comprendre la problématique d'une mission afin de considérer toutes les étapes et résultats intermédiaires nécessaires à sa résolution.

Dans le domaine de la mobilité, la thèse de Burcin YILMAZER, intitulée « *Petites gares ferroviaires et intermodalité : quelles innovations pour l'aménagement des interfaces entre train léger et territoires peu denses ?* » m'a, dans un premier temps, permis d'enrichir mon vocabulaire sur ce que sont les « petites gares », les « petites lignes » ainsi que les « territoires peu denses », ce dernier est un terme que j'avais d'ailleurs déjà découvert au sein d'un article scientifique durant la réalisation de l'état de l'art de ce stage. De plus, j'ai eu l'occasion d'en apprendre davantage sur le projet TELLi porté par la SNCF, qui consiste à redynamiser les lignes de desserte fine du territoire par des trains innovants produisant très peu d'émissions de CO₂ (alimentation par des batteries, utilisation de matériaux recyclés et recyclables, légèreté, etc.). Surtout, ce qui m'a particulièrement animée et intéressée lors de la présentation de cette thèse est l'importance accordée aux sciences humaines et sociales. Cette partie fait écho à la thèse précédente, prônant le fait que ces sciences sont essentielles à prendre en compte lors de la réalisation de nouveaux aménagements afin qu'ils répondent aux besoins des usagers. Ces travaux particulièrement intéressants sur un projet tel que TELLi, qui me semble totalement pertinent dans le contexte de la transition écologique, a davantage renforcé mon intérêt déjà existant pour les sciences humaines et sociales, que j'aimerai être amenée à développer et à approfondir dans un futur stage, voire emploi.

Enfin, la dernière présentation à laquelle j'ai assisté concerne la thèse d'Ana Francheska DEJESUS MERCADO, nommée « *Evaluation du transport public dans la ville de Santiago de los Caballeros* ». L'objectif de cette dernière est de savoir s'il existe des mesures nécessaires pour adapter le système de transport aux besoins actuels et futurs de la ville de Santiago de los Caballeros et de ses habitants. L'originalité de ce projet réside dans sa réflexion sur les défis contemporains à appliquer dans une ville latino-américaine. Par exemple, une partie de la méthodologie consiste à réaliser une enquête de mobilité inspirée de celles réalisées par le CEREMA (les EMC²)¹⁰, tout en s'adaptant au contexte de l'Amérique latine. Cette idée de s'inspirer de l'existant pour tenter une adaptation à d'autres contextes, qu'ils soient territoriaux ou politiques, fait particulièrement écho à une situation similaire que j'ai découvert durant des recherches pour le projet « Projet de Recherche et Innovation » au sein de ma formation, sur le sujet « l'intégration de la biodiversité au sein des écoquartiers internationaux ». En effet, il est question de référentiels d'écoquartier durable qui sont parfois utilisés dans des pays où le contexte territorial est totalement différent de celui dans lequel ils ont été réalisés, ce qui pose donc des questions quant à leur efficacité. Étant donné que je vais continuer à travailler sur ce projet, la présentation de la thèse de Francheska DEJESUS MERCADO aura permis d'enrichir ce travail en illustrant un autre exemple d'adaptation de méthodes à un contexte différent.

En somme, chacune de ces présentations a enrichi mes connaissances sur leurs sujets respectifs grâce à un élargissement de mon vocabulaire, à une découverte de projets en cours de réalisation, ou encore à des méthodologies particulières. De plus, elles m'ont permis de mieux comprendre le domaine de la recherche : que ce soit par les différents acteurs concernés, par le temps conséquent et nécessaire à la réalisation de tels travaux, mais surtout par les étapes clés par lesquelles il est nécessaire de passer dans un travail de recherche (problématique, hypothèse, méthodologie, etc.). Ainsi, ces présentations m'ont permis d'avoir une vision plus claire, tant sur la forme et sur le fond, de ce qui est attendu dans des travaux de recherche scientifique. Ces connaissances me seront alors particulièrement utiles au sein du « Projet de Recherche et Innovation » que je vais poursuivre durant ma dernière année de formation.

¹⁰Cerema. « Les enquêtes mobilité EMC² ». <https://www.cerema.fr/fr/activites/mobilites/connaissance-modelisation-evaluation-mobilite/enquetes-mobilite-emc2>

3. Plan de Mobilité Touraine 2025-2035 et conférence-débat

J'ai eu l'opportunité d'assister à une conférence-débat organisée dans le cadre du Plan de Mobilité Touraine 2025-2035 par le Syndicat des Mobilités de Touraine, autour de la question suivante : comment faire évoluer nos déplacements en faveur des mobilités durables ? La sociologue et chercheuse experte des questions de mobilité et d'aménagement du territoire Stéphanie VINCENT était présente afin d'apporter des renseignements sur l'aspect social lié aux changements des pratiques de transport.

M'intéressant de plus en plus aux mobilités, j'ai eu un grand plaisir à découvrir les différents projets issus du Plan de Mobilité Touraine, à savoir le réseau cyclable Vélival, le développement de la seconde ligne de tramway ainsi que la création du Schéma Express Régional Métropolitain (Cf. « 1. Les 1ères rencontres du SERM », page 23). Cet événement a également mis en évidence les nombreuses missions traitées par un organisme tel que le SMT, qui ne concerne pas seulement les grands projets principaux mais aussi des sujets en parallèle, tels que la piétonisation des espaces publics ou encore l'amélioration du co-voiturage.

En plus des précisions apportées grâce à l'entretien auprès de Sabine CARETTE, les explications données au sein de cette conférence-débat m'ont permis de mieux comprendre le déroulement d'un projet et de toutes les étapes par lequel il doit passer. D'ailleurs, j'ai constaté de nombreuses similitudes avec la gestion de projet que j'ai découvert et réalisé durant ma formation : tout commence par l'élaboration d'un diagnostic pour analyser les enjeux, qui est nécessaire avant de déterminer les axes stratégiques à mettre en place en vue d'atteindre les objectifs visés.

Un des axes stratégiques semblant être au centre des préoccupations du SMT est l'accompagnement des individus pour les aider à changer leur pratique de mobilité. Cet aspect plutôt relatif aux sciences humaines et sociales démontre qu'un projet d'aménagement nécessite de prendre en compte l'avis des usagers afin de créer des espaces attractifs. Néanmoins, dans le cas de projets favorisant la mobilité durable, au-delà de prendre en compte le ressenti des individus, il est surtout nécessaire qu'ils acceptent de changer leurs habitudes de transport. Or ces changements sont difficiles à mettre en place, c'est pourquoi Stéphanie VINCENT était présente afin d'éclairer l'audience sur l'objet de ces difficultés, en analysant les différents freins à l'adoption de modes alternatifs. Cette intervention était particulièrement intéressante, tant d'un point de vue personnel que professionnel. J'en ai conclu que le domaine de la recherche est essentiel pour apporter des réponses avant la réalisation de projets d'urbanisme, afin d'anticiper les enjeux pour que ces derniers puissent être menés à bien. En l'occurrence ici, comprendre ce qui est un frein à l'adoption d'un nouveau moyen de transport durable permet de cibler les enjeux clés à résoudre.

Cependant, l'accompagnement à des changements de pratique ne suffit pas. Il est également nécessaire de travailler sur une nouvelle planification territoriale pour permettre à nos villes d'accueillir des modes de transports alternatifs. Ainsi, j'ai découvert le concept de « ville relationnelle », une ville où tout est en relation et où l'appropriation des espaces publics est au centre des préoccupations. Les nombreux exemples de quartiers relationnels déjà existants (espaces de cohabitation des générations, des modes de mobilité, espaces publics de qualité où la notion du temps reprend son sens, etc.) m'ont paru particulièrement intéressants et me serviront d'inspiration lors des prochains projets sur lesquels j'aurai l'occasion de travailler.

4. Journées OpenStreetMap

Les journées OpenStreetMap (OSM), durant lesquelles ont lieu des conférences et ateliers pour les contributeurs et les utilisateurs d'OSM, se sont déroulés à Tours cette année 2025. Grâce à Dominique ANDRIEU, membre du projet ARBITRAGE, j'ai eu l'opportunité d'assister à quelques conférences sur divers sujets ainsi qu'à un atelier de CartoPartie. OpenStreetMap une base de données bâtie par une communauté de cartographes bénévoles qui contribuent et maintiennent les données des routes, sentiers, cafés, stations ferroviaires et autres, partout dans le monde. Ainsi, OSM correspond à une carte du monde au sein de laquelle des données géographiques peuvent être ajoutées par n'importe qui. En effet, cette carte est libre d'utilisation sous licence libre.

Parmi les nombreuses connaissances qui nous ont été transmises, je retiens de ces journées en particulier les différentes significations que contient le terme de cartographie. En effet, au sein de ma formation, j'ai travaillé sur des logiciels de SIG et la création de cartographie avait pour but essentiel de communiquer une information géographique de façon claire. Néanmoins, durant certains autres cours (par exemple, « Projet de quartier durable » durant le semestre d'étude en Belgique, « Sociologie urbaine » durant la formation à Polytech Tours), j'ai été amenée à percevoir les espaces différemment, en considérant nos propres ressentis et expériences à l'aide de nos sens, afin de les représenter de façon sensible. Or, cet aspect de la représentation de l'espace n'a été expliqué que de façon plutôt scolaire. Ainsi, la conférence donnée par Florence TROIN lors des journées OSM a permis d'y donner un tout autre sens. J'en ai appris davantage sur la cartographie sensible, à l'aide d'exemples concrets provenant de l'expérience de l'intervenante, ingénieure cartographe. Le fait de représenter l'espace de façon sensible à l'aide de nos ressentis me paraît important dans le cas de projet d'aménagement. En effet, comprendre l'ambiance qui ressort des espaces publics afin qu'ils puissent être adoptés par les usagers est un aspect essentiel pour la réussite d'un projet.

Enfin, l'atelier CartoPartie que j'ai réalisé consistait à arpenter le territoire afin de contribuer à la base de données OpenStreetMap. Outre les échanges véritablement intéressants entre les participants de l'atelier, tous issus de milieux différents mais réunis autour d'un même sujet qu'est la cartographie, j'ai pu en apprendre davantage sur la base de données OSM, de sa création jusqu'à son utilisation aujourd'hui. Ces données représentent l'espace dans ses moindres détails, et chacun peut les utiliser gratuitement dans le monde entier, si bien que cette base de données est considérée comme le « wikipédia de la cartographie ». Hormis cette utilisation gratuite, chaque individu peut également contribuer au projet autant de fois qu'il le souhaite en renseignant de nouvelles données. Ainsi, c'est un projet vertueux dont l'objectif est de valoriser le partage de l'information et le libre accès à tous. De plus, les données fournies sont extrêmement précises (entrée d'un ascenseur, largeur des routes et chemins, type d'aménagements vélo, etc.), ce qui permet d'avoir une représentation cartographique utile pour divers usages. Par exemple, ces cartographies précises peuvent être utilisées par des PMR qui utilisent OSM en guise de plans, pour localiser des entrées ou sorties d'un bâtiment. De même, les données OSM sont utilisées au sein de plusieurs universités, notamment à Bordeaux, afin de guider les étudiants à trouver le chemin optimal pour se rendre d'une salle de classe à une autre. Je ne soupçonnais absolument pas l'intérêt et surtout l'utilisation aussi courante de ces données si précises, qui au premier abord me laissaient dubitative, mais dont l'atelier m'a convaincu de leur utilité.

Grâce à cet évènement très enrichissant, je suis d'autant plus motivée à utiliser les logiciels de cartographie dans mon futur environnement professionnel, en essayant notamment d'utiliser davantage les données fournies par OSM, et pourquoi pas, devenir contributrice.

Retour réflexif sur le stage

Ce qui fait la particularité de ce stage est la part importante accordée au travail en autonomie. En effet, j'ai pu prendre le temps de concevoir seule un indicateur d'équité cycliste dans sa totalité, en passant par toutes les étapes permettant d'aboutir à sa réalisation. Le travail en équipe n'était pas pour autant exclu, puisque j'ai dû apprendre à communiquer de façon claire et précise aux différents membres du projet issus de disciplines distinctes, afin qu'ils puissent me fournir des retours constructifs. En effet, le projet ARBITRAGE possède une forte dimension pluridisciplinaire apportant à la fois une véritable plus-value, du fait que chaque membre du projet apporte sa propre expertise, mais posant également quelques difficultés par rapport à la compréhension des différents travaux réalisés. Même si savoir travailler en équipe est une compétence que j'ai largement eue l'occasion d'améliorer durant ma formation, c'est une connaissance tout autre que de savoir travailler en groupe de façon pluridisciplinaire. En effet, il faut apprendre à expliquer le moindre détail qui peut paraître évident pour certains, mais totalement étranger pour d'autres. C'est un défi de savoir trouver les mots justes afin que chacun puisse comprendre l'idée à véhiculer. Ainsi, ce stage m'a appris à prendre du recul sur mon travail et sur la façon de l'expliquer, afin que tout soit le plus clair et compréhensible possible. Cette expérience m'a ainsi confirmé que j'étais capable de travailler dans ces deux situations, à la fois de façon autonome mais aussi entourée d'une équipe.

De plus, ce stage m'a donné l'opportunité de développer de nombreuses compétences, qui selon moi, sont plus ou moins semblables à celles permettant d'accompagner une maîtrise d'ouvrage pour concevoir et produire des projets urbains ou insérer des formes urbaines dans un tissu constitué. En effet, au fil de mon travail, j'ai spatialisé le territoire selon les dimensions de l'équité cycliste à l'aide d'un indicateur afin de répondre à la mission principale, à savoir mettre en évidence les endroits les plus optimaux en termes d'équité pour installer des infrastructures cyclables. J'ai ainsi pu développer des compétences que je n'ai pas eues la chance de découvrir dans leur totalité durant ma formation académique, telles que l'analyse et la traduction d'un besoin jusqu'à la justification, la conception puis la production d'une solution, le tout en organisant chaque phase du projet de façon autonome jusqu'à la réalisation de l'objectif. Enfin, j'ai mobilisé des savoir-faire techniques afin de m'intégrer au mieux au sein de l'équipe de ce projet interdisciplinaire, en utilisant et améliorant mes compétences en analyse spatiale grâce à la découverte de nouvelles méthodes de SIG.

Hormis toutes les compétences que j'ai pu développer, j'ai également enrichi mes connaissances dans les domaines de l'urbanisme et de la mobilité à l'aide des enquêtes et événements auxquels j'ai eu la chance d'assister. À titre d'exemple, j'ai pu en apprendre davantage sur le déroulé et l'organisation d'un projet d'urbanisme avec la multitude d'acteurs qui rentrent en jeu grâce, par exemple, aux 1ères rencontres du SERM. Aussi, les présentations données lors des rencontres doctorales en urbanisme de l'APEREAU ont répondu à plusieurs de mes interrogations concernant le monde de la recherche. Enfin, dans la majorité des événements auxquels j'ai assisté, l'importance de considérer les sciences humaines et sociales dans les projets d'urbanisme était mentionnée, si bien que cela a renforcé mon envie d'en apprendre davantage sur ces sciences afin de pouvoir les utiliser au sein de mon futur métier.

Ainsi, je retiens de ce stage une expérience particulièrement enrichissante, grâce à laquelle j'ai pu préciser mes envies professionnelles, à savoir travailler dans le domaine de l'aménagement ou des mobilités, où les projets prennent à la fois en considération les besoins des citoyens en analysant les sciences humaines et sociales, ainsi que les contraintes environnementales en vue de favoriser la transition écologique de nos modes de vies.

Annexes

« Le vélo est un moyen de transport fournissant de nombreux bénéfices qui suscitent un vif intérêt à l'international, que ce soit du point de vue des bienfaits pour la santé ou encore du développement durable pour lutter contre le changement climatique (GOEL *et al.*, 2022). Ainsi, la planification d'aménagements cyclables est un véritable enjeu auquel doivent répondre les collectivités afin d'encourager une utilisation plus importante du vélo en ville. Néanmoins, il existe des disparités à l'international puisque la part modale du vélo varie parfois drastiquement d'un pays à un autre. Par exemple, cette dernière était de 1,9 % en France en 2015 pour les trajets domicile-travail, tandis qu'elle atteignait 26 % aux Pays-Bas en 2012 (CHAN et PIELLA, 2025 ; GOEL *et al.*, 2022). Cette variation peut s'expliquer par de nombreux facteurs qui influencent la pratique du vélo ; que ce soient les politiques nationales qui régissent la disposition et la construction des infrastructures cyclables (GOEL *et al.*, 2022), la distance à parcourir et l'accessibilité aux aménagements (HOUDE *et al.*, 2018 ; SPECK, 2025 ; PRELOG, 2015 ; BRAUN *et al.*, 2018 ; RUBIO *et al.*, 2021 ; ZHIWEI *et al.*, 2019 ; VALE *et al.*, 2016 ; MORA *et al.*, 2021 ; BALLENTYNE *et al.*, 2024 ; IMBERT *et al.*, 2020 ; DUCHEYNE *et al.*, 2012 ; BOUDIN, 2023 ; GRUDGINGS *et al.*, 2018 ; ARELLANA *et al.*, 2023 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; GIUFFRIDA *et al.*, 2023 ; QUIAN et NIEMEIER, 2019 ; RUBIO *et al.*, 2021 ; SCHMASSMANN *et al.*, 2021 ; GOEL *et al.*, 2022 ; POISSON, 2024 ; BRES, 2024 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; KENT et KARNER, 2018), les caractéristiques socio-démographiques qui déterminent généralement la façon dont un individu utilise le vélo, etc. (CHAN et PIELLA, 2025 ; HOUDE *et al.*, 2018 ; SPECK, 2025 ; PRELOG, 2015 ; KENT et KARNER, 2018 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; CUNHA *et al.*, 2024 ; POISSON, 2024 ; LUCAS, 2019 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; GOEL *et al.*, 2022 ; VALE *et al.*, 2016 ; ROSAS-SATIZABAL *et al.*, 2020 ; RERAT et SCHMASSMANN, 2024 ; SAYAGH, 2018 ; SCHMASSMANN *et al.*, 2021 ; BRAUN *et al.*, 2018 ; QUIAN et NIEMEIER, 2019 ; GIUFFRIDA *et al.*, 2023 ; ZHIWEI *et al.*, 2019 ; MORA *et al.*, 2021 ; ARELLANA *et al.*, 2023 ; RUSSEL *et al.*, 2021). Chacun de ces facteurs est lié à la notion d'équité, qui dans son sens le plus large, correspond à un « *traitement juste et impartial de toutes les parties concernées* » (PRELOG, 2015). Elle doit en ce sens accorder autant d'avantages ou assurer une répartition uniforme d'opportunités à chaque partie. Cependant, nous verrons par la suite que l'équité cycliste n'est pas totalement assurée, ce qui peut être due à un manque de considération ou de précision de la notion dans les processus de planification, ou bien à un manque de compréhension de ce terme par les urbanistes, comme le suggère CUNHA *et al.* (CUNHA *et al.*, 2023 ; CUNHA *et al.*, 2024 ; PRELOG, 2015). Dans ce contexte, le projet ARBITRAGE souhaite répondre à la problématique suivante :

Comment améliorer un réseau cyclable existant pour garantir l'équité en termes d'accès aux services (emploi, commerces, soins, loisirs, ...) en prenant en compte la demande de mobilité existante ?

Comme énoncé précédemment, si la notion d'équité n'est généralement pas assurée totalement dans les transports cyclables, c'est avant tout car sa définition est complexe, possédant de nombreuses interprétations. D'après CUNHA *et al.*, au sein des processus de planification cyclable actuels, l'équité est majoritairement perçue selon une perspective horizontale (CUNHA *et al.*, 2023). Cette dernière consiste en un traitement égal et impartial des citoyens, basé sur « l'égalité des chances » (RAUX, SOUCHE, 2001). Cela suppose que les ressources et services soient répartis équitablement entre chaque individu, indépendamment de leur groupe social (populations défavorisées, etc.), de leur besoin particulier (situation de handicap, etc.), et des contraintes individuelles (CUNHA et SILVA, 2022). En plus d'omettre ces caractéristiques, cette perception de l'équité nécessite une répartition uniforme des infrastructures dans les villes. Néanmoins, ces dernières sont déjà agencées par l'environnement bâti existant, ce qui rend cette perspective de l'équité difficile à appliquer en milieu urbain (PRELOG, 2015). Ainsi, alors que le vélo se présente comme un moyen de transport clé afin de réduire les inégalités en ville, les stratégies utilisées dans la planification cyclable s'inspirant de la notion d'équité horizontale n'y contribuent pas, au contraire, cherchant plutôt à accroître les infrastructures cyclables notamment dans les centres-villes, au détriment des disparités territoriales et sociales (CUNHA et SILVA, 2022 ; SPECK, 2025).

Dans une volonté de réduire ces déséquilibres, une autre perspective de l'équité serait peut-être plus adaptée. En ce sens, la littérature présente l'équité verticale, qui prend en compte les inégalités sociales et admet que les individus n'ont pas accès aux mêmes opportunités. Il est alors question d'adapter les ressources selon les caractéristiques de chaque individu, c'est-à-dire selon qu'il soit défavorisé ou non (RAUX, SOUCHE, 2001 ; CUNHA et SILVA, 2022, PRELOG, 2015). Ainsi en suivant cette approche, une analyse multicritère est perçue comme une solution pertinente afin d'évaluer dans son ensemble l'équité d'accès aux réseaux cyclables (CUNHA et al., 2023).

Ainsi, certains auteurs ont utilisé le concept de cyclabilité afin de prendre en compte un maximum de critères pour mesurer l'équité cycliste (KALISKI, 2024 ; BRES, 2024 ; ARELLANA et al., 2023 ; RERAT, 2019). La cyclabilité illustre à quel point un élément d'un réseau cyclable ou d'une zone géographique est favorable pour un cycliste, que ce soit du point de vue de la sécurité (ne pas être mis en danger par la circulation des véhicules, le partage de la voirie, etc.)(JARRY, 2021 ; KENT et KARNER, 2018 ; KALISKY, 2024 ; GOEL et al., 2022 ; POISSON, 2024 ; RERAT, 2019 ; SAYAGH, 2018 ; SCHMASSMANN et al., 2021 ; RUBIO et al., 2021 ; BRES, 2024 ; ARELLANA et al., 2023 ; LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024) ; du confort (dépenser le moins d'énergie et de concentration durant le trajet provoqués par des dégradations de la chaussée, des vibrations, etc.)(JARRY, 2021 ; KENT et KARNER, 2018 ; KALISKY, 2024 ; POISSON, 2024 ; SCHMASSMANN et al., 2021 ; RERAT, 2019 ; BRES, 2024 ; ARELLANA et al., 2023) ; du caractère direct du trajet (accéder à son point d'arrivée rapidement, sans détours, sans arrêts aux intersections) (RERAT, 2019 ; KALISKY, 2024 ; BRES, 2024 ; ARELLANA et al., 2023) ; de la cohérence (continuité du réseau et accessibilité) (KALISKY, 2024 ; RERAT, 2019 ; BRES, 2024 ; ARELLANA et al., 2023) ; ou bien de l'attractivité (réseau cyclable à proximité d'espaces verts plutôt que d'une voie de circulation) (KALISKI, 2024 ; BRES, 2024 ; ARELLANA et al., 2023 ; RERAT, 2019). Ces critères pourraient permettre dans un premier temps de mesurer l'équité cycliste, néanmoins ils n'ont pas la même importance d'un individu à un autre. En effet, chaque cycliste possède sa propre perception de l'environnement et ses propres besoins, si bien que les critères issus de la cyclabilité sont perçus différemment (BRES, 2024). GELLER a en ce sens proposé une classification des cyclistes selon leur attitude en lien avec leur pratique du vélo, comprenant les cyclistes « forts et sans craintes », « enthousiastes et confiants », « intéressés mais préoccupés », et « apeurés » (BRES, 2024 ; ALBRECHER et al., 2023). Même si l'usage du vélo dépend de l'attitude subjective de chaque individu, il est néanmoins possible de mesurer l'équité cycliste au travers de différentes catégories d'individus, considérées comme particulièrement vulnérables, d'après la littérature, à l'usage du vélo en ville.

Les femmes sont souvent considérées comme une catégorie à part entière puisque les trajets à vélo qu'elles vont privilégier sont ceux leur paraissant plus sûrs et confortables. Au contraire, les hommes les plus aguerris ont tendance à privilégier la cohérence du trajet au détriment de la sécurité afin d'arriver le plus rapidement possible à destination. Le genre est donc un facteur influençant la pratique du vélo (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; CUNHA et al., 2023 ; GOEL et al., 2022 ; POISSON, 2024 ; ALBRECHER et al., 2023, ROSAS-SATIZABAL et al., 2020 ; HOUDE et al., 2018 ; PRELOG, 2015 ; RERAT et SCHMASSMANN, 2024 ; SAYAGH, 2018 ; SCHMASSMANN et al., 2021 ; RUBIO et al., 2021 ; ZHIWEI et al., 2019 ; BOUDIN, 2023 ; DUCHEYNE et al., 2012 ; IMBERT et al., 2020 ; RUSSEL et al., 2021 ; GRUDGINGS et al., 2018). Cela s'explique par le fait que les femmes possèdent généralement une perception du risque plus importante à cause des discours sur ces sujets qui sont transmis dès le plus jeune âge dans leur éducation (POISSON, 2024 ; LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; SAYAGH, 2018). Cette différenciation du genre existe également à cause de stéréotypes toujours ancrés. En effet, les trajets que réalisent les femmes sont généralement différents de ceux des hommes, avec plus de responsabilités domestiques. Dans ce cas, le vélo n'est pas le moyen de transport le plus adapté pour le transport de membres de la famille, de charges lourdes, etc. (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; POISSON, 2024 ; ALBRECHER et al., 2023). Aussi, les jeunes filles ne sont souvent pas encouragées voir autorisées à utiliser le vélo seules dans les espaces publics, ce qui alimente une perception anxiogène de la peur et des risques liés à la pratique du vélo (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; SAYAGH, 2018). Même s'il peut être moins courant, ce problème est également remarqué dans l'éducation des jeunes garçons (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024). De ce fait, l'âge est également un critère influençant les pratiques du vélo (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; CUNHA et al., 2023 ; GOEL et al., 2022 ; POISSON, 2024 ; ALBRECHER et al., 2023 ;

ROSAS-SATIZABAL *et al.*, 2020 ; HOUDE *et al.*, 2018, BHUYAN *et al.*, 2019 ; PRELOG, 2015 ; SAYAGH, 2018 ; RERAT et SCHMASSMANN, 2024 ; SCHMASSMANN *et al.*, 2021 ; RUBIO *et al.*, 2021 ; ZHIWEI *et al.*, 2019 ; BOUDIN, 2023 ; DUCHEYNE *et al.*, 2012). La mobilité autonome chez les enfants diminue depuis de nombreuses années, étant donné que les parents estiment que l'usage du vélo en milieu urbain est dangereux (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024). Ainsi, la sécurité des infrastructures cyclables détermine si les enfants, mais aussi les femmes, vont être favorables à l'usage du vélo en ville. De plus, la littérature a tendance à expliquer que la pratique du vélo diminue avec l'âge à cause de la réduction de capacité motrice ou d'agilité (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; GOEL *et al.*, 2022 ; POISSON, 2024 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; ROSAS-SATIZABAL *et al.*, 2020 ; HOUDE *et al.*, 2018 ; BHUYAN *et al.*, 2019 ; PRELOG, 2015). Ainsi, les personnes âgées seraient moins enclines à utiliser le vélo en ville pour leur déplacement, d'autant plus si les infrastructures cyclables ne respectent pas le critère de « confort » issu du concept de cyclabilité. Les personnes en situation de handicap sont également touchées par ce problème de condition physique dont nécessite la pratique du vélo, même s'il n'est pas le plus représentatif de l'iniquité qu'ils subissent (POISSON, 2024 ; LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; INCKLE, 2019). En effet, la « limite physique » que l'opinion commune attribue aux personnes en situation de handicap n'est pas un frein à la pratique du vélo en soit, c'est plutôt une mauvaise accessibilité aux infrastructures cyclables qui constitue le problème (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024).

D'ailleurs, le facteur de l'accessibilité est au cœur de nombreuses recherches scientifiques cherchant à mesurer l'équité cycliste (HOUDE *et al.*, 2018 ; SPECK, 2025 ; PRELOG, 2015 ; BRAUN *et al.*, 2018 ; RUBIO *et al.*, 2021 ; ZHIWEI *et al.*, 2019 ; VALE *et al.*, 2016 ; MORA *et al.*, 2021 ; BALLENTYNE *et al.*, 2024 ; IMBERT *et al.*, 2020 ; DUCHEYNE *et al.*, 2012 ; BOUDIN, 2023 ; GRUDGINGS *et al.*, 2018 ; ARELLANA *et al.*, 2023 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; GIUFFRIDA *et al.*, 2023 ; QUIAN et NIEMEIER, 2019 ; RUBIO *et al.*, 2021 ; SCHMASSMANN *et al.*, 2021 ; GOEL *et al.*, 2022 ; POISSON, 2024 ; BRES, 2024 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; KENT et KARNER, 2018). L'accessibilité est la capacité à atteindre des personnes, des activités économiques ou bien des sites d'intérêts (POISSON, 2024 ; VALE *et al.*, 2016). Cela nécessite généralement de se déplacer pour accéder aux endroits où se trouvent les opportunités (VALE *et al.*, 2016). L'accessibilité est donc déterminée par la répartition spatiale des opportunités (en général des commerces et des services), la facilité et la rapidité d'y accéder, et enfin, la qualité et la diversité des opportunités proposées (commerces alimentaires, pharmacie, banque, bibliothèque, école, centre sportif, etc.) (VALE *et al.*, 2016). Généralement, les infrastructures cyclables doivent permettre l'accessibilité à divers points d'intérêt que l'on peut regrouper selon six dimensions fondamentales pour vivre convenablement, à savoir se loger, se nourrir, se divertir, se soigner, se déplacer et s'éduquer (CUNHA et SILVA, 2022). Ainsi, plus un réseau cyclable est accessible et permet de desservir de nombreux sites d'intérêt, plus il est susceptible d'être utilisé. Or, le problème de l'iniquité vis-à-vis de l'accessibilité des réseaux cyclables ne se pose pas particulièrement pour les centres urbains, mais surtout pour les périphéries (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; PRELOG, 2015). En effet, les villes sont souvent organisées en zones dans lesquelles sont réparties différents groupes socio-démographiques. Cette ségrégation sociale implique alors une répartition spatiale particulière, où les quartiers les plus défavorisés se situent généralement en périphérie des villes (LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; BHUYAN *et al.*, 2019 ; CHAN et PIELLA, 2025 ; PRELOG, 2015 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; SAYAGH, 2018 ; GIUFFRIDA *et al.*, 2023 ; MORA *et al.*, 2021). Or, les infrastructures sont souvent réparties inégalement selon les différents groupes socio-démographiques, dont la capacité ou les besoins divergent (BHUYAN *et al.*, 2019). Du point de vue du transport cyclable, ce sont en général les populations les plus favorisées, habitant dans les centres-villes, qui sont les plus avantagées en termes d'accessibilité, au détriment des quartiers en périphérie où la possession d'un véhicule pour se déplacer n'est parfois pas possible d'un point de vue financier. Dans ce cas, le vélo devient un moyen de transport par défaut (PRELOG, 2015 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024). Les processus de planification cyclable révèlent donc un paradoxe en termes d'accessibilité qu'il est nécessaire de résoudre pour assurer une bonne équité cycliste.

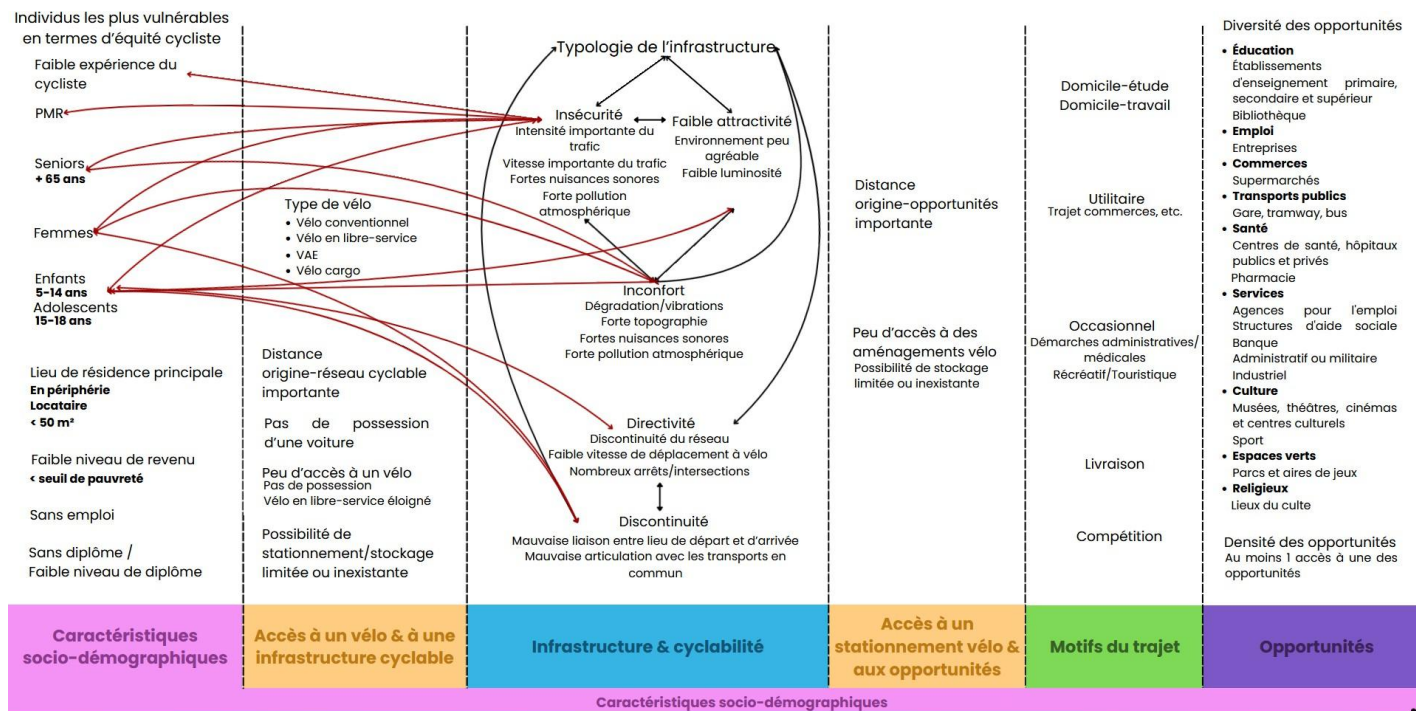
Comme nous pouvons le constater, l'accessibilité cycliste semble en lien avec de nombreux facteurs socio-démographiques, tels que l'âge ou le genre, mais aussi avec des critères relatifs au niveau de vie qui influencent l'usage du vélo (HOUDE *et al.*, 2018 ; SPECK, 2025 ; PRELOG, 2015 ; BHUYAN *et al.*, 2019 ; KENT et KARNER, 2018 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; CUNHA *et al.*, 2024 ; POISSON, 2024 ; LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; ROSAS-SATIZABAL *et al.*, 2020, SAYAGH, 2018 ; BRAUN *et al.*, 2018 ; QUIAN et NIEMEIER, 2019 ; ZHIWEI *et al.*, 2019). En effet, des études ont démontré que la pratique du vélo en ville est plus importante auprès des individus diplômés de l'enseignement supérieur, notamment en France (POISSON, 2024 ; ROSAS-SATIZABAL *et al.*, 2020). Concernant le revenu, le lien reste flou. Certaines études montrent que le vélo est plutôt utilisé par les individus issus des quartiers les plus défavorisés, tandis que d'autres expliquent que ces derniers utilisent moins le vélo que dans les quartiers favorisés (PRELOG, 2015 ; POISSON, 2024). Cette dernière affirmation pourrait par ailleurs peut-être s'expliquer par le manque d'accessibilité des réseaux cyclables dans les quartiers défavorisés en périphérie. De plus, certains auteurs considèrent la position sociale (SPECK, 2025 ; HOUDE *et al.*, 2018 ; PRELOG, 2015 ; BHUYAN *et al.*, 2019 ; KENT et KARNER, 2018 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; CUNHA *et al.*, 2024 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; LUCAS, 2025 ; LUCAS, 2024 ; PRELOG, 2015 ; POISSON, 2024 ; SAYAGH, 2018 ; BRAUN *et al.*, 2018 ; QUIAN et NIEMEIER, 2019 ; ZHIWEI *et al.*, 2019), l'obtention d'un emploi (SPECK, 2025 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; CUNHA *et al.*, 2024 ; ROSAS-SATIZABAL *et al.*, 2020 ; BRAUN *et al.*, 2018 ; KALISKY, 2024 ; RUBIO *et al.*, 2021 ; QUIAN et NIEMEIER, 2019 ; ZHIWEI *et al.*, 2019), l'ethnie (indicateur de la littérature anglo-saxonne) (PRELOG, 2015 ; BHUYAN *et al.*, 2019 ; KENT et KARNER, 2018 ; SPECK, 2025) ou encore le niveau d'étude (ROSAS-SATIZABAL *et al.*, 2020 ; POISSON, 2024 ; CUNHA et SILVA, 2022 ; CUNHA *et al.*, 2023 ; CUNHA *et al.*, 2024 ; SAYAGH, 2018 ; BRAUN *et al.*, 2018 ; MORA *et al.*, 2021) comme des indicateurs de la mesure d'équité cycliste. On constate alors que ces indicateurs se situent généralement sur le spectre du désavantage (PRELOG, 2015).

Enfin, la qualité d'un réseau cyclable influence également l'attractivité de l'usage du vélo d'après JARRY (JARRY, 2021). Construire toujours plus de pistes cyclables n'en garantit pas une bonne utilisation. Ainsi, il est important de s'assurer que les infrastructures cyclables soient de bonne qualité en étant sécurisées, non dégradées (avec la présence d'éventuelles vibrations lors d'un passage à vélo) et non exposées aux nuisances sonores et atmosphériques qu'on peut retrouver en ville (JARRY, 2021). Si les cyclistes avertis parviennent la plupart du temps à passer au-delà de ces dangers, il existe une iniquité par rapport aux individus ne parvenant pas à se « tailler une place de force », beaucoup plus susceptibles d'être impactés par ces dangers (JARRY, 2021). Parmi ces individus les plus vulnérables, on retrouve les catégories présentées précédemment, tels que les enfants, les femmes, et les personnes âgées : les jeunes manquent parfois d'expérience, les femmes préfèrent éviter le fort trafic automobile et les aînés sont plus vulnérables par leur manque de réflexe (JARRY, 2021 ; RERAT et SCHMASSMANN, 2024 ; ALBRECHER *et al.*, 2023 ; HOUDE *et al.*, 2018 ; POISSON, 2024).

L'équité cycliste semble alors complexe puisqu'elle peut considérer une multitude de critères différents exerçant une influence sur la pratique du vélo. Elle peut prendre en compte à la fois les caractéristiques socio-démographiques, l'accessibilité, ou bien la sécurité et le confort des infrastructures cyclables. La complexité de la mesure de l'équité cycliste réside dans l'interdépendance de tous ces indicateurs entre eux. Afin de garantir cette équité, il est d'abord indispensable de ne différencier aucuns de ces indicateurs. La question qui se pose alors est de savoir si certains indicateurs peuvent ou doivent être prioriser, tout en évitant d'omettre certains critères importants permettant d'assurer l'équité d'un réseau cyclable. »

Caractéristiques socio-démographiques	Accès à un vélo & à une infrastructure cyclable	Infrastructure & cyclabilité	Accès à un stationnement vélo & aux opportunités	Motifs du trajet	Opportunités
Âge HOUE, PRELOG, CUNHA, POISSON, LUCAS Enfant : 5-14 ans Adolescent : 15-18 ans Adulte : 19-65 ans Senior : + 65 ans Lieu de résidence principale Catégorie d'unité urbaine : Ville centre / Banlieue / Commune rurale SAYAGH Genre Femme Homme HOUE, POISSON, LUCAS, ALBRECHER, GOEL, ROSAS-SATTZABAL, KERAT, SAYAGH, SCHLASSMANN, RUBIO, ZHIWEI, BOUTIN, DUCHEYNE, IMBERT, RUSSELL, GRUDINGOS Niveau de revenu Catégorie revenu < seuil de pauvreté / catégories ALBRECHER, ROSAS-SATTZABAL, SAYAGH, BRAUN, QUIAN, ZHIWEI Possession d'un emploi Catégorie socio-professionnelle : Sans emploi / catégories SPECK, CUNHA, ROSAS-SATTZABAL, BRAUN, KALISKY, RUBIO, QUIAN, ZHIWEI Éducation Niveau de diplôme : Sans diplôme /BAC/BAC+1/ ... CUNHA, POISSON, ROSAS-SATTZABAL, SAYAGH, BRAUN, MORA PMR CUNHA, LUCAS, POISSON, INCKLE Expérience du cycliste Attitude du cycliste : Plus ou moins confiant HOUE, POISSON, ALBRECHER, KERAT	Type de vélo KERAT, SAYAGH • Vélo conventionnel • Vélo en libre-service • VAE • Vélo cargo • Vélo de course • VTT • BMX Distance origine-réseau cyclable HOUE, SPECK, PRELOG, BRAUN, RUBIO, ZHIWEI, MORA Distance minimale : • < 400 m SPECK • 500 m HOUE • 300 m ZHIWEI, MORA • 250 m KALISKY Accès à un vélo Possession d'un vélo VÉLO libre-service à proximité ZHIWEI, GIUFFRIDA, QUIAN Possibilité de stationnement ALBRECHER Possession d'une voiture PRELOG, KENT, CUNHA, ROSAS-SATTZABAL, QUIAN, SPECK	Typologie de l'infrastructure KERAT, RUBIO JARRY, KENT, KALISKY, GOEL, POISSON, KERAT, SAYAGH, SCHLASSMANN, RUBIO, KERAT, BRES, ARELLANA, LUCAS KALISKY, KERAT, BRES, ARELLANA Sécurité Intensité du trafic Vitesse du trafic Nuisances sonores Pollution atmosphérique JARRY, KENT, KALISKY, POISSON, SCHLASSMANN, KERAT, BRES, ARELLANA Confort Dégradation/vibrations Topographie Nuisances sonores Pollution atmosphérique KERAT, KALISKY, BRES, ARELLANA Directivité Vitesse de déplacement du cycliste Nombre d'arrêts/intersections Plus court chemin entre l'origine et la destination Temps du trajet KALISKY, KERAT, BRES, ARELLANA Continuité Liaison entre le lieu de départ et d'arrivée Quantité de lieux desservis par le réseau cyclable Articulation avec les transports en commun	Distance origine-opportunités SPECK, PRELOG, KENT, KALISKY, CUNHA, GOEL, VALE, ROSAS-SATTZABAL, SCHLASSMANN, QUIAN, GIUFFRIDA, MORA, DUCHEYNE, BALLENTYNE, BOUTIN, GRUDINGOS, ARELLANA, GIUFFRIDA, QUIAN, RUBIO, SCHLASSMANN, POISSON, BRES Distance minimale : • un quart de mile - 402 m PRELOG • < 500 m GIUFFRIDA, MORA • 1,4 km HOUE, KALISKY • 5 km (considéré un trajet long) IMBERT, GOEL, ALBRECHER, GRUDINGOS • < 4 km CUNHA • < 1,5 km RUBIO • < 3 km (enfants) DUCHEYNE • 6 km (adolescents) BOUTIN • 7,8 km (moyenne, femmes à Bogota) ROSAS-SATTZABAL • < 4,5 km BRES Accès à des aménagements vélo Possibilité de stationnement Vélo libre-service	Domicile-étude BRES, HOUE Domicile-travail POISSON, BRES Utilitaire Trajet commerces, etc. BRES, POISSON Occasionnel Démarches administratives/ médicales Récréatif/Touristique BRES Livraison BRES Compétition BRES	Diversité des opportunités • Éducation Établissements d'enseignement primaire, secondaire et supérieur Bibliothèque KENT • Emploi Lieu de travail CUNHA, KALISKY • Commerces Supermarchés CUNHA, KENT, KALISKY, POISSON • Transports publics Gare, tramway, bus CUNHA • Santé Centres de santé, hôpitaux publics et privés CUNHA Pharmacie KENT • Services Agences pour l'emploi Structures d'aide sociale CUNHA Banque Administratif ou militaire KENT Industriel KALISKY • Culture Musées, théâtres, cinémas et centres culturels CUNHA, KALISKY Sport CUNHA, RUBIO • Espaces verts Parcs et aires de jeux KALISKY • Religieux Lieux du culte KALISKY Densité des opportunités KENT Au moins 1 accès à une des opportunités

Annexe 2 : Les différentes composantes afin de garantir l'équité à l'utilisation d'un vélo (© Lou-Anne DENIAU, 2025)



Annexe 3 : Les composantes qui fondent l'iniquité d'accès au réseau cyclable : les caractéristiques socio-démographiques et la cyclabilité (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Origine ↓ Destination	Caractéristiques socio-démographiques	Genre : Homme Âge : 15 - 18 ans	
	Accès à un vélo & au réseau cyclable	Stations vélos libre-services aux alentours du départ : ≤ 400 m Distance origine - réseau cyclable : ≤ 350 m	GIUTPRIDA, ZHIWEI, QIAN SPECK, HOUDE ZHIWEI, MORA, KALISKY
	Infrastructure / Cyclabilité	Sécurité / Attractivité : Maximum fréquence trafic routier modérée Maximum vitesse trafic routier élevée Minimum mauvaise qualité de l'infrastructure cyclable Confort : Pente modérée, douce ou terrain plat	Continuité : Forte articulation Desserte modérée ou bonne desserte des opportunités Directivité : Temps de trajet modéré ou convenable Moyenne ou bonne directivité
	Accès à un parking vélo & aux opportunités	Distance origine - opportunités : ≤ 6 km (4,5 km de plus qu'un enfant) Aménagements vélo aux alentours de l'opportunité : ≤ 200 m	RUBIO BOUDIN
	Motif du trajet	Trajet pendulaire : Domicile-étude Trajet utilitaire : Transports publics, commerce, etc. Trajet occasionnel : Loisir	
	Opportunités	Au moins 1 accès à une de ces opportunités : Lieux d'enseignement Transports publics Parcs Commerces	KENT KALISKY CUNHA RUBIO

Annexe 4 : Les composantes qui fondent l'équité d'accès à un réseau cyclable pour un adolescent
(© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Origine ↓ Destination	Caractéristiques socio-démographiques	Genre : Femme Âge : 15 - 18 ans	
	Accès à un vélo & au réseau cyclable	Stations vélos libre-services aux alentours du départ : ≤ 400 m Distance origine - réseau cyclable : ≤ 350 m	GIUTPRIDA, ZHIWEI, QIAN SPECK, HOUDE ZHIWEI, MORA, KALISKY
	Infrastructure / Cyclabilité	Sécurité / Attractivité : Fréquence trafic routier faible ou aucune fréquence Vitesse trafic routier modérée ou faible Qualité moyenne ou bonne de l'infrastructure cyclable Confort : Pente douce ou terrain plat	Continuité : Forte articulation Desserte modérée ou bonne desserte des opportunités Directivité : Minimum temps de trajet trop important Maximum directivité moyenne
	Accès à un parking vélo & aux opportunités	Distance origine - opportunités : ≤ 6 km (4,5 km de plus qu'un enfant) Aménagements vélo aux alentours de l'opportunité : ≤ 200 m	RUBIO BOUDIN
	Motif du trajet	Trajet pendulaire : Domicile-étude (-) Les femmes réalisent moins de trajet domicile-étude/travail que les hommes Trajet utilitaire : Transports publics, commerce, etc. Trajet occasionnel : Loisir	GRUDINGIS GOEL
	Opportunités	Au moins 1 accès à une de ces opportunités : Lieux d'enseignement Transports publics Parcs Commerces	KENT KALISKY CUNHA RUBIO

Annexe 5 : Les composantes qui fondent l'équité d'accès à un réseau cyclable pour une adolescente
(© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Origine Destination	Caractéristiques socio-démographiques	Âge : > 65 ans	HOUE
	Accès à un vélo & au réseau cyclable	Stations vélos libre-services aux alentours du départ : ≤ 400 m Distance origine - réseau cyclable : ≤ 350 m	GUPTIDA, ZHUWEI, QIAN SPEC, HOUE ZHUWEI, MORA, KALISKY
	Infrastructure / Cyclabilité	Sécurité / Attractivité : Fréquence trafic routier faible ou aucune fréquence Vitesse trafic routier modérée ou faible Qualité moyenne ou bonne de l'infrastructure cyclable Confort : Pente douce ou terrain plat	Continuité : Minimum faible articulation Desserte modérée ou bonne desserte des opportunités Directivité : Minimum temps de trajet modéré Maximum directivité moyenne
	Accès à un parking vélo & aux opportunités	Distance origine - opportunités : ≤ 5 km Aménagements vélo aux alentours de l'opportunité : ≤ 200 m	IMBERT GOEL ALBRECHTER GRUDGENIS
	Motif du trajet	Trajet utilitaire : Commerce, transports publics, etc. Trajet occasionnel : Loisir, santé, etc.	GRUDGENIS GOEL
	Opportunités	Au moins 1 accès à une de ces opportunités : Commerces Santé Transports publics	Culture Services Parcs KENT KALISKY CUNHA RUBIO

Annexe 6 : Les composantes qui fondent l'équité d'accès à un réseau cyclable pour un senior (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Origine Destination	Caractéristiques socio-démographiques	Genre : Femme Âge : 19 - 65 ans	
	Accès à un vélo & au réseau cyclable	Stations vélos libre-services aux alentours du départ : ≤ 400 m Distance origine - réseau cyclable : ≤ 350 m	GUPTIDA, ZHUWEI, QIAN SPEC, HOUE ZHUWEI, MORA, KALISKY
	Infrastructure / Cyclabilité	Sécurité / Attractivité : Fréquence trafic routier faible ou aucune fréquence Vitesse trafic routier modérée ou faible Qualité moyenne ou bonne de l'infrastructure cyclable Confort : Pente douce ou terrain plat	Continuité : Articulation forte ou modérée Desserte modérée ou bonne desserte des opportunités Directivité : Temps de trajet trop important Maximum directivité moyenne
	Accès à un parking vélo & aux opportunités	Distance origine - opportunités : ≤ 5 km Aménagements vélo aux alentours de l'opportunité : ≤ 200 m	IMBERT GOEL ALBRECHTER GRUDGENIS
	Motif du trajet	Trajet pendulaire : Domicile-étude (-), domicile-travail (-) Trajet utilitaire : Commerce, transports publics, etc. Trajet occasionnel : Loisir, santé, etc.	GRUDGENIS GOEL
	Opportunités	Au moins 1 accès à une de ces opportunités : Commerces Lieux d'enseignement Lieu de travail	Transports publics Santé Services Culture Parcs

Annexe 7 : Les composantes qui fondent l'équité d'accès à un réseau cyclable pour une femme (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Origine ↓ Destination	Caractéristiques socio-démographiques	Taux de revenu : seuil de pauvreté monétaire, fixé à 60 % du niveau de vie médian Lieu de résidence principale : en périphérie des villes Niveau de diplôme : ???	
	Accès à un vélo & au réseau cyclable	Stations vélos libre-services aux alentours du départ : ≤ 400 m Distance origine - réseau cyclable : ≤ 350 m	GIUTTHIDA, ZHIWEI, QIAN SPECK, HOIDE ZHIWEI, MOREA, KALISKY
	Infrastructure / Cyclabilité	Sécurité / Attractivité : Fréquence trafic routier modéré, faible ou aucune fréquence Vitesse trafic routier modérée ou faible Qualité moyenne ou bonne de l'infrastructure cyclable Confort : Pente douce ou terrain plat	Continuité : Articulation forte ou modérée Desserte modérée ou bonne desserte des opportunités Directivité : Temps de trajet trop important Maximum directivité moyenne GRUDGINGS La FUR IMBERT
	Accès à un parking vélo & aux opportunités	Distance origine - opportunités : ≤ 5 km Aménagements vélo aux alentours de l'opportunité : ≤ 200 m	IMBERT GOEL ALBRECHTER GRUDGINGS
	Motif du trajet	Trajet pendulaire : Domicile-étude, domicile-travail Trajet utilitaire : Commerce, transports publics, etc. Trajet occasionnel : Loisir, santé, etc.	
	Opportunités	Au moins 1 accès à une de ces opportunités : Commerces Transports publics Lieux d'enseignement	Lieu de travail Santé Services Culture Parcs

Annexe 8 : Les composantes qui fondent l'équité d'accès à un réseau cyclable pour un individu possédant un faible revenu
(© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Origine ↓ Destination	Caractéristiques socio-démographiques	PMR	
	Accès à un vélo & au réseau cyclable	Stations vélos libre-services aux alentours du départ : ≤ 400 m Distance origine - réseau cyclable : ≤ 350 m	GIUTTHIDA, ZHIWEI, QIAN SPECK, HOIDE ZHIWEI, MOREA, KALISKY
	Infrastructure / Cyclabilité	Sécurité / Attractivité : Fréquence trafic routier modéré, faible ou aucune fréquence Vitesse trafic routier modérée ou faible Bonne qualité de l'infrastructure cyclable Confort : Pente douce ou terrain plat	Continuité : Forte articulation Desserte modérée ou bonne desserte des opportunités Directivité : Temps de trajet modéré ou convenable Maximum directivité moyenne UNCKLE Institute for Transportation & Development Policy C40 Cities Climate Leadership Group
	Accès à un parking vélo & aux opportunités	Distance origine - opportunités : ≤ 5 km Aménagements vélo aux alentours de l'opportunité : ≤ 200 m	IMBERT GOEL ALBRECHTER GRUDGINGS
	Motif du trajet	Trajet pendulaire : Domicile-étude, domicile-travail Trajet utilitaire : Commerce, transports publics etc. Trajet occasionnel : Loisir, santé, etc.	
	Opportunités	Au moins 1 accès à une de ces opportunités : Commerces Transports publics Lieux d'enseignement	Lieu de travail Santé Services Culture Parcs

Annexe 9 : Les composantes qui fondent l'équité d'accès à un réseau cyclable pour une PMR (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

La topographie permet de savoir si les infrastructures cyclables sont situées sur du terrain plat ou sur une pente raide, auquel cas l'effort fourni par l'individu sera drastiquement différent et surtout plus compliqué pour certains profils de cyclistes. Il en est de même pour la dégradation d'un aménagement cyclable : en plus de ne pas être attractif, les personnes les plus vulnérables ne sont pas enclines à utiliser un réseau cyclable dégradé. Cependant, ce cet indice n'a pas pu être exploité en raison de la difficulté d'obtenir des données. Ainsi, le confort sera simplement représenté par la topographie du terrain d'étude. Enfin, les indices liés à la santé de l'individu, telles que la pollution atmosphérique ou les nuisances sonores (Cf. *Annexe 2*) ne sont également pas pris en compte par soucis de collecte de données.

CONFORT Selon la topographie KALISKY	Terrain plat ≤ 3%	+
	Pente douce entre 3 et 5%	
	Pente modérée entre 5 et 8%	
	Pente raide ≥ 8%	-

CONFORT Selon la dégradation de l'infrastructure cyclable (mesure de l'accélération verticale avec un accéléromètre) JARRY	Très confortable < 1,78m/s²	+
	Confortable entre 1,78 et 2,20 m/s²	
	Peu confortable entre 2,20 et 3,19 m/s²	
	Inconfortable ≥ 3,19 m/s²	-

Annexe 10 : Classification des deux composantes permettant d'estimer le confort d'une infrastructure cyclable (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

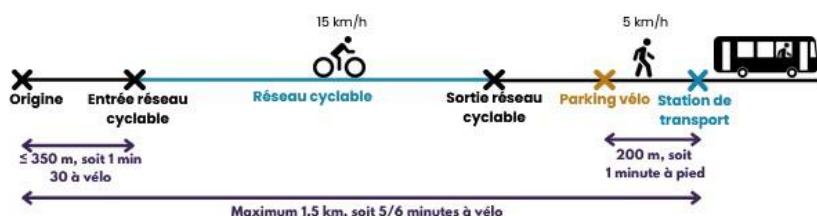
L'indice relatif à la typologie d'une infrastructure cyclable est identique à celui permettant de mesurer le sous-indice de la sécurité d'un tel aménagement selon son type.

ATTRACTIVITÉ Selon la typologie de l'infrastructure KALISKY	Bonne qualité Piste cyclable, voie verte, goulotte	+
	Qualité moyenne Bande cyclable, double sens cyclable piste, vélorue, aménagement mixte piéton-vélo hors voie-verte	
	Mauvaise qualité CVCB¹, double-sens cyclable bande, double-sens cyclable non matérialisé, voie bus partagée, rampe, accotement revêtu hors CVCB, autre	
	Aucune infrastructure cyclable Aucun	-

¹CVCB : Chaussée à Voie Centrale Banalisée

Annexe 11 : Classification de la composante permettant d'estimer l'attractivité d'une infrastructure cyclable (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

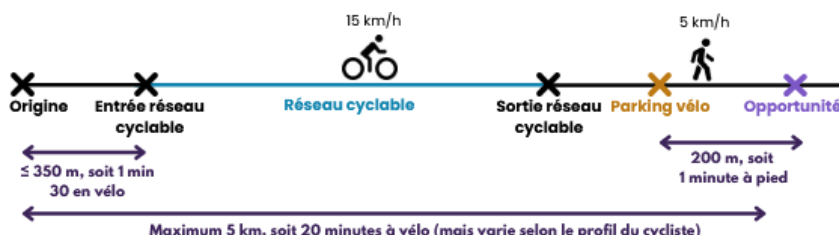
Du point de vue du transport modal, on estime qu'un réseau cyclable est continu s'il permet d'atteindre plusieurs arrêts de transport en commun. Ainsi, on considère qu'une station de transport en commun est bien accessible à vélo si la distance entre le lieu d'origine et l'arrêt de transport n'est que de 1,5 km maximum, soit 5/6 minutes de vélo pour un cycliste pédalant à 15 km/h (HOUDE *et al.*, 2018 ; KALISKY, 2024 ; RUBIO *et al.*, 2021 ; SPECK, 2025). Néanmoins, afin de stocker le vélo, un aménagement cyclable doit être présent à proximité de l'arrêt de transport. De cette façon, une fois à pied avec une vitesse moyenne de 5 km/h, si le piéton souhaite rejoindre un arrêt de transport en 1 minute, un stationnement vélo doit se situer à moins de 200 m.



Annexe 12 : Classification de la composantes « Articulation avec les transports en commun » permettant de mesurer la continuité d'une infrastructure cyclable (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

CONTINUITÉ Selon l'articulation avec les arrêts de transport en commun	Forte articulation ≥ 5 arrêts présents à moins de 1,5 km d'un lieu d'origine, avec présence d'un aménagement cyclable à 200 m de l'arrêt
	Articulation modérée Entre 3 et 4 arrêts présents à moins de 1,5 km d'un lieu d'origine, avec présence d'un aménagement cyclable à 200 m de l'arrêt
	Faible articulation Entre 1 et 2 arrêts présents à moins de 1,5 km d'un lieu d'origine, avec présence d'un aménagement cyclable à 200 m de l'arrêt
	Aucune articulation Aucun arrêt à proximité

On considère qu'un réseau cyclable est continu s'il permet d'atteindre plusieurs opportunités de types différents au bout de 5 km. Or, pour certains profils de cycliste, cette distance varie : pour les enfants, elle est plutôt de 1,5 km par exemple. Comme précédemment, on considère que la vitesse d'un cycliste est de 15 km/h, de ce fait le temps estimé pour atteindre une destination est d'environ 20 minutes pour 5 km. Néanmoins, afin de stocker un vélo, un aménagement cyclable doit être présent. Ainsi, une fois à pied avec une vitesse moyenne de 5 km/h, si le piéton souhaite rejoindre sa destination en 1 minute, le parking vélo doit être situé à moins de 200 m de l'opportunité.



Annexe 13 : Classification de la composante « Quantité d'opportunités desservies » permettant de mesurer la continuité d'une infrastructure cyclable (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

CONTINUITÉ Selon la quantité d'opportunités desservies	Bonne desserte des opportunités ≥ 5 opportunités présentes sur une distance de 5 km max. depuis le lieu d'origine, avec un aménagement cyclable à moins de 200 m de la destination
	Desserte modérée des opportunités Entre 3 et 4 opportunités présentes sur une distance max. de 5 km depuis le lieu d'origine, avec un aménagement cyclable à moins de 200 m de la destination
	Faible desserte des opportunités Entre 1 et 2 opportunités présentes sur une distance max. de 5 km depuis le lieu d'origine, avec un aménagement cyclable à moins de 200 m de la destination
	Mauvaise desserte des opportunités Aucune opportunité présente à moins de max. 5 km du lieu d'origine

DIRECTIVITÉ Selon le temps de trajet pour rejoindre une opportunité	Temps de trajet convenable ≤ 5 minutes (≤ 1,5 km)	+
	Temps de trajet modéré entre 5 et 12 minutes (entre 1,5 et 3 km)	
	Temps de trajet inconfortable entre 12 à 18 minutes (entre 3 et 4 km)	
	Temps de trajet trop important ≥ 20 minutes (≥ 5 km)	

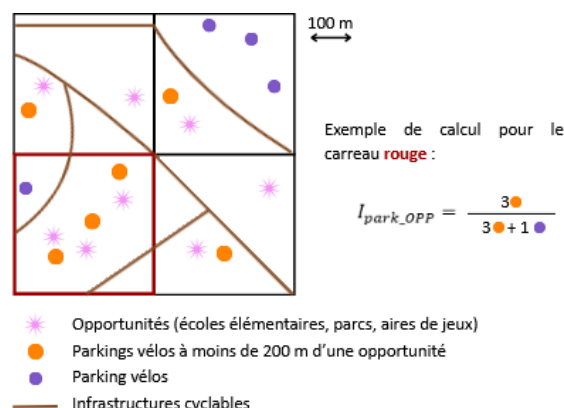
DIRECTIVITÉ Selon le nombre d'intersections/arrêts sur un trajet origine - opportunité	Bonne directivité Aucune intersection/arrêt	+
	Directivité moyenne 1 à 2 intersections/arrêts sur le trajet cyclable	
	Faible directivité 3 à 4 intersections/arrêts sur le trajet cyclable	
	Mauvaise directivité 5 à 6 intersections/arrêts sur le trajet cyclable	

Les temps de trajet ont été classifiés en 4 niveaux en prenant en compte les distances, fournies dans la littérature, perçues comme étant les plus longues (≥ 5 km, d'après [IMBERT et al., 2021](#) ; [GOEL et al., 2022](#) ; [ALBRECHER et al., 2023](#) ; [GRUDGINGS et al., 2018](#)) ou bien les plus optimales (≤ 1.5 km, d'après [HOUDE et al., 2018](#) ; [KALISKY, 2024](#) ; [RUBIO et al., 2021](#) ; [SPECK, 2025](#)) pour atteindre une opportunité pour un cycliste se déplaçant à 15 km/h. Enfin, plus le nombre d'intersections est important au sein d'un trajet, moins les cyclistes seront encouragés à l'emprunter. Or, ce n'est pas nécessairement le cas pour les cyclistes vulnérables qui préféreront un trajet plus long et encombrant à un trajet très direct mais insécure.

Annexe 14 : Classification de l'une des composantes permettant de mesurer la continuité d'une infrastructure cyclable
(© Lou-Anne DENIAU, 2025)

$$I_{\text{park_OPP}} = \frac{\text{Part du nombre de parkings vélos situés à moins de 200 m d'une opportunité (POI enfants) dans un carreau}}{\text{Nombre de parkings } \leq 200 \text{ m de l'opportunité}} = \frac{\text{Nombre de parkings } \leq 200 \text{ m de l'opportunité}}{\text{Nombre total de parkings dans un carreau}}$$

Au sein de chaque carreau est calculé la part du nombre de parkings vélos à moins de 200 m des opportunités destinées aux enfants, telles que les écoles élémentaires, les parcs et les aires de jeux. Autrement dit, $I_{\text{park_OPP}}$ permet de mettre en évidence les carreaux au sein desquels le nombre de parkings proches d'une ou plusieurs



Annexe 15 : Précisions sur la façon dont est calculé $I_{\text{park_OPP}}$ (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

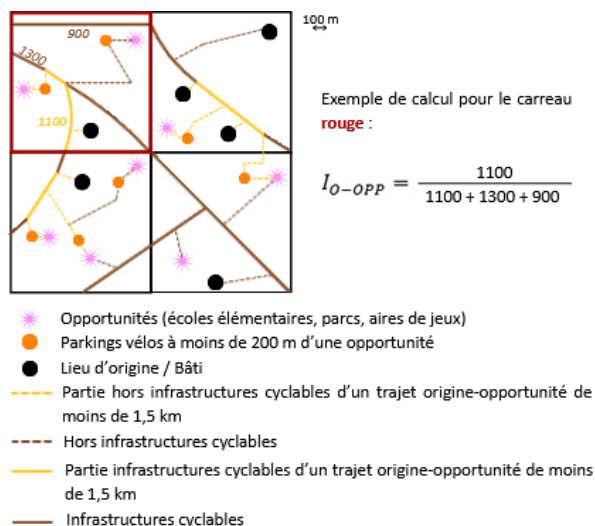
$$I_{O-OPP} = \frac{\text{Part de la longueur des trajets origine – opportunité} \leq 1,5 \text{ km au sein d'un carreau}}{\text{Longueur des trajets origine – opportunité} \leq 1,5 \text{ km au sein d'un carreau}} = \frac{\text{Longueur des trajets origine – opportunité} \leq 1,5 \text{ km au sein d'un carreau}}{\text{Longueur totale de tous les trajets dans un carreau}}$$

La longueur d'un trajet en entier, c'est-à-dire d'un lieu d'origine à une opportunité, est mesurée pour calculer I_{O-OPP} . Ce trajet comprend :

- La distance entre un lieu d'origine et le début d'une infrastructure cyclable (≤ 350 m)
- Le chemin parcouru sur l'aménagement cyclable
- La distance entre la fin d'une infrastructure cyclable et un parking vélo
- La distance entre un parking vélo et l'opportunité (≤ 200 m)

La longueur d'un tel trajet ne doit pas être supérieure à 1,5 km pour un cycliste enfant.

Pour mesurer ce sous-indice, il est nécessaire d'utiliser une distance réseau, ayant bien plus d'intérêt ici qu'une distance à vol d'oiseau.



Annexe 16 : Précisions sur la façon dont est calculé I_{O-OPP} (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

$$I_{vit} = \frac{\text{Part des routes à moins de 5 m d'une infrastructure cyclable dont la vitesse du trafic est faible au sein d'un carreau}}{\text{Longueur des routes dont la vitesse} \leq 30 \text{ km/h}} = \frac{\text{Longueur des routes dont la vitesse} \leq 30 \text{ km/h}}{\text{Longueur totale des routes dans un carreau}}$$

Chaque route à moins de 5 m d'une infrastructure cyclable est analysée afin de connaître la vitesse du trafic routier. La couche des routes est issue de la BDTopo du transport. De la même façon que précédemment, en s'inspirant de la méthode de KALISKY (2024), on utilise l'attribut "Vitesse moyenne VL" contenu dans la BDTopo et correspondant à la "vitesse moyenne, en km/h, des véhicules légers circulant sur le tronçon". Cependant, ces vitesses sont données à titre indicatif puisque le calcul est basé sur les champs "Nature" et "Importance" de chaque tronçon de routes. Ainsi, on considère que les infrastructures cyclables à proximité (moins de 5 m) de routes dont l'attribut "Vitesse moyenne VL" est inférieur à 30 km/h sont adaptées pour un cycliste enfant.

$$I_{typo} = \frac{\text{Part du nombre d'infrastructures cyclables d'une certaine typologie au sein d'un carreau}}{\text{Longueur des infrastructures cyclables} = \{\text{piste cyclable, goulotte, voie verte}\}} = \frac{\text{Longueur des infrastructures cyclables} = \{\text{piste cyclable, goulotte, voie verte}\}}{\text{Longueur totale des infrastructures cyclables dans un carreau}}$$

La sécurité d'un itinéraire à vélo dépend également de typologie des aménagements empruntés. Ainsi, les données des infrastructures cyclables utilisées proviennent de la Base Nationale des Aménagements Cyclables (BNAC). Afin d'identifier leur typologie, les champs "ame_d" et "ame_g" correspondant aux types d'aménagements présents sur les voies de droite et de gauche. Ces derniers peuvent correspondre à des pistes cyclables, bandes cyclables, doubles sens cyclable pistes/bandes/non matérialisés, voies vertes, vélo-rues, voies partagées vélo-bus, rampes, goulottes, aménagements mixtes piéton-vélo hors voie verte, Chaussées à Voie Centrale Banalisée (CVCB), accotements revêtus hors CVCB, et autres. Ainsi, on considère que les pistes cyclables, goulottes ou voies vertes sont adaptées pour un cycliste enfant.

Annexe 17 : Calcul des composantes I_{vit} et I_{typo} du sous-indice I_{sec} (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Tout comme pour le troisième facteur permettant d'estimer la sécurité, l'attractivité d'une infrastructure cyclable I_{att} est représentée par sa typologie.

$$I_{att} = I_{typo}$$

$$I_{typo} = \frac{\text{Part du nombre d'infrastructures cyclables d'une certaine typologie au sein d'un carreau}}{\text{Longueur des infrastructures cyclables} = \{\text{piste cyclable, goulotte, voie verte}\}} = \frac{\text{Longueur totale des infrastructures cyclables dans un carreau}}{\text{Longueur totale des infrastructures cyclables dans un carreau}}$$

Annexe 18 : Calcul du sous-indice I_{att} et de sa composante I_{typo} (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Le sous-indice de continuité I_{cont} d'une infrastructure cyclable est estimé à l'aide de 2 facteurs :

- Le nombre d'arrêts de transport en commun $I_{cont_{arrêts}}$
- Le nombre d'opportunités destinées $I_{cont_{opp}}$

$$I_{cont} = \frac{1}{2} I_{cont_{arrêts}} + \frac{1}{2} I_{cont_{opp}}$$

$$I_{cont_{arrêts}} = \frac{\text{Part des arrêts de transport en commun respectant certaines conditions au sein d'un carreau}}{\text{Nombre total d'arrêts dans un carreau}} = \frac{\text{Nombre d'arrêts} \leq 1,5 \text{ km de l'origine,} \leq 200 \text{ m d'un parking vélo}}{\text{Nombre total d'arrêts dans un carreau}}$$

En se plaçant du point de vue du transport modal, on considère qu'un réseau cyclable est continu s'il permet d'atteindre plusieurs arrêts de transport en commun, issus par exemple de plusieurs lignes, au bout d'1,5 km. De plus, pour qu'un tel trajet soit équitable, le lieu de départ du cycliste doit être à moins de 350 m d'une infrastructure cyclable et un parking vélo doit être présent à 200 m de la station de transport en commun.



$$I_{cont_{opp}} = \frac{\text{Part des opportunités respectant certaines conditions au sein d'un carreau}}{\text{Nombre total d'opportunités dans un carreau}} = \frac{\text{Nombre d'opportunités (POI enfants) } \leq 1,5 \text{ km de l'origine, } \leq 200 \text{ m d'un parking vélo}}{\text{Nombre total d'opportunités dans un carreau}}$$

On considère qu'un réseau cyclable est continu s'il permet d'atteindre plusieurs opportunités de types différents au bout de 5 km. Pour un cycliste enfant, la distance pour atteindre une opportunité doit être inférieure à 1,5 km. De plus, pour qu'un tel trajet soit équitable, le lieu de départ du cycliste doit être à moins de 350 m d'une infrastructure cyclable et un parking vélo doit être présent à 200 m de la station de transport en commun.



Annexe 19 : Calcul du sous-indice I_{cont} et de ses composantes $I_{cont_{arrêts}}$ et $I_{cont_{opp}}$ (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Le sous-indice de directivité I_{direct} d'un aménagement cyclable est calculé à l'aide de 2 facteurs :

- Le temps du trajet origine-opportunité $Temps_{trajet}$
- Le nombre d'intersections au sein d'un trajet origine-opportunité $N_{intersections}$

$$I_{direct} = \frac{1}{2} Temps_{trajet} + \frac{1}{2} N_{intersections}$$

$Temps_{trajet} = \text{Temps de trajet pour atteindre une opportunité en vélo } \leq 20 \text{ min} = \frac{D_{O-OPP}}{V_{cycliste}} \leq 20 \text{ min}$

L'idée est de mesurer la distance réseau d'un trajet origine-opportunité (Cf méthode I_{O-OPP}) pour un cycliste pédalant à une vitesse de 15 km/h, afin de pouvoir estimer son temps de parcours. Pour un cycliste enfant, on estime que le trajet peut durer jusqu'à une vingtaine de minutes, puisqu'il sera amené à choisir un itinéraire plus long s'il est plus sécurisé, confortable, attractif, etc.

Le *Tableau 1*, inspiré de celui en *Annexe 13* caractérisant le critère de directivité pour les profils de cyclistes, attribue des scores entre 0 et 1 afin à la fois de pouvoir visualiser plus facilement sur une carte ce sous-indice, mais aussi pour que la formule de l'indice de cyclabilité $I_{cyclabilité}$ soit homogène.

Temps de trajet	Score attribué
$\leq 5 \text{ min}$	1
5 - 12 min	0,75
12 - 16 min	0,5
$\geq 20 \text{ min}$	0,25

Tableau 1 : La directivité mesurée selon le temps de trajet d'un trajet origine-opportunité (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

$N_{intersections} = \text{Nombre d'intersections où le cycliste doit marquer l'arrêt } \leq 4$

L'idée est de calculer le nombre d'arrêts ou d'intersections présents sur un trajet origine-opportunité où un cycliste est dans l'obligation de marquer l'arrêt. Pour un cycliste enfant, on estime que le trajet peut comporter jusqu'à 4 arrêts, puisqu'il sera amené à choisir un itinéraire plus séquencé s'il est plus sécurisé, confortable, attractif, etc. Le *Tableau 2*, inspiré de celui en *Annexe 13* caractérisant le critère de directivité pour les profils de cyclistes, attribue des scores entre 0 et 1 afin à la fois de pouvoir visualiser plus facilement sur une carte ce sous-indice mais aussi pour que la formule de l'indice de cyclabilité $I_{cyclabilité}$ soit homogène.

Nombre d'intersections	Score attribué
0	1
1 _ 2	0,75
3 _ 4	0,5
5 _ 6	0,25

Tableau 2 : La directivité mesurée selon le nombre d'intersections au sein d'un trajet origine-opportunité (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Annexe 20 : Calcul du sous-indice I_{direct} et de ses composantes $Temp_{trajets}$ et $N_{intersections}$ (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

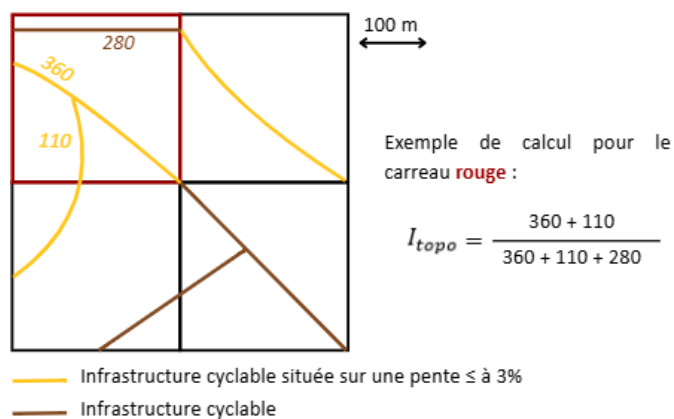
Le confort d'une infrastructure cyclable I_{conf} est représenté par la topographie en calculant les pentes exprimées en %.

$$I_{conf} = I_{topo}$$

$$I_{topo} = \frac{\text{Part des infrastructures cyclables situées sur un terrain dont la pente est inférieure à 3\%}}{\text{Longueur totale des infrastructures cyclables dans un carreau}}$$

Longueur des infrastructures cyclables au sein d'un carreau où les pentes $\leq 3\%$

Les pentes de la topographie ont pu être obtenues à l'aide de calculs réalisés dans le logiciel QGIS, sur des données provenant du RGE Alti à une précision de 25 mètres. Pour un cycliste enfant, on estime que les efforts à fournir sont peu importants lorsqu'il se déplace sur un terrain plat, c'est-à-dire sur un terrain dont la pente est inférieure à 3%.



Annexe 21 : Calcul du sous-indice I_{conf} et de sa composante I_{topo} (© Lou-Anne DENIAU, 2025)

Bibliographie

ALBRECHER R., CURNIER S., KAUFMANN V., 2023, « Le vélo et la marche comme moyens de transport. Etat actuel de la recherche », *Cahier du LaSUR 40A*, consulté le 14/04/2025 à l'adresse suivante : https://www.researchgate.net/publication/373111293_Le_velo_et_la_marche_comme_moyens_de_transport_-_etat_actuel_de_la_recherche_-_Cahier_du_LaSUR_40A

ARELLANA J., SALTARIN M., LARRANAGA A-M., GONZALEZ V-I., HENAO C-A., 2020, « Developing an urban bikeability index for different types of cyclists as a tool to prioritise bicycle infrastructure investments », *Transportation Research Part A*, consulté le 23/05 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.010>

BALLANTYNE P., FILOMENA G., ROWE F., SINGLETON A., 2024, « Developing two-dimensional indicators of transport demand and supply to promote sustainable transportation equity », *Computers, Environment and Urban Systems*, consulté le 06/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2024.102179>

BHUYAN I-A., CHAVIS C., NICKKAR A., BARNES P., 2019, "GIS-Based Equity Gap Analysis : Case Study of Baltimore Bike Share Program", *Urban Science*, consulté le 08/04/2025 à l'adresse suivante : [GIS-Based Equity Gap Analysis: Case Study of Baltimore Bike Share Program](#)

BOUDIN P., 2023, « La pratique cyclable des enfants : analyse des actions menées à l'échelle de la métropole de Lyon pour le développement de la pratique cyclable des enfants », Mémoire de fin d'étude en architecture et aménagement de l'espace, consulté le 02/06/2025 à l'adresse suivante : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04290829v1>

BRAUN L., RODRIGUEZ D., GORDON-LARSEN P., 2018, "Social (in)Equity in Access to Cycling Infrastructure: Examining the Distribution of Bike Lanes with Respect to Area-Level Sociodemographic Characteristics in 23 Large U.S. Cities", *Journal of Transport & Health*, consulté le 06/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.086>

BRES R., 2024, « Modélisation et évolution du réseau cyclable ». Thèse de doctorat en Modélisation et simulation, Université de Tours. Consulté le 10/04/2025 à l'adresse suivante : <https://hal.science/tel-04989308v1/document>

CHAN E., PIELLA A., 2025, « Projet de fin d'étude, l'équité d'accès aux réseaux cyclables ». Projet de Recherche Innovation en Aménagement et Environnement, Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, consulté le 08/04/2025 à l'adresse suivante : *pas encore disponible en ligne*

CUNHA I., SILVA C., 2022, « Assessing the equity impact of cycling infrastructure allocation: Implications for planning practice », *Transport Policy*, consulté le 10/04/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.12.021>

CUNHA I., SILVA C., BÜTTNER B., 2023, "Practitioners' perspectives on cycling equity: Bridging the gap between planning priorities", *Transportation Research Part D*, consulté le 10/04/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103902>

CUNHA I., SILVA C., BÜTTNER B., TOIVONEN T., 2024, « Pursuing cycling equity ? A mixed-methods analysis of cycling plans in European cities », *Transport Policy*, consulté le 15/04/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.11.001>

DUCASSE A., LUCAS M., 2023, « Les mobilités actives à l'épreuve de la périphérie. Stratégies et tactiques à pied et à vélo des habitants de El Rincón, à Bogotá (Colombie) », *Espace populations sociétés*, consulté le 14/04/25 à l'adresse suivante : <https://journals.openedition.org/eps/13957>

DUCHEYNE F., DE BOURDEAUDHUI I., SPITTAELS H., CARDON G., 2012, « Individual, social and physical environmental correlates of 'never' and 'always' cycling to school among 10 to 12 year old children living within a 3.0 km distance from school », *International Journal of Behavior Nutrition and Physical Activity*, consulté le 02/06/2025 à l'adresse suivante : https://www.researchgate.net/publication/233890560_Individual_social_and_physical_environmental_correlates_of_%27never%27_and_%27always%27_cycling_to_school_among_10_to_12_year_old_children_living_within_a_30_km_distance_from_school

GIUFFRIDA N., PILLA F., CARROLL P., 2023, "The social sustainability of cycling : Assessing equity in the accessibility of bike-sharing services", *Journal of Transport Geography*, consulté le 15/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103490>

GOEL R., GOODMAN A., ALDRED R., NAKAMURA R., TATAH L., MARTIN TOTARO GARCIA L., ZAPATA-DIOMEDI B., HERICK de SA T., TIWARI G., de Nazelle A., TAINIO M., BUEHLER R., WOODCOCK G., WOODCOCK J., 2022, "Cycling behaviour in 17 countries across 6 continents: levels of cycling, who cycles, for what purpose, and how far ?", *Transport Reviews*, consulté le 14/04/25 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1915898>

GRUDGINGS N., HAGEN-ZANKER A., HUGHES S., GATERSLEBEN B., WOODALL M., BRYANS W., 2018, « Why don't more women cycle ? An analysis of female and male commuter cycling mode-share in England and Wales », *Journal of Transport & Health*, consulté le 03/06/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.07.004>

HOUDE M., APPARICIA P., SEGUIN A-M., 2018, "A ride for whom : Has cycling network expansion reduced inequities in accessibility in Montreal, Canada ?", *Journal of Transport Geography*, consulté le 07/04/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.02.005>

IMBERT C., D'AUBIGNE C., VILLAIN B., STRUNDEN A., GRIEB P., 2020, « Les femmes et la pratique du vélo (Lille) », *Copenhagénise France*, consulté le 03/06/2025 à l'adresse suivante : <https://cyclavenir.com/wp-content/uploads/2023/12/LES-FEMMES-ET-LA-PRATIQUE-DU-VELO.pdf>

INCKLE K., 2019, « Disabled Cyclists and the Deficit Model of Disability », *Disability Studies Quarterly*, consulté le 05/06/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.18061/dsq.v39i4.6513>

JARRY V., 2021, « La qualité des voies cyclables à Montréal, Laval et Longueuil : Construction d'indicateurs de diagnostic et d'aide à la planification », Thèse de doctorat en maîtrise en études urbaines, Université du Québec, Institut National de la Recherche Scientifique Centre – Urbanisation Culture Société, consulté le 07/04/2025 à l'adresse suivante : [Jarrry-V-M-Novembre2021.pdf](#)

KALISKY L., 2024, « Modéliser un réseau cyclable en zone peu dense : comparaison de scénarios à travers une analyse multicritères spatialisée », Thèse de doctorat en Géographie, Aménagement, Environnement, Développement, Université de Franche-Comté, consulté le 09/04/2025 à l'adresse suivante : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04903014v1/document>

KENT M., KARNER A., 2018, "Prioritizing low-stress and equitable bicycle networks using neighborhood-based accessibility measures", *International Journal of Sustainable Transportation*, consulté le 08/04/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1443177>

LUCAS M., 2019, « La "Culture Métro" à Medellín, matérialisation du droit à la ville ou instrument de transformations des pratiques urbaines ? », *Urbanités*, #11 / Bouger en ville, consulté le 14/04/25 à l'adresse suivante : <https://www.revue-urbanites.fr/wp-content/uploads/2019/02/Urbanit%C3%A9s-11-Lucas.pdf>

LUCAS M., 2025, « Etudier l'expérience à vélo pour comprendre les choix et les modalités des déplacements des cyclistes à Bogota », *Recherche Transports Sécurité*, consulté le 14/04/25 à l'adresse suivante : *pas encore publié en ligne*

LUCAS M., 2024, « Bogota à vélo, Etude des pratiques et expériences de la mobilité cycliste en ville », Thèse de doctorat en Géographie, Université de Rennes, consulté le 14/04/2025 à l'adresse suivante : <https://theses.hal.science/tel-04933444v1/file/2024theseLucasM.pdf>

MORA R., TRUFFELLO R., OYARZUN G., 2021, "Equity and accessibility of cycling infrastructure : An analysis of Santiago de Chile", *Journal of Transport Geography*, consulté le 19/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.102964>

POISSON A., 2024, « L'aménagement cyclable comme levier de la pratique du vélo : Le cas de la métropole montpelliéraine », Thèse de doctorat en Géographie et Aménagement de l'espace, Université Paul Valéry de Montpellier, consulté le 11/04/2025 à l'adresse suivante : <https://theses.fr/s228550>

PRELOG R., 2015, "Bicycle equity : the equity of access to bicycle infrastructure", consulté le 08/04/2025 à l'adresse suivante : [Bicycle Equity: The Equity of Access to Bicycle Infrastructure](#)

QUIAN X., NIEMEIER D., 2019, "High impact prioritization of bikeshare program investment to improve disadvantaged communities' access to jobs and essential services », *Journal of Transport Geography*, consulté le 16/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.02.008>

RAUX C., SOUCHE S., 2001, « L'acceptabilité des changements tarifaires dans le secteur des transports : comment concilier efficacité et équité ? », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, consulté le 09/04/2025 à l'adresse suivante : <https://shs.cairn.info/revue-d-economie-regionale-et-urbaine-2001-4-page-539?lang=fr>

RERAT P., SCHMASSMANN A., 2024, « Build it and they will come ? The effects of a new infrastructure on cycling practices and expériences », *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, consulté le 06/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101121>

RERAT P., 2019, « Vers un urbanisme cyclable », *Tracés*, consulté le 06/05/2025 à l'adresse suivante : https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_FFCC2EBBD0DC.P001/REF

ROSAS-SATIZABAL D., GUZMAN L-A., OVIEDO D., 2020, "Cycling diversity, accessibility, and equality : an analysis of cycling commuting in Bogota", *Transportation Research Part D*, consulté le 15/04/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102562>

RUBIO B., LEGRAND E., CESTAC J., ASSAILLY JP., 2021, « Usage, socialisation et apprentissage du vélo chez les enfants : une revue narrative de la littérature », *Recherche, transports, sécurité, Enjeux de sécurité chez les piétons et les cyclistes*, 17p., consulté le 06/05/2025 à l'adresse suivante : <https://hal.science/hal-03200544v1>

RUSSELL M., DAVIES C., WILD K., SHAW C., 2021, "Pedalling towards equity: Exploring women's cycling in a New Zealand city", *Journal of Transport Geography*, consulté le 06/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.102987>

SAYAGH D., 2018, « Pourquoi les adolescentes ont moins de possibilités réelles de faire du vélo que les adolescents ? Approche sociologique », Thèse de doctorat en sociologie, Université Paris Est, consulté le 05/05/2025 à l'adresse suivante : <https://theses.hal.science/tel-01885227>

SCHMASSMANN A., BAEHLER D., RERAT P., 2021, "Le vélo chez les jeunes : pratiques, images et trajectoires cyclistes. Une étude de cas à Yverdon-les-Bains », Office fédéral des routes OFROU, section mobilité douce, consulté le 05/05/2025 à l'adresse suivante : https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_EAD1BC3B3DD7.P001/REF

SPECK R., 2025, « Vers un réseau cyclable plus équitable ? Construction d'un indice d'équité afin d'évaluer les impacts socio-économiques et spatiaux des nouveaux aménagements cyclables en milieu urbain », Projet de Recherche Innovation en Aménagement et Environnement, Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, consulté le 09/04/2025 à l'adresse suivante : *pas encore disponible en ligne*

VALE D-S., SARAIVA M., PEREIRA M., 2016, « Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility », *The Journal of Transport and Land Use*, consulté le 15/04/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.593>

ZHIWEI C., GUO Y., STUART A., ZHANG Y., LI X., 2019, "Exploring the equity performance of bike-sharing systems with disaggregated data : A story of southern Tampa", *Transportation Research Part A*, consulté le 16/05/2025 à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.048>



POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Lou-Anne DENIAU
Étudiante IMAGE
2024-2025

Titre : L'équité d'accès aux réseaux cyclables : Projet ARBITRAGE

Résumé : Ce stage avait pour objectif de créer de A à Z un indicateur d'équité cycliste, en passant par l'analyse et la traduction d'un besoin, jusqu'à la justification, la conception puis la production d'une solution, le tout en organisant chaque phase du projet de façon autonome jusqu'à la résolution de la mission. Cette dernière a ainsi été réalisée à l'aide d'un état de l'art sur la notion d'équité, de la réalisation de profils de cyclistes, de la conception de sous-indices et indices évaluant les différentes composantes de l'équité, pour aboutir à la création puis la réalisation d'un indicateur d'équité cycliste visualisable cartographiquement.

Mots clés : Vélo, infrastructures cyclables, équité, transport, mobilité active

Laboratoire CITERES de l'Université de Tours

Équipe de recherche DATE (Dynamique et Action Territoriales et Environnementales)
33-35 Allée Ferdinand de Lesseps, site des 2-Lions, TOURS

Tuteur entreprise :

Hervé BAPTISTE
Maître de conférences en aménagement de l'espace et urbanisme

Tuteur académique :

Hervé BAPTISTE