

Rapport de projet SMA

Antoine Stutz et Nicolas Laubé

Avril 2022

1 Introduction

Au cours de ce projet, nous nous sommes intéressés aux mécanismes de négociation entre agents. Dans ce cadre, nous avons développé un système multi-agents de négociation pour le choix d'un moteur de voiture et d'un candidat à l'élection présidentielle. Dans les deux cas, les agents sont des processus capable de raisonner et de prendre des décisions à partir d'un certains nombre d'informations. Au départ, les agents sont dans une situation de conflit d'intérêt. L'objectif est de trouver une zone d'accord. Dans le premier système multi-agents, les agents devront s'entendre sur le choix du modèle de moteur et dans le second cas sur le choix du "meilleur candidat".

Les agents ont un certain temps pour communiquer (nombre d'échanges maximal). S'ils n'ont pas réussi à trouver une entente mutuelle, nous considérons que l'échange a échoué. Nous supposons que les agents sont rationnels et que leur opinion n'est pas tranchée (i.e. ils cherchent à négocier et à trouver un point d'entente).

2 Spécificités des états

Nous avons décrit le comportement des agents via un mécanisme d'états, que vous pouvez voir dans la figure 1.

Initialement, un agent n'a aucune information sur les autres agents et la discussion est au repos (état **REST**). L'agent ayant l'identifiant le plus faible commence la négociation. Il propose alors un item (et passe dans l'état **PROPOSE**). Les agents qui reçoivent cette proposition sont soit directement d'accord soit en désaccord.

Dans le premier cas, l'agent recevant peut directement accepter la proposition de l'autre agent. Les deux agents peuvent alors passer dans l'état **ACCEPT** puis **COMMIT**.

Dans le second cas, le processus de négociation commence et l'agent recevant la proposition demande plus d'information sur ce choix (état **ASK WHY**). Ensuite, une "boucle de négociation" se met en place où les deux agents se trouvent dans l'état **ARGUING** dans lequel ils s'envoient des arguments et contre-arguments. Lorsqu'un des deux agents n'a plus d'arguments, il peut proposer un

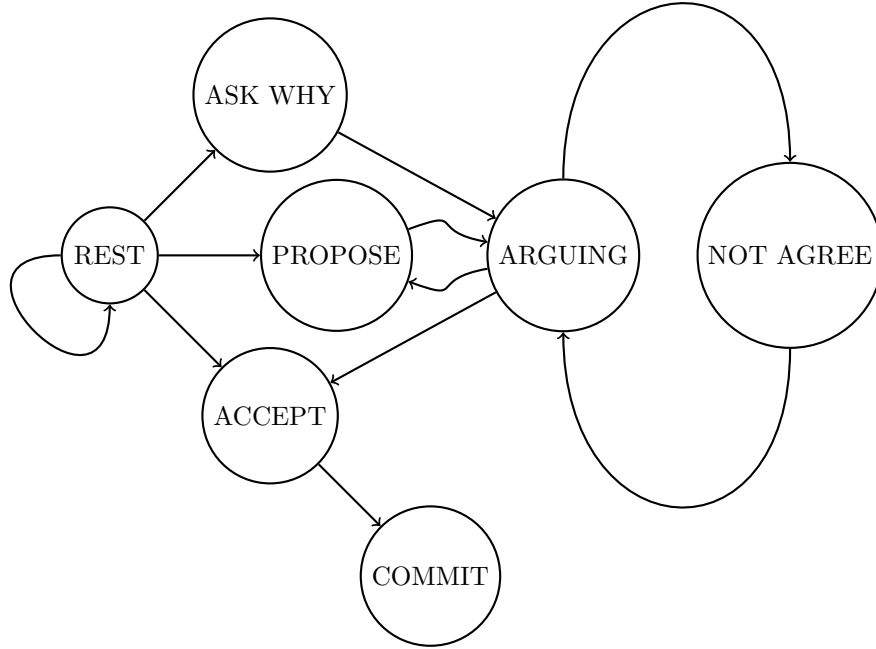


FIGURE 1 – Modélisation du comportement des agents.

nouvel item (son meilleur choix qui n'a pas encore été proposé à l'autre agent). Il arrive qu'aucun des items ne satisfasse les conditions minimales pour être proposé. Cette situation de blocage est représentée par l'état **NOT AGREE**.

Étant donné que les deux agents ont pour objectif de trouver un accord, la discussion reprend mais avec des contraintes assouplies (i.e. on augmente la zone de tolérance des deux agents). Ainsi, les deux agents reviennent dans l'état **ARGUING**. Les agents peuvent de nouveau proposer des items déjà proposés avant le passage par l'état **NOT AGREE**. En effet, il est possible qu'un item anciennement proposé fasse dorénavant partie de la zone d'acceptation.

3 Préférences

Nous construisons les préférences des agents à partir de fichiers .csv afin de contrôler leur opinion (cela simplifie la vérification de la cohérence des résultats). L'importance des différents critères et les notes de chacun des items sur ces critères ne sont pas les mêmes entre agents.

Chaque agent a une zone d'acceptation d'un item. Cette zone est définie grâce au classement de l'item par rapport aux autres. Ainsi, pour qu'un item fasse partie de cette zone, il est nécessaire qu'il soit dans les X% meilleurs items.

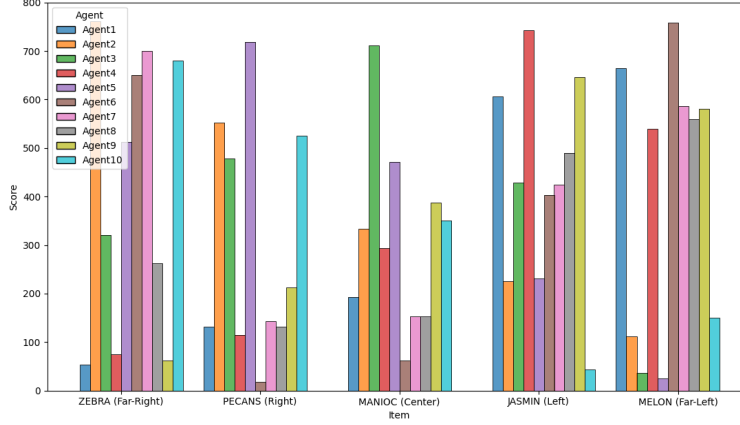


FIGURE 2 – Présentation des scores des différents item pour chaque agents de la conversation présidentielle. De gauche à droite, nous

Comme nous l’avons mentionné tout à l’heure, ce pourcentage va évoluer au fur et à mesure de la négociation lorsque les agents tombent dans l’état **NOT AGREE**.

4 Argumentation

La négociation passe par l’échange d’arguments et de contre-arguments.

L’agent qui essaie de convaincre un autre agent (i.e. celui qui a envoyé un message de performative **PROPOSE**) envoie des arguments soutenant son opinion. Les arguments sont construits à partir de ses préférences. Dès lors qu’il trouve un critère sur lequel il juge son item bon, il peut considérer cet argument comme valable. Les arguments sont envoyés dans un ordre décroissant de l’intensité, i.e. les arguments les plus importants sont envoyés en premier. Étant donné que l’agent n’a pas accès aux préférences de l’autre agent, elles ne seront pas prises en compte dans la sélection des arguments.

Après avoir initié l’argumentation, les agents essaient de trouver des contre-arguments à ceux reçus. La contre-argumentation se base donc sur le message d’argumentation précédent. Nous avons défini plusieurs types de contre-arguments :

- Un autre critère plus important que celui mis en avant dans l’argument n’a pas un score élevé.
- L’autre agent s’est trompé et le critère mis en avant est mauvais pour l’item proposé.
- Pour le même critère mis en avant, il existe un autre item qui est meilleur.

Afin d'éviter les duplications ou le bouclage dans l'argumentation, les agents stockent l'historique des arguments utilisés. Avant d'envoyer un nouvel argument, l'agent doit donc vérifier que ce dernier n'a pas déjà été utilisé.

Lorsqu'un agent ne peut plus fournir de contre-arguments, i.e. tous les arguments valables sont épuisés, il regarde si l'item proposé par l'agent concurrent est dans sa zone d'acceptation élargie. Si ce n'est pas le cas, il propose un nouvel item parmi l'ensemble des items acceptables. Si aucun item est acceptable, la discussion ne peut plus évoluer et l'agent envoie un message de **NOT AGREE** qui permet de diminuer les contraintes.

5 Spécificités liées à la communication avec plusieurs agents

Les agents communiquent entre eux via un système de messagerie. Les agents communiquent deux à deux. Pour chaque communication, nous sauvegardons l'item sélectionné, l'agent qui a remporté la négociation (l'agent qui a proposé l'item qui a été accepté) et les arguments qui ont été utilisés pour convaincre l'autre agent.

6 Analyse des résultats

6.1 Négociation moteur

La négociation sur les moteurs se fait avec trois items (**ICED**, **E** et **HYBRID**) et cinq critères différents (*production_cost*, *consumption*, *durability*, *environment_impact* et *noise*). Nous avons simplifié l'exemple ci-dessous en supprimant les parties répétitives dans la discussion entre agents. En effet, lorsque deux agents ne sont pas d'accord, ils assouplissent leurs contraintes et recommencent la négociation depuis le départ pour être certain d'identifier l'item le plus adapté. Dans cet exemple, l'item qui remporte est celui qui est intermédiaire aux deux items initiaux.

Négociation entre l'agent 1 (en faveur du véhicule thermique) et l'agent 2 (en faveur du véhicule électrique).

Agent1 → *Agent2* = PROPOSE : ICED (The great diesel car)
Agent2 → *Agent1* = ASK WHY : ICED (The great diesel car)
Agent1 → *Agent2* = ARGUE : ICED ← PRODUCTION COST = VERY GOOD
Agent2 → *Agent1* = ARGUE : ¬ICED ← ENVIRONMENT IMPACT = BAD, PRODUCTION COST ≤ ENVIRONMENT IMPACT
Agent1 → *Agent2* = ARGUE : ICED ← PRODUCTION COST = VERY GOOD, ENVIRONMENT IMPACT ≤ PRODUCTION COST
Agent2 → *Agent1* = ARGUE : ¬ICED ← NOISE = BAD, PRODUCTION COST ≤ NOISE
Agent1 → *Agent2* = ARGUE : ICED ← PRODUCTION COST = VERY GOOD, NOISE ≤ PRODUCTION COST
Agent2 → *Agent1* = PROPOSE : E (The nice electric car)
Agent1 → *Agent2* = ASK WHY : E (The nice electric car)
Agent2 → *Agent1* = ARGUE : E ← ENVIRONMENT IMPACT = VERY GOOD
Agent1 → *Agent2* = ARGUE : ¬E ← CONSUMPTION = BAD, ENVIRONMENT IMPACT ≤ CONSUMPTION
Agent2 → *Agent1* = ARGUE : E ← ENVIRONMENT IMPACT = VERY GOOD, CONSUMPTION ≤ ENVIRONMENT IMPACT
Agent1 → *Agent2* = NOT AGREE
...
Agent1 → *Agent2* = NOT AGREE
...
Agent2 → *Agent1* = PROPOSE : HYBRID (The super hybrid car)
Agent1 → *Agent2* = ACCEPT : HYBRID (The super hybrid car)
Agent2 → *Agent1* = COMMIT : HYBRID (The super hybrid car)
Agent1 → *Agent2* = COMMIT : HYBRID (The super hybrid car)

6.2 Négociation présidentielle

Pour les négociations présidentielles, nous avons modélisé 5 candidats différents :

- **Melon**, un candidat d'extrême gauche ;
- **Zebra**, un candidat d'extrême droite ;
- **Manioc**, un candidat du centre ;
- **Jasmin**, un candidat de gauche dans un parti écologiste ;
- **Pecans**, un candidat de droite.

Dans ce cas, il y a six différents critères : le libéralisme, le travail, l'éducation, l'environnement, l'immigration et la sécurité.

Nous avons modélisé 10 électeurs différents, les 5 premiers correspondant aux électeurs des candidats décrits précédemment, et les cinq derniers représentant

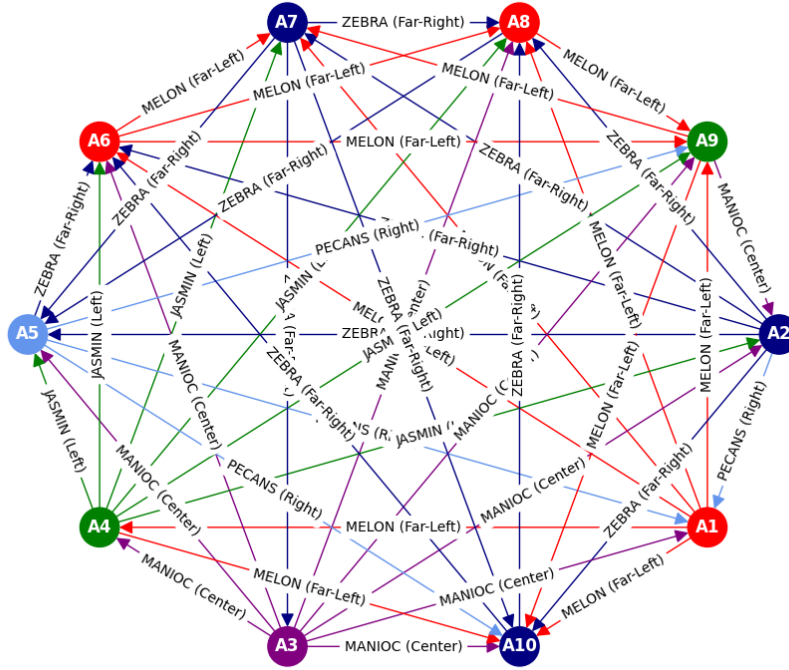


FIGURE 3 – **Graphe des résultats des duels entre les différents électeurs.** Les noeuds représentent des différents électeurs et les flèches entre représentent l'accord trouvé. Le sens de la flèche indique qui a gagné a négociation, c'est-à-dire qui a proposé l'item accepté par l'autre. Les couleurs des différents noeuds indiquent les préférences des électeurs (leur candidat préféré), et les couleurs des différentes flèches indiquent le candidat sur lequel ils se sont mis d'accord.

des électeurs d'autres partis politiques : communiste, travailliste, technocrate, mondialiste et royaliste.

Il est intéressant de remarquer que les différents électeurs ont des opinions sur les différents sujets variant beaucoup, et donc que leurs préférences pour les différents candidats ne varient pas de façon linéaire entre l'extrême gauche et l'extrême droite. Ainsi, le candidat technocrate, plus proche de Melon, préférera voter Zebra plutôt que Manioc ou Pecans.

6.2.1 Résultat d'une négociation multi-agents

On remarque tout d'abord sur la figure 3 que tous les résultats des négociations résultent bien en un compromis entre les deux électeurs. Par exemple, un électeur

Melon	Jasmin	Manioc	Pecans	Zebra
13	6	9	4	13

TABLE 1 – **Résultat des négociations pour les 10 électeurs cités précédemment.**

	Melon	Jasmin	Manioc	Pecans	Zebra
Pourcentage	28.9	6.3	27.5	4.8	32.5

TABLE 2 – **Pourcentage de la population votant pour les différents candidats, basé sur les résultats du premier tour de l’élection 2022.** Nous avons choisi d’agréger les résultats des candidats non présents dans la simulation avec ceux partageant des idées proches.

d’extrême droite (A2) et un d’extrême gauche (A1) se mettent d’accord sur Pecans, le candidat de droite.

Nous en déduisons donc les scores dans le tableau 1, qui correspondent bien à une polarisation des élections, cohérents avec la grande quantité d’électeurs d’extrême gauche et d’extrême droite.

6.2.2 Simulation des élections présidentielles

Nous avons voulu simuler les débats pour les élections présidentielles, afin de voir les gagnants hypothétiques prédits par notre modèle. Cette modélisation, bien que très lacunaire (électeurs supposés tous rationnels et ouverts à la discussion, modélisation très simple des critères de vote), permet d’avoir une idée des votes des différents électeurs s’ils se concertaient et discutaient pour choisir le meilleur compromis (proche du système de coalition).

Nous nous sommes basé sur les résultats du premier tour pour simuler le nombre de candidats des différents partis. Ils sont résumés dans la table 2.

Lors du premier tour, la majorité des paires de candidats se sont mis d’accord sur Manioc. Nous avons pondéré les résultats de chaque duel par la multiplication des pourcentages de chaque candidat, normalisé. Comme indiqué sur la figure 3, Manioc est sortit grand gagnant des élections, avec 57.8% des voix ; Pecans est arrivée deuxième avec 43.9% des voix ; et les autres ont eu environ 5% des voix chacun.

Les bons résultats de Manioc proviennent du fait qu’il ne fait pas partie des extrême et que l’agent arrive à donner de nombreux contre-arguments. Les résultats de Pecans s’expliquent principalement par le duel Melon/Zebra : en effet, les électorats de ces deux partis sont parmi les plus gros, et ils se mettent d’accord sur Pecans (à mi-distance de leurs idées).

Finalement, notre modèle permet de mieux cerner les meilleurs compromis entre les différents candidats selon leurs électeurs. Cela, permet de minimiser l’insatisfaction globale. Ainsi, malgré la prise en compte des résultats du premier

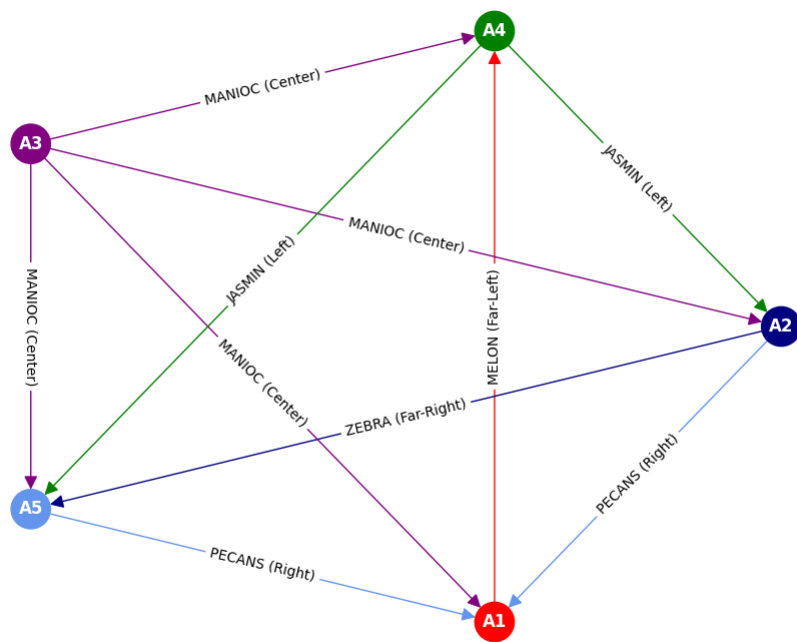


FIGURE 4 – Graphe des résultats des duels entre les différents électeurs pour les 5 principaux électeurs, lors du premier tour.

Melon	Jasmin	Manioc	Pecans	Zebra
5.0	6.4	54.7	29.5	4.3

TABLE 3 – Résultats du premier tour, en terme de pourcentage des votants.

Manioc	Pecans
39.8	60.2

TABLE 4 – Résultats du second tour, en terme de pourcentage des votants.

tour de l’élection présidentielle 2022, la droite, plus adaptée à la majorité des électeurs, remplace l’extrême droite au second tour, lui évitant ainsi d’éventuels problèmes financiers.

Le second tour des élections, avec les candidats Manioc et Pecans, résultent en une victoire de Pecans avec 60% des voix (table 4). Nous constatons que les résultats obtenus sont différents de l’élection présidentielle. Cela provient probablement de la façon dont est orchestré le choix des deux candidats finaux (par négociation plutôt que par vote).

Nous avons pu remarquer ici que certains duels n’avaient pas les mêmes résultats selon le nombre de candidats en lice, passant par exemple de Manioc à Pecans entre le premier et le deuxième tour. Ces anomalies peuvent s’expliquer par le modèle, qui choisit arbitrairement l’un des deux électeurs pour commencer le débat, et qui ne règle peut-être pas assez finement les relaxations des contraintes lorsque les candidats ne sont pas d’accord.

7 Améliorations

Nous avons identifié un certain nombre d’améliorations qui seraient intéressantes à ajouter dans la suite du projet. Tout d’abord, il serait intéressant de débiter la discussion avec l’agent dont l’item principal a le score le plus élevé plutôt que de choisir le premier agent. Ensuite, la gestion de la communication des agents se fait deux à deux. Il serait donc intéressant de simuler la discussion dans le cas où un agent mène la conversation car cela peut correspondre à certains processus de négociation où tous les agents débattent simultanément.

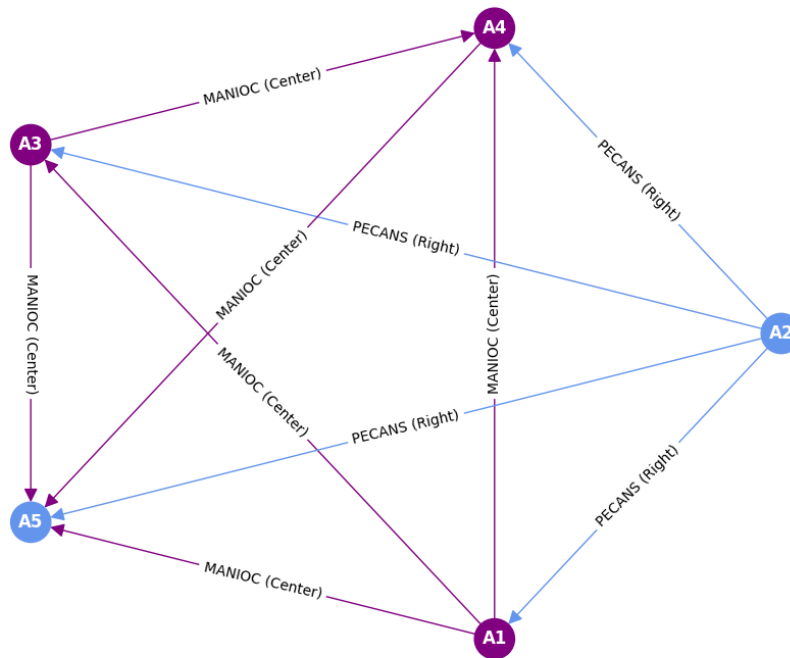


FIGURE 5 – **Résultats du second tour avec une négociation entre 5 agents pour départager les items Pecan et Manioc.** La couleur de chaque agent correspond à son item favoris (violet pour Manioc et Bleu clair pour Pecans). Nous constatons qu'en négociant, les agents semblent tendre vers une victoire de Manioc. Néanmoins, en respectant les pourcentages de présence des différents agents, Pecans l'emporte.