

Un jeu sérieux pour sensibiliser aux enjeux d'une mobilité urbaine durable

Carole Adam¹, Franck Taillandier²

¹ Univ. Grenoble Alpes, LIG - équipe STeamer 38000 Grenoble

² UMR RECOVER (INRAE / Aix-Marseille Université) - 3275 route de Cézanne - CS 40061 – 13182 Aix-en-Provence Cedex 05

RESUME La mobilité est un enjeu clef pour toute ville et fortement en lien avec la transition environnementale. Les infrastructures et la politique d'aménagement urbain doivent ainsi être au cœur d'un réel débat de société. Il faut pour cela pouvoir sensibiliser les citoyens aux enjeux liés à l'aménagement urbain et aux infrastructures de transport dans un contexte de transition environnementale. C'est dans cet objectif que nous avons proposé dans le cadre du projet ANR SwITCh un jeu sérieux, basé sur un modèle multi-agent, visant à faire prendre conscience aux citoyens des enjeux portés par l'évolution de l'aménagement urbain et de leur propre comportement de mobilité. Nous présentons dans cet article la première version de ce jeu.

Mots-clefs Jeu sérieux, Modèle multi-agents, Mobilité urbaine, Transition environnementale

I. INTRODUCTION

L'évolution de la mobilité est une question essentielle, à la fois dans le cadre de la crise climatique, mais aussi en terme de santé publique : impact négatif de la sédentarité (Biswas *et al.*, 2015), accidents de la route, pollution aérienne et sonore (European Environment Agency, 2016). Ainsi 40000 décès par an sont attribuables à l'exposition aux particules fines (PM2.5) et 7000 décès par an à l'exposition au dioxyde d'azote (NO₂), soit 7% et 1% de la mortalité annuelle totale selon un rapport de Santé Publique France (Medina *et al.*, 2021) ; ce rapport conclut aussi que le confinement du printemps 2020 en France a permis d'éviter 2300 décès par diminution de l'exposition aux particules, et 1200 décès par diminution de l'exposition au dioxyde d'azote, ce qui montre l'impact possible des politiques publiques et des changements de comportements individuels (report modal vers le vélo, télétravail plus étendu) sur la santé publique.

Le projet SwITCh a pour but de fournir des outils d'aide à la réflexion permettant d'explorer divers scénarios d'évolution des mobilités. Parmi ceux-ci, nous présentons ici un jeu sérieux, basé sur le modèle multi-agent de (Jacquier and Adam, 2021), à destination du grand public. Ce jeu permet au joueur de changer de point de vue en prenant le rôle d'un gestionnaire urbain chargé d'améliorer différents indicateurs concernant sa ville (pollution, accidents...) au travers d'actions sur les infrastructures, les services, et d'incitations financières. Il doit ainsi lui permettre de prendre conscience des enjeux portés par l'évolution de l'aménagement urbain et de son propre comportement de mobilité.

II. MODELE MULTI-AGENT DE MOBILITE URBAINE

II.1. Décision modale des habitants

Notre modèle multi-agent de la population de la ville est basé sur un modèle de décision rationnelle multicritères. Les habitants ont le choix entre 4 modalités de transport : la marche, le vélo, le bus, ou la voiture individuelle. Chaque agent évalue ces 4 modes selon 6 critères : écologie, prix, confort, simplicité, sécurité, et temps. Chaque mode a une note sur chaque critère en fonction de l'aménagement de la ville ou fixe. Ces notes sont calculées en fonction de différents indicateurs qui caractérisent la situation : congestion des routes attendue, pollution de l'air, taux de pistes cyclables, météo du jour, état des routes, etc.

Chaque agent a par ailleurs des priorités personnelles pour ces 6 critères (par exemple un agent peut être particulièrement focalisé sur l'écologie aux dépens du temps de trajet, alors qu'un autre préférera un trajet économique en dépit des autres critères). Une agrégation multicritère est alors utilisée pour définir une hiérarchisation des modes de transport pour chaque individu. A cela s'ajoute le rôle des habitudes (Brette *et al.*, 2014) : les individus développent et renforcent des habitudes pour le mode de transport utilisé fréquemment dans un contexte donné, et cette habitude peut prendre le pas sur la décision rationnelle. Ces habitudes posent donc des défis aux décideurs urbains, car elles induisent une forte inertie dans la réponse aux modifications d'aménagement urbain, dont les résultats ne sont donc pas immédiatement visibles.

III. JEUX SERIEUX SWITCH

Nous avons implémenté un jeu sérieux basé sur ce modèle, avec la plateforme de simulation multi-agent GAMA (Taillandier *et al.*, 2019). Ce jeu sérieux est basé sur le même principe que le jeu SPRITE (Taillandier and Adam, 2018) : il offre un changement de point de vue, en faisant jouer à l'utilisateur le rôle d'un aménageur urbain en charge de la mobilité dans la ville fictive dans laquelle se déroule le jeu.

III.1. Paramètres

Dans ce premier prototype, il est possible de modifier manuellement un certain nombre de paramètres avant de démarrer le jeu. Ces paramètres concernent l'environnement (vitesse de dégradation des routes, probabilité d'accident, mais aussi conditions météo) et la population (probabilité de remise en cause des habitudes, santé moyenne, pourcentages de possession d'une voiture ou d'un vélo, pourcentage qui peuvent marcher, taux de proximité d'un arrêt de bus). A terme, ces paramètres pourront être prédéfinis à partir des données disponibles pour une ville particulière, permettant de renforcer l'immersion des joueurs.

III.2. Tour de jeu

Le joueur prend le rôle du chargé de la mobilité. Il s'agit d'une vision très simplifiée de la ville dans laquelle le joueur a un pouvoir total sur les infrastructures et les services de transport. Chaque tour de jeu représente une année dans la ville simulée, et consiste en plusieurs étapes : (1) Récupération du budget annuel : provient des impôts de la population de la ville ; (2) Sélection

des actions souhaitées, dans la seule limite du budget disponible ; (3) Observation de l'impact sur les indicateurs de la ville, et sur la distribution modale des habitants.

Nous avons implémenté un certain nombre d'actions, qui agissent à différents niveaux : **Actions financières** : changer le prix de l'essence (taxe/subvention), le taux d'imposition, ou le prix du ticket de bus ; **Actions sur les infrastructures** : construire des pistes cyclables, des parkings, des arrêts de bus, planter des arbres, ajouter de l'éclairage public, entretenir/réparer les routes, requalifier des voies ; **Actions sur le réseau de transport en commun** : améliorer la fréquence, la capacité, le confort des bus. Chaque action a un coût défini, déduit du budget annuel, et un impact sur un ou plusieurs indicateurs de la ville. Ainsi l'entretien des routes diminue le nombre d'accidents, construire des arrêts de bus augmente la couverture du réseau, etc. Ces indicateurs influencent à leur tour les notes des modes de transport. Par exemple une baisse du nombre d'accidents améliore la note de sécurité de la voiture, une meilleure couverture du réseau de bus améliore le temps de trajet en bus, une faible affluence dans les transports en commun améliore leur confort, etc. L'évolution de ces notes va alors affecter la distribution modale des habitants. Par exemple les habitants intéressés par le confort vont moins prendre le bus s'il est bondé.

Afin de suivre l'impact de ses choix, le joueur reçoit dans l'interface de jeu un certain nombre d'informations sur l'effet de ses actions, comme montré sur la capture d'écran de la Figure 1. Il peut observer en particulier : la carte de la ville, sur laquelle il peut observer les routes équipées de pistes cyclables (en vert) ou non (en rouge), ainsi que la pollution de l'air (nuage rouge autour des routes) ; une console textuelle fournissant la valeur des notes de chaque mode sur chaque critère, ainsi que les valeurs des indicateurs ; des graphiques en secteurs montrant la part modale par trajet et par kilomètre, sur l'année passée, c'est-à-dire la proportion du nombre de trajets et du nombre de kilomètres effectués avec chacune des quatre modalités de transport considérées.

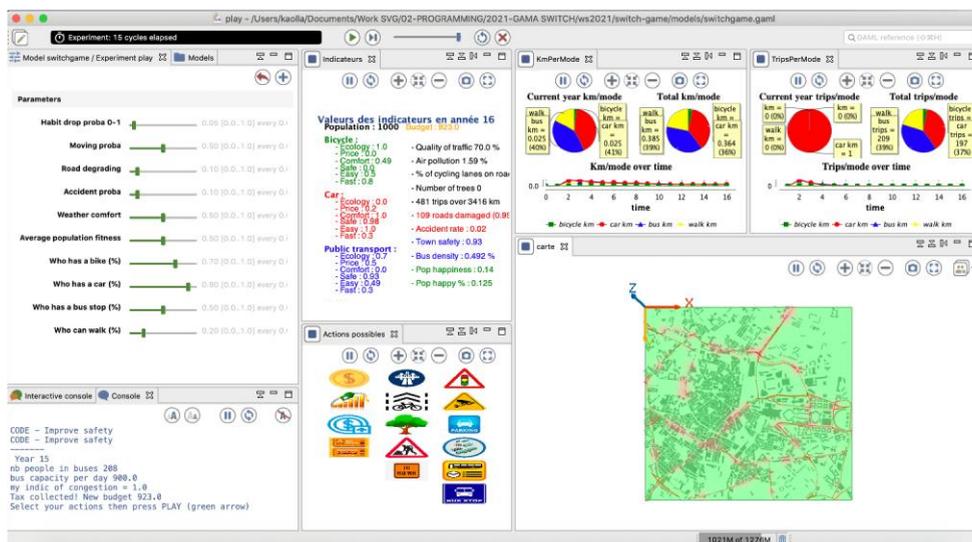


FIGURE 1. Extrait de l'interface du jeu SWITCH sous GAMA

III.3. Exemple de scénario

L'avantage d'un tel jeu basé sur un simulateur est de pouvoir tester divers scénarios plus ou moins équilibrés et d'en observer les effets, même simplifiés. Ainsi, un joueur focalisé sur la place

de la voiture pourrait baisser le prix de l'essence, construire plus de parkings, ne pas mettre en place de pistes cyclables. Il en résultera une augmentation de la part modale de la voiture (plus d'usagers choisiront cette modalité de transport), aux dépens du vélo par exemple. La congestion des routes augmentera, générant plus de délais de trajet, plus de pollution, plus d'accidents, ce qui impactera finalement les automobilistes de manière négative. Au contraire, une gestion plus équilibrée qui s'attachera à construire des pistes cyclables et à développer le réseau de bus, pourrait conduire à une meilleure distribution des usagers sur les modes, donc à moins de congestion. Nous pensons que le jeu est un bon moyen de faire prendre conscience de ces enjeux et de faire accepter certains aménagements urbains parfois mal perçus, en particulier par les automobilistes attachés à leur mode de transport.

IV. CONCLUSION

Dans cet article nous avons présenté le premier prototype d'un jeu sérieux consacré à la mobilité urbaine. Il est destiné au grand public pour leur permettre d'appréhender de manière simplifiée les enjeux d'une évolution de la mobilité sur la santé, la pollution, les accidents, et leur faire prendre conscience de la nécessité d'aménagements urbains pour favoriser cette évolution.

Des travaux futurs permettront d'améliorer le modèle sous-jacent (prise en compte d'autres critères de décision comme la santé, ou des aspects non rationnels comme les émotions ou les biais cognitifs) ; de calibrer ses paramètres à partir de données urbaines réelles ; et d'améliorer le jeu (ajout d'actions, et de mécaniques comme la réélection ou non du maire selon la satisfaction de la population). Nous travaillerons aussi à l'évaluation de ce jeu avec des joueurs pour le valider et déterminer quelles améliorations sont nécessaires pour atteindre notre objectif de sensibilisation.

REFERENCES

- Biswas, A., Oh, P.I., Faulkner, G.E., Bajaj, R.R., Silver, M.A., Mitchell, M.S. and Alter, D.A. (2015), "Sedentary Time and Its Association with Risk for Disease Incidence, Mortality, and Hospitalization in Adults", *Annals of Internal Medicine*, American College of Physicians, Vol. 162 No. 2, pp. 123–132.
- Brette, O., Buhler, T., Lazaric, N. and Marechal, K. (2014), "Reconsidering the nature and effects of habits in urban transportation behavior", *Journal of Institutional Economics*, Cambridge U. Press, Vol. 10 No. 3.
- European Environment Agency, C. (2016), *Explaining Road Transport Emissions: A Non-Technical Guide*, available at: <http://bookshop.europa.eu/uri?target=EUB:NOTICE:TH0416016:EN:HTML> (accessed 16/02/22).
- Jacquier, A. and Adam, C. (2021), "Agent-based modelling of habits in urban mobility", in Amblard, F., Chapuis, K., Drogoul, A., Gaudou, B., Longin, D. and Verstaevl, N. (Eds.), *1st Conference GAMA Days 2021*, France, available at: <https://hal-univ-tlse3.archives-ouvertes.fr/hal-03498309> (accessed 16/02/2022).
- Medina, S., et al. (2021), "Impact de pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019".
- Taillandier, F. and Adam, C. (2018), "Games Ready to Use: A Serious Game for Teaching Natural Risk Management", *Simulation & Gaming*, Vol. 49 No. 4, pp. 441–470.
- Taillandier, P., Gaudou, B., Grignard, A., Huynh, Q.-N., Marilleau, N., Caillou, P., Philippon, D., et al. (2019), "Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform", *GeoInformatica*, Vol. 23 No. 2, pp. 299–322.