

ETUDE TECHNIQUE

LES VITESSES DU VÉLO : POUR UNE PRISE EN COMPTE DE LA DIVERSITÉ DES PRATIQUES CYCLISTES



L'ambition de cette étude est de mettre en avant la diversité des vitesses pratiquées à vélo, et donc la diversité des usages et usager-es du vélo.

Ce document s'adresse à celles et ceux qui s'interrogent sur la réalité des vitesses pratiquées à vélo et sur la prise en compte des vitesses dans la réalisation d'aménagements cyclables.

Académie des Mobilités Actives (ADMA) - Décembre 2022

contactadma@mobilites-actives.fr

Ce programme Certificats d'Économies d'Énergie  est porté par

TABLE DES MATIERES

Table des matières	2
1. Introduction.....	3
2. Les vitesses des cyclistes dans la littérature scientifique et dans les enquêtes mobilité.....	5
3. Les vitesses des cyclistes dans leurs trajets quotidiens	9
4. Les vitesses des cyclistes dans les data et les applications numérique : le cas de Lyon.....	12
5. Les vitesses des cyclistes et la conception d'aménagements cyclables.....	15
6. Conclusions	19
7. Bibliographie.....	20
8. Table des figures	21

Pour citer ce document : Académie des experts en mobilités actives (2022), *Les vitesses du vélo*.

Rédaction : Olivier BALAGUIER, Clément DUSONG, Jean-Baptiste GERNET, Maxime PIED, Académie des Mobilités Actives (2022)

REMERCIEMENTS À

Thomas JOUANOT (Cerema)

Mathieu RABAUD (Cerema)

qui ont contribué à la relecture de cette étude.

1. INTRODUCTION

CONTEXTE

En septembre 2020, Vélib' lance une campagne de communication sur les réseaux sociaux dont l'objectif est de montrer l'efficacité du vélo comme moyen de déplacement par rapport aux autres modes de transport, et notamment la voiture : « *En ville, sur des trajets de moins de 5km, le vélo est le moyen de transport le plus rapide !* ». Cette campagne, qui cite l'ADEME sans préciser la source exacte, indique que sur un parcours de cinq kilomètres, le vélo est plus rapide que la voiture (15 km/h en ville en moyenne pour le cycliste, contre 14 km/h pour l'automobiliste). Cette efficacité liée à la vitesse, affichée comme élément de plaidoyer en faveur du développement du système vélo, s'oppose paradoxalement à d'autres enjeux : attirer de nouveaux usager·ère·s, inclure une diversité de publics qu'une vitesse trop élevée pourrait décourager, mais aussi promouvoir un aménagement du territoire dans la proximité où des déplacements courts à vélo remplaceraient des déplacements longs en voiture.

La remise en cause de la vitesse automobile est développée dès les années 1970 par les fondateurs de l'écologie politique dont Ivan Illich est une des principales figures. Le philosophe avance, tout d'abord, que dépasser certains seuils de vitesse a un impact négatif sur l'environnement physique et social, et qu'ensuite la vitesse automobile est illusoire. Avec le concept de vitesse généralisée - concept repris par la suite par différents auteurs (Dupuy & Debouverie, 2004) -, Ivan Illich propose de prendre en compte le temps de travail nécessaire pour faire face aux frais liés à l'acquisition et à l'entretien d'une voiture, relativisant l'efficacité du déplacement d'un·e automobiliste par rapport à un·e cycliste ou à un·e piéton·ne (Illich, 1973). A côté de ces travaux, les recherches de Yacov Zahavi démontrent la stabilité du « budget temps de transport » quotidien par personne au niveau mondial (Zahavi & Talvitie, 1980), soit le temps consacré aux déplacements par individu et par jour. Celui-ci varierait peu selon les contextes

nationaux, bien que les systèmes de transports respectifs permettent des vitesses très différentes. Selon cette idée, l'accroissement de la vitesse n'a pas d'effet sur le temps passé à se déplacer, car le temps gagné est réinvesti pour parcourir des distances plus importantes. Depuis ces premiers travaux, des nuances ont pu être apportées à ce constat (Vodoz, 2004) ; cependant, l'idée que l'augmentation de la vitesse ne génère pas automatiquement de gains de temps appelle à remettre en cause la course à la vitesse.

Cette réévaluation de la vitesse comme critère d'efficacité est également nécessaire puisque même lorsque les lieux de départ et d'arrivée sont identiques, les trajets entre les modes et les usager·ère·s ne le sont pas forcément. Un·e automobiliste peut circuler plus vite qu'un·e cycliste sur un même trajet entre un point A et B, toutefois s'il est obligé de contourner un quartier, son déplacement peut être moins rapide en dépit d'une plus grande vitesse. Enfin, au-delà de la vitesse différenciée entre les modes, un changement de mode peut aussi impliquer un changement de destination pour un même motif de déplacement : en passant de la voiture au vélo, un individu peut être incité à réaliser davantage d'achats dans des commerces de proximité, et moins d'achats dans une zone commerciale périphérique.

Malgré tout, la vitesse reste un argument mobilisé pour plaider l'efficacité relative des différents modes de transport.

PROBLEMATIQUE

Passer du singulier au pluriel – d'une vitesse moyenne de circulation qui consacrerait l'efficacité du vélo à une diversité de vitesses – permet-il de mieux connaître les usages du vélo ? Les cyclistes, comme les calculateurs d'itinéraires qui leur fournissent des informations sur leurs trajets à venir, surestiment-ils la vitesse de circulation à vélo ? Quelles sont les interactions entre vitesse projetée et qualité des aménagements cyclables ?

OBJECTIF

En mobilisant différentes acceptions du terme « vitesse », différentes méthodes de mesure, différentes sources, cette étude vise à illustrer la diversité des vitesses du vélo, et à mieux en identifier les déterminants.

METHODOLOGIE

Afin de mieux appréhender ces enjeux, plusieurs méthodes de calcul existent pour estimer la vitesse à vélo. Si pendant longtemps les travaux sur le sujet étaient limités par les possibilités techniques qui imposaient de se baser uniquement sur des estimations par radar ou sur des calculs croisant temps et distances des trajets des usager·ère·s, le développement des outils GPS offre aujourd'hui de nombreuses possibilités. La géolocalisation des vélos ou des cyclistes grâce à leur smartphone permet aujourd'hui de calculer une grande variété de vitesses. Il est possible de calculer la vitesse instantanée d'une personne à vélo à un instant donné, sur une section d'un trajet, sur l'ensemble d'un trajet, sur un ensemble de trajets. A l'exception de la vitesse ponctuelle, les vitesses calculées sont des vitesses moyennes de déplacement sur un trajet, du lieu de départ au lieu d'arrivée. A l'image du concept de vitesse commerciale¹ mobilisée dans les études sur les transports en commun, il est indispensable de prendre en compte le mouvement mais aussi les différents arrêts imposés par la circulation ou la réglementation lors d'un déplacement à vélo afin d'étudier la vitesse en fonction d'un contexte ou d'un profil d'usager.

Pour rendre compte de la diversité des vitesses du vélo, des méthodes pour mesurer ces vitesses et de leur utilisation, cette étude est divisée en 4 parties proposant des analyses complémentaires :

- La première section propose une analyse de la variation des vitesses

des cyclistes en s'intéressant notamment aux critères ayant un impact sur celles-ci. Cette section se base sur une revue de littérature des travaux scientifiques d'une part, et sur une analyse des enquêtes mobilité existantes d'autre part ;

- La seconde section est une analyse originale basée sur 8 usager·ère·s dont les vitesses des déplacements à vélo ont été suivies pendant 2 semaines ;
- La troisième section compare les vitesses utilisées par les calculateurs d'itinéraires à vélo ;
- La quatrième section développe les liens existants entre les vitesses des cyclistes et la conception d'aménagements cyclables.

Vitesses : quelques définitions

Vitesse instantanée : vitesse de déplacement à un instant T (mesurée au moyen d'un radar par exemple) ou sur une courte section d'un trajet (mesurée au moyen de deux capteurs situés à 20 mètres d'écart par exemple).

Vitesse moyenne : vitesse de déplacement mesurée sur le trajet d'un point A à un point B, du moment où la personne monte sur son vélo au moment où elle en descend à destination, prenant en compte les temps d'arrêt durant le trajet (à un carrefour à feu par exemple).

Vitesse généralisée : vitesse « tenant compte non seulement du temps de déplacement mais aussi du temps de travail nécessaire pour payer le déplacement » (Héran, 2009a).

¹ La vitesse commerciale d'un transport en commun est la vitesse moyenne utile aux usager·ère·s, prenant en compte le temps de déplacement mais aussi les temps à l'arrêt.

2. LES VITESSES DES CYCLISTES DANS LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE ET DANS LES ENQUÊTES MOBILITÉ

Cette première section présente la diversité des vitesses du vélo et ses déterminants dans la littérature scientifique, ainsi que les informations sur la vitesse moyenne des déplacements à vélo issues de données d'enquêtes locales ou nationales sur la mobilité.

LES CRITERES DE VARIATION DES VITESSES DU VELO DANS LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Les vitesses du vélo sont questionnées dans la littérature scientifique à partir de différents critères. Ceux-ci sont le reflet des sujets de recherche qui ont motivé la collecte de données de vitesses : la sécurité routière et la cohabitation entre usager·ère·s, la qualité des infrastructures cyclables, ou encore l'approche par publics. Ainsi, les vitesses sont susceptibles de varier en fonction du type d'aménagement, des interactions avec d'autres usager·ère·s, de la temporalité du trajet (saison, horaire...), du type de vélo utilisé, de l'âge des cyclistes, etc.

La mesure de la vitesse s'effectue grâce à différentes techniques, parmi lesquelles l'analyse d'images vidéo, le chronométrage, des capteurs à tube pneumatique, des radars, des traces GPS. La méthode de mesure a un impact sur le type de vitesse que l'on mesure, renvoyant ainsi à un point fondamental de définition de la vitesse. On peut d'une part questionner la vitesse à vélo sur une courte section d'un trajet, qui s'apparente à une vitesse instantanée, ou d'autre part questionner la vitesse à vélo sur l'ensemble d'un trajet, qui s'apparente à une vitesse moyenne, prenant en compte les temps d'arrêt à des carrefours, mais aussi les difficultés qui peuvent être rencontrées durant ce trajet (vent, dénivelé, etc.). La méthode de mesure influence les résultats, rappelant la précaution qu'il faut prendre pour des comparaisons entre études. Parmi les indicateurs de vitesse

utilisés dans les études, la valeur médiane² des indicateurs correspondant à une mesure instantanée de la vitesse est de 15,8km/h, tandis que la valeur médiane de ceux correspondant à une vitesse moyenne mesurée sur un trajet ou à partir de plusieurs trajets est de 14,6km/h. Les valeurs moyennes de ces indicateurs sont respectivement 16,7km/h et de 14,5km/h.

Méthode de mesure	Valeur médiane	Valeur moyenne
Vitesse instantanée	15,8 km/h	16,7 km/h
Vitesse moyenne	14,6 km/h	14,5 km/h

Figure 1 Variation des valeurs de vitesse médiane et moyenne selon la méthode de mesure, sur l'ensemble des articles scientifiques sélectionnés

En fonction de la temporalité des trajets

Une étude exploitant des données du système de vélos en libre-service Vélo'v de Lyon entre mai 2005 et décembre 2007 (16 000 trajets quotidiens en moyenne) (Jensen et al., 2010) a permis de montrer les variations de vitesse en fonction du jour de la semaine et du moment de la journée. Un après-midi de week-end, la vitesse moyenne d'un trajet était de 10km/h, contre 13,5km/h à l'heure de pointe du matin. On peut relier ce différentiel de vitesse au motif des trajets, plutôt de loisirs dans le premier cas, et utilitaire dans le second. Cela renvoie à l'un des nombreux avantages du vélo : aller plus vite si nécessaire, flâner si possible. La même étude pointe également l'aspect des inégalités de genre en avançant que la vitesse moyenne des trajets à l'heure de pointe du mercredi matin est plus élevée que celle des trajets à l'heure de pointe du matin des autres jours de la semaine. Cela peut s'expliquer par un moindre usage du service par les femmes, roulant en moyenne plus lentement que les hommes, lors de ce jour de la semaine à cause de la charge des enfants.

² La médiane est la valeur qui sépare l'ensemble des valeurs mesurées en deux moitiés contenant un même nombre de valeurs mesurées. La moyenne est le résultat

de la somme de toutes les valeurs mesurées, divisée par le nombre de valeurs mesurées.

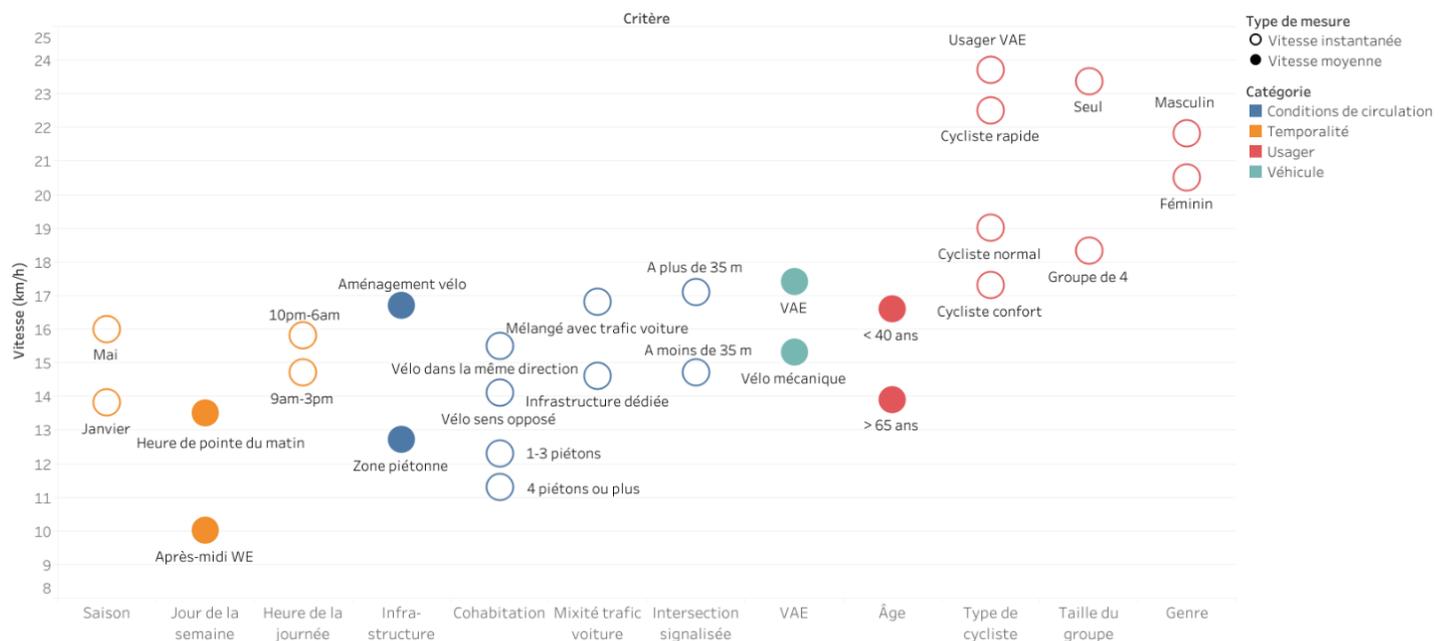


Figure 2 Variations de vitesses en fonction de différents critères dans la littérature scientifique (à partir des articles retenus pour la présente étude)

Une étude suédoise (Eriksson et al., 2019) s'est intéressée à la vitesse instantanée des cyclistes mesurée par des tubes de détection au sol et par caméra, dans trois villes de Suède dont Stockholm. La vitesse constatée était sensiblement plus élevée à des horaires nocturnes, entre 22h et 6h, qu'à des horaires diurnes, de 9h à 15h. La temporalité renvoie aussi aux conditions météorologiques : la vitesse constatée en mai (16km/h) était supérieure à celle constatée en janvier (13,8km/h), ce différentiel s'expliquant d'après l'étude par la présence de neige sur la chaussée.

En fonction des infrastructures et conditions de circulation

D'autres études s'intéressent à la variation des vitesses du vélo en fonction des infrastructures et des conditions de cohabitation que ces infrastructures impliquent. Des relevés de vitesse réalisés en trois points du centre-ville de Bologne en Italie de 8h30 à 10h30 en semaine (Bernardi & Rupi, 2015) indiquent que les cyclistes circulent plus rapidement en mixité avec le trafic automobile (16,8 km/h) que sur une infrastructure qui leur est dédiée (14,6 km/h). En matière de cohabitation avec d'autres usager·ère·s des modes actifs, les cyclistes réduisent leur vitesse si un vélo arrive

en sens opposé, et surtout en présence de piétons, avec un différentiel constaté de 3 à 5 km/h. Une étude menée à Chemnitz en Allemagne (Schleinitz et al., 2017) confirme l'adaptation de la vitesse des cyclistes en fonction du type d'aménagement, et des usager·ère·s qui y évoluent, la vitesse de 16,7 km/h constatée sur un aménagement cyclable étant réduite à 12,7 km/h en zone piétonne.

À l'approche d'une intersection, une étude menée à Toronto (Clarry et al., 2019) à partir des données d'une application vélo développée par la municipalité (5713 trajets réalisés par 554 cyclistes uniques en août et septembre 2015) a notamment objectivé le différentiel de vitesse à l'approche d'une intersection, avec une vitesse moyenne de 17,1 km/h à plus de 35 mètres d'une intersection signalée par un feu, réduite à 14,7 km/h à moins de 35 mètres de cette intersection.

En fonction des cyclistes et du véhicule

L'étude menée à Chemnitz en Allemagne donne également un indicateur de la variation de la vitesse en fonction de l'âge des cyclistes et du type de vélo utilisé. La vitesse de circulation à vélo diminue avec l'âge, étant de 16,6 km/h pour les cyclistes de moins de 40 ans, et de 13,9 km/h pour les cyclistes de plus de 65 ans. L'utilisation d'un vélo à assistance électrique (VAE) augmente logiquement la vitesse à vélo, celle-ci passant de 15,3 km/h

(vélo mécanique) à 17,4 km/h (VAE) ; on retrouve au sein de cette vitesse supérieure en VAE une hiérarchie en fonction de l'âge : la vitesse moyenne en VAE est de 20,5 km/h parmi les personnes âgées de moins de 40 ans, et de 14,8 km/h parmi les personnes âgées de plus de 65 ans.

Pour les besoins d'une étude réalisée à Linköping en Suède (Kircher et al., 2018), il a été demandé aux participants de se situer eux-mêmes parmi quatre catégories de cyclistes : les cyclistes « confort », qui sont détendus et ne se pressent pas à vélo ; les cyclistes « normaux » qui estiment rouler à une vitesse normale impliquant alternativement de dépasser ou d'être dépassé ; les cyclistes « rapides », qui estiment rouler souvent plus rapidement que les autres à vélo et enfin les usager·ère·s utilisant un VAE. Les cyclistes « confort » étaient les plus jeunes en moyenne (34 ans), avec la proportion la plus réduite de femmes (33 %). L'âge moyen des usager·ère·s du VAE était le plus élevé (40,6 ans), avec une répartition égalitaire entre hommes et femmes. Si au total les femmes représentaient 46% des 41 participants à l'étude, elles représentaient 58 % des cyclistes se qualifiant comme « normaux ». Les usager·ère·s du VAE (23,7 km/h) et les cyclistes « rapides » (22,5 km/h) présentaient les vitesses constatées les plus élevées, tandis que les cyclistes « normaux » présentaient une vitesse constatée de 19 km/h, et les cyclistes « confort » une vitesse de 17,3 km/h.

Une étude réalisée à Leeds au Royaume-Uni (Parkin & Rotheram, 2010) – avec un échantillon réduit de 12 participants et 4 participantes – indiquait une différence modérée de 1,3 km/h entre les hommes et les femmes, avec une vitesse moyenne de 20,5 km/h pour les femmes sur 110 trajets, et une vitesse moyenne de 21,8 km/h pour les hommes sur 408 trajets.

Une étude menée à Pékin en Chine (Li et al., 2022) a investigué les différentiels de vitesses entre la circulation seul à vélo, et la circulation à plusieurs. La vitesse à vélo est négativement corrélée à la taille du groupe, étant de 23,4 km/h seul, 21,3 km/h à deux, jusqu'à 18,3 km/h à quatre. Bien loin des pelotons cyclistes où l'aérodynamique d'un groupe est mise au profit de la vitesse, le déplacement vélo utilitaire répond à d'autres logiques, qu'il s'agisse de convivialité, ou de positionnement des individus au sein d'un groupe par rapport aux

conditions de circulation (interaction avec d'autres, risques d'accidents, intersection, etc.).

VARIATIONS DES VITESSES DANS LES ENQUÊTES DE MOBILITÉ

En France, les Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) réalisées depuis la fin des années 1970 au niveau des grandes agglomérations donnent accès à une photographie statistique des déplacements des habitants d'un territoire, notamment pour calculer la part modale de chaque mode de déplacement. Ces enquêtes sont désormais appelées Enquêtes Mobilités Certifiées Cerema (EMC2), la méthodologie actualisée garantissant la possibilité de comparaisons dans le temps et entre territoires.

Méthodologie de déduction d'une vitesse moyenne à vélo dans les EMD

Parmi les données collectées et traitées par les EMD / EMC2 se trouvent le temps déclaré pour chaque déplacement, et la distance par déplacement. Le recensement des déplacements se fait auprès de tous les membres de plus de 5 ans du ménage enquêté quel que soit le motif ou le mode de déplacement. S'agissant de la distance, deux données sont disponibles : la distance « à vol d'oiseau », et la distance « parcourue ». La distance « parcourue » correspond à une estimation de la distance qui a été couverte par la personne réalisant le déplacement, tenant compte de la voirie, des plans de circulation et des éventuelles coupures obligeant de grands détours. Initialement, cette distance parcourue était estimée à partir de la distance à vol d'oiseau entre l'origine et la destination, corrigée par deux variables : le mode de déplacement, et l'intervalle de distance (ex. : de 1 à 5 km, de 5 à 10 km, etc.) dans lequel se situe la distance en question. En fonction de ces deux variables, un « coefficient de détour » ou « coefficient de redressement » est appliqué à la distance à vol d'oiseau (Héran, 2009). Depuis le milieu des années 2010, le recours à de la modélisation de trafic (adaptée au mode de déplacement) permet une estimation plus précise des distances parcourues.

Ensuite, les durées sont déclarées a posteriori par les enquêtés, arrondies à la minute et comprennent la totalité du déplacement : temps de marche pour rejoindre le vélo, temps

pour le détacher, temps du trajet effectif, temps pour l'attacher à destination et d'éventuellement parcourir encore quelques mètres à pied.

Ainsi, en collectant l'information de la distance moyenne d'un déplacement à vélo et de la durée moyenne déclarative d'un déplacement à vélo, il est possible de calculer une vitesse moyenne à vélo. Par conséquent, il s'agit bien d'une vitesse moyenne de déplacement, d'un point A à un point B, temps d'arrêt compris. Ces vitesses sont donc difficilement comparables avec des données sur des vélos en libre-service et encore moins bien sûr avec des vitesses de circulation instantanées.

Vitesses moyennes par ville

Dans certains cas, les maîtres d'ouvrage des enquêtes se sont intéressés à la vitesse des différents modes de déplacement à partir des données collectées. C'est le cas par exemple de Toulouse, où le syndicat mixte des transports en commun Tisséo (Tisséo, 2013) indique une vitesse moyenne du vélo de 11 km/h, ou encore de Strasbourg, où l'Agence d'urbanisme (ADEUS - Agence d'urbanisme de Strasbourg, 2022) indique également une vitesse moyenne du vélo de 11 km/h.

Au-delà de ces indications, d'autres maîtres d'ouvrage des enquêtes (Besançon, Lille) indiquent la durée et la longueur moyenne des déplacements à vélo dans leurs publications.

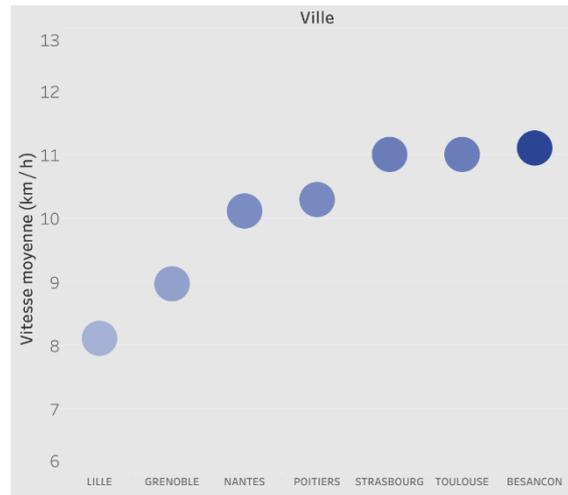


Figure 3 Enquêtes mobilité : vitesses moyennes à vélo par ville

Dans le cas de Besançon (AUDAB - Agence d'urbanisme de Besançon, 2018), la vitesse moyenne du vélo est très proche de celles citées à Toulouse et Strasbourg (11,1 km/h). Le même type de données publié à Lille (Métropole Européenne de Lille, 2016) permet de calculer une vitesse moyenne du vélo de 8,1 km/h.

Pour les cas de Grenoble, Nantes ou Poitiers, la publication des données brutes de l'enquête mobilités déplacements en jeux de données ouvertes permet de retrouver ces informations. Ces données permettent de calculer une vitesse de 9 km/h à Grenoble, de 10,5 km/h à Nantes, et de 10,3 km/h à Poitiers (cf. figure 3).

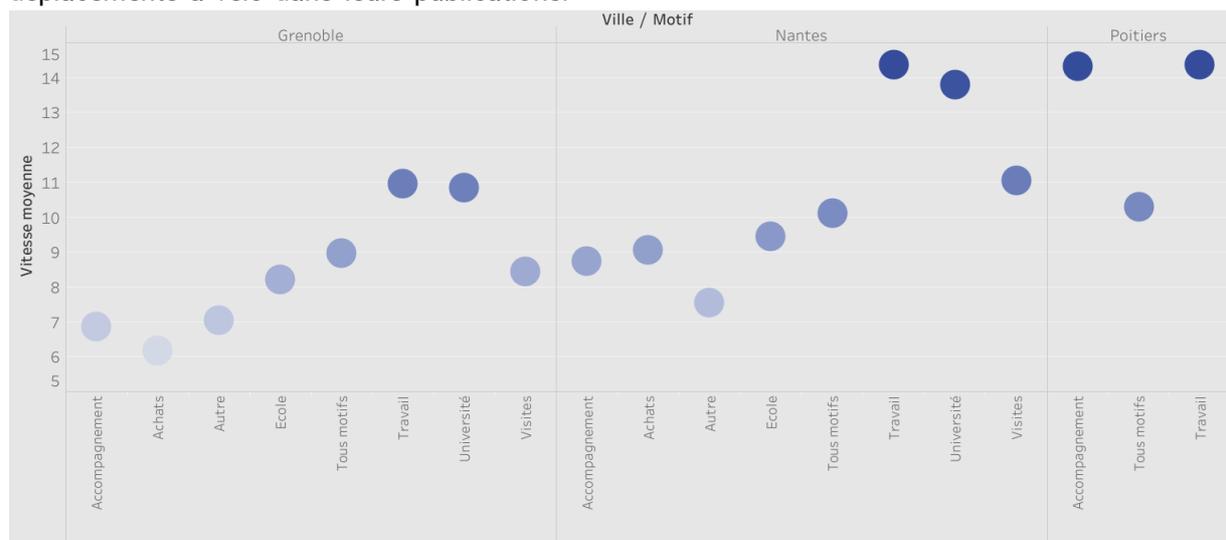


Figure 4 Enquêtes mobilité : vitesses moyennes à vélo par motif de déplacement

Motifs de déplacement et vitesses

Les données brutes en open data permettent d'accéder plus précisément à l'information des durées et longueurs moyennes des déplacements à vélo en fonction des motifs de déplacement. Les déplacements domicile-travail à vélo dans les trois jeux de données ouvertes consultés présentent une vitesse moyenne supérieure à celle de l'ensemble des déplacements à vélo : 14,4 km/h contre 10,3 km/h à Poitiers, 14,4 km/h contre 10,1 km/h à Nantes et 11 km/h contre 9 km/h à Grenoble (cf. figure 4).

Vitesses du vélo dans les enquêtes nationales de mobilité

Tous les 10 à 15 ans, le ministère chargé des Transports et l'INSEE réalisent une enquête à l'échelle nationale concernant tous les déplacements des ménages résidant en France métropolitaine. L'enquête nationale transports déplacements (ENTD) de 2008 indiquait une distance moyenne des déplacements à vélo de 2,8 km, et une durée moyenne des déplacements à vélo de 16,3 minutes, soit une vitesse moyenne de 10,3 km/h. Dix ans après, l'enquête mobilité des personnes (EMP) de 2019 indique une distance moyenne des déplacements à vélo de 3,1 km et une durée moyenne des déplacements à vélo de 18 minutes, soit une vitesse moyenne à nouveau égale à 10,3 km/h.

En Suisse, une enquête de 2015 de l'Office fédéral de la statistique (Office fédéral de la statistique Suisse, 2015) distinguait la vitesse moyenne du vélo (13,3 km/h) et la vitesse moyenne du VAE (17 km/h).

3. LES VITESSES DES CYCLISTES DANS LEURS TRAJETS QUOTIDIENS

Afin de compléter les données recueillies lors de la revue de littérature sur les travaux s'intéressant aux vitesses des cyclistes, une étude a été menée avec un échantillon réduit de

cyclistes recruté spécifiquement pour cette étude dans le but d'analyser les vitesses de leurs déplacements à vélo. Ce travail complémentaire propose de s'intéresser à la vitesse estimée par les usager·ère·s, à la variabilité des vitesses effectives de déplacement des différents individus enquêtés mais aussi entre les différentes journées des individus. La sélection des individus enquêtés ne vise pas la représentativité et ne prétend pas pouvoir recenser l'ensemble des pratiques ou des profils de cyclistes car les déplacements de seulement huit cyclistes, hommes et femmes, ont été enregistrés pendant deux semaines complètes. Quelques variables, identifiées par la littérature scientifique comme ayant un impact sur la vitesse des usager·ère·s ont été relevées lors de la sélection des profils : le genre, l'âge et le type de vélo utilisé.

En plus de ces variables permettant d'identifier leur profil (cf. figure 5), les individus ont aussi été interrogés sur leur vitesse moyenne perçue en amont de l'enquête. Les cyclistes enquêtés ont répondu à la question « Selon vous, quelle est votre vitesse moyenne lors de vos déplacements à vélo au quotidien (temps d'arrêt compris) ? ». Cette vitesse est donc une vitesse déclarative estimée par l'usager·ère. Les vitesses réelles recensées au cours de l'enquête et présentées dans le tableau 2 ont été relevées grâce à l'utilisation d'une application GPS de traçage des déplacements. L'outil utilisé est l'application d'origine suédoise « TravelVu ». Cette application a été

Numéro d'enquêté	Genre	Age	Vélo	Commune de résidence	Vitesse estimée	Vitesse moyenne	Ecart entre vitesse estimée et vitesse moyenne
1	Femme	28	VAE	Paris	15	14	1
2	Homme	28	VTC	Lyon	22	16	6
3	Homme	29	Vélo de sport	Paris	17	23	-6
4	Homme	29	Pliant	Paris	16	12	4
5	Homme	29	VTC	Montreuil	17	15	2
6	Femme	34	Vélo de ville	Strasbourg	13	12	1
7	Femme	59	VAE	Villeurbanne	20	11	9
8	Homme	74	Vélo de ville	Villeurbanne	12	11	1
Ensemble					17	14	2

Figure 5 Liste des individus enquêtés et de leurs vitesses

développée spécialement pour la collecte automatique de données de déplacements : en plus de tracer les déplacements et de calculer des vitesses, elle est capable d'identifier les modes déplacement, permettant ainsi d'isoler les déplacements à vélo.

L'algorithme de l'application détecte le mode, mais l'utilisateur garde la main pour le corriger. Cet outil, installé sur le smartphone des participant·es, possède l'avantage de recueillir des données en continu, en limitant les manipulations des usager·ère·s à la correction des modes identifiés par l'application³.

Les vitesses moyennes estimées par les cyclistes avant l'enregistrement de leurs déplacements sont comprises entre 12 km/h et 20 km/h. La moyenne de ces estimations réalisées par les personnes de l'effectif est de 16,5 km/h. Les vitesses moyennes réelles enregistrées sont plus faibles puisque la vitesse moyenne de l'ensemble de l'effectif sur

l'ensemble de la période est de 14,19 km/h. Pour les huit enquêté·es, les vitesses moyennes lors de la période d'enquête sont comprises entre 10,58 km/h pour la personne la plus lente et 22,63 km/h pour la personne la plus rapide. En comparant la vitesse estimée et la vitesse réelle de chaque individu, les données disponibles montrent qu'à l'exception d'un usager qui sous-estime sa vitesse, sept des huit usager·ère·s surévaluent leur vitesse. Il y a une grande variabilité dans cette surévaluation, mais en moyenne sur cet effectif, les usager·ère·s surestiment la vitesse de déplacement de +2,31 km/h. Bien que l'effectif ne permette pas de généraliser cette surévaluation, ce chiffre rejoint des analyses sur la propension des usager·ère·s à surévaluer, en matière de vitesse comme de temps de déplacement, le mode qu'ils choisissent, selon une logique de biais de confirmation (Kaufmann, 2002).

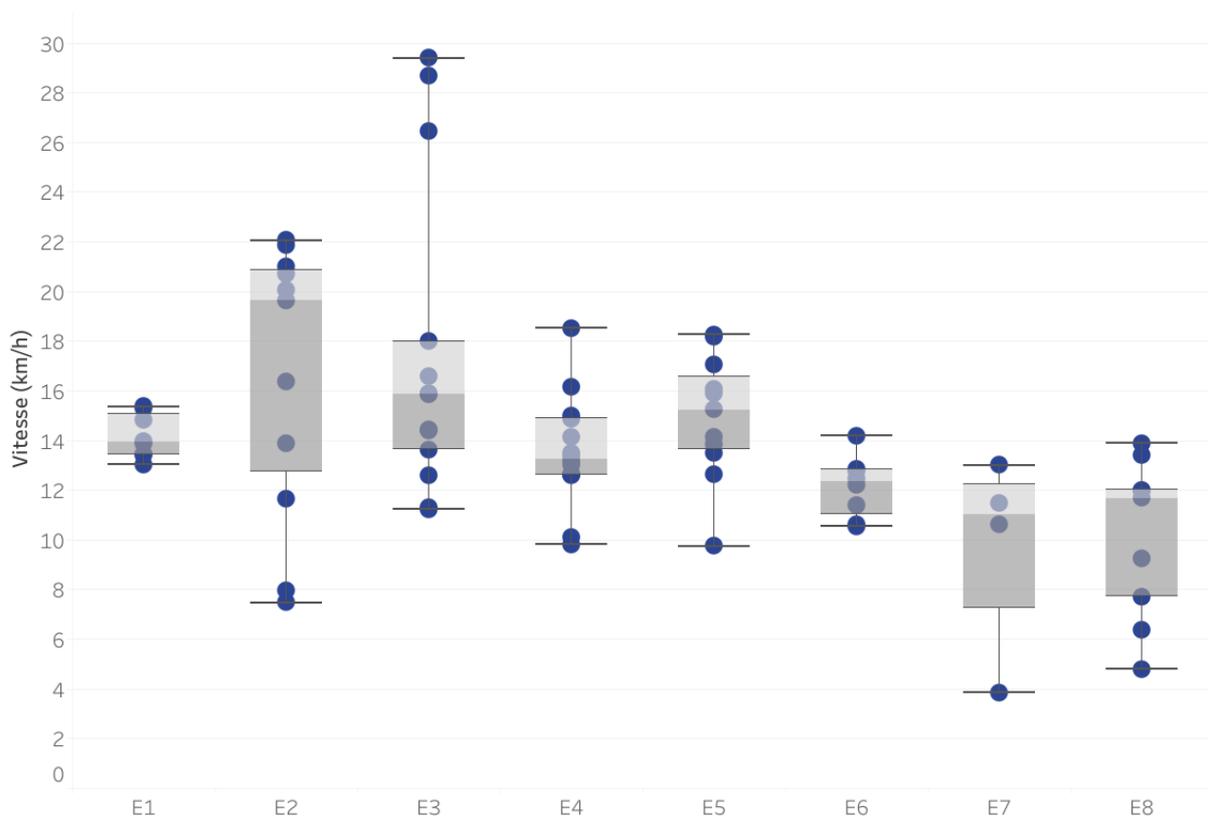


Figure 6 Variation des vitesses journalières par personne enquêtée (E1 à E8)

³ En France, l'application est notamment en cours de test par l'Institut Paris Region :

<https://www.travelvu.app/mobility-survey-ile-de-france>

Une variété de vitesses entre les usager·ère·s et entre les journées des usager·ère·s

Pour étudier les vitesses des individus, les déplacements des usager·ère·s sélectionnés ont été compilés par journée. L'effectif étant faible, cette méthode a été privilégiée, même si elle empêche d'isoler des vitesses par trajet ou par motif de déplacement. La visualisation de ces données en graphiques de type « boîtes à moustache », avec les vitesses moyennes journalières minimum, au premier quartile, médiane, au troisième quartile et maximum, permet de saisir la variabilité des vitesses à vélo entre les journées d'un·e même enquêté·e (cf. figure 6). Il est intéressant de constater que les enquêtées 1 et 6, qui partagent le fait d'être des femmes, ont les boîtes à moustache les plus ramassées. Les profils 7 et 8 qui sont les enquêté·es les plus âgé·es, respectivement 59 et 74 ans, possèdent également des répartitions de vitesses journalières assez proches. Enfin, parmi les quatre usager·ère·s restants qui sont des hommes âgés entre 28 et 29 ans, la variabilité des vitesses journalières semble pouvoir se comprendre, au moins en partie, à cause du type de vélo. L'utilisateur 3 qui dispose d'un vélo sportif possède la boîte à moustache dont les valeurs sont les plus étalées tandis que l'utilisateur 4 roulant avec un vélo pliant a une boîte à moustache dont les valeurs minimale et maximale sont proches de la médiane.

Enfin, un dernier traitement a été fait avec les données collectées en compilant l'ensemble des journées enquêtées durant lesquelles les cyclistes ont réalisé au moins un déplacement à vélo. La base de données est composée de 85 journées disposant d'un déplacement à vélo et permettant ainsi de regarder la distribution de la vitesse moyenne journalière pour tous les personnes confondues. Pour ce traitement, des classes de 5 km/h ont été retenues afin de se calquer sur le découpage de l'enquête réalisé par Velo'v, présentée dans la section suivante.

Le graphique signale que la vitesse moyenne journalière de 44 des 85 journées enregistrées se situe entre 10 et 14,9 km/h (cf. Figure 7).

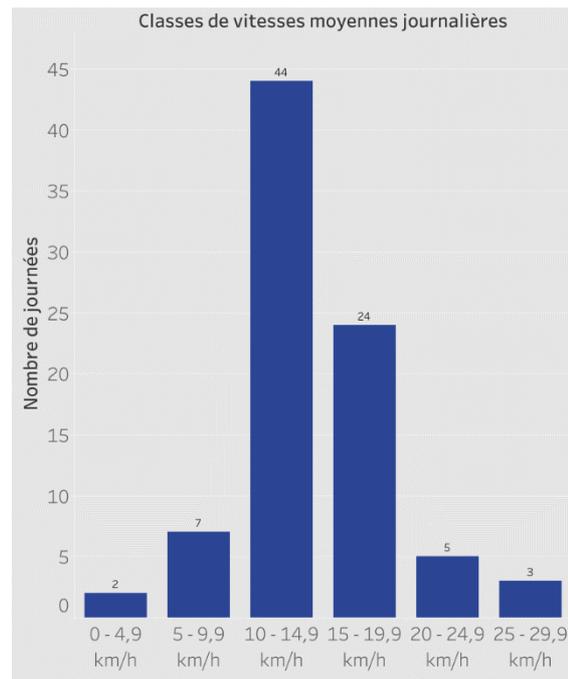


Figure 7 Répartition des vitesses moyennes journalières enregistrées pour les 8 individus

Autour de cette classe centrale la répartition n'est pas tout à fait homogène car il y a 3 fois plus de journées dont la vitesse moyenne est située dans la classe supérieure – entre 15 et 19,9 km/h – que dans la classe inférieure – entre 5 et 9,9 km/h. Cette répartition dénote par rapport aux vitesses moyennes enregistrées par déplacement par le service Velo'v. Si les types de vitesse étudiées ne sont pas identiques – vitesse moyenne journalière dans cette enquête contre vitesse moyenne par déplacement dans l'étude lyonnaise –, cela signale une nouvelle fois la possibilité qu'il y ait des effets liés au type de vélo utilisé et aux profils d'utilisateurs touchés.

Au vu de l'effectif, cette enquête ne permet pas de tirer des conclusions générales mais suggère quelques pistes complémentaires concernant l'étude des vitesses des cyclistes. Tout d'abord, puisque la quasi-totalité des enquêtés surévalue sa vitesse, il semble intéressant de continuer à explorer les écarts entre les vitesses estimées des usager·ère·s et leur vitesse réelle. Ensuite, les données montrent que les variables socio-démographiques et les types de vélos utilisés, en plus de permettre d'appréhender les différences de vitesses entre les usager·ère·s,

jouent aussi un rôle sur la variabilité des vitesses d'un même usager entre ses journées. Enfin, la compilation des vitesses journalières, lissant les spécificités de motif ou de moment du déplacement, suggère que la vitesse des déplacements à vélo se situe entre 10 et 15 km/h.

4. LES VITESSES DES CYCLISTES DANS LES DATA ET LES APPLICATIONS NUMERIQUES : LE CAS DE LYON

Avec pour cas d'étude la Métropole de Lyon, cette troisième section étudie différentes sources de données relatives aux vitesses du vélo sur un même territoire : les données du service Vélo'v, celles de l'application Géovélo, et les distance et temps indiqués par différents calculateurs d'itinéraires.

VITESSES DU VELO'V

Des échanges ont été réalisés avec la Métropole de Lyon pour les besoins de l'étude,

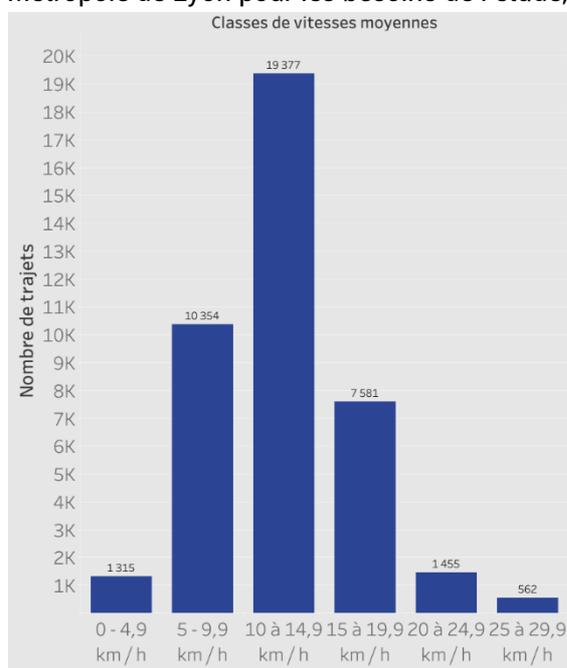


Figure 6 Répartition des trajets Vélo'v par classes de vitesses

⁴ L'application Geovélo a pour objectif de permettre aux cyclistes de trouver les itinéraires à vélo les plus sécurisés. D'autre part, les données récoltées permettent d'aider les collectivités territoriales à

dont le système de vélos partagés « Vélo'v » est le plus ancien encore en exploitation. Ce service de location de vélos proposé par le Grand Lyon et exploité par la société JC Decaux existe en effet depuis 2005. En outre, la Métropole de Lyon compte 5 000 vélos en location libre-service disséminés dans plus de 400 stations et 22 communes. Des informations quantitatives concernant les vitesses moyennes observées en Vélo'v sur l'ensemble des déplacements du mois de novembre 2021 ont été recueillies, représentant plus de 40 000 trajets. Ces enregistrements montrent, d'une part, un éventail de vitesses moyennes relativement large, allant de 5km/h à plus de 35km/h, et d'autre part, une récurrence importante des trajets dont la vitesse moyenne est comprise entre 10 et 15 km/h (cf. figure 8). La vitesse moyenne de l'ensemble des trajets est d'environ 13 km/h.

VITESSES DES UTILISATEURS DE GEOVELO

Cette vitesse moyenne constatée auprès des utilisateurs du Vélo'v dans la Métropole de Lyon se rapproche sensiblement de celle constatée auprès des utilisateurs de l'application Geovélo⁴ sur ce même territoire. C'est en effet ce qu'indique la plateforme *Comment ça Roule*⁵, développée en partenariat par le Club des Villes et Territoires Cyclables et Marchables (CVTCM) et Geovélo. Lancée en septembre 2021, cette plateforme présente huit indicateurs sur la circulation des vélos (distance moyenne du trajet pendant les jours travaillés, durant le week-end et sur l'ensemble de la semaine, vitesse moyenne du trajet, durée moyenne du trajet, temps d'arrêt par km, émissions de CO2 évités ainsi que les voies les plus fréquentées) dans plus de 80 territoires de France. Les données affichées pour chacun des territoires sont calculées sur la base des utilisateur-ric-e-s Geovélo qui enregistrent leurs trajets avec l'application. Ces données sont calculées et mises à jour de manière

mieux comprendre les déplacements à vélo sur leurs territoires et donc de prendre de meilleures décisions en matière d'aménagements cyclables ainsi que d'en suivre les impacts.

⁵ <https://commentcaroule.netlify.app/>

trimestrielle (les données retranscrites dans cette étude sont en date du 2^e trimestre 2022).

Pour la Métropole de Lyon, la vitesse moyenne indiquée sur la plateforme *Comment ça Roule* est donc de 15 km/h, contre 13 km/h pour les trajets réalisés en Velo'v selon les données de novembre 2021. Au regard de l'importance du nombre de trajets pris en compte pour calculer ces vitesses moyennes, l'écart de 2 km/h semble significatif. Deux explications peuvent être mobilisées pour expliquer cet écart : d'une part les différences de motifs des trajets, entre usager quotidiens pour des motifs utilitaires (type domicile-travail) pour Géovélo, et davantage d'usagers occasionnels et/ou de motifs de loisirs pour le Vélo'v ; d'autre part, la variété des vélos entre les utilisateurs de Géovélo et les usager·ère·s du Vélo'v, notamment en ce qui concerne le poids. Sur les 80 territoires de France référencés, la vitesse moyenne est comprise entre 14 km/h (Paris) et 20 km/h (Communauté de communes de Flandre Intérieure).

QUALITE DES AMENAGEMENTS, TEMPS D'ARRÊT PAR KILOMETRE ET VITESSE

Le temps d'arrêt par kilomètre (valeur qui indique la durée durant laquelle les cyclistes sont arrêtés pour chaque kilomètre qu'ils parcourent à vélo sur le territoire concerné), est également un indicateur intéressant puisqu'il est forcément corrélé avec la vitesse moyenne. En effet, les territoires proposant les temps d'arrêt les plus faibles (21 secondes par km dans la Communauté de Commune de Flandre Intérieure et 25 secondes par km dans la Communauté d'Agglomération des Portes de l'Isère) enregistrent les vitesses moyennes les plus élevées (respectivement 20 et 18 km/h). Inversement, les territoires proposant les temps d'arrêt les plus élevés (50 secondes par km dans Paris et 49 secondes par km dans la Métropole du Grand Paris) enregistrent les vitesses moyennes les plus faibles (14 km/h pour les deux). La densité de certains territoires engendre des problématiques de cohabitation plus importantes (présence de piétons, densité du trafic cycliste ou motorisé,...), occasionnant des temps d'arrêt

accrus et entraînant de fait, une baisse de la vitesse moyenne des déplacements à vélo. C'est ce que confirme un article du Parisien : « *Autant de personnes à vélo au même moment provoquent des arrêts prolongés dans les carrefours les plus encombrés. L'appli Geovelo, qui aide les cyclistes à trouver le chemin idéal, constate une chute nette de la vitesse moyenne aux heures de pointe sur des voies cyclables majeures telles que celles du boulevard Magenta (- 6,70 %) ou du boulevard Sébastopol (- 6,30 %)* » (Le Parisien, 2022). Enfin, la qualité des infrastructures, notamment le traitement des carrefours à feux et des priorités cyclistes au niveau des intersections, entre également en ligne de compte.

LES CALCULATEURS D'ITINERAIRES : UN TRAJET IDENTIQUE, DES VITESSES DIFFERENTES

Après avoir comparé des données provenant des usager·ère·s, il apparaît également pertinent d'analyser les indications proposées par les différents acteurs de l'écosystème des calculateurs d'itinéraire vélo. Interrogée sur le fonctionnement de son application, la société Geovélo explique qu'au moment de la saisie de l'itinéraire par l'usager·ère, l'algorithme détermine l'itinéraire le plus adapté en se basant sur les travaux de référencement des aménagements cyclables réalisés au quotidien et sur l'option que sélectionne l'usager·ère (le plus rapide, le plus sécurisé ou un équilibre entre les deux). Pour déterminer ensuite la durée nécessaire pour la réalisation de cet itinéraire, l'algorithme prend en compte un nombre important de paramètres, comme les infrastructures, le nombre de feux, le dénivelé, la signalisation (telle que le « cédez-le-passage cycliste au feu »), le type de vélo (classique ou électrique), la densité (urbain, péri-urbain ou campagne). Des paramétrages manuels complémentaires, comme la vitesse moyenne, sont également proposés par l'application Géovélo.

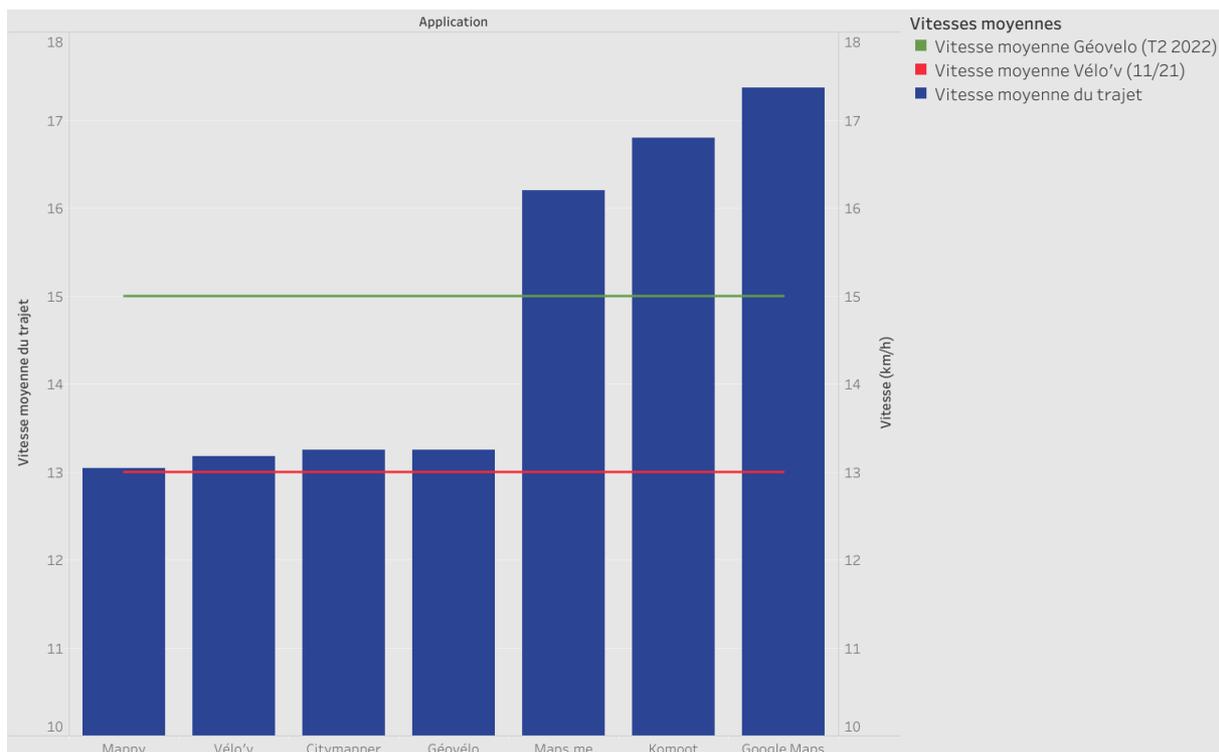


Figure 9 Vitesse moyenne prédite en fonction du calculateur d'itinéraire (trajet 1 de Musée des Confluences à Gare Part-Dieu)

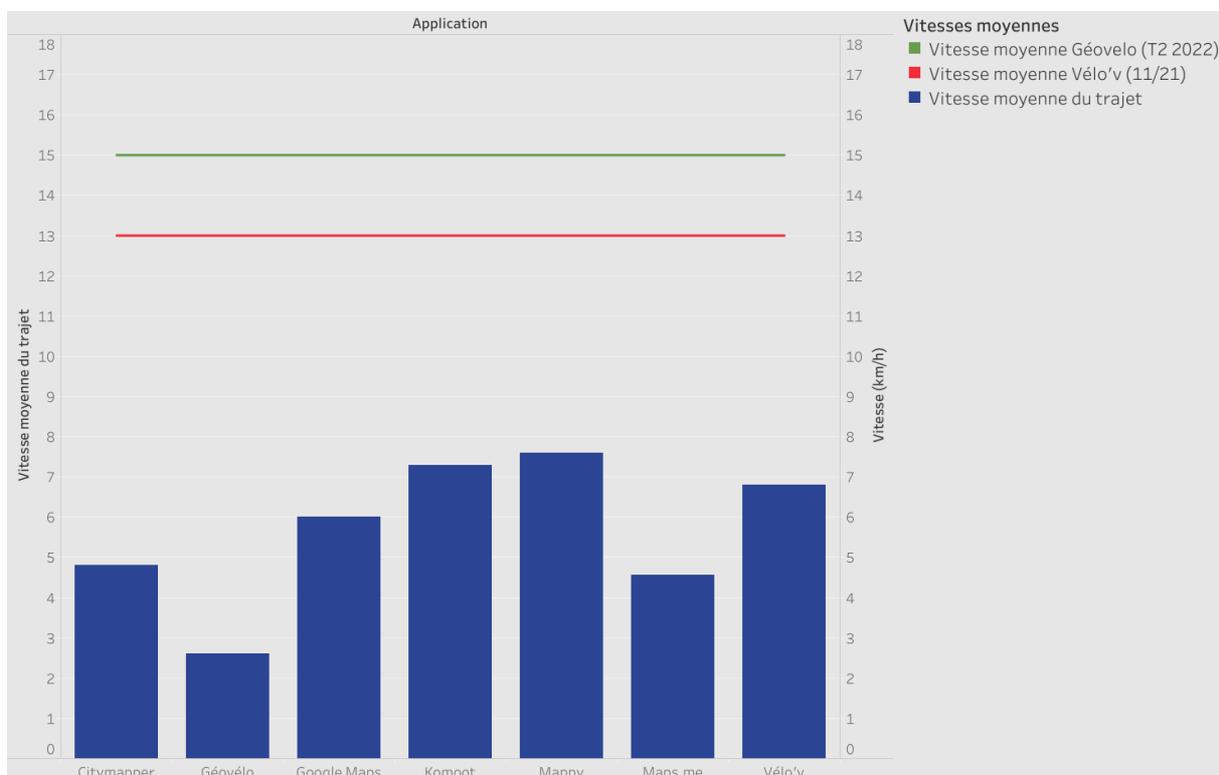


Figure 10 Vitesse moyenne prédite en fonction du calculateur d'itinéraire (trajet 2 de Place Bellecour à Basilique Fourvière)

Afin de comparer les différentes solutions de planification d'itinéraires, pour lesquelles les informations concernant les algorithmes de calcul demeurent peu transparentes, deux trajets (entre le Musée des Confluences et la Gare de Lyon Part-Dieu d'une part et entre la place Bellecour et la Basilique Notre-Dame de Fourvière d'autre part) ont été planifiés de manière identique sur 7 applications différentes : Citymapper, GéoVelo, Google Maps, Komoot, Mappy, Maps.me et Vélo'v. Les paramètres de base ont été appliqués par défaut, mais il convient de noter que certaines applications proposent d'affiner plusieurs paramètres afin de s'adapter au profil de l'utilisateur (VAE, sportif, confort...). Concernant le premier trajet (cf. figure 9), plus de 30% d'écart ont été observés entre la vitesse moyenne planifiée la plus lente (13 km/h pour Mappy) et la plus rapide (17,4km/h pour Google Maps). Le dénivelé important sur le second trajet (130 mètres de dénivelé positif sur un trajet de moins de 2 kilomètres) fait fortement diminuer les vitesses moyennes planifiées : elles sont toutes inférieures à 8km/h (cf. figure 10). Celles-ci varient cependant du simple au triple (2,6 km/h pour Geovélo et 7,6 km/h pour Mappy). En outre, certaines solutions apparaissent comme plus sensibles aux dénivelés que d'autres : la vitesse moyenne planifiée par l'application Mappy ne diminue que de 40% entre les deux trajets, alors que la vitesse moyenne planifiée par l'application GéoVélo diminue elle de 80%.

5. LES VITESSES DES CYCLISTES ET LA CONCEPTION D'AMÉNAGEMENTS CYCLABLES

Cette dernière partie présente les enjeux de prise en compte des vitesses a priori, c'est-à-dire dans la conception des aménagements cyclables. Cette prise en compte ne renvoie pas uniquement à l'objectif d'optimiser la vitesse de circulation des usager·ère·s du vélo, mais aussi à l'amélioration de la qualité des infrastructures et par conséquent du confort d'usage.

VITESSE DE CONCEPTION, GIRATION ET TRAJECTOIRE DES USAGER·ÈRE·S

Les aménagements cyclables sont réalisés à partir d'une vitesse dite de conception, qui correspond à la vitesse maximale à laquelle les usager·ère·s pourront circuler sans se mettre en danger. Cette vitesse de conception impacte la géométrie de l'aménagement, et influence donc la vitesse réelle des personnes à vélo. Une infrastructure à vitesse de conception cohérente (c'est-à-dire adaptée à la vitesse moyenne des cyclistes) permet de réduire les freinages, est plus sûre et plus confortable.

Une infrastructure large favorise les vitesses élevées mais permettra également d'accueillir une diversité d'usagers qui ne circulent pas tous à vélo à la même vitesse. Une plus grande largeur offre des possibilités de dépassement à la manière des voies de circulation automobile à vitesse élevée mais permet aussi de circuler côte-à-côte à vélo.

Les virages exercent eux aussi une influence sur le confort des cyclistes et les vitesses pratiquées. La giration est la trajectoire (et l'emprise au sol sur cette trajectoire) qu'aura un véhicule en fonction de ses caractéristiques intrinsèques (espacement des roues, rayon de braquage, longueur, ...), de sa vitesse et du virage à effectuer. Tout véhicule a sa propre giration. Les vélos ont un rayon de braquage très court, leur vitesse et leur masse influent sur la courbure maximale sur laquelle ils peuvent circuler. Cela est notamment dû à la force centrifuge (ou effet centrifuge) qui est donnée par la relation suivante :

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v}^2}{R}$$

Avec \vec{F} = Vecteur force appliqué au mobile

R = Rayon de courbure

m = Masse du mobile

\vec{v} = Vecteur vitesse du mobile tangent à la trajectoire du mobile

Cet effet « pousse » le cycliste à sortir de sa trajectoire lors des virages, d'autant que sa vitesse et/ou sa masse est élevée ou que le rayon de courbure du virage est faible. Cette loi physique rappelle qu'il est primordial de choisir

un rayon de courbure adapté à une trajectoire confortable pour les usager·ère·s.

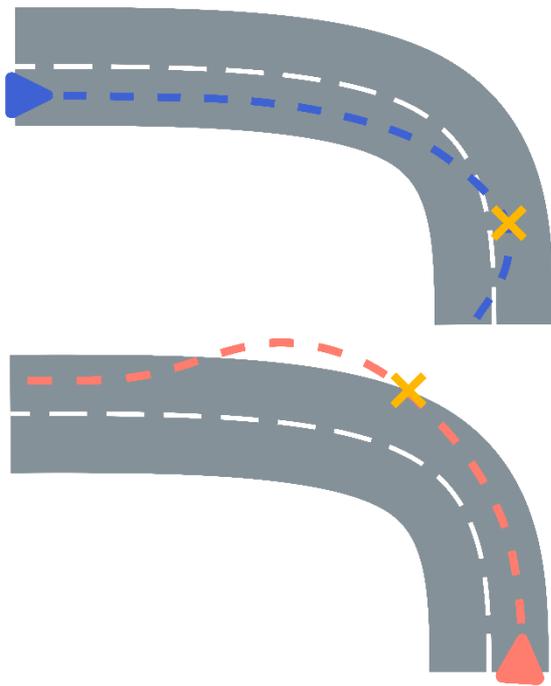


Figure 11 Exemples de trajectoires avec points de conflit dus à un rayon de giration trop serré

A l'image des voies ferrées, certaines infrastructures pour les cyclistes compensent cet effet en ajoutant un dévers comme sur les pistes de vélodrome ou certaines structures de pistes de VTT de descente. Il est possible d'arriver à des accélérations centrifuges d'environ 0,5g pour des vitesses de vélo de 36km/h sur des rayons de courbure de 20m, soit une force équivalente à la moitié de la masse du cycliste et de son vélo « poussant » le cycliste vers l'extérieur du virage. Ces forces peuvent rendre dangereuse la circulation à vélo en déportant l'usager·ère vers l'extérieur du virage : l'usage peut ainsi être déporté en dehors de l'aménagement cyclable en cas de virage à gauche, et sur la voie opposée en cas de virage à droite sur une piste cyclable bidirectionnelle. La figure 11 illustre ces deux trajectoires et les points de conflits potentiels induits par un rayon de giration trop serré.

En France, le Cerema recommande d'adapter la giration à la vitesse de conception (vitesse pratiquée souhaitée) et au niveau de service souhaité pour l'infrastructure. Pour une vitesse donnée, la réalisation d'un rayon de courbure plus faible que celui indiqué détériorera le confort d'usage et augmentera les potentiels conflits sur l'aménagement. Ce choix peut toutefois être fait dans l'objectif de ralentir la vitesse des cyclistes.

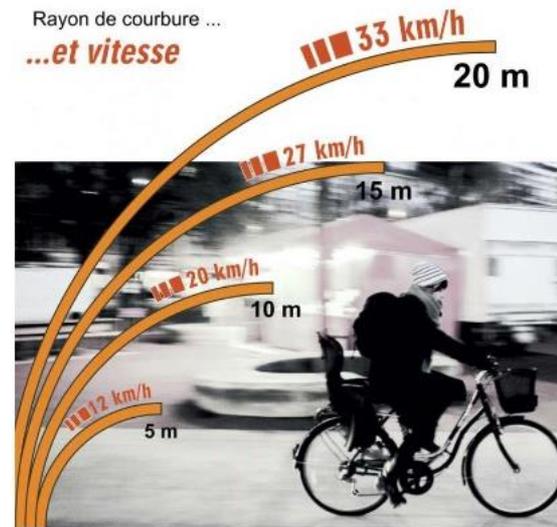


Figure 72 Rayon de courbure et vitesse (Cerema, 2021)

Plusieurs pays de l'Union Européenne prennent en compte les vitesses de conception en fonction des rayons de giration et les renseignent dans leurs guides sur la réalisation d'infrastructures cyclables. Dans son ouvrage Design Manual for Bicycle Traffic, l'organisation néerlandaise CROW rend compte de ces différences de recommandations entre pays.

DISTANCE MINIMALE DE PERCEPTION ET VITESSE DES CYCLISTES

De la même manière, la vitesse des cyclistes doit être prise en compte pour déterminer la distance minimale de perception, qui correspond à la distance jusqu'à laquelle l'usager·ère doit pouvoir voir, dans le but de pouvoir éviter d'autres usager·ère·s ou des obstacles. Le tableau ci-après présente des exemples pour quelques pays.

Pays / Vitesse de conception	20 km/h	30 km/h	40 km/h
Allemagne République tchèque Autriche	15 m	25 m	40 m
Slovaquie	15 m	25 m	30 m
Angleterre	17 m	31 m	47 m

Figure 8 Distances minimales de perception en fonction des vitesses de conception, par pays

Si ces deux notions présentées, le rayon de giration et la distance de perception, paraissent nouvelles pour les infrastructures cyclables, elles sont depuis longtemps appliquées aux infrastructures routières. Il convient donc de les prendre en compte dans une perspective d'infrastructures cyclables de qualité en France.

VITESSE DES CYCLISTES ET CONCEPTION DES CARREFOURS A FEU

Pour certaines intersections d'importance, les aménageurs implantent des systèmes de régulation des flux par feu dans un souci de sécurisation et de fluidification de la circulation automobile. Une vitesse usager est utilisée pour sécuriser les traversées des usager·ère·s. La sécurisation des cyclistes lors de leur traversée de carrefour à feu est donc en partie liée à la vitesse retenue.

Les carrefours à feu sont gérés en donnant un temps de vert permettant d'écouler les charges de trafic des différents axes. Dans l'optique de sécuriser les usager·ère·s, un temps dit « d'intervert » est programmé sur chaque carrefour : il correspond au temps entre la première seconde de rouge d'un axe et la première seconde de vert d'un autre axe. Il permet au dernier véhicule entré dans le carrefour (dans sa phase de feu vert) d'en sortir en toute sécurité avant l'arrivée d'autres véhicules. Ce temps est calculé en faisant la différence entre des temps de dégagement, c'est-à-dire le temps que met l'usager·ère le plus lent à quitter le plus lointain point de conflit et le temps de l'usager·ère le plus rapide

à rejoindre ce point de conflit. Plus le temps de dégagement sera long, moins le carrefour permettra d'écouler un volume de trafic important, mais plus le confort et la sécurité des piétons et des cyclistes seront améliorés.

Dans la commune de Lyon, la vitesse de dégagement des vélos en carrefour est établie à 7 m/s, soit environ 25 km/h (Soulard, 2018). L'étude menée à Toronto précédemment citée indique une tendance à la baisse de la vitesse des cyclistes à l'approche des carrefours à feu. Une étude du Cerema a permis de relever une vitesse instantanée de 21 km/h des cyclistes au feu vert, sur le carrefour entre l'avenue du Maréchal de Saxe et la rue Rabelais.

D'autres systèmes de régulation basés sur la vitesse moyenne des usager·ère·s accroissent le confort des cyclistes. Cela est notamment le cas des systèmes d'ondes vertes (cf. figure 14) mises en place lors d'une succession de carrefours à feu. Ce type de système évite aux usager·ère·s de voir leur circulation stoppée par un feu rouge, à partir du moment où ils circulent dans l'onde verte. Il s'agit d'un système basé sur une vitesse moyenne théorique des véhicules.

Jusqu'à présent en France ces ondes vertes sont calibrées sur les vitesses des véhicules motorisés dans le but de fluidifier le trafic. La vitesse moyenne des véhicules étant inférieure à la limitation de vitesse, les vitesses d'onde verte sont par exemple de l'ordre de 35 km/h en présence de bus. Comme la vitesse du cycliste est inférieure à cette valeur, son trajet peut être stoppé à chaque carrefour à feu sur un tel axe. Pour améliorer les conditions de circulation, il est possible de programmer les carrefours à feu franchis de manière à accorder aux cyclistes une phase de vert continue. Cette synchronisation des feux sur une vitesse inférieures à 30km/h permet donc d'accroître le confort de déplacement des cyclistes mais peut aussi être un outil pour améliorer le respect des limitations à 30km/h qui se développe dans les villes.

Dans le but de faciliter les traversées des carrefours par les usager·ère·s du vélo, il est également possible de leur accorder un temps de vert à leur approche de l'intersection. Ceci est permis par la régulation dite dynamique. Il serait possible de détecter la présence de cyclistes à l'approche du carrefour grâce à des systèmes spécifiques avec de boucles de détection ou de capteurs. Ces différents systèmes permettent de prolonger la phase vélo en cours ou de réduire les temps accordés aux véhicules motorisés pour donner plus rapidement la priorité aux usager·ère·s du vélo. La boucle de détection peut être implantée en amont pour permettre aux cycles de ne pas avoir à s'arrêter au feu, comme cela est déjà appliqué pour certaines lignes de transport en commun.

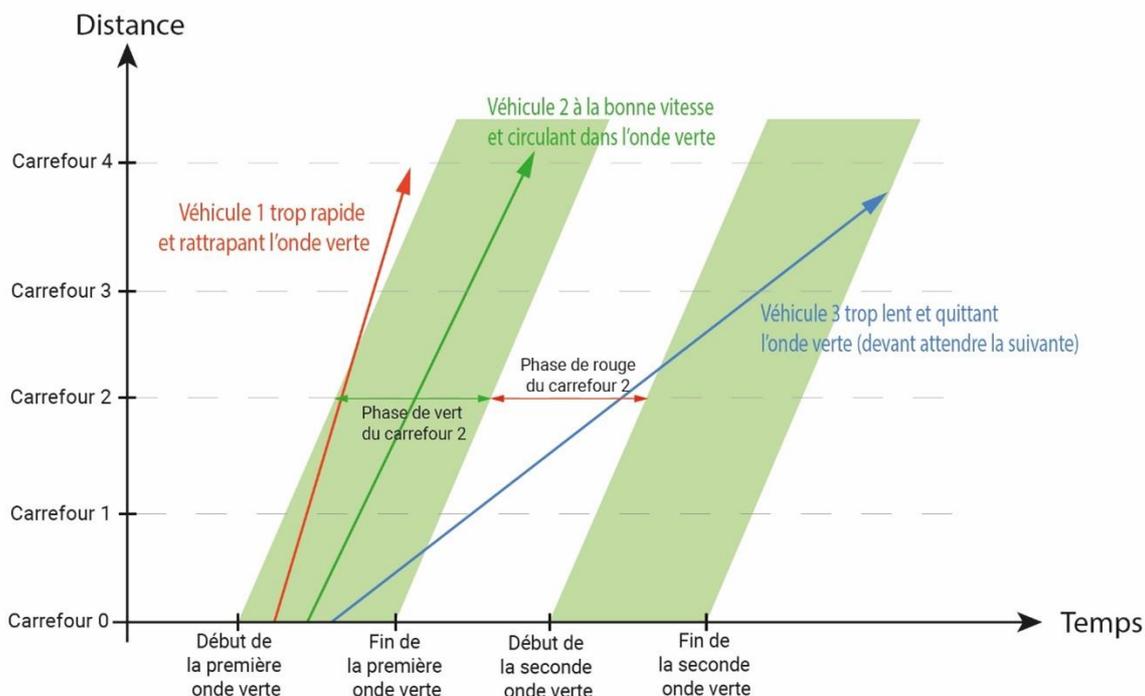


Figure 9 Exemple de diagramme d'onde verte

6. CONCLUSIONS

Cette étude sur les vitesses du vélo met en lumière plusieurs points :

1. **Il existe différents types de vitesses, et différentes façons de les mesurer.** On peut distinguer vitesse instantanée, vitesse moyenne sur l'ensemble d'un déplacement prenant en compte le temps d'accès au véhicule, ou encore vitesse moyenne ne prenant en compte que le temps de déplacement à partir du moment où l'usager·ère a démarré son trajet. Ces nuances peuvent paraître ténues, cependant pour un trajet à vélo ne durant que quelques minutes elles sont importantes à prendre en compte. Ce d'autant plus que les travaux sur les vitesses présentent des méthodes de relevés différentes. Alors que durant de nombreuses années les enquêtes de mobilité déclaratives intégraient le temps d'accès au véhicule, aujourd'hui les études utilisant des relevés GPS enregistrent uniquement le déplacement à partir du premier mouvement du véhicule.
2. **Annoncer une vitesse moyenne de déplacement à vélo masque la diversité des cyclistes, et la diversité des usages du vélo par un même cycliste.** Les sections de cette étude ont souligné que de nombreux éléments liés au type de déplacement, au véhicule ou au profil de l'individu influent sur les vitesses mesurées. De plus, pour un même usager, la vitesse à vélo peut varier selon le type de vélo utilisé, selon le motif de déplacement, selon le moment du déplacement. Cela rappelle un des nombreux avantages du vélo : toutes choses égales par ailleurs, et dans le respect du Code de la route, la vitesse peut être plus rapide quand cela est souhaité, ou au contraire être plus lente dans le cadre d'un déplacement de loisir, ou si le cycliste souhaite prendre son temps. Les aménagements doivent permettre d'accueillir cette variété de vitesse.
3. **Les vitesses moyennes sont parfois surévaluées, par les usager·ère·s eux-mêmes, ou par les applications qui leur proposent de calculer la distance et le temps d'un itinéraire.** Les vitesses supposées ou estimées se situent ainsi dans la moyenne haute du spectre des vitesses cyclistes. Les usager·ère·s de l'automobile ont eux aussi tendance à surestimer la vitesse d'un déplacement en voiture. Cette estimation à la hausse peut témoigner d'une propension à valoriser une vitesse élevée comme critère positif, mais aussi à valoriser son choix modal en lui attribuant une vitesse élevée.
4. **La prise en compte de la question des vitesses est primordiale pour la qualité des aménagements cyclables.** Cela non pas dans une optique de performance ou de maximisation de la vitesse des usager·ère·s, mais dans une optique de sécurité et de confort d'usage.

7. BIBLIOGRAPHIE

- ADEUS - Agence d'urbanisme de Strasbourg. (2022). *Vitesse et choix modal. Quel lien entre offre et usage ?*
- AUDAB - Agence d'urbanisme de Besançon. (2018). *Enquête Mobilité 2018 Premiers résultats.*
- Bernardi, S., & Rupi, F. (2015). An Analysis of Bicycle Travel Speed and Disturbances on Off-street and On-street Facilities. *Transportation Research Procedia*, 5, 82-94. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.01.004>
- Cerema. (2021). *Rendre sa voirie cyclable.*
- Clarry, A., Faghih Imani, A., & Miller, E. J. (2019). Where we ride faster? Examining cycling speed using smartphone GPS data. *Sustainable Cities and Society*, 49, 101594.
- Dupuy, J.-P., & Debouverie, Y. (2004). Annexe—Energie et Equité. In *Energie et équité* (Vol. 1). Arthaud.
- Eriksson, J., Forsman, Å., Niska, A., Gustafsson, S., & Sörensen, G. (2019). An analysis of cyclists' speed at combined pedestrian and cycle paths. *Traffic Injury Prevention*, 20(sup3), 56-61.
- Héran, F. (2009). Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours: *Flux*, n° 76-77(2), 110-121.
- Illich, I. (1973). *Energie et équité*. Seuil.
- Jensen, P., Rouquier, J.-B., Ovtracht, N., & Robardet, C. (2010). Characterizing the speed and paths of shared bicycle use in Lyon. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15(8), 522-524.
- Kaufmann, V. (2002). Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux? The rationality of perception and modal choice. Is quickest best? *Recherche - Transports - Sécurité*, 75, 131-143.
- Kircher, K., Ihlström, J., Nygårdhs, S., & Ahlstrom, C. (2018). Cyclist efficiency and its dependence on infrastructure and usual speed. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 54, 148-158.
- Le Parisien. (2022, juin 22). *Vélo : Aménagements sous-dimensionnés, indiscipline... à Paris, les bouchons se multiplient.* leparisien.fr.
- Li, M., Chen, T., Du, H., Ma, N., & Xi, X. (2022). The speed and configuration of cyclist social groups : A field study. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 592, 126849.
- Métropole Européenne de Lille. (2016). *Enquête déplacements 2016, Rapport de synthèse.*
- Office fédéral de la statistique Suisse. (2015). *Comportement de la population en matière de transport—Résultats du microrecensement mobilité et transports 2015.*
- Parkin, J., & Rotheram, J. (2010). Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal. *Transport Policy*, 17(5), 335-341.
- Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J., & Gehlert, T. (2017). The German Naturalistic Cycling Study – Comparing cycling speed of riders of different e-bikes and conventional bicycles. *Safety Science*, 92, 290-297. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.027>
- Soulard, P. (2018, octobre). *Nouvelle stratégie de régulation dynamique du trafic sur la métropole lyonnaise.*
- Tissé. (2013). *Les déplacements dans la grande agglomération toulousaine. Principaux résultats de l'enquête ménages déplacements.* 92.
- Vodoz, L. (2004). *Les territoires de la mobilité : L'aire du temps.* PPUR.
- Zahavi, Y., & Talvitie, A. (1980). Regularities in Travel Time and Money Expenditures. *Transport Research Record*, 750, 13-20.

8. TABLE DES FIGURES

Figure 1 Variation des valeurs de vitesse médiane et moyenne selon la méthode de mesure, sur l'ensemble des articles scientifiques sélectionnés.....	5
Figure 2 Variations de vitesses en fonction de différents critères dans la littérature scientifique.....	6
Figure 3 Enquêtes mobilité : vitesses moyennes à vélo par ville.....	8
Figure 4 Enquêtes mobilité : vitesses moyennes à vélo par motif de déplacement.....	8
Figure 5 Liste des individus enquêtés et de leurs vitesses.....	9
Figure 6 Répartition des vitesses moyennes journalières enregistrées pour les 8 individus.....	11
Figure 7 Variation des vitesses journalières par personne enquêtée (E1 à E8).....	10
Figure 8 Répartition des trajets Vélo'v par classes de vitesses.....	12
Figure 9 Vitesse moyenne prédite en fonction du calculateur d'itinéraire (trajet 1 de Musée des Confluences à Gare Part-Dieu).....	14
Figure 10 Vitesse moyenne prédite en fonction du calculateur d'itinéraire (trajet 2 de Place Bellecour à Basilique Fourvière).....	14
Figure 11 Exemples de trajectoires avec points de conflit dus à un rayon de giration trop serré.....	16
Figure 12 Rayons de courbure et vitesses (Cerema, 2021).....	16
Figure 13 Distances minimales de perception en fonction des vitesses de conception, par pays.....	17
Figure 14 Exemple de diagramme d'onde verte.....	18