

Identification et modélisation de biais cognitifs impliqués dans le choix des transports utilisé quotidiennement

Rapport d'activité

Cheriti Yazid, Conrad Chloé

Sous la supervision de Mesdames Adam Carole et Brenet Frédérique



<https://sites.google.com/site/caroleadamphd/projects/switch>

Nous, soussigné-e-s Cheriti Yazid et Conrad Chloé étudiant-e-s en licence miashs, déclarons sur l'honneur que comporte aucun plagiat intégral ou partiel de ressources publiées sur toute forme de support;

- Son contenu -qu'il s'agisse de texte, d'image, de graphe, etc- cite toutes les sources utilisées pour sa rédaction;
- Il reflète le travail personnel de chacun des membres signataires à part égale.

Nous sommes pleinement conscient-e-s que le non-respect de cet engagement nous rend passibles de poursuites devant la commission disciplinaire de l'uga, voire devant les tribunaux de la République Française. Nous autorisons l'analyse de tous les documents fournis à l'aide du logiciel [compilatio.net](https://www.compilatio.net) avec lequel ils sont archivés.

Fait à Grenoble, le 02 avril 2022

Signatures

Cheriti Yazid



Conrad Chloé



Remerciements

Dans un premier temps, nous souhaiterions remercier grandement Mme Adam Carole de nous avoir offert l'opportunité de réaliser ce stage et de s'être montrée autant disponible pour répondre à nos questions et pour nous guider tout au long du semestre. D'un autre côté, nous sommes également reconnaissants de l'aide apportée par Mme Jacquier Alice qui nous a accompagnés dans la compréhension du projet et qui s'est rendu disponible pour répondre à l'ensemble de nos questions.

D'un autre côté, nous remercions fortement Mme Brenet Frédérique de nous avoir rendu ce stage possible en acceptant de le faire rentrer dans le cadre de l'unité enseignement de spécialité en sciences cognitives. De plus, nous la remercions pour son investissement dans l'organisation de l'ensemble des éléments qui rendent la réalisation de stages ou de projets possibles.

I- Introduction	4
a- Contexte	4
b- Cadre du stage	4
c- Le projet Switch	4
d- Les missions du stage	4
II- Identification des biais cognitifs	5
a- Introduction	5
b- Méthode	5
b.1- Participants	5
B.2- Procédure	5
c- Résultats et discussions	6
III- Formalisation et implémentation des biais identifiés	8
a - Génération de biais à travers le bruit	8
b- De Gaml à Python	8
c- Réinventer la roue	8
d- Implémentation	8
d.1- Critères de décision	8
d.2- Biais de confirmation	10
d.3- Biais de sous ou surestimation du temps de trajets	10
d.4 - Biais du choix interdit	10
e- Résultats Préliminaires	10
e.1-Résultat agent individuel	10
e.2-Résultat groupes de 5000 agents	11
f- Améliorations	14
IV- Présentations	15
a- Présentation de notre projet à l'équipe Steamer	15
b- Pint of science	15
IV- Bilan	16
a-Bilan qualitatif	16
b-Bilan quantitatif	16
V- Annexes	17
a- Ressources bibliographiques	17
b- Échéancier	18
c- Documentation du programme	19
c.1- Diagramme de classes	19
c.2- Détails sur les attributs et méthodes du programme	20
d- Notes de bases pour chacun des items	22
e- Valeurs Standards des variables d'environnement	23
f- Transcriptions des entretiens semi-directs.	23

I- Introduction

a- Contexte

Lors de notre semestre 5 au sein de la licence mathématiques et informatique appliquées aux sciences humaines et sociales (MIASHS), nous avons eu l'opportunité de suivre l'unité d'enseignement (UE) cognition distribuée dans laquelle Mme Adam Carole nous a introduit au domaine des systèmes multi agents (SMA). Ainsi, ce sujet nous a alors beaucoup intéressé et nous avons développé l'envie d'approfondir les notions abordées durant ces cours. C'est alors dans ce contexte que lors d'une discussion, Mme Adam nous a proposé de réaliser un stage dans lequel nous pourrions travailler sur un de ces projets en cours.

Cependant, réalisant également un projet d'informatique durant ce sixième semestre, nous n'avions pas de spécialité. Après en avoir alors discuté avec Mme Brenet Frédérique, nous avons décidé de faire rentrer ce stage dans l'UE de spécialisation en sciences cognitives. Ainsi, ce stage accrédité de 6 crédits universitaires devait alors être orienté vers les sciences cognitives.

b- Cadre du stage

Ce stage se déroule au sein de l'équipe steamer du Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG). Cette équipe de recherche a pour objectif de "proposer des modèles, des méthodes et des outils afin d'améliorer l'acquisition, la modélisation, l'interrogation, le raisonnement et la visualisation dans les applications ou systèmes décisionnels spatiaux et temporels." (Liglab.fr). Ainsi, leurs recherches rassemblent plusieurs domaines scientifiques tels que l'informatique, la géographie, la géomatique et les sciences cognitives. Ce dernier domaine recherche permet de comprendre les phénomènes spatio-temporels afin de mieux les implémenter dans la simulation de comportement humain. Nous réalisons ce stage en présentiel dans le bâtiment IMAG tous les jeudis. Dans ce bâtiment, nous avons alors accès à une salle réservée pour les stagiaires dans laquelle des écrans d'ordinateurs sont à notre disposition.

c- Le projet Switch

Lors de notre premier rendez-vous avec Mme Carole Adam, nous avons pu discuter du projet sur lequel nous allions travailler. En effet, elle nous a présenté l'ensemble des projets sur lesquels ses travaux sont actuellement portés et ensuite nous sommes accordés sur le fait que nous allions travailler sur Switch.

Le projet Switch a pour ambition de simuler grâce à un SMA une transition des infrastructures de transports publics afin d'aller vers des habitudes plus durables. Ainsi, il permettrait d'étudier les différents effets de politique publique dans ce domaine. Cependant, après avoir développé ce projet en implémentant des agents prenant des décisions en fonction des informations sur la situation qui leur sont fournies, la simulation rendait des résultats éloignés de la réalité. Une des pistes de recherche pour répondre à ce problème est alors l'implémentation de biais cognitifs dans la prise de décision de ces agents.

Ainsi, nous avons choisi de travailler sur ce projet, car dans un premier temps le sujet de la transition des infrastructures de transport nous paraissait intéressant et d'actualité. Dans un second temps, ce projet était celui qui nous permettait le plus facilement d'orienter le stage dans le domaine des sciences cognitives en nous focalisant sur la mise en place de biais cognitif dans ce dernier.

d- Les missions du stage

Comme vu précédemment, une des pistes de recherches pour améliorer les résultats obtenus par Switch, serait d'implémenter des biais cognitifs dans la prise de décision lors d'un choix d'un moyen de transport quotidien par un agent. Pour faire cela, nous avons identifié deux grandes étapes. La première consiste à identifier les différents biais cognitifs à prendre en compte dans cette situation bien particulière. La seconde consiste alors à formaliser et à implémenter dans un programme l'effet des biais identifiés lors de la première partie.

II- Identification des biais cognitifs

a- Introduction

Les biais cognitifs instaurent du bruit dans le traitement de l'information, ce qui peut alors nous mener à prendre des décisions irrationnelles. Ainsi, ces biais étant une partie intégrante du système cognitif, ils engendrent des effets dans la plupart des situations demandant une prise de décisions. Ainsi, dans l'objectif de modéliser une transition dans les choix d'un transport quotidien, il apparaît nécessaire de prendre en compte ces biais qui peuvent alors moduler les décisions prises par les agents de la modélisation.

La littérature scientifique a déjà identifié un grand nombre de biais cognitifs ayant un effet dans une prise de décisions par exemple le biais de confirmation ou le biais réactance. Cependant, l'ensemble de ces biais ne sont pas forcément pertinents à prendre en compte dans la situation particulière du projet SWITCH et il apparaît alors nécessaire d'identifier ceux qui ont un réel effet sur le choix d'un moyen de transport quotidien.

C'est donc dans cet objectif que nous avons décidé de mettre en place une étude composée d'abord d'entretiens semi-dirigés afin d'identifier les biais sur lesquels nous allions concentrer ensuite un questionnaire à plus grande échelle. Ce questionnaire aura alors pour objectif de définir plus précisément les effets de ces biais sur le choix d'un moyen de transport ainsi que la proportion avec laquelle ils devront affecter les agents de la simulation.

b- Méthode

b.1- Participants

Pour réaliser cette étude, nous avons d'abord mené des entretiens semi-dirigés servant de pré test pour nous indiquer vers quels biais nous devons a priori porter notre attention. Notre population était composée de 13 participants : 10 étudiants en licence MIAHS, 2 étudiants en cursus master en ingénieur informatique et 1 étudiant en master de psychologie. Les participants ignoraient le sujet de l'étude avant l'entretien et aucun d'entre eux ne présentait de conditions particulières pouvant avoir un impact sur la compréhension des questions ou sur l'expression de la réponse.

B.2- Procédure

L'ensemble des entretiens ont été réalisés dans des pièces calmes dans lesquelles le participant et l'expérimentateur se tenait assis autour d'une table avec un enregistreur entre eux. L'entretien était composé de deux grandes parties.

La première consistait en des questions appelant des courtes réponses. L'objectif de cette partie était alors de recueillir des données factuelles sur la situation du participant. Les questions posées durant cette partie étaient alors les suivantes :

- Quelle est votre catégorie socio-professionnelle ?
- Êtes-vous en télétravail et si oui combien de jours par semaine ?
- Dans vos trajets quotidiens pour vous rendre de votre domicile à votre lieu de travail/étude, à quelle fréquence utilisez-vous le mode de déplacement suivant en considérant uniquement le mode principal de déplacement en cas de trajets multimodaux ?

	au moins 5 jours par semaine	un à quelques jours par semaine	un à quelques jours par mois	un à quelques jours par an	Jamais
Marche					
Vélo					
Véhicule motorisé personnel					
Véhicule motorisé en covoiturage					
Transport en commun					

- Possédez-vous un abonnement nominatif pour les transports publics ? Et si oui pour quelle durée ?
- Bénéficiez-vous de réduction tarifaire pour les transports publics même si vous ne les utilisez pas ?
- Êtes-vous titulaire du permis de conduire ?
- Quels sont les modes de transport qui vous sont accessibles ?
- Possédez-vous un véhicule personnel qui soit motorisé ou non ? Si oui le.s. quel.s ?
- Quelle distance sépare votre lieu de travail et votre domicile ?

La seconde partie de l'entretien consistait alors en des questions plus ouvertes laissant possible l'élaboration de réponses plus longues par les participants. Le but ici était alors de faire apparaître d'éventuels biais cognitifs impliqués dans le choix du moyen de transport quotidien du participant. Nous voulions alors dans cette partie mettre en place une discussion plus informelle que celle de la première partie. En effet, nous avons ici posé l'hypothèse qu'il serait plus simple de faire ressortir d'éventuels biais en discutant avec le participant qu'en lui posant des questions demandant des réponses réfléchies et construites. Les axes de discussions abordés durant cette partie étaient alors les suivants :

- Les raisons/contraintes qui mènent le participant à utiliser le moyen de transport qu'il utilise le plus
- Les raisons/contraintes qui mènent le participant à ne pas utiliser le moyen de transport qu'il utilise le moins
- La perception du participant des différents temps de trajets en fonction du moyen de transport
- La sensibilité aux questionnements écologique
- Les moyens de transports utilisés par l'entourage du participant
- La perception du risque engendré par l'utilisation des différents moyens de transports
- Les éventuels jugements de valeurs émis par le participant envers les utilisateurs des différents moyens de transports

Dans un souci d'anonymisation de l'ensemble des participants, nous avons par la suite retranscrit tous les entretiens réalisés et retiré toutes informations que nous avons jugées désanonymisant.

c- Résultats et discussions

Malheureusement, après avoir mené un certain nombre d'entretiens, nous nous sommes rendus compte que les résultats que nous obtenions nous permettaient difficilement d'identifier des biais cognitifs. En effet, nous avons peut-être surestimé nos capacités à construire des entretiens semi-dirigés et nous nous sommes lancés dans cette idée sans se construire un bagage méthodologique suffisant pour mener à bien cet objectif. De plus, nous pensons également que notre difficulté à

obtenir des résultats à partir des données récoltées vient aussi du manque de représentativité de notre population. En effet, l'ensemble de nos participants étaient des étudiants, ce qui représente une population bien particulière par ses moyens limités.

Ainsi, lorsque nous sommes arrivés à ce constat, nous avons décidé de changer de stratégie et d'abandonner l'idée de mener une étude pour identifier les biais cognitifs pertinents à notre projet. C'est alors pour cette raison que nous mettons à disposition dans ce livrable un certain nombre de transcrits de ces entretiens et pas l'entièreté, car ne les ayant pas utilisés, ils ne présentent pas grand intérêt pour la suite.

Cependant, ayant toujours la nécessité d'identifier les biais pertinents à formaliser et implémenter dans notre situation, nous avons décidé de mener une recherche bibliographique en nous intéressant plus particulièrement aux études statistiques réalisées sur les choix de moyens de transports des Français et leurs raisons. Ainsi, grâce à ces recherches et aux discussions que nous avons eues avec Mme Adam Carole, nous avons décidé que 4 types de biais pourraient être intéressants à implémenter.

Le premier est le biais de confirmation. En effet, une des pistes de recherches dans l'amélioration de la simulation Switch était de prendre en compte les habitudes de chaque agent pour moduler son choix. Ainsi, implémenter un biais de confirmation qui vient uniquement renforcer les informations perçues par l'agent qui vont dans le même sens que ses habitudes est alors un moyen de les prendre en compte.

Le deuxième est le biais de sous ou surestimation du temps de trajets pour certains moyens de transport. En effet, durant nos entretiens et dans nos recherches bibliographiques, nous avons remarqué une tendance à sous-estimer le temps de trajet en voiture et à surestimer ce même temps à vélo ou à pied.

Le troisième biais que nous avons jugé pertinent à formaliser et compléter est le biais de réactance. En effet, lors de nos échanges avec Mme Adam Carole, nous nous sommes souvent demandés si ce biais n'était pas à l'origine de l'échec d'une grande partie des politiques publiques dans ce domaine. En effet, ce biais représente une réaction négative à une incitation extérieure contraire à nos habitudes. Cependant, nous n'avons pas pu implémenter ce biais, car pour cela il faudrait mettre en place soit un système d'interaction entre les agents dans nos simulations, soit la possibilité de mettre en place des politiques publiques en faveur d'un certain moyen de transport qui activerait alors ce biais de réactances chez certains agents ne l'utilisant pas.

Pour finir, le dernier biais auquel nous nous sommes intéressés est le biais du choix interdit. En effet, lors de nos entretiens, nous avons remarqué que quelque personne justifiait le fait de ne pas utiliser le vélo comme moyen de transport parce qu'ils n'avaient pas de vélo. Et lorsqu'on leur demandait par la suite pourquoi il n'achetait ni louaient de vélo, le discours de la personne changeait pour finalement justifier ce choix par le manque de praticité de ce moyen de transport ou par autre chose. Ainsi, nous avons trouvé ce phénomène plutôt intéressant et nous avons voulu l'implémenter dans notre simulation sous le nom du biais du choix interdit. Ce biais modifie alors les croyances de l'agent lorsque le moyen de transport le plus rationnel lui est interdit afin de valider un autre choix.

III- Formalisation et implémentation des biais identifiés

a - Génération de biais à travers le bruit

Une piste intéressante dans nos recherches bibliographiques est la formalisation de la génération de biais dans la cognition humaine à travers du bruit dans le traitement des perceptions[2], cette approche permet de formaliser les biais mathématiquement et ainsi pouvoir en faire un modèle informatique. Bien que l'auteur propose des formalisations mettant en jeu des réseaux de neurone représentant la mémoire de travail et la mémoire à long terme d'un individu, le principe fondamental d'utiliser le bruit dans le traitement d'information comme mécanisme génératif de biais nous a paru pertinent et c'est donc cette approche que nous avons utilisée par la suite pour modéliser les différents biais que nous avons retenus dans notre programme.

b- De Gaml à Python

Avant de pouvoir construire la simulation dans laquelle nous allions implémenter les biais cognitifs, nous devons choisir le langage de programmation que nous allions utiliser. Après avoir discuté avec Mme Adam Carole, nous avons le choix entre trois langages de programmation : Gaml, Python et Netlogo.

Gaml est le langage de programmation associé à la plateforme Gamma dans laquelle est développé le projet Switch initialement. Ainsi, nous voulions dans un premier, notre choix s'est porté sur ce langage pour être en accord avec la simulation Switch. Cependant, après avoir commencé à nous familiariser avec ce langage, nous avons vite compris que nous allions prendre trop de temps pour comprendre les subtilités de ce dernier. En effet, ce langage ayant été développé pour un objectif bien particulier : la simulation multi agents, la syntaxe générale est plutôt éloignée des langages de programmations que nous avons l'habitude d'utiliser.

C'est alors suite à ce constat que nous avons décidé de changer de langage de programmation afin de ne pas nous enfoncer dans un choix qui nous aurait sûrement fait perdre un temps considérable pour l'apprentissage. Notre choix s'est alors à ce moment-là porté sur le langage python, car ce dernier nous permettait de réaliser ce que nous voulions faire et était plus proche dans sa logique et sa syntaxe des langages que nous maîtrisons avant de commencer le stage. De plus, ce langage étant déjà connu par l'un des membres du groupe, la période de familiarisation s'est faite plutôt rapidement.

Après avoir choisi ce langage de programmation et s'être assuré que nous n'avons pas encore en changer, nous avons mis en place un Git^[9] afin de pouvoir travailler en collaboration sur le programme.

c- Réinventer la roue

Après avoir déterminé que nous utiliserons python, nous avons pu récupérer une version simplifiée en python de SWITCH développé par Mme Adam C. et Jacquier A., suite à l'impossibilité de compiler celle-ci nous avons pris la décision de la développer en repartant à zéro plutôt que de demander conseil à Mme Adam. Cette décision, bien que coûteuse en temps, nous aura permis de nous familiariser plus grandement avec le langage Python (lecture/écriture dans des fichiers, notion de classe et de dictionnaire en Python etc..) et de nous assurer une aisance avec le modèle que nous avons développé et nous aura facilité le travail d'implémentation des différents biais et le débogage lié à ceux-ci.

d- Implémentation

d.1- Critères de décision

Pour pouvoir choisir leur moyen de transport, les agents ont besoin d'avoir des critères définis pouvant influencer leur décision plus ou moins fortement. Dans notre simulation, ces critères sont définis sous forme d'items notés de 0 à 1 pour chaque

moyen de transport. Ces items sont l'écologie, la rapidité, le prix, la praticité, le confort et la sécurité. Pour chaque moyen de transport, nous avons tout d'abord défini une note arbitraire qui servira de base de calcul pour la suite (cf. Annexe d). Ensuite, ces notes sont modulées par deux types de variables : les variables d'environnement et les variables de l'agent.

En effet, dans notre simulation, nous prenons en compte plusieurs paramètres d'environnement qui ont ensuite un impact sur les notes des items. Premièrement, l'état (pluvieux, de jour, bonne température, citadin, en heure de points) de l'environnement est pris en compte. Par exemple, lorsque l'environnement est pluvieux, la note de confort attribuée au vélo et à la marche diminue. Secondement, ces notes peuvent également être modulées par ce que nous avons appelé les variables d'environnement. Ces variables représentent certains éléments non exhaustifs de l'environnement pouvant avoir un impact sur le choix des agents : le prix de l'essence, le prix de l'abonnement aux transports en commun, le pourcentage d'axe routiers équipés de pistes cyclables, la fréquence de passages des transports en commun ainsi que leur capacité et les vitesses moyennes de tous les moyens de transport. Toutes ces variables sont dans un premier temps fixé à une valeur standard (cf. annexe e) et sont ensuite modifiables lors du lancement d'une simulation. Ainsi, si l'utilisateur choisit de modifier l'une de ces variables, les notes qu'elles vont impacter sont modulées dans les mêmes proportions que le changement apporté à ces variables par rapport à leur valeur standard.

D'un autre côté, chaque agent a aussi ses propres priorités qui vont moduler les notes des items. En effet, à l'initialisation, l'utilisateur peut par exemple choisir que l'écologie sera un critère très important pour l'agent, ce qui va augmenter la note finale des moyens de transports écologiques.

Pour finir, d'autres critères inhérents à l'agent sont pris en compte dans sa prise de décisions sans moduler les notes accordées aux différents items. Par exemple, chaque agent a un niveau de sport qui va entraîner une favorisation ou non de la marche ou du vélo lorsque sa valeur est considéré comme extrême (agent très sportif ou pas sportif). De plus, nous nous assurons également qu'un agent ne puisse pas choisir un moyen de transport qui ne lui est pas accessible.

Ainsi, ces critères associés aux notes des différents items pour chaque moyen de transport permet à l'agent de faire son choix de manière rationnelle.

```
228     # Notation de chacun des modes de transport en fonction de l'évaluation de chaque mode
229     i=0
230     for mode in LISTMODES:
231
232         j=0
233         for key in CRITERIAS:
234
235             # print(envir.marks[mode][key])
236             self.mark[i]=float(self.mark[i]+(self.dico[mode][key]*self.critAgent[j]))
237
238             j+=1
239
240         i+=1
241
242     #print(self.dico)
243     # Augmentation de la note associée au vélo et à la marche pour les agents sportifs
244
245     if self.fitness >= 95 :
246         self.mark[0] = self.mark[0]*2
247         self.mark[3] = self.mark[3]*2
248
249
250
251
252     #TODO Sortir la note la plus haute et c'est elle qui indique le mode choisis rationnement
253     markmax = 0
254     indexMarkMax = 0
255     k=0
256
257
258     for k in range(0,len(self.mark)):
259
260         if (float(self.mark[k])>markmax) :
261             # Test print(str(self.mark[k]) + "ma note")
262             markmax = float(self.mark[k])
263             # Test print(str(markmax) + "note max")
264             indexMarkMax = k
265
266     choice = LISTMODES[indexMarkMax]
```

fig 1 : Algorithme de notation et de choix d'un mode de transport.

d.2- Biais de confirmation

Comme nous l'avons évoqué plus tôt, le biais de confirmation est généré par du bruit entre les perceptions et la mémoire de travail dans le modèle de Hilbert M^[1], dans le modèle SWITCH les agents sont simplifiés, nous avons donc estimé que le bruit vient modifier les qualités de l'environnement perçu par l'agent et le tout dans une direction dépendante des habitudes de celui-ci selon la formule :

$$N_{ma} = \sum_c (n_{mc} \times n_{ca}), \quad \forall m \in M, \forall c \in C$$

Où N_{ma} est la note d'un mode spécifique à un agent, avec m mode de transport appartenant à M l'ensemble des modes disponibles ; c un critère de notation appartenant à C l'ensemble des critères d'un agent ; n_{mc} la note associée à un mode et un critère qui, dans le cas du biais de confirmation s'exprime sous la forme $n_{mc} = (nobs_{nc} + \varepsilon^h)$ ou $nobs_{nc}$ est la note objective arbitraire donnée à chaque couple mode de transport/critère et ε le bruit spécifique dépendant des habitudes h de l'agent ; n_{ca} la note du critère c pour l'agent a .

d.3- Biais de sous ou surestimation du temps de trajets

Suite à notre travail au S5 sous la supervision de Lemaire B^[8] nous avons trouvé que l'estimation des distances chez l'humain semblait répondre au modèle :

$$D' = k_1 \times D + k_2 \times C$$

Où la distance estimée D' à partir de la distance réelle D et du nombre d'étapes dans l'itinéraire C avec les paramètres $k_1 = 0.98$ et $k_2 = 7,8 \pm 1,84$. Malheureusement dans notre simplification de SWITCH les distances de trajets n'étaient pas prises en compte, simplement la rapidité perçue des différents modes de transport, nous avons donc pour l'instant décidé d'introduire à nouveau du bruit dans ces notes visant à favoriser la perception de la voiture sur le critère de la vitesse et de diminuer celle de la marche et du bus.

d.4 - Biais du choix interdit

Lorsqu'un agent voudrait utiliser un mode de transport auquel il n'a pas accès, il en choisit un nouveau (le second dans sa liste de préférence) créant ainsi une habitude, cette habitude va ensuite influencer ces critères en faisant tendre la valeur de ceux privilégiant ce mode de transport vers 1 et ceux le défavorisant vers 0 au fur et à mesure des itérations, représentant ainsi les justifications internes des individus d'utiliser un moyen de transport m à la place d'un autre.

e- Résultats Préliminaires

Nous allons vous présenter une série de résultats obtenus soit sur des agents individuels pour illustrer spécifiquement le fonctionnement du logiciel, soit sur des séries de 5000 agents pour pouvoir traiter statistiquement les effets des biais sur les choix de véhicules.

e.1-Résultat agent individuel

Le programme peut aujourd'hui être utilisé pour générer un agent avec des critères de préférence initialisé soit au choix de l'utilisateur, soit aléatoirement, au sein d'un environnement où l'utilisateur peut également déterminer les conditions environnementales, de même les habitudes de l'agent sont soit personnalisables, soit peuvent être générées de manière aléatoire. Le programme nous présentera ensuite quel est le choix rationnel de l'agent pour se rendre au travail, son choix

habituel et son choix biaisé, avec un rappel des conditions environnementales actuelles (fig 1.). L'utilisateur pourra par la suite soit modifier l'environnement et voir les changements de décision de l'agent, soit en générer un nouveau.

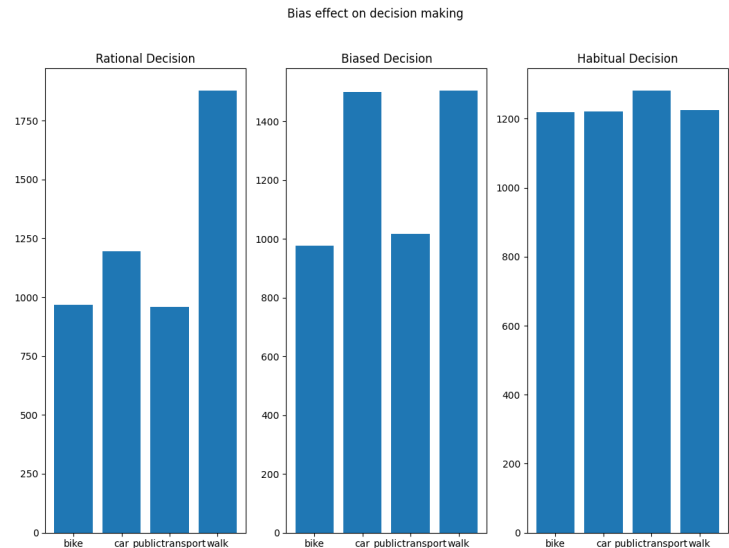
```
@@ -0,0 +1,7 @@
+ Environmental conditions :
+ Rainy : False Good temperature : True Presence of light : True Do I live in a city ? : True Is it the rush hour ? : True
+ Gas Price :1.7| Public Transport Price:65.5| Ratio Cycle Way : 0.5| Bus frequency : 10| Bus Speed : 10| Bus Capacity : 100| Car speed : 42.3| Cycle
  Speed : 14| Walk speed : 6.4
+ Habitual choice : car
+ Rationnal choice : walk
+ Biased choice : car
+
```

Fig 1. Choix de l'agent 42 surnommé Titouan

e.2-Résultat groupes de 5000 agents

Pour les groupes de 5000 agents, tous les effets environnementaux sont activés ou désactivés au choix (ici ils seront désactivés) , les habitudes des agents sont générées aléatoirement avec une équirépartition entre toutes les habitudes. Dans les graphiques (Fig 1 à 4), l'histogramme de gauche représente les choix rationnels des agents, celui du milieu les choix biaisé et l'histogramme de droite les choix habituels des agents.

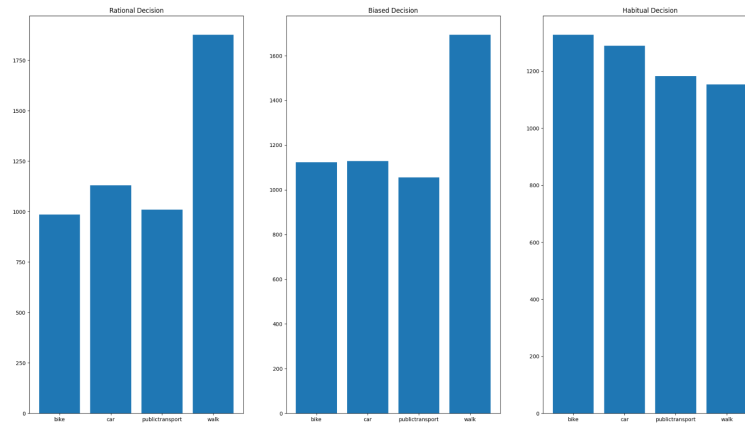
Fig 2 . Effet des biais sur les décisions de mode de transport, tout biais activés.



	Décision Rationnel	Décision biaisée	Décision Habituel
Bike	968	977	1220
Car	1194	1500	1221
Public Transport	960	1018	1282
Walk	1878	1505	1225

Fig 3. Effet des biais sur les décisions du mode de transport avec biais de confirmation uniquement

Bias effect on decision making



	Décision Rationnel	Décision biaisée	Décision Habituel
Bike	985	1124	1327
Car	1130	1128	1289
Public Transport	1009	1055	1183
Walk	1876	1693	1153

Fig 4. Effet des biais sur les décisions du mode de transport avec biais de choix interdit uniquement
Données à régénérer

Fig 5. Effet des biais sur les décisions du mode de transport avec biais d'estimation uniquement
Données à régénérer

Malheureusement, les données que nous avons pu générer en masse avec notre programme ne sont pas encore assez représentatives pour effectuer une analyse significative, celle-ci fait donc partie des améliorations que nous désirons produire dans les 20 prochains jours. De plus on peut remarquer que dans les choix rationnels et biaisé une grande partie des agents semblent préférer la marche comme mode de transport, nous avons découvert que lors de notre génération de masse des agents 1/3eme de ceux-ci n'ont ni vélo, ni voiture ni accès à une ligne de bus, ils choisissent alors de marcher vers leur lieu de travail par défaut. Une fois de plus, pour améliorer la validité écologique de notre programme, il nous parait nécessaire de déterminer quelle partie de la population française n'a accès à aucun autre moyen de transport que la marche pour se déplacer et implémenter les correctifs nécessaires dans les moyens de transport accessibles aux agents.

f- Améliorations

Ayant encore 20 jours de stage à la date de rendu de ce rapport, nous possédons de nombreuses pistes d'amélioration de notre programme que nous allons évoquer ci-dessous auquel s'ajoute la nécessité de produire de plus nombreux résultats pour pouvoir les traiter statistiquement de manière significative.

Dans un premier temps, comme nous l'avons vu plus tôt, certaines valeurs du programme ont été choisies arbitrairement. Dans un but d'amélioration, nous pourrions alors réaliser une étude dans laquelle il serait demandé à un certain nombre de participants d'attribuer une note entre 0 et 10 à chaque critère que nous prenons en compte dans notre simulation (écologie, rapidité...). Ainsi, nous pourrions utiliser les données récoltées dans cette étude afin de remplacer les données arbitraires que nous avons fixées et, par conséquent, rendre le programme plus proche de la réalité.

Dans ce même souci de modélisation du monde réel, il faudrait remplacer l'équirépartition des habitudes par une distribution des usages correspondant à la réalité de la population française.

D'un autre côté, une autre amélioration qui semblerait pertinente à apporter à notre programme serait de prendre en compte l'interaction entre les différents agents. En effet, à l'heure actuelle, notre simulation prend en compte un certain nombre d'agents évoluant dans le même environnement, mais de façon indépendante. Ainsi, prendre en compte l'interaction entre les agents pourrait, par exemple, nous permettre d'implémenter un biais de réactances chez les agents utilisant un certain moyen de transport en étant entouré d'agents utilisant d'autres moyens de transport. Cela nous permettrait aussi de prendre en compte la pression sociale chez les agents entourés d'agents utilisant un moyen de transport différent du sien.

IV- Présentations

a- Présentation de notre projet à l'équipe Steamer

À l'occasion de la Steamer Stand Up Meeting du vendredi 06 mai 2022, nous avons pu présenter à une partie de l'équipe steamer du laboratoire d'informatique de Grenoble. En effet, suite à une réunion avec Mme Adam, cette dernière a pensé que ce serait intéressant pour nous de présenter notre travail afin de nous entraîner pour notre soutenance de stage et de pouvoir échanger sur notre sujet avec les différents chercheurs de l'équipe. Ainsi, nous avons préparé une série de diapositives sur notre sujet et nous l'avons présenté lors de cette réunion du 06 mai. Cette présentation a été une bonne occasion de recevoir des remarques pertinentes sur notre travail, ce qui nous a par la suite donné des idées qui pourraient nous permettre d'améliorer notre modèle.

Par exemple, une des remarques qui a été soulevée durant cette présentation était que dans notre modèle nous considérons la marche à pied comme un moyen de transport comme les autres alors qu'en réalité ce n'est pas le cas. En effet, seule une petite partie de la population habite dans une distance suffisamment faible de leur lieu de travail pour réaliser ce trajet à pied. Cette incohérence pourrait expliquer pourquoi la marche à pied est tant favorisée par notre simulation. Ainsi, une des améliorations que nous pouvons apporter à notre simulation est de rendre la marche impossible pour un certain nombre d'agents. Pour cela, il faudrait alors également estimer la part de la population pouvant réaliser ce trajet à pied. Cependant, cette présentation ayant eu lieu à la fin du semestre, nous n'avons pas eu le temps suffisant pour implémenter cette amélioration possible avant la rédaction et le rendu de ce rapport. Mais, notre convention de stage se terminant fin mai, nous comptons faire cela prochainement au cours du mois de mai.

b- Pint of science

Nous avons par ailleurs l'opportunité de participer à une rencontre de vulgarisation scientifique le 11 mai 2022 où nous allons présenter dans les grandes lignes les travaux que nous avons pu produire durant ce semestre, évoquer l'existence des biais cognitifs chez l'humain et essayer de proposer quelques bases de réflexions sur les usages à la fois des divers modes de transport, mais aussi des jeux sérieux pour obtenir de nouvelles perspectives sur ce genre de problématiques. Cette présentation se fera au côté de Mme Adam C. et durera de 19h30 à 21h00 au Not A Beer, 4 Place Sainte-Claire à Grenoble.

IV- Bilan

a-Bilan qualitatif

Dans un premier temps, un de nos points forts lors de la réalisation de ce stage était la réelle collaboration que, selon , nous avons réussi à mettre en place entre les deux membres du groupe. Ainsi, cela nous a permis de gagner en efficacité dans l'avancement du projet. De plus, nous avons mis l'accent sur l'application des méthodes de gestion de projet agile en interagissant le plus fréquemment possible avec Mme Adam Carole.

Sur un tout autre plan, ce projet nous a permis de gagner en compétence dans les domaines de l'informatique et des sciences cognitives. Effectivement, en développant la simulation en Python, nous avons appris les bases de ce langage de programmation assez utilisé à l'heure actuelle dans le monde de l'informatique. D'un autre côté, nous avons également gagné en compétences en sciences cognitives en définissant des entretiens semi-dirigés et en les faisant passer à des participants. En effet, même si ces entretiens n'ont pas vraiment donné de résultats utilisables pour nous, ils nous ont fait nous intéresser et réfléchir aux différentes méthodes de construction d'un entretien.

Cependant, ces entretiens ont aussi soulevé de gros points faibles dans notre manière de les construire. Effectivement, nous les avons construits sans avoir au préalable réaliser le travail nécessaire d'apprentissage sur les méthodes de psychologies sociales nous permettant de les mener à bien. Néanmoins, même si cela a entraîné une grande perte de temps dans la réalisation du projet, cela nous a quand même montré la difficulté à construire ce genre d'étude et par conséquent , nous avons tout de même appris grâce à cela.

b-Bilan quantitatif

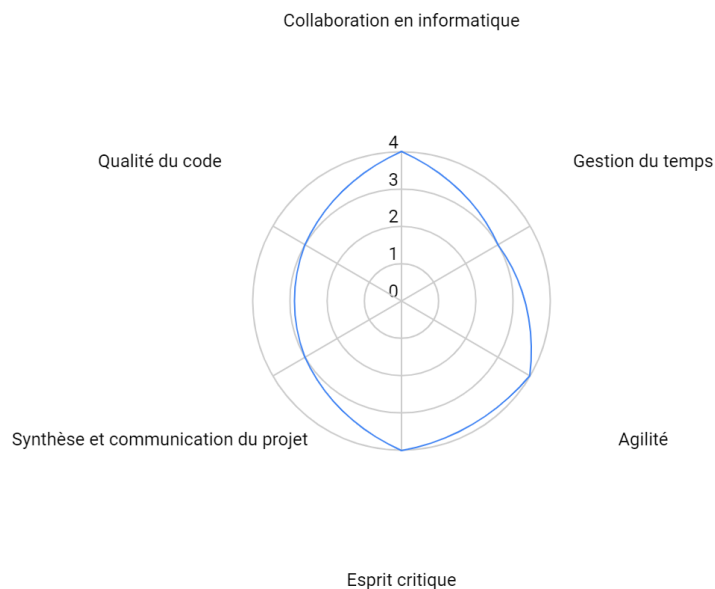


fig 2 : Circept du Stage

V- Annexes

a- Ressources bibliographiques

- ^[1]LIG - Université Grenoble Alpes - STEAMER - Spatio-temporal information systems. (2021, août 19). liglab.fr. Consulté le 14 avril 2022, à l'adresse <https://www.liglab.fr/fr/recherche/equipes-recherche/steamer>
- ^[2]Hilbert, M. (2012). Toward a synthesis of cognitive biases: how noisy information processing can bias human decision making. *Psychological bulletin*, 138(2), 211.
- ^[3]Ehrlinger, J., Readinger, W. O., & Kim, B. (2016). Decision-making and cognitive biases. *Encyclopedia of mental health*, 12.
- ^[4]Das, T. K., & Teng, B. S. (1999). Cognitive biases and strategic decision processes: An integrative perspective. *Journal of management studies*, 36(6), 757-778.
- ^[5]Fernandez, C. (2020, 3 mars). SwITCh - Simulating the transition of transport Infrastructures Toward smart and sustainable Cities - Projet SwITCh. *inra.com*. Consulté le 21 avril 2022, à l'adresse <https://www6.inrae.fr/switch/Projet-SwITCh>
- ^[6]A. (2020, 18 octobre). GitHub - ANR-Switch/SwITCh-v2: New version of SwITCh simulation. GitHub. Consulté le 21 avril 2022, à l'adresse <https://github.com/ANR-Switch/SwITCh-v2>
- ^[7]IPSOS. (2019, septembre). Enquête sur les mobilités du quotidien dans les régions françaises. https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2019-10/ipsos_transdev_mobilites_en_regions.pdf
- ^[8] Cheriti, Y., Conrad, C., & Lemaire, B. (2022, 1 janvier). GitHub - Maleusa/Psychologie-computationnelle: Modele computationel. GitHub. <https://github.com/Maleusa/Psychologie-computationnelle>
- ^[9]Cheriti, Y., Conrad, C., & Adam, C. (2022, 17 mars). GitHub - Maleusa/Cognitive-Biases-in-decision-making. GitHub. Consulté le 17 mars 2022, à l'adresse <https://github.com/Maleusa/Cognitive-Biases-in-decision-making>
-

b- Échéancier

Nom		Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10	Semestre 11	Semestre 12	Semestre 13	Semestre 14	Semestre 15	Semestre 16	Semestre 17	Semestre 18	Semestre 19
		14/02/2022	21/02/2022	28/02/2022	07/03/2022	14/03/2022	21/03/2022	28/03/2022	04/04/2022	11/04/2022	18/04/2022	25/04/2022	02/05/2022	09/05/2022
<div><div></div><div>Semestre 6</div></div>	● Recherche bibliographiques													
	● Construction entretiens semi-dirigés													
	● Recherche de participants													
	● Réalisations des entretiens													
	● Traitement des données													
<div><div></div><div>Implémentation des biais</div></div>	● Recherches bibliographiques													
	● Apprentissage des bases du langage choisi													
	● Implémentation des biais													
	● Documentation du code													
<div><div></div><div>Gestion de projet</div></div>	● RDV avec Mme Adam													
	● Rédaction cahier des charges													
	● Construction d'un échéancier													
	● Rédaction du rapport d'activité													

c- Documentation du programme

c.1- Diagramme de classes

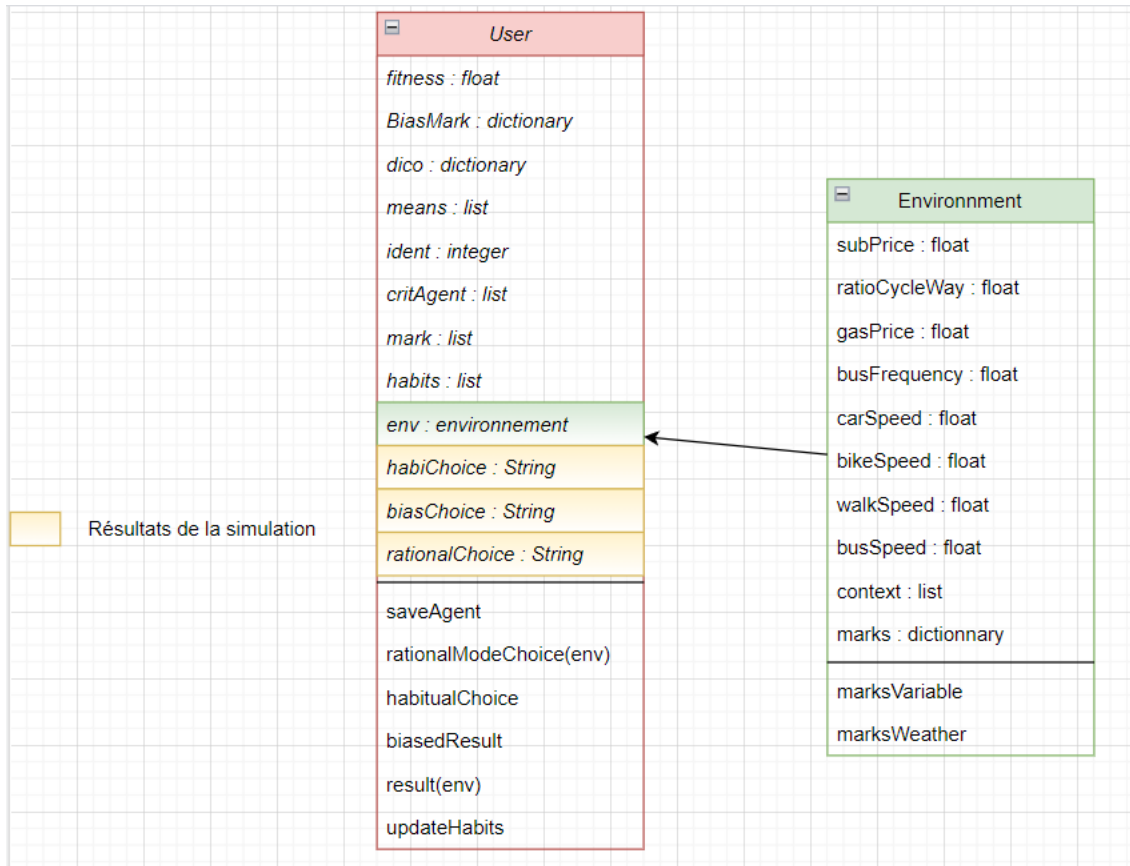


fig 1 : diagramme de classe du programme

Classe environnement	
Attributs	
subPrice	Définit le prix d'un abonnement mensuel aux transports publics
ratioCycleWay	Définit la proportion d'axes routiers équipés de pistes cyclables
gasPrice	Définit le prix du litre d'essence
busFrequency	Définit la fréquence de passage des bus en nombre de bus par heure
carSpeed	Définit la vitesse moyenne des voitures en km/h
bikeSpeed	Définit la vitesse moyenne des vélos en km/h
walkSpeed	Définit la vitesse moyenne de la marche à pieds en km/h
context	Définit l'état de l'environnement. Il s'agit d'une list de booléens représentant dans l'ordre la présence de pluie, une température correcte, la présence de lumière, le fait d'être dans une ville et le fait d'être en heure de pointe
marks	Associe aux moyens de transport une note pour chaque critère considéré. Les critères sont l'écologie, le confort, l'abordabilité, la sécurité, la praticité et la rapidité du moyen de transport
méthodes	
marksVariables	Modifie les notes de l'attribut marks en fonction des variables d'environnement (en vert). Par exemple, si le prix de l'abonnement mensuel aux transports publics augmente, la note d'abordabilité des transports en communs diminue.
marksWeather	Modifie les notes de l'attribut marks en fonction des booléens de l'attribut context. Par exemple, si le booléen représentant la pluie est True, les notes lié au confort des moyens de transports vélo et marche à pieds diminue et la note de sécurité du vélo diminue également.

Classe user	
Attributs	
fitness	Définit le niveau sportif de l'agent. Il s'agit d'un nombre entre 0 et 100, 0 étant pas sportif et 100 très sportif.
biasMark	Associe aux moyens de transport une note biaisée pour chaque critère considéré. Les critères sont l'écologie, le confort, l'abordabilité, la sécurité, la praticité et la rapidité du moyen de transport.
dico	Associe aux moyens de transport une note pour chaque critère considéré. Les critères sont l'écologie, le confort, l'abordabilité, la sécurité, la praticité et la rapidité du moyen de transport. Il s'agit initialement du même dictionnaire que l'attribut marks de l'environnement mais qui servira par la suite pour définir l'attribut biasMark.
means	Représente les moyens de transport que l'agent peut choisir. Il s'agit d'une liste de booléens représentant dans l'ordre la possibilité d'utiliser le vélo, la voiture et les transports en commun
ident	Identifie l'agent grâce à un entier
critAgent	Associe à chaque critère (écologie, confort, abordabilité, sécurité, praticité, rapidité) une note représentant l'importance que l'agent lui accorde.
mark	Définit la note globale pour chaque moyen de transport.
habits	Tableau permettant de stocker les habitudes en fichiers .txt en fonction de l'environnement
env	Représente l'environnement dans lequel évolue l'agent.
habiChoice	Représente le choix de moyen de transport de l'agent en fonction de ces habitudes
biasChoice	Représente le choix de moyen de transport de l'agent après avoir appliqué les effets des différents biais actifs
rationalChoice	Représente le choix de l'agent sans l'effet des biais ou des habitudes de ce dernier.
méthodes	
saveAgent	Permet de sauvegarder l'agent et ses informations dans un fichier
rationalModeChoice	Permet de définir le choix rationnel de l'agent
habitualChoice	Permet d'appliquer l'effet des habitudes au choix de l'agent
biasedResult	Permet d'appliquer l'effet des différents biais au choix de l'agent
result	Permet d'afficher et d'enregistrer dans un fichier les différents choix fait par l'agent
updateHabits	Permet de mettre à jour le fichier habits.txt de l'agent

d- Notes de bases pour chacun des items

Moyen de transport	Item	Note
Vélo	écologie	1
	confort	0.25
	abordabilité	1
	sécurité	0.25
	praticité	0.75
	rapidité	0.75
voiture	écologie	0.25
	confort	1
	abordabilité	0.25
	sécurité	0.25
	praticité	1
	rapidité	1
Transport en commun	écologie	0.5
	confort	0.75
	abordabilité	0.5
	sécurité	1
	praticité	0.75
	rapidité	0.5
Marche à pied	écologie	1
	confort	0.5
	abordabilité	1
	sécurité	0.75
	praticité	0.5
	rapidité	0.25

e- Valeurs Standards des variables d'environnement

variable	Valeur standard
Prix de l'essence	1.7 €
Prix de l'abonnement aux transports en commun	65.5 €
Pourcentage d'axes équipés de pistes cyclables	0.5 %
Fréquence de passage des transports en commun (bus)	10 par heure
Capacité des transports en commun (bus)	100
Vitesse moyenne de la voiture	42.3 km/h
Vitesse moyenne du vélo	14 km/h
Vitesse moyenne de la marche à pied	6.4 km/h
Vitesse moyenne des transports en commun (bus)	10 km/h

f- Transcriptions des entretiens semi-directs.