



# MÉTHODOLOGIE DE CALIBRATION DU MODÈLE À CHOIX DISCRET DE MATSIM A PARTIR DE STATISTIQUES PUBLIQUES

Maxime JEAN, Alexandre CHASSE, Guoxi FENG

Date: 17/11/2020



# PLAN

- Objectif : Calibration du modèle à choix discret
- Modélisation des agents
- Enrichissement de l'EGT
- Choix du modèle
- Evaluation
  - Sur EGT
  - Après simulation MATSim

# PLAN

- Objectif : Calibration du modèle à choix discret
- Modélisation des agents
- Enrichissement de l'EGT
- Choix du modèle
- Evaluation
  - Sur EGT
  - Après simulation MATSim

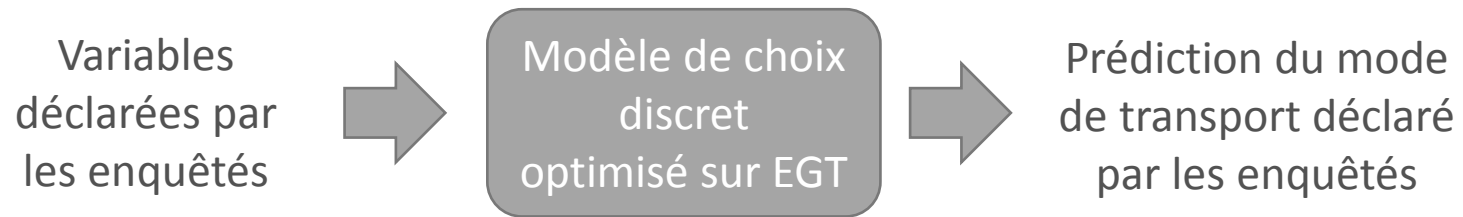
# CALIBRATION DU MODÈLE À CHOIX DISCRET

- Données
  - Enquête globale transport (EGT)
  - Observation des flux de voitures : 3000 boucles de comptage à Paris
  - Estimation IFPEN des flux de cyclistes
- Procédure automatique d'ajustement des paramètres du modèle à choix discret de MATSim
- Durée 1 simulation > 8h et dimension du jeu de paramètres > 10

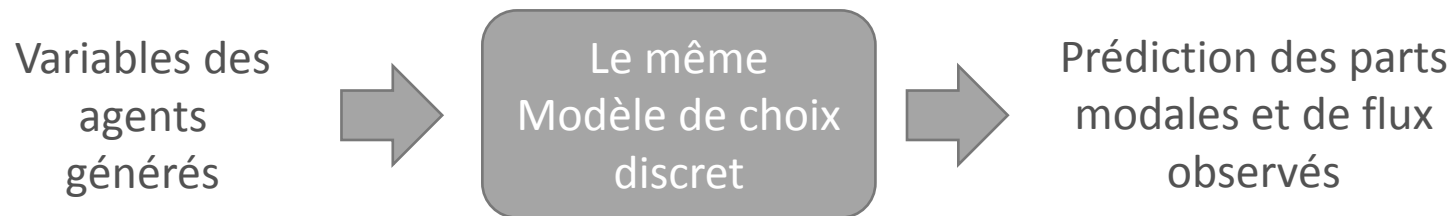
Problème : Nécessité de déterminer une hypothèse initiale pertinente sur les paramètres

# CALIBRATION DU MODÈLE À CHOIX DISCRET

- Construire un modèle de choix discret qui serait capable de prédire les modes de transport sélectionnés par les enquêtés



- Hypothèse : si ce modèle est précis sur l'EGT, il le restera dans MATSim



Solution : utiliser comme hypothèse initiale le modèle optimisé sur les données EGT

# PLAN

- Objectif : Calibration du modèle à choix discret
- **Modélisation des agents**
- Enrichissement de l'EGT
- Choix du modèle
- Evaluation
  - Sur EGT
  - Après simulation MATSim

# MODÉLISATION DES AGENTS

- Exemple de fonction d'utilité pour un agent  $n$  et pour l'alternative  $i$  :

$$\begin{aligned}v_{in}(x_{in}, s_n) = & \theta_{travelTime,i} x_{travelTime,in} \\ & + \theta_{distance,i} x_{distance,in} \\ & + \theta_{cost} x_{cost,in} \\ & + \theta_{age} age_n\end{aligned}$$

- $\theta$  est un paramètre affectant le score de l'alternative  $i \in \{car, pt, bike, walk\}$ .
- $x_{in}$  sont des caractéristiques de l'alternative et de l'agent.
- $s_n$  sont des attributs propres à l'agent.

Problème : comment déterminer les paramètres  $\theta$  ?

## MODÉLISATION DES AGENTS

- Certes, on considère que chaque agent maximise son utilité
- Mais il y aura toujours des variabilités dans le choix de certains agents difficiles à prédire
- On modélise l'idiosyncrasie par un modèle d'utilité aléatoire. Chaque agent maximise  $u_{in}$  :

$$u_{in} = v_{in}(x_{in}, s_n) + \epsilon_{in}$$

- $v_{in}$  est un composante déterministe
- $\epsilon_{in}$  est une variable aléatoire



## MODÉLISATION DES AGENTS

- Sous certaines hypothèses sur la distribution du vecteur  $(\epsilon_{1n}, \dots, \epsilon_{Jn})$ , la probabilité que l'individu  $n$  choisisse l'alternative  $i$ ,

$$P_{in} = \mathbb{P}(u_{in} > u_{jn}, \quad \forall j \neq i) \Leftrightarrow P_{in} = \frac{\exp [v_{in}(x_{in}, s_n)]}{\sum_{j \in \{1, \dots, J\}} \exp [v_{jn}(x_{jn}, s_n)]}$$

où  $J$  est le nombre d'alternatives disponibles pour les agents.

- De plus la partie déterministe de la fonction d'utilité est supposée être de la forme :

$$v(x, s) = \theta_1 v^1(x, s) + \dots + \theta_K v^K(x, s)$$

où les  $v^k$  sont des fonctions connues

Solution : sous ces hypothèses, les  $\theta_i, i \in \{1, \dots, K\}$  peuvent être estimés par des méthodes statistiques

# PLAN

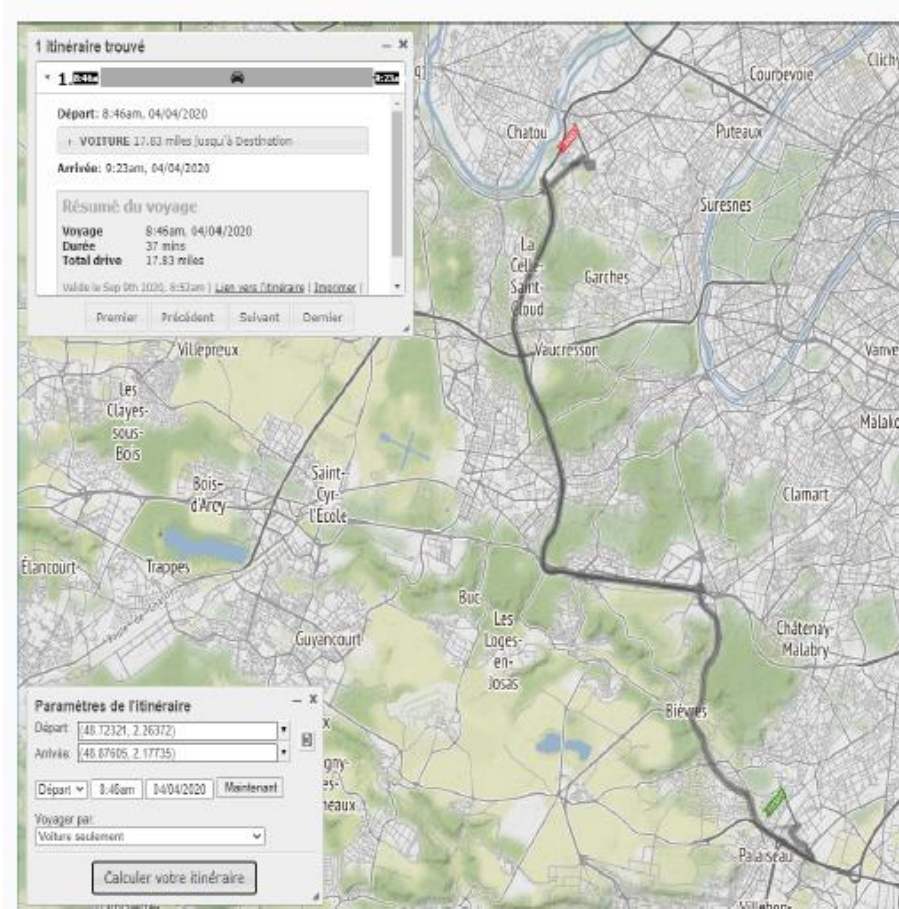
- Objectif : Calibration du modèle à choix discret
- Modélisation des agents
- **Enrichissement de l'EGT**
- Choix du modèle
- Evaluation
  - Sur EGT
  - Après simulation MATSim

## ENRICHISSEMENT DE L'EGT

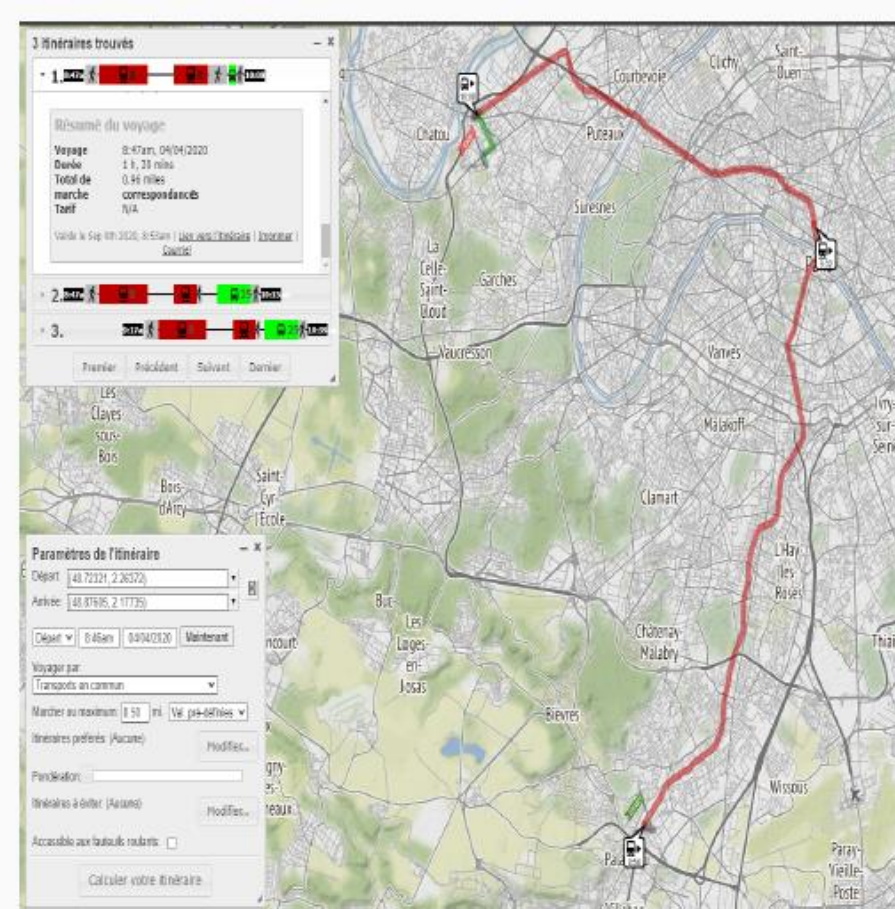
- Le modèle a besoin de connaître le temps qu'aurait mis chaque enquêté s'il avait choisi les autres modes de transports
- Or, l'EGT ne fournit que :
  - le temps du trajet effectué (avec le mode de transport choisi), et déclaré
  - La distance à vol d'oiseau entre les communes d'origine et de destination

Problème : comment déterminer ces informations manquantes ?

# ENRICHISSEMENT DE L'EGT : ITINÉRAIRES OTP



Itinéraire OTP voiture Itinéraire



OTP transport en commun

## ENRICHISSEMENT DE L'EGT : PERFORMANCE

- 107 679 déplacements ont des coordonnées de départ/arrivée
- 3% des déplacements n'ont pas d'itinéraire

Solution : carroyage + localisation des équipements + OTP

# PLAN

- Objectif : Calibration du modèle à choix discret
- Modélisation des agents
- Enrichissement de l'EGT
- Choix du modèle
- Evaluation
  - Sur EGT
  - Après simulation MATSim

## CHOIX DU MODÈLE

- Choix du modèle en considérant sa justesse sur les données EGT.
- Définition d'un modèle avec des variables intuitives pour le choix modal (distance, temps de trajet, abonnement, permis, nombre de voiture et de vélo du ménage, origine/destination à Paris/banlieue, âge, sexe...)
- Sélection du modèle le plus juste.

# PLAN

- Objectif : Calibration du modèle à choix discret
- Modélisation des agents
- Enrichissement de l'EGT
- Choix du modèle
- Evaluation
  - Sur EGT
  - Après simulation MATSim

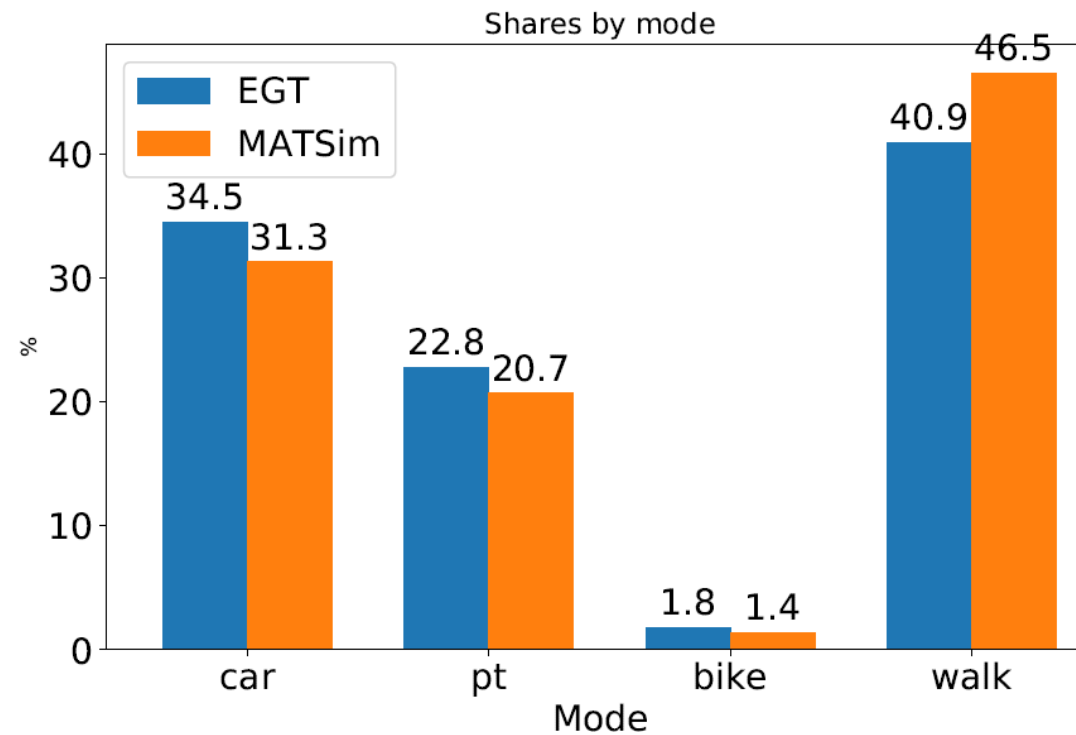


## EVALUATION SUR EGT

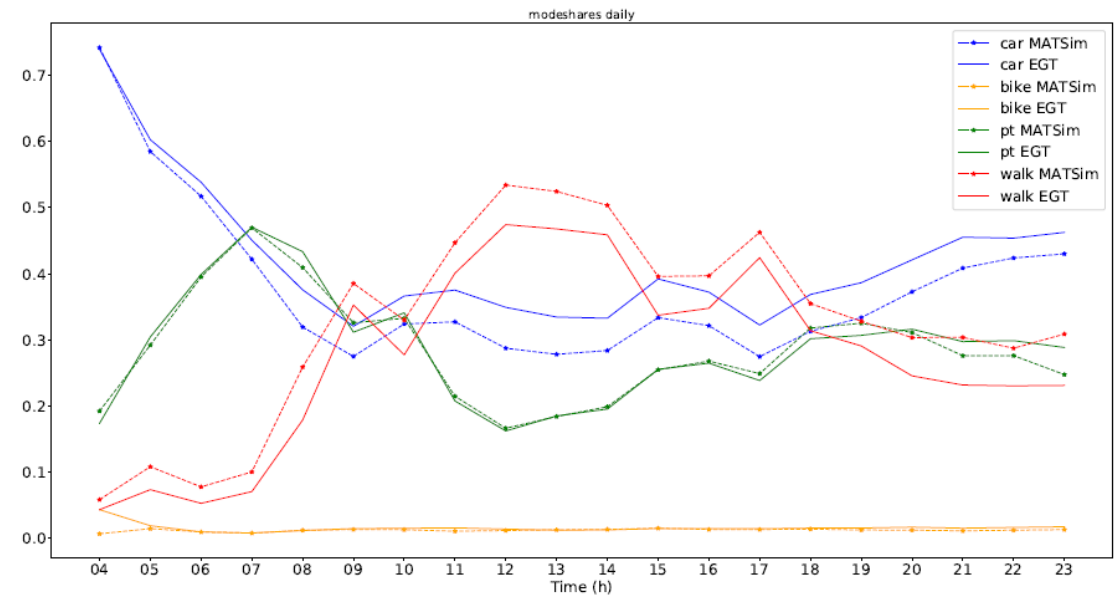
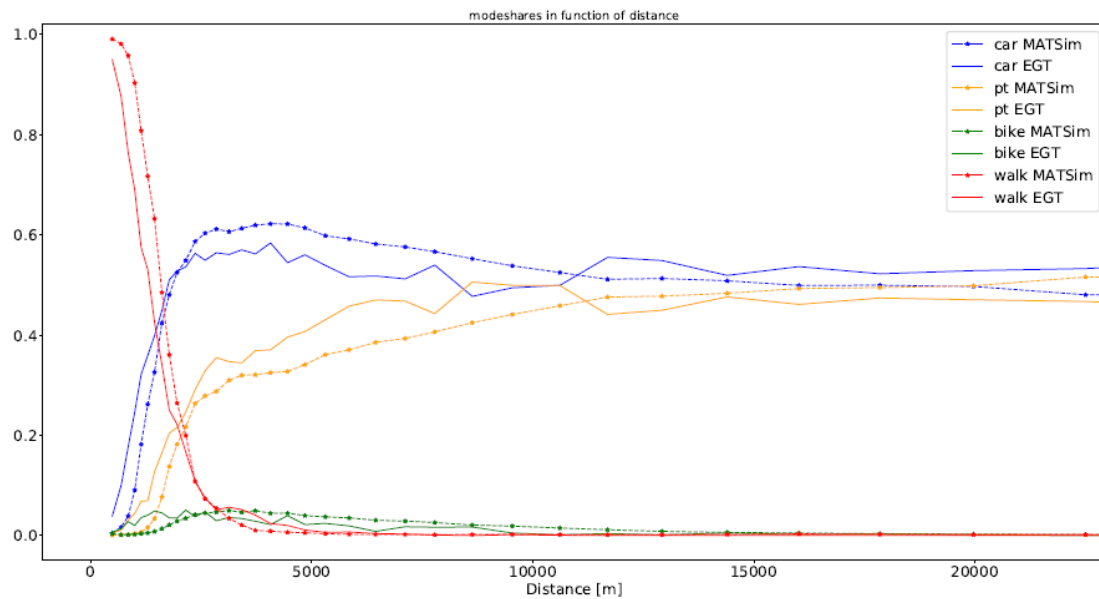
- Le vecteur de paramètres est estimé sur une base d'entraînement composé de 75% des lignes de la base de données complète.
- Le modèle est testé sur le reste
- La justesse du modèle s'élève à 84,76%.
- Les trois modalités voiture, transport en commun et marche à pied sont très bien prédites.
- Le vélo mal et peu prédit

# EVALUATION APRÈS SIMULATION : PART MODALE

## ● Intégration de ce modèle dans MATSim



# EVALUATION APRÈS SIMULATION : PART MODALE FONCTION DE LA DISTANCE



## CONCLUSION

- La calibration d'un modèle à choix discret permet de reproduire des faits observés sur la base d'entraînement et sur MATSim.
- L'estimation permet une plus grande variété des fonctions d'utilité des agents et une première calibration pour MATSim.
- Cette étape permet d'éviter un travail long de calibration du modèle à choix discret qui est aujourd'hui réalisé manuellement.
- Perspectives : seconde optimisation des sorties MATSim sur EGT et mesures physiques.