

Génération de population synthétique pour l'évaluation environnementale des systèmes de transport

Présenté par : Abdoul Razac SANÉ

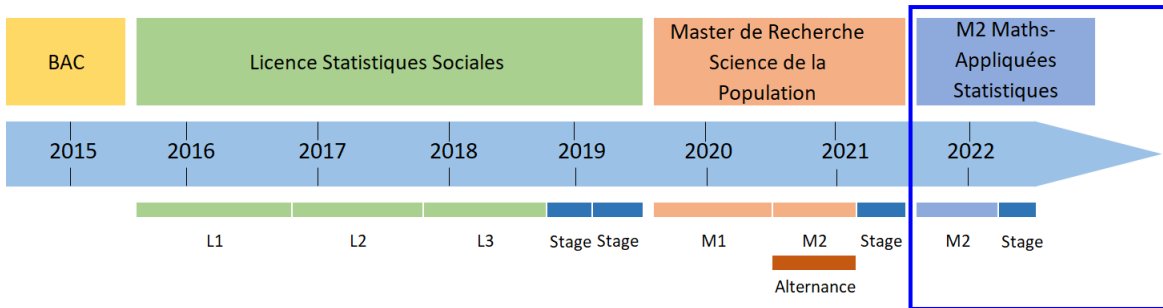
Laboratoire : Splott

Directeur de thèse : Pierre-Olivier VANDANJON, Splott

Encadrants : Rachid Belaroussi, Grettia
Pierre Hankach, Mast

21 juin 2022

- 1 Présentation
- 2 Projet scientifique
- 3 Approche du problème
- 4 A retenir
- 5 Références



- Bourse d'excellence de l'Institut Archimède
- Système multi-agents (SMA)
- Intelligence Artificielle
- Modélisations statistiques
- Projet de SMA et d'intelligence artificielle

Pourquoi cette thèse ?

- Combine SMA et IA, deux domaines qui me passionnent
- Mon intérêt pour la recherche
- Ma motivation de contribuer au développement de la science
- Mon souhait de faire une carrière académique d'enseignant-chercheur

- Urbanisation croissante des villes (INSEE, 2020)
- Enjeux de santé publique : 48.000 décès attribuables aux $PM_{2.5}$ chaque année (Pascal *et al.*, 2016)
- Transformation profonde de la logistique urbaine

Nécessite d'évaluation précise des systèmes de transport ...

⇒ **Méthodes classiques d'évaluation : limitées**

⇒ **Systèmes Multi-Agents (SMA) basés activités**

- Finesse dans l'évaluation
- Un suivi spatio-temporel
- Zoom possible sur des classes particulières



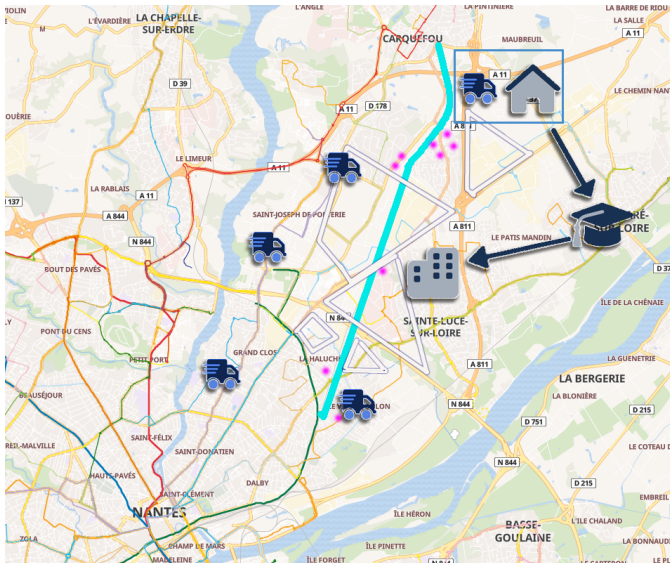
avec planning

- 🚗 08h00 Ecole
- 🚗 08h30 Travail
- 🚗 18h00 Ecole
- 📦 19h00 Réception colis



avec planning

- 🏠 08h00 Charger colis
- ✉️ 09h00 Livraison 1
- 📦 09h30 Livraison 2
- 📦 ⋮ ⋮
- ✉️ 20h00 Livraison n



Modélisation SMA : 3 étapes

- Demande de mobilité :
 - génération d'une population synthétique
 - plans d'activité
 - spatialisation
- Suivi spatio-temporel des individus : SMA
- Calcul d'indicateurs

Qualité des entrées du simulateur \Rightarrow Précision de la modélisation

Problématique : Comment générer une population synthétique qui représente au mieux la population réelle ?

Les méthodes statistiques de génération sont limitées (Yameogo *et al.*, 2021) :

- algorithmes spécifiques pour chaque type de données
- difficultés d'intégrer diverses sources de données
- problème de zero-cell
- difficulté de garantir l'anonymat
- difficulté d'intégrer la logistique

Des réflexions sur des méthodes dérivées de l'IA (Johnsen *et al.*, 2022; Borysov *et al.*, 2019)

L'objectif de ce projet de recherche est de :

- Développer des techniques générations innovantes basées sur IA
 - Population synthétique d'individus et d'établissements
 - Leurs demandes de transports localisées
 - En assurant la cohérence entre les livraisons et les plans d'activité
- Intégrant la logistique urbaine
- Permettant de lever les limitations actuelles

Cela permettrait d'augmenter significativement le potentiel prédictif de la modélisation multi-agent des systèmes de transport urbain.



- Données démographiques de l'Insee
- Dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux (Filosofi)
- Enquêtes "ménage déplacement" (EMD)
- **Enquêtes spécifiques sur le e-commerce réalisées au sein du laboratoire Splott en 2022.**
- Données nationales de bâtiments (BDNB)
- Déclarations Annuelles des Données Sociales des entreprises (DADS)
- Etc.



Modèles génératifs

VAE ou GAN

(Johnsen *et al.*, 2022;
Borysov *et al.*, 2019)

- Données démographiques de l'Insee
- Dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux (Filosofi)
- Enquêtes "ménage déplacement" (EMD)
- **Enquêtes spécifiques sur le e-commerce réalisées au sein du laboratoire Splott en 2022.**
- Données nationales de bâtiments (BDNB)
- Déclarations Annuelles des Données Sociales des entreprises (DADS)
- Etc.



- Données démographiques de l'Insee
- Dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux (Filosophi)
- Enquêtes "ménage déplacement" (EMD)
- **Enquêtes spécifiques sur le e-commerce réalisées au sein du laboratoire Splott en 2022.**
- Données nationales de bâtiments (BDNB)
- Déclarations Annuelles des Données Sociales des entreprises (DADS)
- Etc.

Modèles génératifs

VAE ou GAN

(Johnsen *et al.*, 2022;
Borysov *et al.*, 2019)

- Population synthétique d'individus, activités
- Population synthétique d'établissements
- Leurs demandes de transports localisées
- En assurant la cohérence entre les livraisons et les plans d'activité

Encadrement : deux laboratoires

- Expertise de Splott : modélisation de la logistique
- Expertise du Grettia : modèles de déplacement à base d'activité et modèles génératifs en apprentissage automatique

Déroulement en 3 phases :

- ① Synthèse des connaissances, formation aux méthodes classiques
- ② Développement des techniques innovantes, comparaison aux méthodes classiques
- ③ Application : amélioration des plans d'activité, finalisation des modèles intégrant la logistique

Sur le plan académique :

- Publications d'articles
- Développement d'algorithmes en open-source

Sur le plan professionnel :

- Lien avec une startup
- Utilisable par les métropoles et les bureaux d'étude

Ce projet de thèse :

- Une synergie entre Grettia et Splott
- Générer une population synthétique incluant la logistique
- Apport de mes compétences en analyse de population, SMA et IA
- Motivation de travailler sur des méthodologies innovantes

Merci pour votre attention !

- BORYSOV, S. S., RICH, J. et PEREIRA, F. C. (2019). Scalable Population Synthesis with Deep Generative Modeling. *Transportation Research Part C : Emerging Technologies*.
- INSEE (2020). Toujours plus d'habitants dans les unités urbaines. *INSEE Focus*, (210):5.
- JOHNSEN, M., BRANDT, O., GARRIDO, S. et PEREIRA, F. (2022). Population synthesis for urban resident modeling using deep generative models. *Neural Computing and Applications*, 34(6):4677–4692.
- PASCAL, M., de CROUY CHANEL, P., WAGNER, V., CORSO, M., TILLIER, C., BENTAYEB, M., BLANCHARD, M., COCHET, A., PASCAL, L., HOST, S., GORIA, S., LE TERTRE, A., CHATIGNOUX, E., UNG, A., BEAUDEAU, P. et MEDINA, S. (2016). The mortality impacts of fine particles in France. *Science of The Total Environment*, 571:416–425.
- YAMEOGO, B. F., VANDANJON, P.-O., GASTINEAU, P. et HANKACH, P. (2021). Generating a Two-Layered Synthetic Population for French Municipalities : Results and Evaluation of Four Synthetic Reconstruction Methods. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 24(2):5.