

MASTER 1

Observation de la Terre et Géomatique

Travail d'Étude et de Recherche

2024-2025

Rendu 1 : Synthèse bibliographique

MATHIEU Fabian

Sujet du TER : Caractériser la durabilité des systèmes de mobilité à partir d'indicateurs spatialisés

Encadrante(s) : Nadège BLOND, Paul SALZE
Laboratoire Image, Ville, Environnement
UMR7362 CNRS-Unistra
3 rue de l'Argonne F-67000 Strasbourg

nadege.blond@live-cnrs.unistra.fr

paul.salze@live-cnrs.unistra.fr

Introduction

Ce projet de TER se base sur le travail commencé lors du projet SuMo-Rhine (2018-2021) auquel mes deux encadrants (Nadège BLOND et Paul SALZE) ont participé. Selon eux, le projet a dévié de leur vision originale, qui consistait à cartographier et à visualiser la durabilité (dans le sens du développement durable, avec ses dimensions économique, sociale et environnementale) des systèmes de transports. Le projet actuel¹ s'est transformé en comparateurs de villes selon l'efficacité de leurs systèmes de mobilités. Par exemple, chaque ville possède un score « Vélo » ou « Voitures » de 1 à 10 : l'aspect cartographique a disparu, tout comme les informations spatialisées sur les transports dans la ville.

On m'a demandé plusieurs choses :

1. Repartir de la démarche originale du projet, qui consiste à « montrer pourquoi les gens marchent, pas à montrer la qualité de la marche ». Le rendu attendu est un tableau de bord composé de cartographies interactives. Les indicateurs de durabilité doivent être calculés pour chaque système de transport (bus, marche à pied, tram, etc.) sur un maillage de 200m par 200m couvrant l'EMS. Il s'agit de trouver où sont situés les points faibles des réseaux actuels. Par exemple, on peut réaliser une cartographie selon le nombre d'emplois potentiels ou de commerces accessibles à vélo ou en bus depuis n'importe quelle maille de la carte.
2. Faire une méthodologie pouvant être réutilisée par la suite dans d'autres métropoles.
3. D'utiliser soit Python ou la plateforme Gama pour automatiser les traitements. C'est Python qui a été retenu, via un projet réalisé sur Jupyter Lab. Sans trop rentrer dans la technique, il est conçu de la manière la plus modulaire possible : modifier l'EPCI étudié ne nécessite de changer qu'une seule ligne de code², et peut être exécuté sur des pc windows ou linux.

Actuellement, la lecture documentaire est terminée, même si d'autres documents pourront évidemment se rajouter. J'ai également réalisé un état de l'art en compilant un maximum d'indicateurs de mobilités listés dans la littérature. Les recherches ont été faites sur les mots clés suivants :

- En français : les combinaisons des mots "indicateurs", "mobilité", "transports" et "durab*" donnent de nombreux résultats. "durab*" affiche à la fois « durable » et « durabilité »
- En anglais, différents synonymes existent. "Indicateur" être traduit directement ("indicator"), mais le terme de "performance measures" est parfois employé. "Sustainab*" (pour "Sustainable" et "Sustainability") traduit bien la durabilité, mais les termes "smart" ou "green" peuvent aussi être utilisés ("smart mobility", "smart planning")

Les bases « généralistes » consultées incluent : persee.fr, theses.fr, hal.science, sciencedirect.com, bu.unistra.fr, shs.cairn.info, opendition.org, ieeexplore.ieee.org, jstor.org

Les bases plus spécialisées (pas des articles scientifiques, mais pertinent pour mon sujet) incluent : data.europa.eu, doc.cerema.fr, strategie.gouv.fr/publications, adaptation-changement-climatique.gouv.fr/agir/espace-documentaire

Elle se concentre sur la problématique : « Comment construire un ensemble d'indicateurs cohérents pour l'étude d'une aire urbaine, et de l'EMS en particulier ? » et se divise en plusieurs sous-questions, auxquelles chaque source sélectionnée répond.

¹ <https://kinamo-3ec0e.firebaseio.com/home#top>

² Même si dans le cas de l'EMS, j'utilise des données issues de data.strasbourg.eu pour qui n'ont pas forcément d'équivalent ailleurs pour le calcul d'indicateurs. Mais je vise la modularité dans la mesure du possible.

Bibliographie commentée

1. Qu'est-ce que la mobilité durable ? (Hached, 2019)

La thèse de Hached résume bien les différentes définitions de la mobilité durable. Application aux transports du terme de développement durable popularisé par le rapport Bruntland de 1987, on y retrouve l'idée de conjuguer développement économique, social et environnemental : "les différentes définitions vont dans le sens où les politiques de développement durable doivent avoir pour buts d'assurer une pérennité économique, d'améliorer la qualité de vie de l'Homme et de préserver les ressources environnementales » (Hached, 2019, p. 31). Au-delà de ça, le terme reste très générique et il n'existe pas de définition faisant consensus, ce qui est souvent évoqué dans les autres études. Concrètement, la mobilité durable vise à réduire l'utilisation de l'automobile individuelle en ville au profit des mobilités collectives ou 'douces' : "La mobilité durable couvre un registre large. Il peut intégrer toutes les réglementations, les actions, les aménagements, les modes de déplacements... qui ont pour but de limiter les externalités néfastes des déplacements en voiture thermique." (Hached, 2019, p. 48)

2. Comment construire un réseau de mobilités durables ? (Litman, 2024)

Dans ce rapport pour la Victoria Transport Policy Institute, son fondateur Todd Litman (l'un des noms revenant le plus souvent autour de la mobilité durable) liste différentes manières de créer un réseau de mobilité durable. L'idée centrale est de favoriser la création de la ville du « quart-d'heure », où le développement urbain est compact et mixte, où les destinations communes sont accessibles à 15 minutes de marche ou de vélo à la majorité de la population. La présence d'un trop grand nombre de places de stationnement pour les voitures améliore l'accès automobile, mais défavorise l'utilisation des autres modes. Son développement doit donc être axé sur les transports en commun de bonne qualité et abordables, et favoriser l'intermodalité : « Density and clustering may create vehicle traffic and parking congestion, but this may be offset if increased accessibility and transportation diversity reduce vehicle traffic." p.20. Pour favoriser une ville compacte, la taille des bâtiments doit être augmentée, et le télétravail encouragé dès que possible.

3. Quelle a été l'évolution des mobilités en France ? (*Histoire des transports et des mobilités en France*, 2023)

Il m'a semblé utile de connaître l'histoire des réseaux de transports en France, notamment les politiques autour de l'automobile en ville. Ce livre édité par Armand Colin en 2023 en donne un bon aperçu. Mettant en garde contre l'idée que l'on serait récemment entré dans l'ère de la multimodalité, il explique l'impact de la décentralisation des années 80 où les élus ont gagnés l'occasion de faire des politiques de transports visibles, et la valeur « d'égalité » que la France fait historiquement porter à ses réseaux de mobilité. Le livre met aussi en avant le fort développement des transports collectifs dans les années 60-70, pour contraster l'image de l'automobile-reine que l'on retient de l'époque. "Aujourd'hui l'utilisation de la notion de mobilité « durable » pour qualifier les mobilités alternatives à l'automobile fait débat. L'injonction à la mobilité ne cesse de s'accroître." (*Histoire des transports et des mobilités en France*, 2023, p. 171). Réduire la place de l'automobile peut être vue de deux manières : il s'agit de décourager son utilisation via des aménagements dissuasifs ou restrictifs (comme la piétonnisation des centres-villes), ou bien de transférer le trafic sur des voiries importantes, comme des axes de contournement.

4. Quels sont les enjeux pour l'Eurométropole de Strasbourg ? (Eurométropole de Strasbourg, 2024)

Ce rapport liste les problématiques environnementales et les actions entreprises par l'EMS pour les corriger. Les axes d'améliorations sur les transports incluent la pollution de l'air, où les concentrations de NO₂, de particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀) et d'O₃ dépassent les normes. Le but est de respecter les nouvelles valeurs réglementaires européennes en 2030, et de limiter les dépenses : "Les coûts des dépenses de santé liés à la pollution de l'air pour une commune de la taille de Strasbourg sont estimés à 268 millions d'euros, soit 955 € par habitant." (Plan Climat 2030 - Eurométropole de Strasbourg : Plan d'Action, 2024, p. 11). Les objectifs sont de réduire de 50 % la consommation énergétique des transports pour 2050, interdire l'accès aux véhicules Crit'Air 2 en 2028, devenir 100 % cyclable en 2030 via le développement du réseau VéloStras, réduire la vitesse de la voirie, améliorer la part modale des transports en commun, favoriser le vélo pour les trajets de moins de 10 km, réguler les capacités de stationnement pour les voitures, ou encore de favoriser l'autopartage et le covoiturage. En plus de réduire la pollution, la décongestion du réseau est un enjeu principal.

5. Qu'est-ce qu'un indicateur, et quels sont ses différents types ? (Hall, 2006)

Dans sa thèse, Hall définit un indicateur comme une valeur quantifiant des phénomènes complexes afin de guider la prise de décision. Il ne s'agit pas d'une valeur observable directement, mais calculée. 3 types sont identifiés :

- Les indicateurs 'simples', qui ne mesurent qu'une seule donnée (comme la concentration de CO₂ dans l'atmosphère)
- Les indicateurs composites, qui combinent plusieurs indicateurs (comme un indice de qualité de l'air, formé des concentrations de CO₂ et de NO₂ dans l'atmosphère)
- Les indicateurs dérivés, défini par Hall comme des indicateurs composites regroupant des données de types et de sources différents. "For example, a determinant indicator of human health is determined or derived, in part, from more specific indicators such as malnutrition and access to clean water." (Hall, 2006, p. 399)

6. Qu'est-ce qu'un bon indicateur ? Comment le sélectionner ? (Dillman et al., 2023)

Dans cet article tiré de la revue *Environmental and Sustainability Indicators*, les auteurs listent les qualités que doit posséder un indicateur : être mesurable, validé scientifiquement, approprié à l'échelle (nationale, urbaine, etc.), intelligible afin d'être facilement compréhensible, utile pour résoudre les problèmes détectés, faciliter la mise en place d'objectifs et de seuils, et doit permettre de faire des comparaisons entre des unités géographiques similaires. Mais des indicateurs peuvent être vus comme positifs ou négatifs selon le contexte : « provisioning system indicators such as rates of vehicle ownership, road network length, and transport demand could be seen as conflicting in nature. Where an increase in these indicators would likely negatively impact environmental sustainability through material use, embedded, and direct emissions, a rise in these indicators has the potential to improve social foundation achievement through increased accessibility." (Dillman et al., 2023, p. 13). Il faut également garder en tête que ces mesures peuvent ne pas représenter efficacement les populations âgées ou handicapées qui possèdent peu de mobilité : il faut toujours prendre en compte ces populations.

7. Comment regrouper les indicateurs selon un cadre ou des thèmes ? (Gudmundsson et al., 2016)

Le livre *Sustainable Transportation: Indicators, Frameworks, and Performance Management* explique l'intérêt de construire ses indicateurs autour d'un cadre ou de thèmes : "All indicators exist within a framework. Indicators are usually bundled together and linked to other information and management tools to serve an overall assessment purpose." (Gudmundsson et al., 2016, p. 172). L'avantage est de pouvoir communiquer facilement, contrairement à une suite d'indicateurs déconnectés les uns des autres, où l'information serait « sous-encadrée ». Il faut également éviter un « sur-encadrement », où le cadre ne serait plus facilement lisible. Un bon cadre doit être complet, posséder une vision équilibrée de la durabilité (typiquement, un nombre similaire de mesures entre les aspects sociaux, environnementaux et économiques), être lié à des objectifs, permettre de comprendre les interactions entre les variables, et être flexible.

8. Quels sont les impacts de ces indicateurs sur la prise de décision ? (Tennøy, 2010)

Dans cet article se demandant pourquoi le nombre de trajets routiers continue d'augmenter malgré les mesures et objectifs visant l'inverse depuis 20 à 30 ans, les indicateurs quantifiant la mobilité durable sont utilisés, mais des questions se posent sur 1) l'efficacité réelle des mesures applicables 2) la capacité des décideurs à vouloir mettre en place des mesures jugées trop contraignantes 3) des objectifs parfois contradictoires avec le développement de la ville : « The expressed political objective [...] was that road traffic volumes should not increase, due to public transport taking a higher share of the total traffic. Even though most agreed on this, and many argued that there is a potential large field of competition between public transport and the private car, few really believed in it. Some because they found it hard to believe that the trend with growing road traffic volumes may be breached, others because they were not sure how efficient available means are, but most because they did not trust the politicians to be willing or capable of using the necessary means, especially the restrictive means. » (Tennøy, 2010, p. 9). En résumé, les indicateurs peuvent 'donner le pouls' des systèmes de transports urbains, mais ne mènent (évidemment) pas forcément à une prise de décision.

9. Quelles données / logiciels / méthodes peuvent être employés ? (Cerema, 2015)

Cet état des lieux réalisé par le Cerema liste les différentes données disponibles et leurs moyens de traitement pour caractériser l'accessibilité territoriale d'un réseau. Ce qui est très proche de notre étude, où l'on cartographie nos mailles selon leur niveau d'intégration avec les différents réseaux. Parmi les données utilisables, sont listées : la population à l'IRIS de l'INSEE ou sur un carroyage de 200m (le même maillage utilisé dans notre projet), le Fichiers des logements à l'échelle communale, le Répertoire national des entreprises et des établissements (SIRENE), la Base permanente des équipements (BPE), les bases de l'IGN, OpenStreetMap, etc. Sont également listés les vitesses moyennes pour la marche ou le vélo à utiliser lors de calculs d'itinéraires, des comparaisons entre les logiciels pour calculer les itinéraires, ou encore comment représenter graphiquement les résultats.

Note : la question sur comment représenter des données géographiques / réaliser des cartes lisibles pour les décideurs n'a pas été évoquée dans cette bibliographie commentée, mais des recherches sur le sujet ont été effectuées. Cette bibliographie commentée ne représente qu'une petite partie des lectures réalisées.

Liste des références citées (format APA)

- Cerema. (2015). *Mesurer l'accessibilité multimodale des territoires : État des lieux et analyse des pratiques*. Cerema. Bron; CeremaDoc.
<https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/16923/mesurer-l-accessibilite-multimodale-des-territoires-etat-des-lieux-et-analyse-des-pratiques>
- Dillman, K. J., Heinonen, J., & Davíðsdóttir, B. (2023). A development of intergenerational sustainability indicators and thresholds for mobility system provisioning : A socio-ecological framework in the context of strong sustainability. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18, 100240.
<https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100240>
- Eurométropole de Strasbourg. (2024). *Plan Climat 2030—Eurométropole de Strasbourg : Plan d'Action*. Eurométropole de Strasbourg.
<https://www.strasbourg.eu/documents/976405/1084539/PLAN%20CLIMAT%20EUROM%C3%89TROPOLE%20PLAN%20D'ACTIONS%20V2024.pdf/c1a2f7ee-865e-8122-7d3f-0eb394acc6d2?t=1711621639232>
- Gudmundsson, H., Hall, R. P., Marsden, G., & Zietsman, J. (2016). *Sustainable Transportation : Indicators, Frameworks, and Performance Management*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-46924-8>
- Hached, W. (2019). *Ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne en mobilité douce : Application à l'Eurométropole de Strasbourg* [Université de Strasbourg].
<https://theses.hal.science/tel-02897944v2/document>
- Hall, R. (2006). *Understanding and Applying the Concept of Sustainable Development to Transportation Planning and Decision-Making in the U.S.* [Massachusetts Institute of Technology].
<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/34555/71125163-MIT.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Histoire des transports et des mobilités en France : XIXe-XXIe siècle* (avec Baldasseroni, L., Faugier, Etienne, Pelgrims, Claire, Stève, B., Bertho-Lavenir, C., Faugier, É., Flonneau, M., Guigueno, V., Huré, M., Nicolas, S., Passalacqua, A., & Richez, S.). (2023). Armand Colin.
- Litman, T. (2024). *Evaluating Accessibility for Transport Planning; Measuring People's Ability to Reach Desired Services and Activities*. Victoria Transport Policy Institute. <https://vtpi.org/access.pdf>
- Tennøy, A. (2010). Why we fail to reduce urban road traffic volumes : Does it matter how planners frame the problem? *Transport Policy*, 17(4), 216-223.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.01.011>