



DÉPLOYER UN SERVICE DE TRANSPORT À LA DEMANDE : ESTIMATION DU POTENTIEL POUR OPTIMISER L'OFFRE

RMD 2025

Vincent LEBLOND (TELLAE) et Viviane RAPP (Cerema)

Introduction



LE TRANSPORT À LA DEMANDE : QUELQUES GÉNÉRALITÉS

- Un service de transports collectifs qui se réserve à l'avance, généralement effectué avec des véhicules classiques ou 9 places...
- ... mais une grande variété de :
 - territoires desservis : du très rural au périurbain, voire à l'urbain
 - d'objectifs du service et de niveau d'offre : amplitude horaire, points de dépose/reprise, itinéraires fixes ou fonctionnement zonal ...
 - d'outils de réservation/de planification d'itinéraire : du manuel / artisanal à l'application dédiée, qui peut intégrer du temps réel
- Des fréquentations très variables : de quelques centaines de voyages par an, à plusieurs centaines de milliers

TAD FLEX'HOP Strasbourg :

- 5h-minuit
- En rabattement vers les TC lourds
- Réservation possible à la dernière minute, par application
- env. 200'000 voy / an

TAD Mobeia CC Grand Lac (Aix-les-Bains)

- 7h-19h du lundi au samedi
- 6 véhicules 9 places
- Réservation : application, web ou tél.
- Env. 18'000 voy. / an

TAD LUNE'TAD, PETR du Lunévillois

- Lignes permettant de rabattre vers Lunéville ou des points de rabattement locaux
- Jusqu'à 2 aller/2 retour par jour
- Réservation par téléphone ou à l'agence mobilité, jusqu'à la veille 16h.
- environ 5'000 voy / an

TAD Saverne Comette

- 8h-12h - 14h-18h
- Un véhicule, un chauffeur
- Réservation par téléphone auprès du chauffeur
- Env. 3'500 voy. / an

CONTEXTE DE LA MISSION (2023)

- Une demande de la CC Sarrebourg Moselle Sud, 76 communes / 45'500 hab. (2019), parmi les 10 % des EPCI les plus vastes de France, à faible densité
- Une offre TAD qui couvre 1 commune sur 2 de la CC, et à peine 1 habitant sur 2, dont **la fréquentation n'est pas satisfaisante** pour l'AOM.
- Perspective de renouvellement DSP
- Un enjeu sur les déplacements de santé, en lien avec un appel à projet de la Région

▶ **Peut-on construire une offre de TAD qui se déploie sur l'ensemble du territoire, plus attractive et plus utilisée, à des coûts maîtrisés ?**

Méthode



MÉTHODOLOGIE

1. Définition du besoin : Qui ? Où ? Quand ? Pourquoi ?

- Une approche **par générateur de déplacements, et usagers cibles** définis par les élus

2. Calcul de la demande et simulation

- Estimation de la demande
- Simulation du fonctionnement du TAD sur une journée type, à partir des générateurs de déplacements choisis
- Indicateurs de fonctionnement du service TAD.

3. Proposition d'organisation du service

- Détailler les éléments permettant à l'AOM de construire son cahier des charges et ses échanges avec les exploitants

**Non
présenté
ici.**

SIMULATIONS

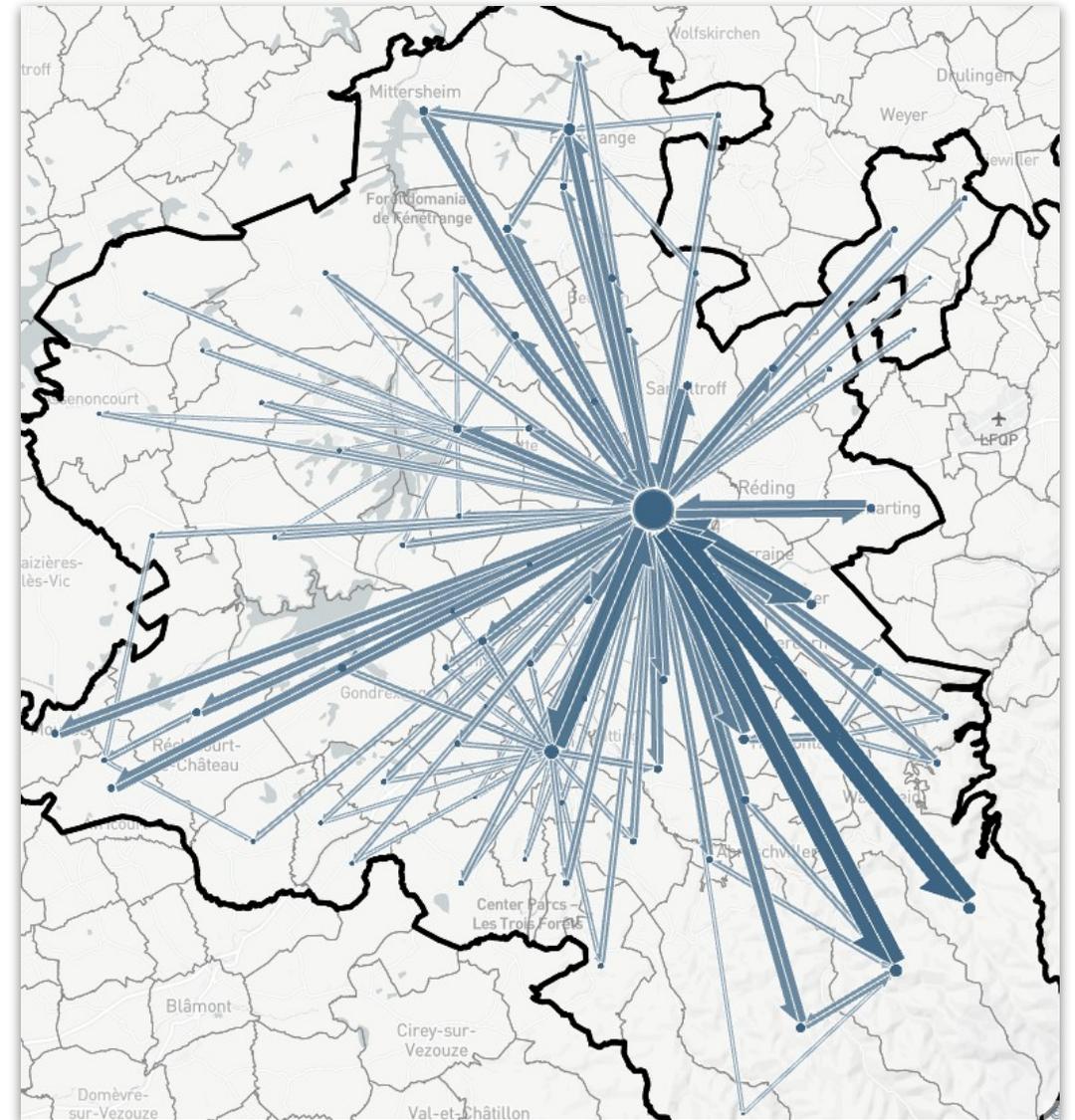
ESTIMER LA DEMANDE

Estimation de la demande :

- À partir d'une sélection de générateurs de déplacements (ici : santé, commerces, administratif), situés dans des pôles principaux et secondaires prédéfinis
- Calcul de la génération journalière de chacun d'entre eux
 - Ratios de mobilité, profils horaires et attractivité modale estimés à partir de données d'Enquêtes Mobilité
 - Données de description des générateurs : OSM, SIRENE, CC SMS
- Chaque générateur d'un pôle secondaire attire depuis une zone d'influence définie, Sarrebourg rayonne sur tout le territoire (distribution des flux en fonction de la population carroyée INSEE)

Simulation de plusieurs scénarios

- Notamment pour distinguer les déplacements liés à la santé
- Tirage aléatoire de la demande (localisation, horaires, ...)
- Hypothèses d'attractivité du service TAD



SIMULATIONS

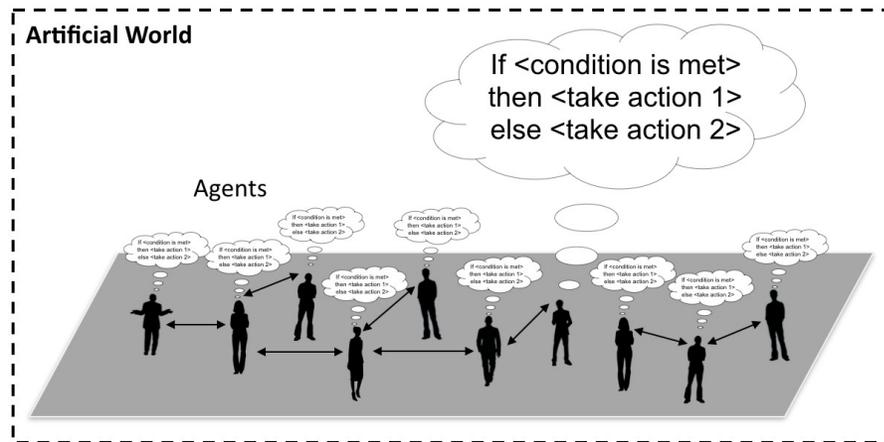
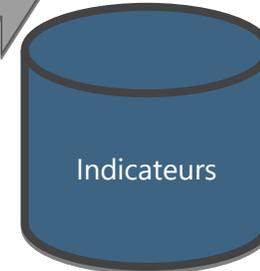
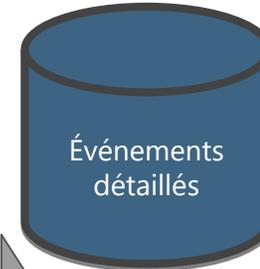
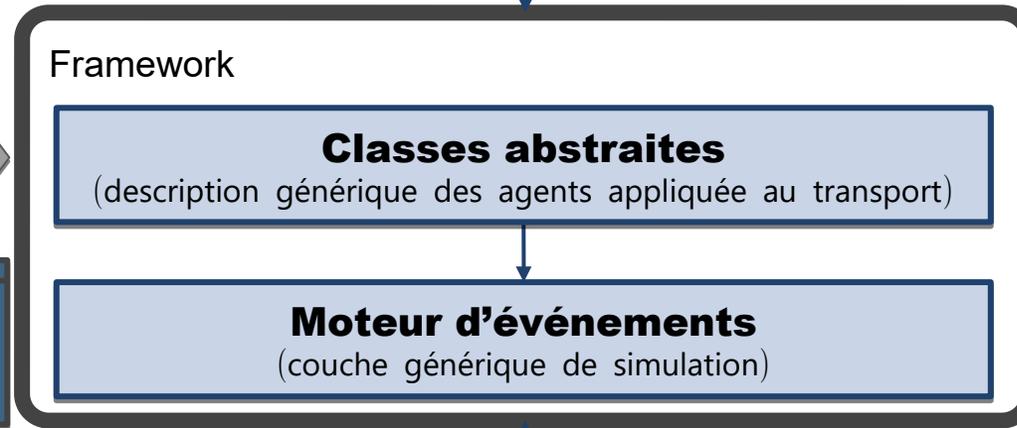
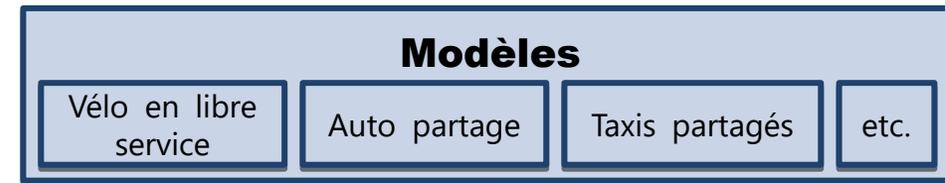
SIMULATEUR MULTI-AGENTS (STARLING)



STARLING

Simulateur de services de mobilité
Open Source

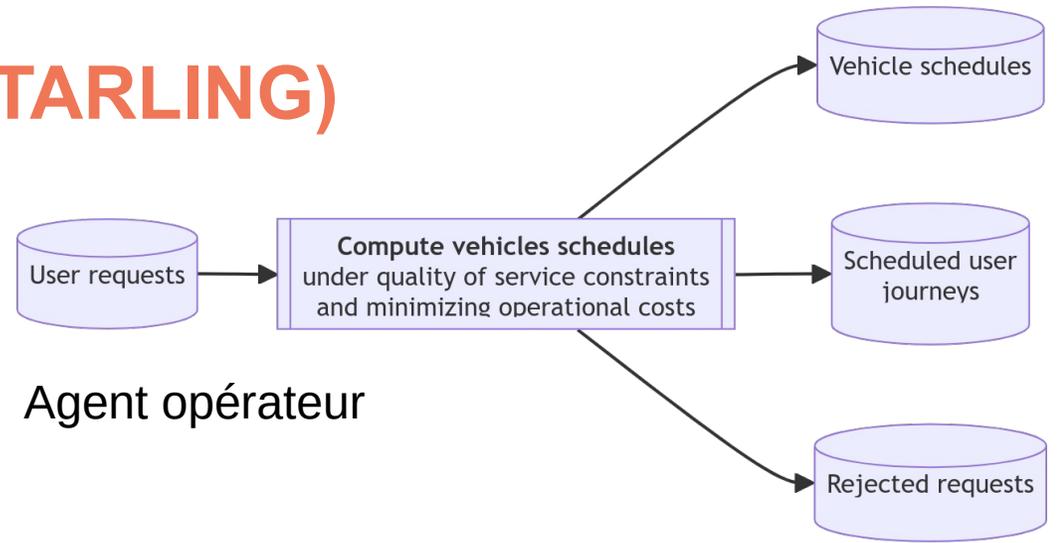
<https://github.com/tellae/starling/>



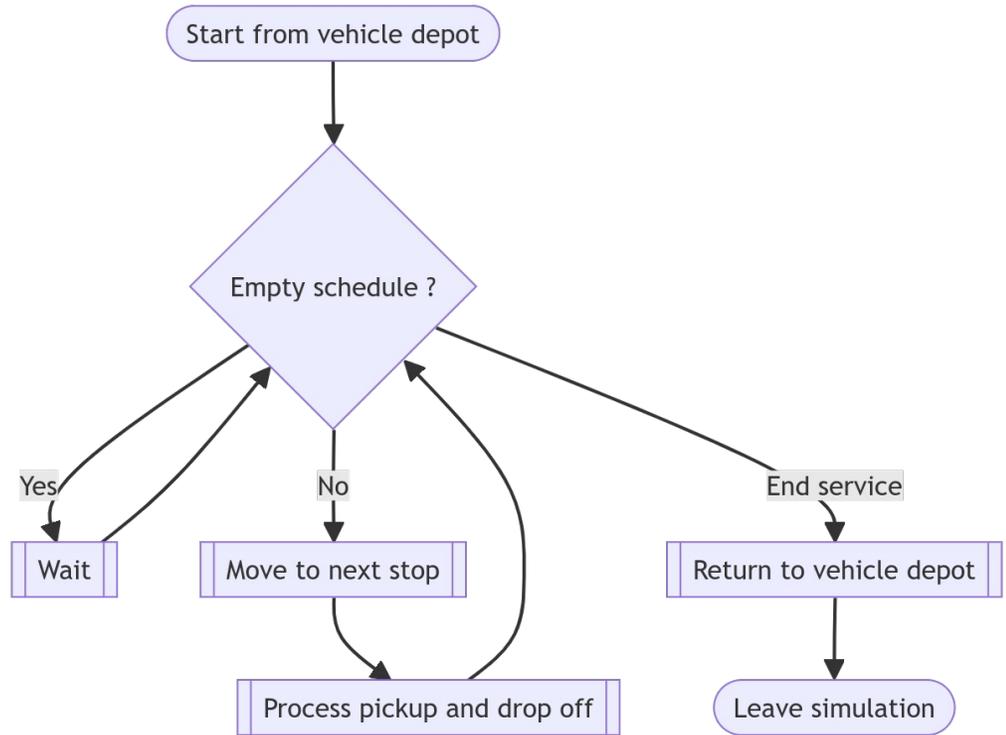
Crooks, A.T., Malleon, N., Manley, E. and Heppenstall, A.J. (2019), *Agent-based Modelling and Geographical Information Systems: A Practical Primer*, Sage, London, UK

SIMULATIONS

SIMULATEUR MULTI-AGENTS (STARLING)

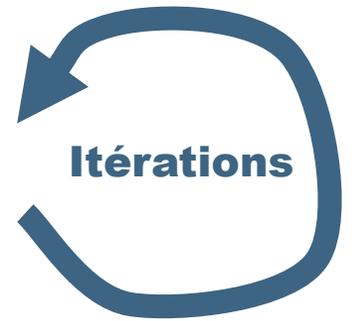
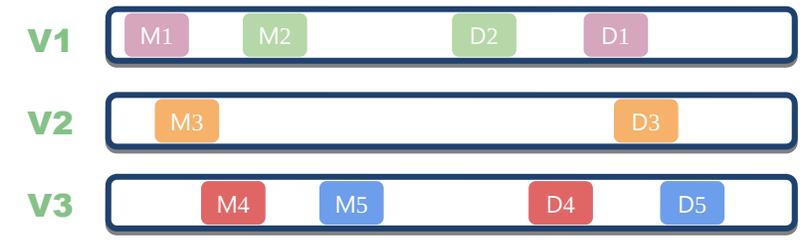


Agent opérateur



Agent véhicule

Optimisation des plannings des véhicules



Exploration et optimisation des solutions par destruction / reconstruction (Métaheuristique ALNS)



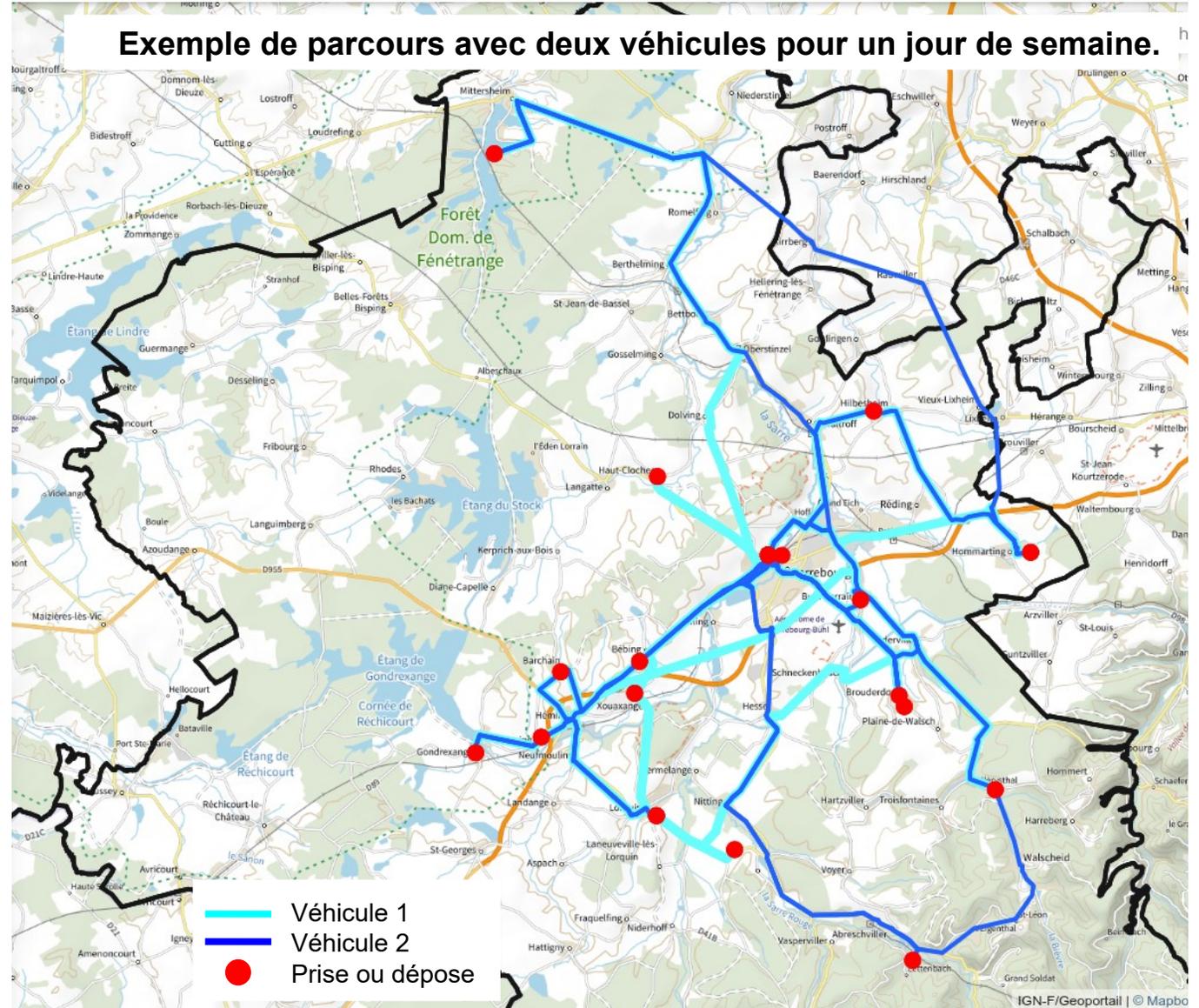
SIMULATIONS CARTOGRAPHIE

Simulation sur une journée type

Tirage aléatoire de la demande

- selon la génération calculée
- selon la répartition de la population sur le territoire

Le nombre de véhicules est une donnée d'entrée : plusieurs tests sont nécessaires pour comparer les indicateurs



SIMULATIONS

EXEMPLE D'INDICATEURS RÉSULTANTS (PAR JOUR DE SERVICE)

| Tous motifs (retenus) – Simulations avec deux véhicules | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Hypothèse | Demande | | Indicateurs passagers | | | Véhicules | | | | |
| | Nbr de requêtes voyageurs | % de requêtes satisfaites | Temps de trajet moyen minutes | Temps d'attente moyen minutes | Taux de détour moyen | Nbr max. de passagers par véh. | Heures de conduite totales | Distance totale parcourue km/jour | Distance moyenne par course km/jour | Taux de groupage |
| Basse | 20 | 97% | 18 | 6 | 9% | 3 | 10.1 | 356 | 20 | 1,1 |
| Moyenne | 30 | 93% | 19 | 8 | 18% | 3 | 13.6 | 464 | 20 | 1,2 |
| Haute | 40 | 88% | 19 | 10 | 18% | 4 | 15.7 | 534 | 20 | 1,3 |

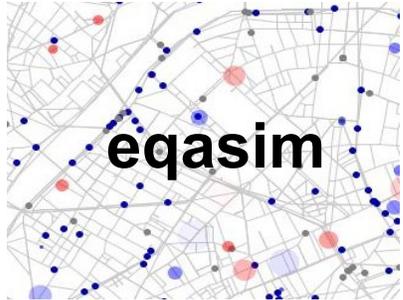
- 3 hypothèses de demande voyageur : basse, moyenne et haute
- Une nouvelle course commence lorsque le véhicule est vide.
- Plus de 30 minutes d'attente = requête non satisfaite
- Tests effectués avec 2 véhicules (cf. tableaux ci-dessous) ou 3 véhicules.
- Sans affectation des véhicules à une zone en particulier.

Les indicateurs de simulation permettent :

- ▶ d'identifier le nombre de véhicules nécessaires pour assurer le service
- ▶ d'approcher la taille des véhicules nécessaires (nbr max. de passagers par véhicule)
- ▶ d'estimer les distances à parcourir

SIMULATIONS

NOUVELLE MÉTHODE D'ESTIMATION DE LA DEMANDE (EQASIM)



EQASIM

Générateur de populations synthétiques des déplacements
Open Source
<https://eqasim.org/>



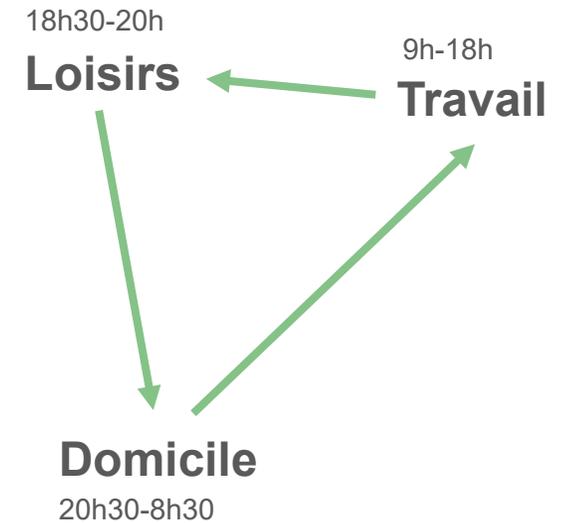
1 - Génération exhaustive des individus du territoire



2 - Attribution des chaînes d'activités



3 - Localisation des activités



SIMULATIONS

NOUVELLE MÉTHODE D'ESTIMATION DE LA DEMANDE (EQASIM)

Données d'entrée (opendata)

| Données | Étapes | Description et utilisation |
|--|--------|---|
| Échantillon des individus du recensement | 1 | Échantillon d'individus issu de Recensement de la Population (INSEE), avec informations sur les individus mais sans les déplacements |
| Statistiques du recensement | 1 | Données de population agrégée à l'IRIS issues du Recensement de la Population (INSEE). Sur la base des données précédentes, des individus sont générés de manière à respecter ces données à l'IRIS. |
| Enquête Mobilité des Personnes ou EMC² | 2 et 3 | Enquête concernant la mobilité des individus. Ces données servent à apprendre les chaînes d'activités et les attribuer aux individus synthétiques (étape 2). Ces données servent également à apprendre les choix de localisation des activités (étape 3). |
| Mobilités professionnelles et scolaires | 3 | Données de mobilité entre communes, pour les motifs travail et études, issues du Recensement de la Population (INSEE). Ces données servent à structurer les choix de localisation des activités travail et études. |
| Base Permanente des Équipements | 3 | Données des équipements recensés par l'INSEE (écoles, commerces, cinéma, ...). Ces données servent à localiser les activités en fonction du type (hors travail). |
| Base SIRENE | 3 | Données des entreprises et des établissements. Ces données permettent de localiser les lieux de travail. |
| Population carroyée INSEE | 1 | Données de localisation de la population au lieu de résidence, au niveau de carreaux de 200m x 200m. Ces données permettent de localiser les lieux d'habitation. |

SIMULATIONS

NOUVELLE MÉTHODE D'ESTIMATION DE LA DEMANDE (EQASIM)

Résultats

Profil des individus

- Taux de motorisation, niveau de revenus, composition des ménages
- Âge, genre, catégorie socio-professionnelle, possession d'un permis

| Individu | Classe d'âge | Genre | CSP | Permis de conduire |
|----------|--------------|-------|---------|--------------------|
| 1 | 49 | Homme | Artisan | Oui |
| 2 | 48 | Femme | Employé | Oui |
| 3 | 52 | Homme | Ouvrier | Oui |
| 4 | 10 | Homme | Autre | Non |
| 5 | 14 | Homme | Autre | Non |
| ... | ... | ... | ... | ... |

Mobilité des personnes

- Tous les motifs de déplacements
- Géolocalisation à 200 m
- Horodatage des déplacements

| Individu | Dépl. | Heure de départ | Motif à destination | Origine | Destination |
|----------|-------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 7h22 | Achat | (47.2052, -1.5553) | (47.2060, -1.5349) |
| 1 | 2 | 7h38 | Travail | (47.2060, -1.5349) | (47.2238, -1.5632) |
| 1 | 3 | 17h12 | Domicile | (47.2238, -1.5632) | (47.2052, -1.5553) |
| 2 | 1 | 9h56 | Achat | (47.2052, -1.5553) | (47.2060, -1.5349) |
| 2 | 2 | 10h43 | Domicile | (47.2060, -1.5349) | (47.2052, -1.5553) |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

CONCLUSION

Points faibles de la méthodologie

- Méthodologie trop complexe pour l'étude d'une simple évolution marginale d'un service TAD existant
- Incertitudes portant sur l'estimation de la demande : flux des générateurs, attractivité modale

Points forts de la méthodologie

- Prise en compte des spécificités du territoire
- Possibilité d'évaluer différents design du service

Pour la CC Sarrebourg Moselle Sud

- L'intérêt pour la quantification de la demande et la clarification des objectifs
- A la question d'entrée « peut-on construire une offre de TAD qui se déploie sur l'ensemble du territoire, plus attractive et plus utilisée, à des coûts maîtrisés ? », une réponse plutôt négative !



Merci de votre attention