

2024 - 2025

Master 1 Observation de la Terre et Géomatique

Travail d'Études et de Recherche

Vers une cartographie des temps

Etude de cas de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS)

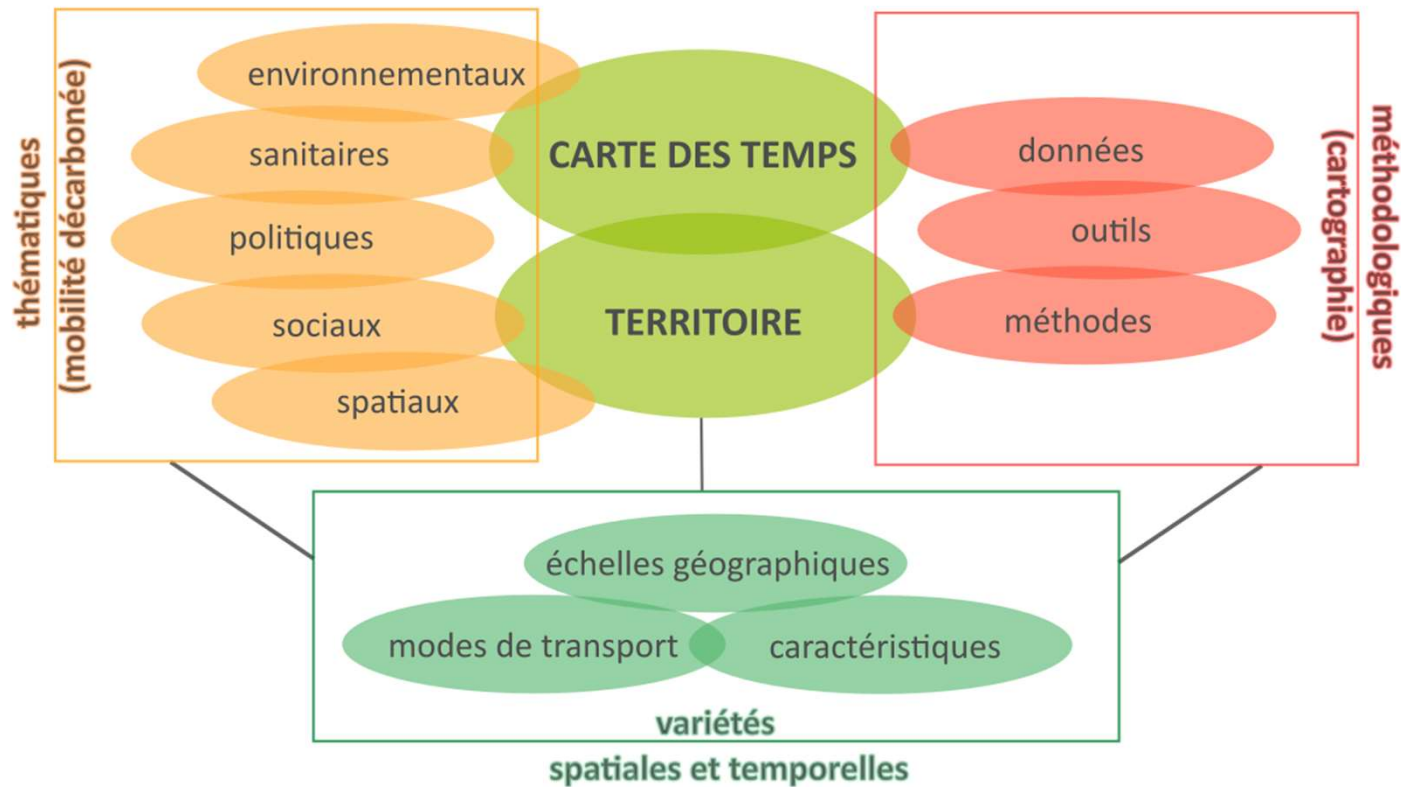
Misaki UOZUMI HARRAULT

Encadrants : Agathe COLLARD (Agence du climat)
Noémie MEYER (Eurométropole de Strasbourg)
Olivier FINANCE (Tuteur universitaire)

Jurys : Paul SALZE, Kenji FUJIKI et Olivier FINANCE

Enjeux et défis

- Zéro Emission Nette
- Diffusion de l'information
- Quantité, qualité, accessibilité ...
- Coût, performance, facilité ...
- Croisement méthodologique



➔ Concevoir une méthodologie la plus automatisable possible

Problématique

Quels **méthodes** et **outils** permettent d'**automatiser efficacement** la production de cartes des temps des déplacements, adaptées aux **modes de transport**, aux **différentes échelles** géographiques et aux **caractéristiques** des territoires, afin de favoriser une **meilleure compréhension** et la promotion de la **mobilité décarbonée** auprès des habitants ? : le cas de Strasbourg.

Questions de recherche : je cherche ...

Q1

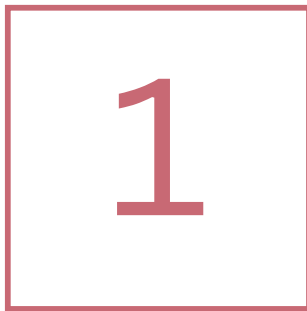
Données et outils fiables, propres et accessibles

Q2

Echelles & nombre et type des POIs

Q3

Répliquabilité



État d'art

Exemples existants et inspirants



Méthodologie

Étude de cas de l'EMS



Résultats

Cartes interactives et statiques



Discussion

Apports, limites, perspectives

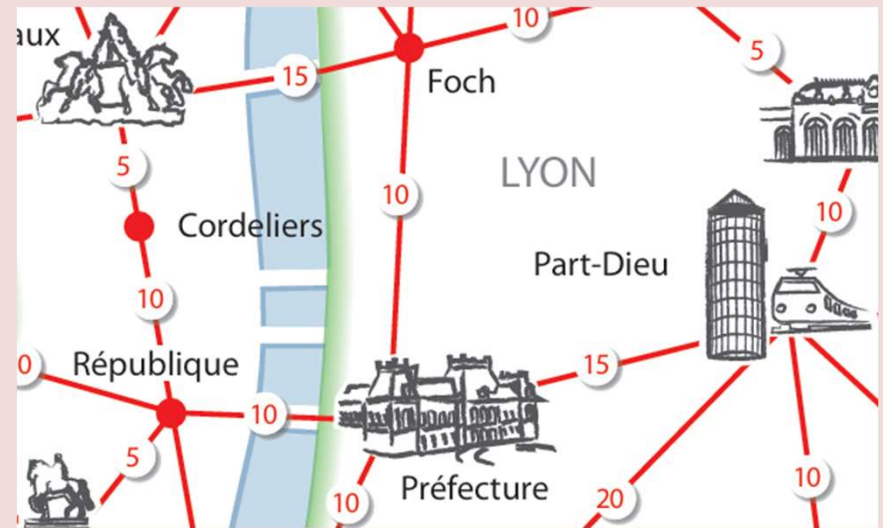
Quel type de carte des temps ?

Quels éléments ?

- Initiatives : Londres, Pontevedra, Lyon
- Théorie des graphes (nœud & liens)

Simplification des réseaux

Mais ... peu documenté



Carte ma ville à pied de Lyon (Métropole Grand Lyon, s.d.)

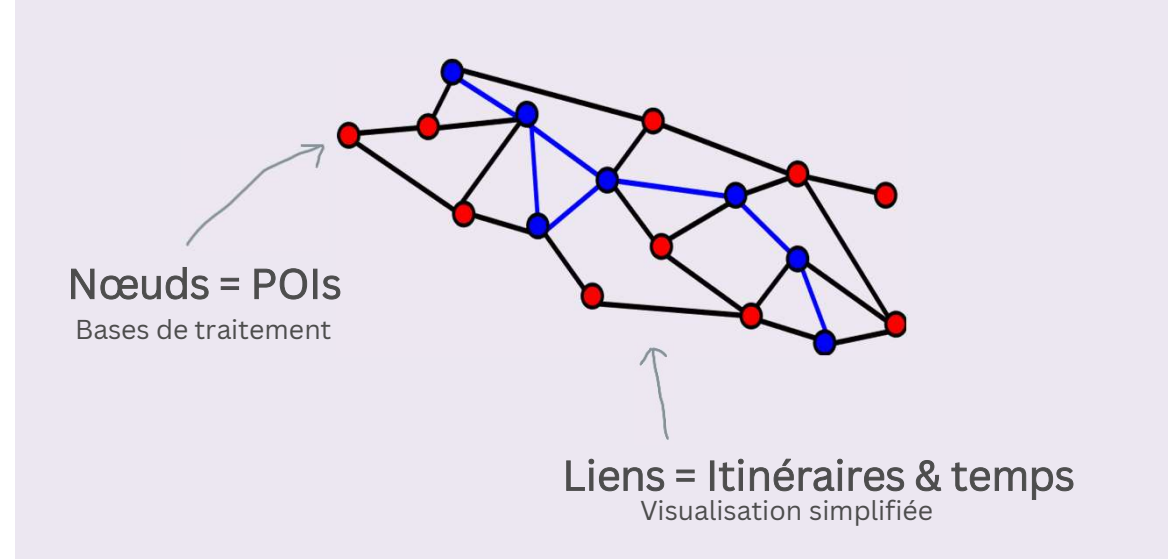


(Pontevedra, s.d.)

Comment automatiser ?

Avec quoi ?

Une carte lisible et compréhensive ?



Préalable

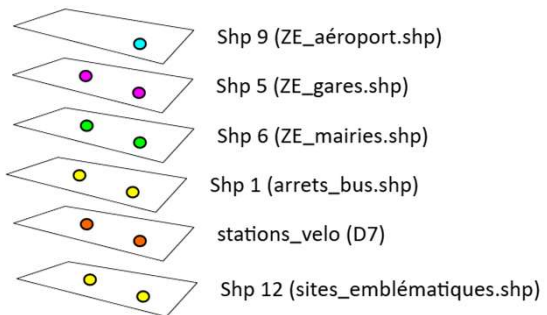
- Choix du réseau TC → **Tram**
- Choix des modes ciblés → **Pied, Vélo, Tram, Voiture**
- Choix des échelles de représentation → **(1) Centre, (2) Réseau tram, (3) EPCI**
- Vérification des données (disponibles ? propres ?)

Données

GTFS (CTS) : arrêts (tram & bus)

IGN : arrêts (train), chef lieux

EMS : Station vélo, Vélhop



Noeuds = POIs
(TC + sites)

Liens = Itinéraires & temps

GTFS (CTS) : itinéraires, temps réels de trajets

Autres

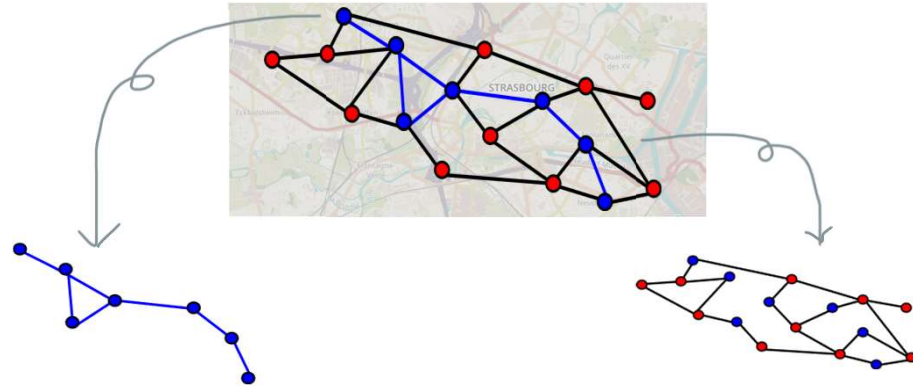
IGN : limites administratives

Sandre : cours d'eau

Outils et Grandes étapes



OpenStreetMap



Sur le réseau TC

En dehors du réseau TC

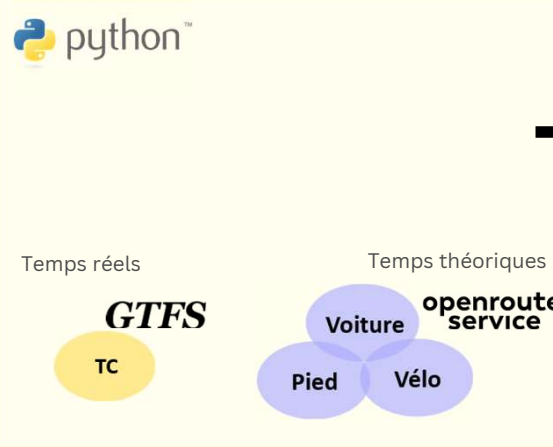
Noeuds

Segments simplifiés

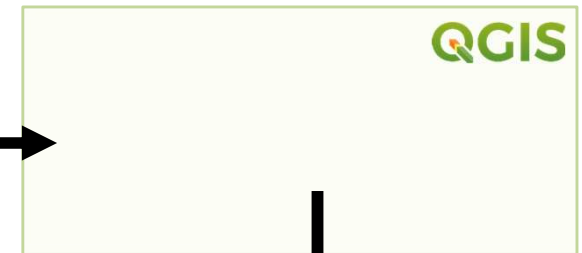
Attributs des segments
(itinéraires & temps)

| id | from_stop_name | to_stop_name | route_type | from_lat | from_lon | to_lat | to_lon | tram_min | pieds_min | velo_min | voiture_min |
|----|--|--------------|------------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------|----------|-------------|
| 1 | Alt Winmàrik-Vieux f Faubourg National | | Tram | 48.5834 | 7.74022 | 48.5824 | 7.73657 | 2 | 5.3 | 3.1 | 2.7 |
| 2 | Alt Winmàrik-Vieux f Homme de Fer | | Tram | 48.5834 | 7.74022 | 48.5842 | 7.74468 | 2 | 4.2 | 2.8 | 5.2 |
| 3 | Ancienne Synagogue Gare Centrale | | Tram | 48.5853 | 7.74231 | 48.5851 | 7.73531 | 2 | 7.5 | 2.6 | 4.4 |
| 4 | Ancienne Synagogue Homme de Fer | | Tram | 48.5853 | 7.74231 | 48.5842 | 7.74468 | 2 | 3 | 1.4 | 3.6 |
| 5 | Aristide Briand | Citadelle | Tram | 48.5686 | 7.77687 | 48.5714 | 7.78006 | 1.5 | 5.3 | 2 | 1.7 |

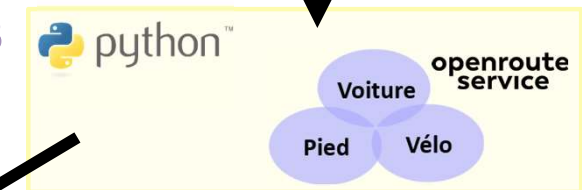
1



2



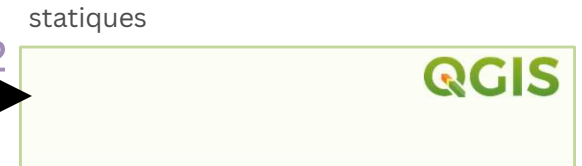
3



4-1



4-2



Cartes finales

| id | from_stop_name | to_stop_name | route_type | from_lat | from_lon | to_lat | to_lon | tram_min | pieds_min | velo_min | voiture_min |
|----|----------------------|-------------------|------------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------|----------|-------------|
| 1 | Alt Winmārik-Vieux M | Faubourg National | Tram | 48.5834 | 7.74022 | 48.5824 | 7.73657 | 2 | 5.3 | 3.1 | 2.7 |
| 2 | Alt Winmārik-Vieux M | Homme de Fer | Tram | 48.5834 | 7.74022 | 48.5842 | 7.74468 | 2 | 4.2 | 2.8 | 5.2 |
| 3 | Ancienne Synagogue | Gare Centrale | Tram | 48.5853 | 7.74231 | 48.5851 | 7.73531 | 2 | 7.5 | 2.6 | 4.4 |
| 4 | Ancienne Synagogue | Homme de Fer | Tram | 48.5853 | 7.74231 | 48.5842 | 7.74468 | 2 | 3 | 1.4 | 3.6 |
| 5 | Aristide Briand | Citadelle | Tram | 48.5686 | 7.77687 | 48.5714 | 7.78006 | 1.5 | 5.3 | 2 | 1.7 |

Nom d'arrêts

Coordonnées

Temps de déplacement

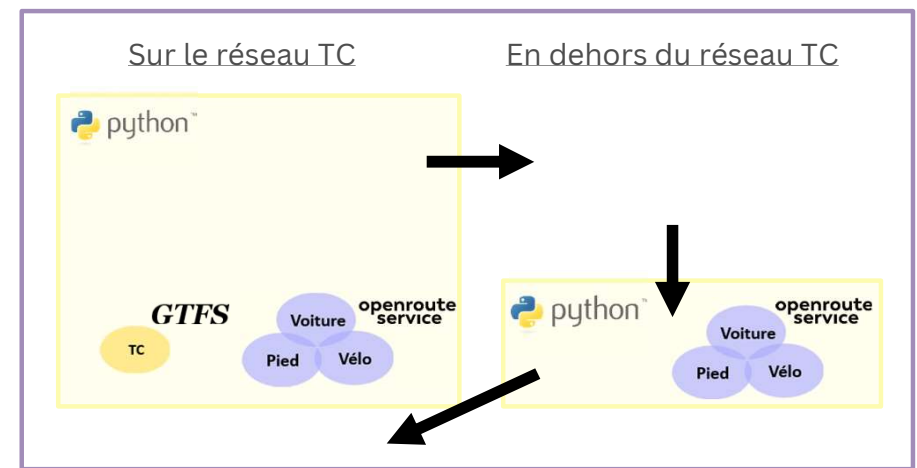
Type de transport
 Bus ?
 Tram ?
 Autres ?

Clés méthodologiques simplification

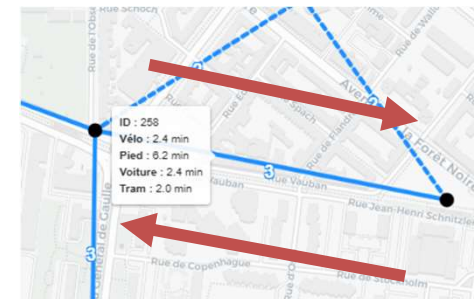
- Regroupement des arrêts de TC

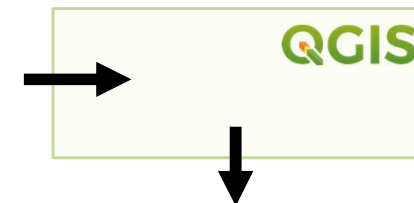


- Calcul en un clic par matrix (ORS)



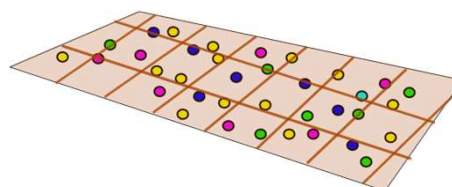
- Temps moyens de deux sens (OD/DO)





Clés méthodologiques

- Sélection des POIs par les grilles

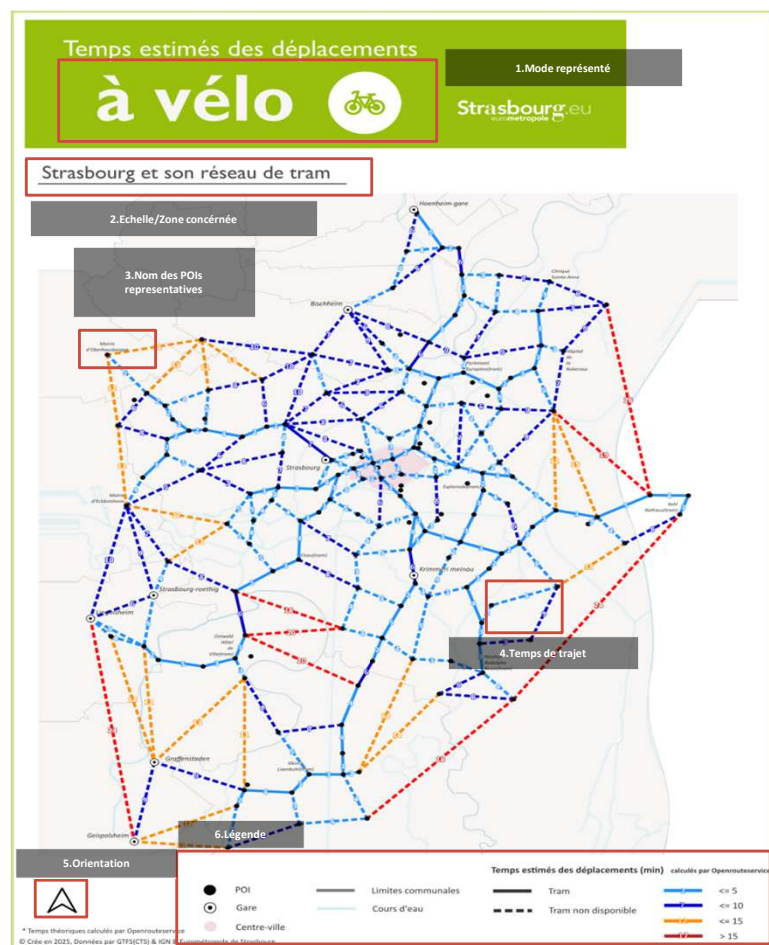


- Segmentation réaliste (longueur, nombre, contraintes)

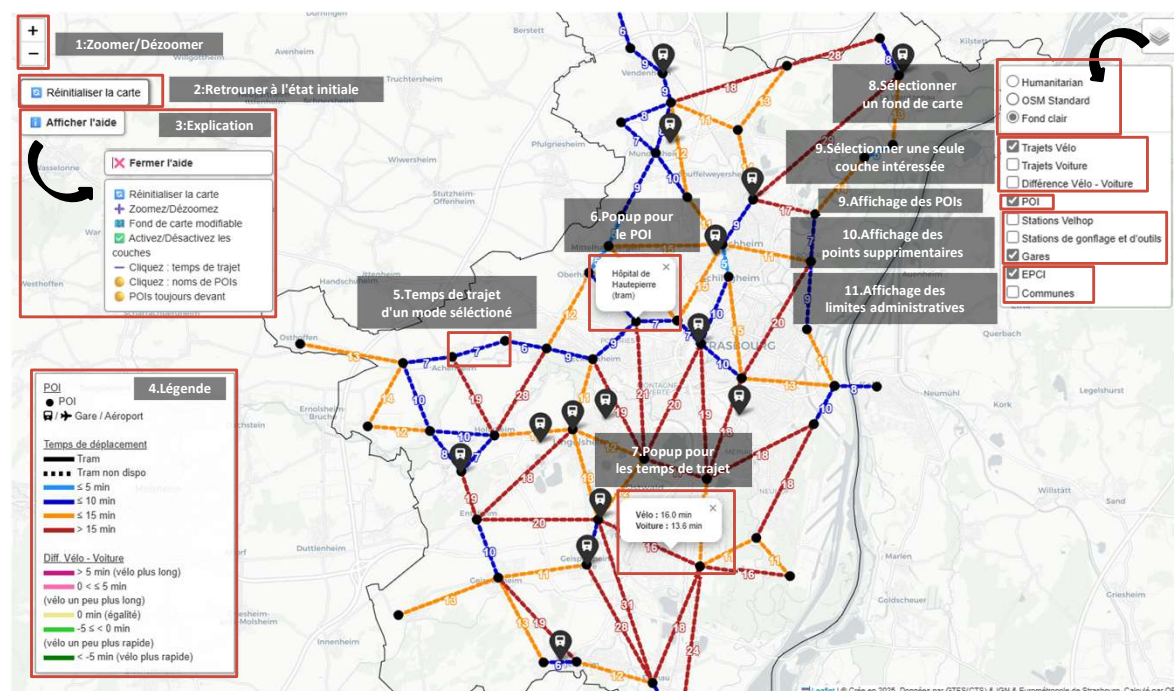
| | échelles 1 centre & 2 réseau tram | | échelle 3 EPCI |
|-------------------|--|--|---|
| grilles | 0.5x0.5 (intervalle d'arrêts de tram & distance realiste) | | 2.5x2.5 (superficie communale & distance realiste) |
| POIs | arrêts de tram | sites emblématiques maries gares aéroport | stations vélo arrêts de bus maries gares aéroport |
| segments | pas trop long | | pas trop court |
| couches préparées | échelle 1 : pied / vélo / voiture échelle 2 : vélo / voiture / diff. vélo-voiture | | vélo / voiture / diff. vélo-voiture |

Qu'obtenons-nous avec cette méthode ?

(A) Cartes statiques

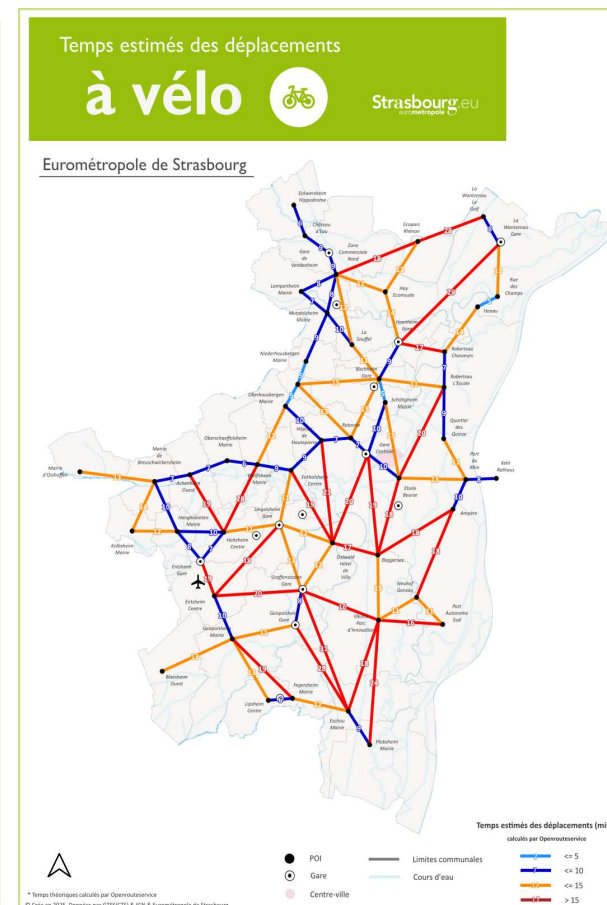
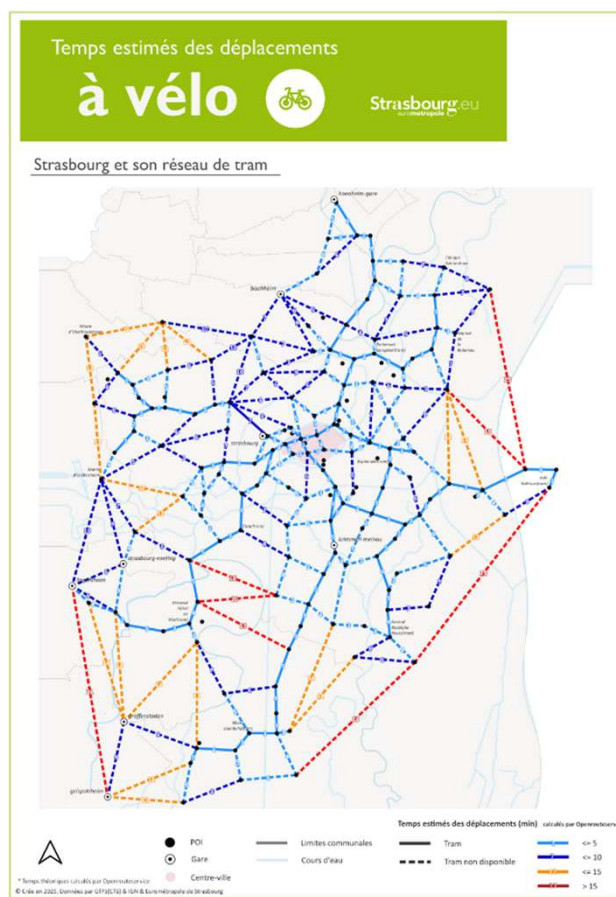
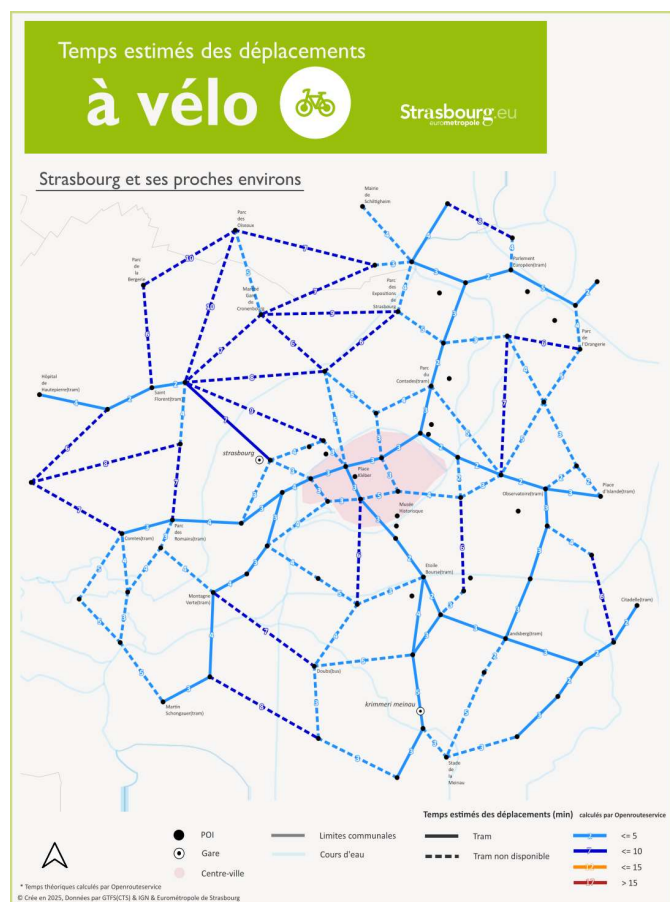


(B) Cartes interactives



→ Une proposition claire & simple
sur une échelle donnée et sur un mode

(1) Analyse multi-échelle



(2) Analyse multi-modale

Marche vs Tram

Vélo vs TC

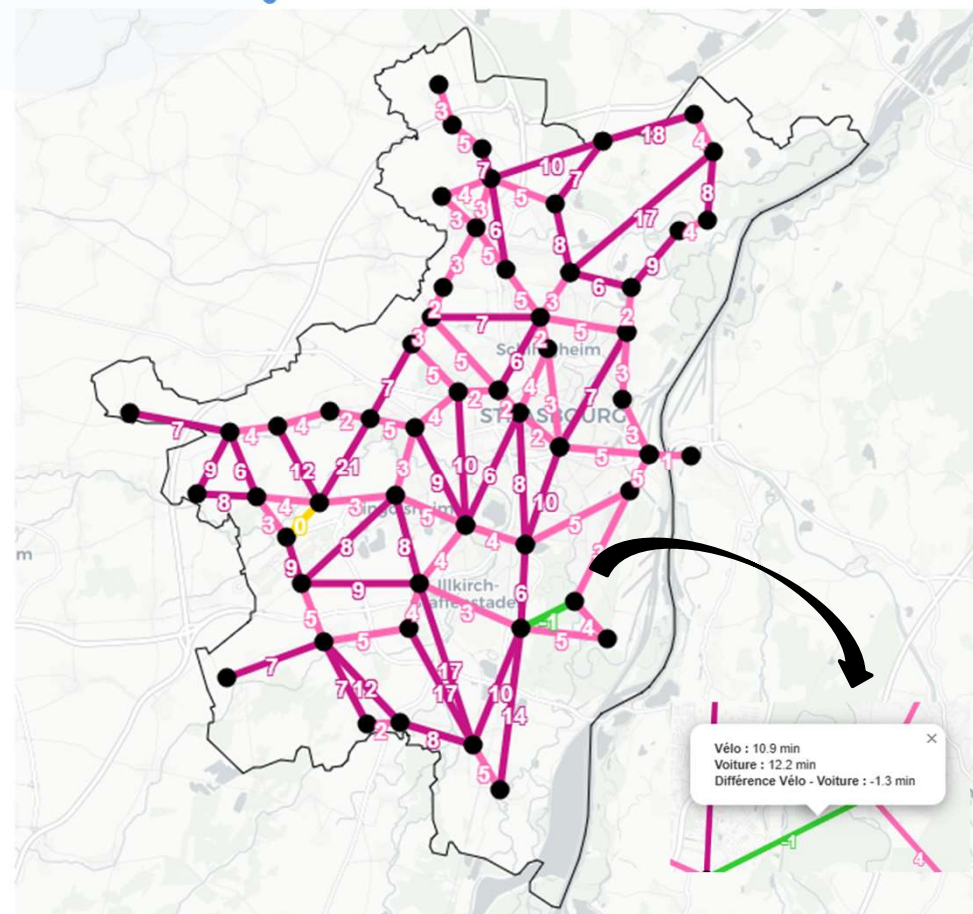
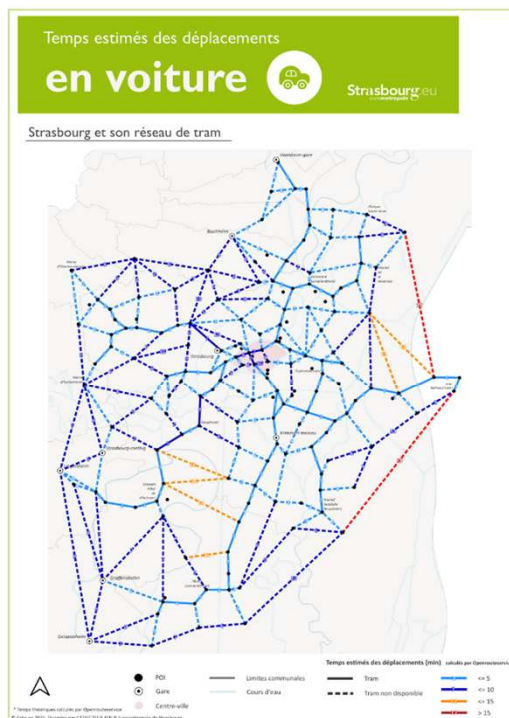
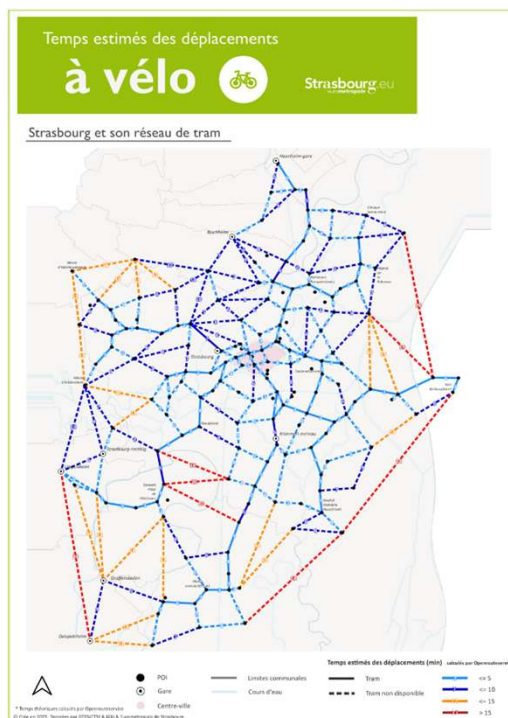
Vélo vs Voiture

Tram vs Voiture



Diff. Vélo - Voiture

- > 5 min (vélo plus long)
- 0 <= 5 min (vélo un peu plus long)
- 0 min (égalité)
- 5 <= 0 min (vélo un peu plus rapide)
- < -5 min (vélo plus rapide)



Une nouvelle conscience de la pratique modale

Pourquoi ce travail est-il intéressant ?

En quoi pouvons-nous nous améliorer ?

(1) Apports majeurs



Méthodologiques

- Automatisation → gain du temps, reproductibilité
- Accessibilité des données et outils
- Cohérence des résultats et de la méthodologie



OpenStreetMap

openroute
service

X



python™

X



Folium

(2) Validité des temps calculés



Est-ce que les temps obtenus sont pertinents par rapport à ceux de la réalité ?

| km/h | ORS | Google | Geovelo (Equilibré) |
|---------|------|--------|---------------------|
| pied | 5.0 | 4.6 | |
| vélo | 16.5 | 14.8 | 12.3 |
| voiture | 25.2 | 27.3 | |

Vitesses moyennes issues de 10 segments échantillons

Vitesses assez pertinentes, mais à noter les différences avec les autres outils et la réalité.

→ C'est un **temps théorique**.



(3) Limites majeures

Calcul du temps

- Ne pas prendre en compte du trafic en temps réel
- Vitesses moyennes paramétrées

Qualité des POIs

- Exhaustivité, précision et cohérence
- Sélection stratégique

(4) Réplicabilité

open source & libre
automatisation

Application à d'autres territoires

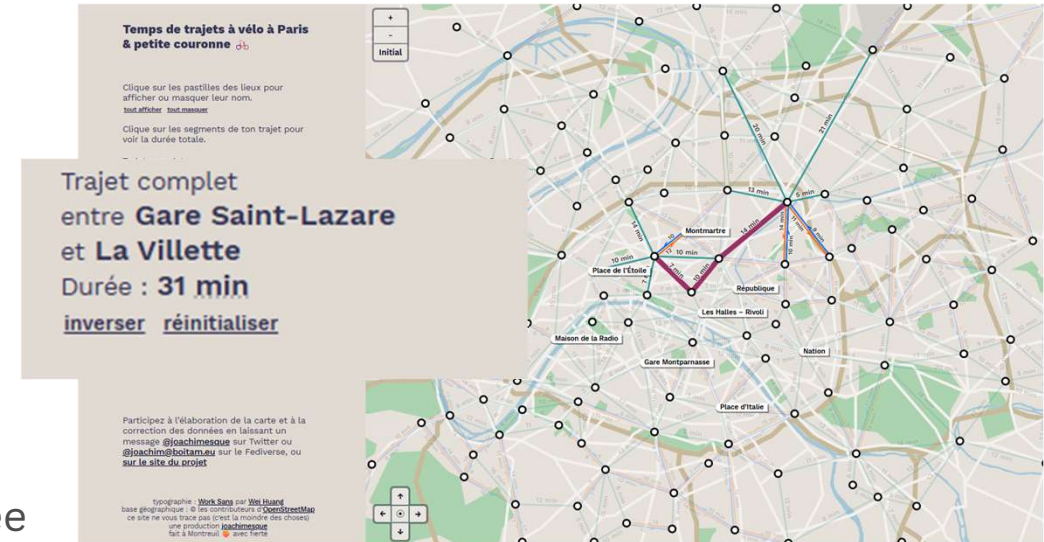
- Forme et densité des réseaux TC
- Morphologie urbaine
- Topographie

Actualisation et mise à jour des données

- Evolution spatiales, modales et d'infrastructures

(5) Perspectives & améliorations possibles

- Création d'une plateforme web plus intégrée
 - Vers la mobilité multimodale et intermodale
- ➔ OpenTripPlanner
- Sélection alternative des POIs adaptée aux usages

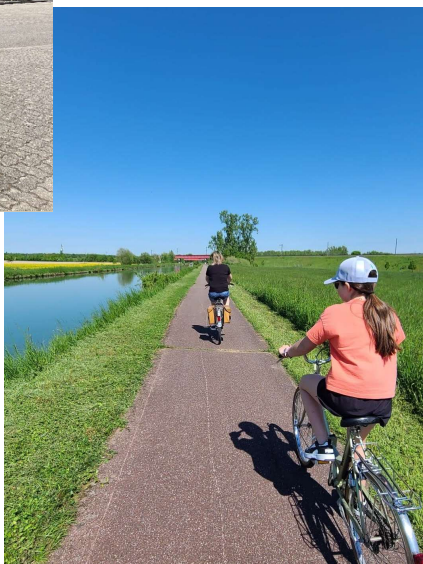


Carte interactive Paris à vélo (Robert J., 2020)



Plan des modes actifs du réseau TCL (Amandine G., 2022)

Pour conclure ...



Quels **méthodes** et **outils** permettent d'automatiser efficacement la production de cartes des temps des déplacements, adaptées aux **modes de transport**, aux **différentes échelles** géographiques et aux **caractéristiques** des territoires, afin de favoriser une **meilleure compréhension** et la promotion de la **mobilité décarbonée** auprès des habitants ?
: le cas de Strasbourg.

Répondre aux
questions de recherche

Q1

Données et outils fiables, propres et faciles

100 % open source & libre

Q2

Echelles & nombre et type des POIs

Se base sur le réseau TC, les grilles
3 échelles selon le mode ciblé et la lisibilité

Q3

Répliquabilité

Atout principal de l'étude
Faut intégrer les contextes de territoire

Conclusion

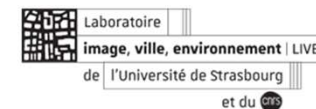
Certaines limites et améliorations possibles

Mais ...



Une première étape vers une cartographie des temps de déplacement
automatisée & multi-échelle & multi-modale

Merci pour votre attention



Bibliographie

- AIG London Ltd, (2006). *Legible London A wayfinding study March 2006*, p. 33. En ligne : 2018-egd-cc-wb-research-london.pdf
- Cerema, (2023). Décarboner les mobilités quotidiennes : Enjeux et leviers pour l'action territoriale, p. 48. Dernière consultation le 7 juin 2025. URL : <https://doc.cerema.fr/accueil-portal.aspx>
- Kansky K-J. et Beauguette L., (2023). *Kansky, 1963, Structure of Transportation Networks. Version française commentée*, p. 143. En ligne : <https://hal.science/hal-04001189v1>
- Pazos-Otón M., Fari S. et Avellaneda P., (2024). La transformación de las políticas de movilidad en Pontevedra: una ciudad para caminar. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 56(220). DOI : [10.37230/CyTET.2024.220.18](https://doi.org/10.37230/CyTET.2024.220.18)

Sitographie

- Amandine G., (2022). *Plan des modes actifs et Rose des modes™ : deux innovations pour montrer la complémentarité des transports en commun et des modes actifs*. In : Latitude-Cartagène. Dernière consultation le 20 mai 2025. URL : <https://latitude-cartagene.com/plan-des-modes-actifs-et-rose-des-modes-pour-favoriser-multimodalite-intermodalite/>
- Ciudades que Caminan, (s.d.). *GuiaMetrominuto - Tu propio METROMINUTO*, p. 18. In : Ciudades que Caminan. Dernière consultation le 20 mai 2025. URL : <https://ciudadesquecaminan.org/wp-content/uploads/2021/08/GuiaMetrominuto.pdf>
- Métropole Grand Lyon, (s.d.). Ma ville à pied. Dernière consultation le 1 juillet 2025. URL : <https://www.grandlyon.com/pratique/publications-deplacements>
- Robert J., (2020). *Temps de trajets à vélo à Paris & petite couronne*. Dernière consultation le 20 mai 2025. URL : <https://joachimesque.github.io/paris-a-velo/>, Données : <https://github.com/joachimesque/paris-a-velo>

Résultats cartographiques et données utilisées

- https://misakiuo.github.io/carte_des_temps_strasbourg/
- https://github.com/misakiuo/carte_des_temps_strasbourg/