

# SMAO : System Multi-Agent Opinions

“Modélisation de la propagation des opinions au sein d’un réseau social par un système multi-agent”

<b>Référence</b>	RT_PII_TPD_V2
<b>Projet</b>	Projet SMAO
<b>Clients / Tuteur</b>	Pierre-Alexandre Favier Baptiste Prebot
<b>Date de début</b>	18/03/2021

Historique des modifications				
Version	Date	Auteur	Validation	Détails
0	24/01/2021	Pelletreau-Duris Tom	P.A. Favier	Version initiale du cahier des charges
1	18/03/2021	Pelletreau-Duris Tom	P.A. Favier	Version 1 de l'avancement du projet
2	30/03/2021	Pelletreau-Duris Tom	x	Version 1 du compte rendu
3	27/04/2021	Pelletreau-Duris Tom	P.A. Favier B Prebot	Version 2 du compte rendu

## Cahier des charges - Projet SMAO

<b>I-Présentation du projet</b>	<b>2</b>
Rappel du contexte et de l'idée générale	2
Réorganisation effective du projet et changement d'ambition	3
Présentation du modèle	3
<b>II-Etat de l'art et définition</b>	<b>7</b>
Introduction	7
Définition	8
Application à notre modélisation	11
Définition technique	16
<b>III- NetLogo</b>	<b>18</b>
Présentation	18
Résultats	20
<b>IV- Gestion de projet</b>	<b>24</b>
<b>IV- Conclusion et ouverture</b>	<b>25</b>

# I-Présentation du projet

## 1. Rappel du contexte et de l'idée générale

Le but initial de ce projet est de mettre à profit différentes disciplines afin de simuler la propagation d'opinions au sein d'un réseau social. Sociologie, approche multi-agent, systèmes dynamiques, mathématiques, visualisation graphique : toutes devaient servir dans le projet. Les motivations étaient développées dans le cahier des charges.

L'ambition première était double. Il fallait arriver à mettre en place une représentation graphique du phénomène de propagation d'opinion d'une part, et faire un travail d'état de l'art afin de mieux comprendre le monde complexe des systèmes multi-agents.

Pour la mise en place graphique, c'est NetLogo qui avait été retenu dans un premier temps. Avec plus de temps, il était éventuellement possible d'illustrer plus sérieusement les phénomènes avec Unity mais cela ne sera finalement pas retenu.

Concrètement, les phases de travail étaient à l'origine prévue comme telle :

**-Phase 1** : Etat de l'art sur les systèmes multi-agents et l'application à la modélisation épidémiologique de la propagation d'informations.

**-Phase 2** : Mise en place d'une structure de code afin de représenter le système multi-agent.

**-Phase 3** : Implémentation au sein de Unity pour tester intuitivement des hypothèses en fonction des paramètres.

Elles se sont finalement limitées aux deux premières avec un retour plus approfondi vers la recherche bibliographique.

## 2. Réorganisation effective du projet et changement d'ambition

Le projet en lui-même s'est avéré à la fois plus profond que prévu et plus complexe. Comme le résume très bien le fameux Effet Dunning-Kruger, les êtres humains sont régulièrement soumis au biais cognitif par lequel les moins qualifiés dans un domaine surestiment leur compétence. De la même manière, en abordant le vaste sujet des systèmes multi-agents, et en voulant le faire bien, j'ai pu m'apercevoir qu'une approche de façade ne me suffisait pas.

Je n'ai pu actuellement que mettre en place la phase 1 qui sera résumée plus bas. Si j'ai pu tester NetLogo et donc y voir les différentes fonctionnalités qui m'y seraient utiles, je n'ai pas pu commencer à coder mon environnement de test mais cela au profit d'une compréhension plus holistique du domaine. Je pense désormais que l'accomplissement du projet dans sa modélisation visuelle n'est finalement pas un but en soi.

Bien que Unity soit un moteur de jeu très puissant et intéressant pour qui veut pouvoir modéliser un environnement virtuel digne de ce nom, l'approche académique par laquelle j'ai approché le monde des systèmes multi-agent me pousse désormais à vouloir mettre en place mon propre environnement de travail afin de mettre en application l'ensemble des connaissances que j'ai pu acquérir.

La majeure partie du temps passé à travailler sur ce projet a en effet été portée sur la lecture du livre, très complet, de Jacques Ferber "Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective" et l'ensemble des résultats produits dans ce compte rendu traitent de ma compréhension du livre et des recherches annexes que j'ai pu faire. Bien que l'obligation implicite de ce module individuel soit de produire un programme illustrant un gain de compétence technique, je pense sincèrement que l'acquisition de connaissances permise par ce travail sont d'une valeur certaine. Car finalement, il me semble que la contextualisation de mon projet au sein du domaine des systèmes multi-agents tel que l'expose J. Ferber me permet d'appréhender et de structurer ce champ jusque-là inconnu en me donnant des outils conceptuels forts, ce qui au final me permet de naviguer dans ce champ, plutôt que d'en avoir une connaissance superficielle qui transparaîtrait dans un travail technique avec peu de réflexivité.

## Cahier des charges - Projet SMAO

### 3. Présentation du modèle

Dans la démarche de modéliser la propagation d'opinions au sein d'un réseau social structuré, il me semblait important de pouvoir d'abord le visualiser dans une situation se rapprochant du réel.

On peut prendre pour exemple celle d'une cours de récréation. Dans une cours de récréation, un ensemble d'agents plus ou moins conscients, structurés par des liens d'acointances, partagent les rumeurs. Ils peuvent les créer, les partager, les garder pour eux s'ils estiment que ce n'est pas dans l'intérêt de la collectivité de partager cette rumeur. Afin de modéliser plus simplement une telle complexité collective, nous pouvons donc définir le réseau relationnel des agents se trouvant dans une cour de récréation. Au cours du temps, les agents relâchés aléatoirement dans l'espace de la cours de récréation (nous faisons l'hypothèses que la période de cours en classe brasse les élèves et que ceux ci doivent retrouver leur amis dans une cours de récréation) se déplace tendancielllement vers leur connaissance les plus proches.

On peut représenter cette situation avec les schémas ci-dessous. Le point sur un agent représente la survenue d'une rumeur à partager chez un agent, ce sera rouge si c'est une rumeur portant atteinte à un autre agent et donc à la collectivité, vert si c'est une opinion sans conséquence. Les liens rouges expriment l'échange de cette rumeur avec un autre agent situé dans le champ perceptif d'un agent. On peut représenter le réseau de connaissance comme un graphe non orienté. On peut différencier les agents purement réactifs (en jaune) qui ne font que transmettre les rumeurs des agents réflexifs (en bleu) qui peuvent choisir s'il la transmettre ou non en fonction de la nature de l'opinion en fonction de la couleur de leur bordure. Afin que le système ne converge pas trop rapidement, on peut imaginer qu'il y a une certaine inertie à ce qu'une rumeur soit gardée par un agent mais qu'au bout d'un certain temps elle disparaît petit à petit. La couleur se dégradera petit à petit.

## Cahier des charges - Projet SMAO

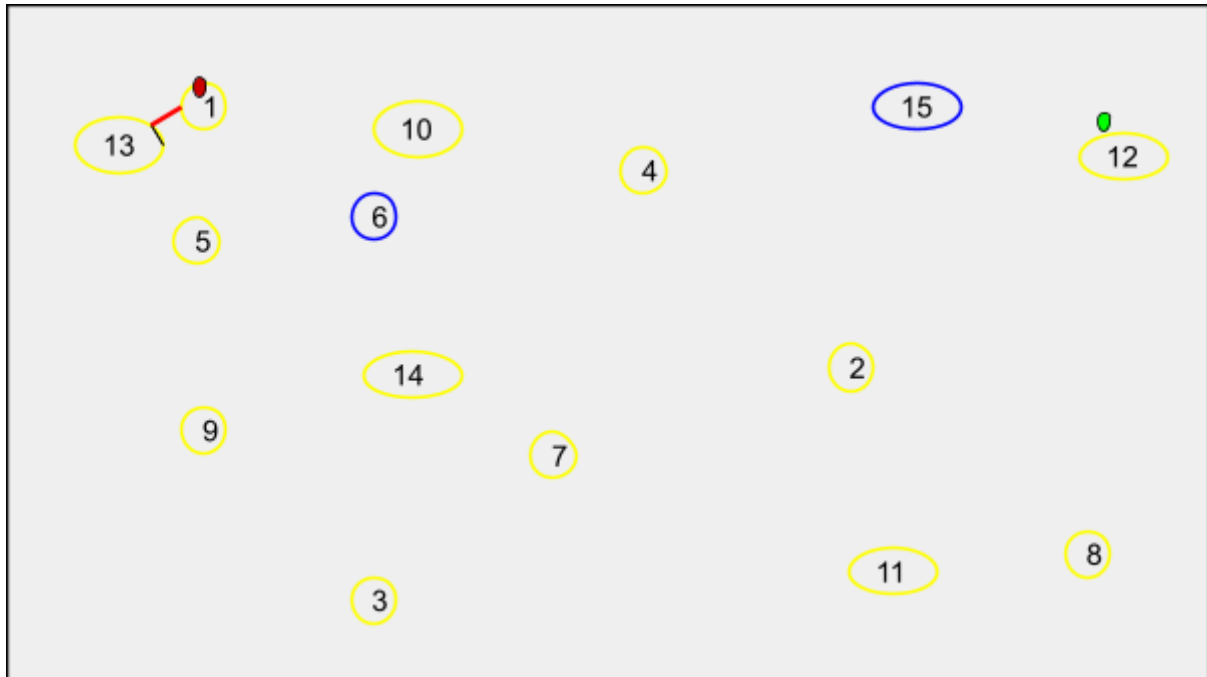


Figure 0.1 : Etat initial de la cours de récréation avec 15 agents

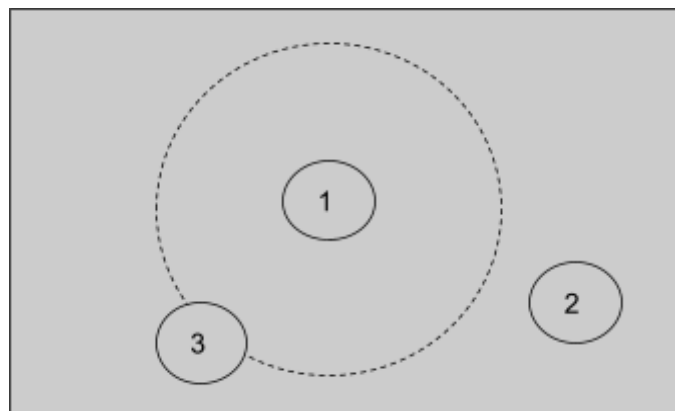
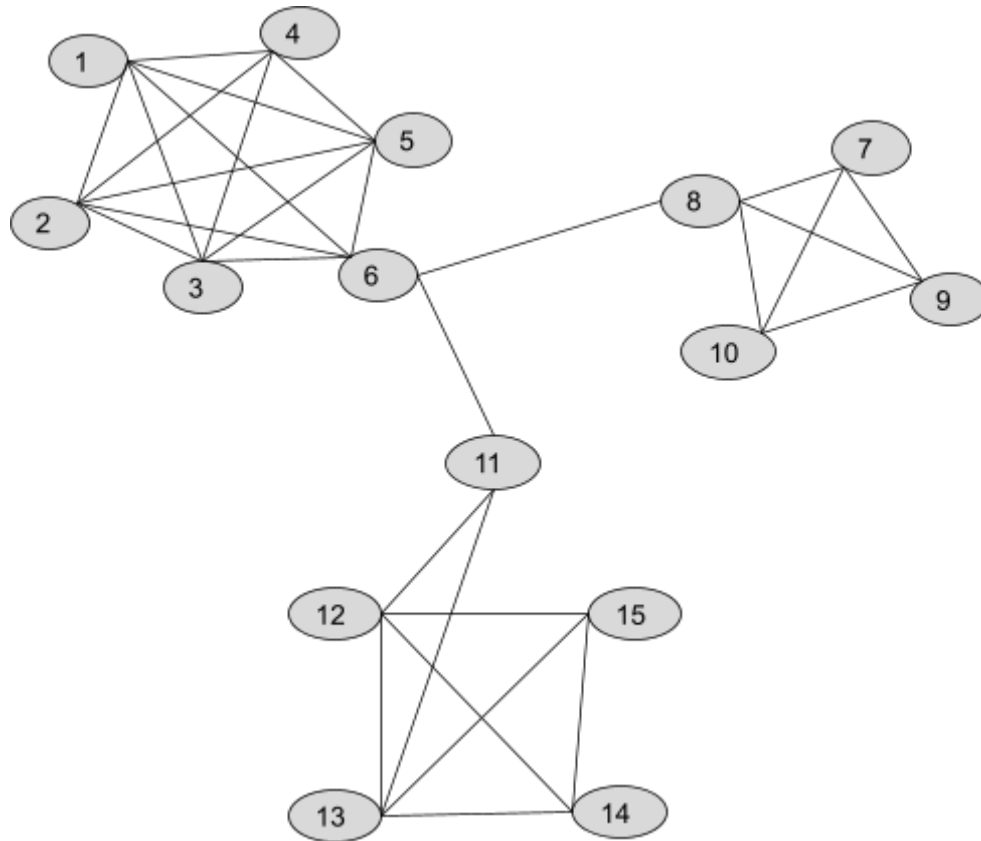
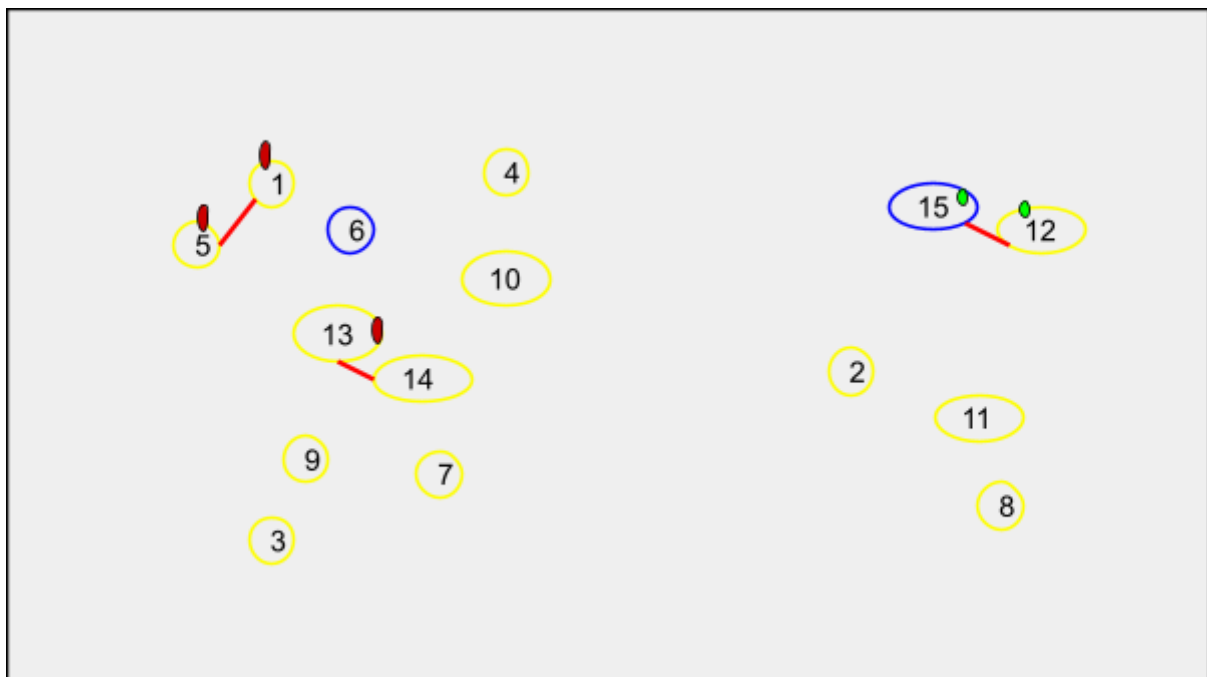


Figure 0.2 : Périmètre de perception de l'agent 1. Tant qu'il ne perçoit pas d'autres agents, il bouge de manière aléatoire, mais dès qu'un agent entre dans son champ perceptif, il communique la rumeur avec lui. Si l'agent est un ami, il cherche à ne pas s'éloigner tendanciellement de lui, au contraire s'il ne le connaît pas, il poursuit sa route

Cahier des charges - Projet SMAO



*Figure 0.3: Graphe non-orienté du réseau social des amitiés au sein des agents*



*Figure 0.4 : Tendance au regroupement au fur et à mesure du temps*

## Cahier des charges - Projet SMAO

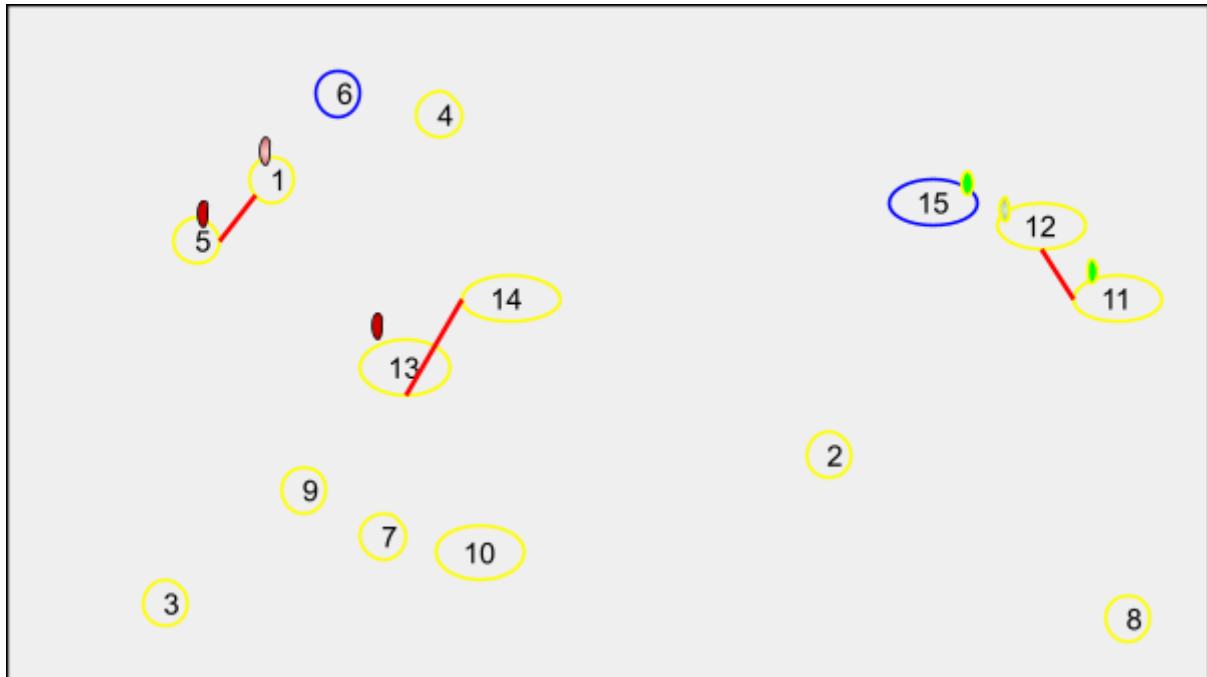


Figure 0.5 : mouvement entre les groupes dû au phénomène de temps qui passe et des affiliations multiples chez certains agents

De cette manière nous pouvons bien mieux visualiser le système multi-agent que nous allons chercher à mettre en place. Il faudra faire attention aux équilibres et aux phénomènes de convergence, car alors la situation se bloquerait régulièrement en agglomérats de connaissances. C'est pourquoi on peut imaginer un rebrassage fréquent (équivalent à la rentrée en classe à heure fixe), et c'est aussi là l'utilité des agents qui possèdent des affinités avec différents groupes. Ils souhaiteront un minimum diversifier leur rencontres.

Par soucis de clarté et de cohérence, nous parlerons "d'opinion vraie" pour désigner les opinions qui ne sont pas nuisibles à la communauté et qui sont donc acceptées d'être partagée par tous les agents, "d'opinions fake-news" pour désigner les opinions qui sont mauvaises pour la communauté ou véhicule une rumeur infondée, nous parlerons des "agents naïfs" pour parler des agents purement réactifs et des "agents critiques" pour les agent cognitif. Le terme cognitif peut en effet porter à confusion étant donné que nos agents ne sont pas dotés de langage ou de représentations symboliques de leur environnement ou de leur connaissance comme nous le verrons plus bas.



## II-Etat de l'art et définition

Comme exposé plus tôt, la plupart des connaissances exposées ci-dessous proviennent du livre de J.Ferber. De façon à ne pas surcharger cet état de l'art, nous nous concentrons sur la définition et à l'utilisation des concepts concernant notre projet (qui sera détaillé plus bas).

### 1. Introduction

Les Systèmes Multi-Agents (SMA) sont une approche, une façon de concevoir un programme informatique fondée sur un ensemble bien particulier de concepts. Venant après la cybernétique, après l'établissement historique de l'informatique, les SMA tentent de combler de trou béant de la parallélisation des tâches, de la continuité et de la simultanéité qui est apparemment contraire à la manière qu'ont les informaticiens de séquencer le traitement de l'information. Les ordinateurs étant, pour la plupart, tous structurés selon le modèle de Von Neumann, les informations sont traitées (en grande partie) et donc codées de manière centralisées et séquentielles. Pourtant, l'intelligence, comme la science, n'est pas une caractéristique individuelle que l'on pourrait séparer du contexte social dans laquelle elle s'exprime. L'intelligence n'est pas une séquence mais se rapproche plus d'un mouvement. Un être humain, et métaphoriquement une idée, ne peuvent se développer convenablement s'il ne se trouve pas entouré d'autres êtres de son espèce. On peut donc penser que le réductionniste, certes prolifique, qui est mis en œuvre dans l'informatique pâtit d'un manque cruel de créativité nécessaire à la naissance, à la vie et à la mort d'idées en mutations. Les critiques de Dreyfus (1979) et de Searle (1991) portent d'ailleurs sur ce manque d' "embodiment", c'est-à-dire d'incorporation, des programmes informatiques et donc de leur incapacité à agir de manière signifiante avec leur environnement.

C'est de cette idée de décroisement que naissent les SMA. Elles ne prétendent pas mettre en action une "intelligence artificielle" mais bien une "intelligence collective" qui par sa flexibilité offre une créativité : c'est cette créativité que l'on peut reconnaître dans la notion d'émergence par exemple des réseaux de neurones.

Au sein de la Kénétique que Ferber définit comme "la science et la technique des organisations artificielles", les SMA se distinguent d'autre approchent plus systémiques en prenant le parti de l'émergence et en considérant que l'action et l'interaction sont des éléments moteurs de la structuration d'un système dans son ensemble. En particulier, les SMA obéissent aux principes des phénomènes chaotiques. Toutes modifications des conditions

## Cahier des charges - Projet SMAO

initiales est amplifiée par les interactions entre les agents et il n'est pas possible de connaître à l'avance l'état ultérieur précis des agents.

## 2. Définition

La définition d'un agent est elle aussi très importante puisqu'elle va permettre de comprendre l'intérêt de la Kénétique dans la dialectique qu'elle souhaite mettre en place entre l'individu et le groupe.

On appelle agent une entité physique ou virtuelle :

- a. qui est capable d'agir dans un environnement
- b. qui peut communiquer directement avec d'autres agents
- c. qui est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser)
- d. qui possède des ressources propres
- e. qui est capable de percevoir (mais de manière limitée (important)) son environnement
- f. qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement (et éventuellement aucune) (on note la différence entre la perception et la représentation qui induit une notion de persistance)
- g. qui possède des compétences et offre des services
- h. qui peut éventuellement se reproduire
- i. dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de ses représentations et des communications qu'elle reçoit

D'une manière plus générale, on définit donc un SMA comme un système composé des éléments suivants :

- a. Un environnement  $E$  c'est à dire un espace disposant généralement d'une métrique
- b. Un ensemble d'objet  $O$ . Ces objets sont situés, c'est-à-dire que, pour tout objet, il est possible, à un moment donné, d'associer une position dans  $E$ . Ces objets sont passifs, c'est à dire qu'ils peuvent être perçus, créés, détruits et modifiés par des agents
- c. Un ensemble d'agents  $A$  qui sont des objets particuliers  $A \subseteq C$  lesquels représentent les entités actives du système.
- d. Un ensemble de relations  $R$  qui unissent les objets entre eux
- e. Un ensemble d'opérations  $Op$  permettant aux agents de  $A$  de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des objets de  $O$ .

## Cahier des charges - Projet SMAO

- f. Des opérateurs chargés de représenter l'application de ces opérations et la réaction du monde à cette tentative de modification, que l'on appellera les lois de l'univers.

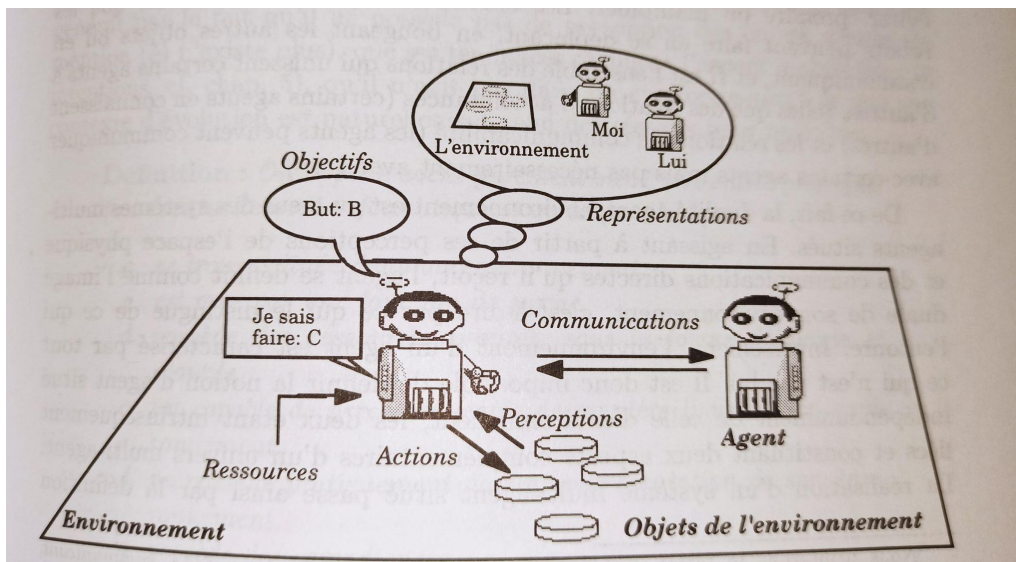


Figure 1 : représentation imagée d'un agent en interaction avec son environnement et les autres agents.

On différencie chez les agents les agents cognitifs et les agents réactifs. Les premiers sont intentionnels et possèdent des buts et des plans explicites (téléonomiques) en disposant d'une base de connaissance comprenant l'ensemble des informations et des savoirs-faire nécessaires à la réalisation de leur tâche. Les seconds sont au contraire l'illustration des comportements intelligemment globalement mais pas individuellement puisqu'il ne possèdent que des mécanisme de réactions vis à vis des événements venants de l'environnement.

De la même manière que pour la problématique classique (en philosophie de la perception et en linguistique) du couple sujet/objet, la question est de savoir si l'agent dispose d'une représentation symbolique du monde à partir duquel il peut raisonner ou si la représentation se situe à un niveau purement sub-symbolique intégré dans ses capacités sensori-motrices. Dans la pratique cette dichotomie est une continuité et certains agents peuvent arborer certaines caractéristiques comme le résume le tableau ci-dessous.

Relation au monde Conduites	Symbolisme représentationnel	Réaction sensori-moteur
--------------------------------	---------------------------------	-------------------------

## Cahier des charges - Projet SMAO

<b>Téléonomique (conduite par un but explicite)</b>	Agents intentionnels	Agents pulsionnels
<b>Réflexe</b>	Agents "modules"	Agents

*figure 2 : tableau des type d'agents*

Il est important de noter que l'approche SMA se situe à la jonction des approches cognitivistes et connexionnistes qui structurent le débat en sciences cognitives. Si d'une part il y a ce qu'on nomme "la vie artificielle" affiliée et d'autre part l'IAD (Intelligence Artificielle Distribuée), les SMA sont à la croisée des mondes. La vie artificielle, contrairement à l'IAD qui considère que l'intelligence procède d'une manipulation de symbole, met l'accent sur le comportement, l'autonomie et surtout sur la problématique de la viabilité (Aubin, Bourguine et Varela ont développé l'idée de viabilité). Pour qu'un être reste vivant, il faut que son état demeure à l'intérieur de son domaine de viabilité  $K$  au cours de son évolution, c'est à dire, si  $f$  est sa fonction d'évolution, que :

$$s(t + 1) = f(s(t)) \text{ avec } \forall s, f(s) \subseteq K$$

Nous ne nous intéresserons pas nécessairement à la viabilité dans notre modélisation, mais cela restait intéressant à fin de comprendre l'influence de la vie artificielle au sein des SMA.

### 3. Application à notre modélisation

Les domaines d'application des SMA sont nombreux : résolution distribuée de problèmes (eux-même distribués ou non), simulation multi-agent, construction de mondes hypothétiques, robotique distribuée, conception génétique de programmes. Notre modélisation sera affiliée à une simulation multi-agent. L'intérêt des modélisations multi-agents est de pouvoir intégrer dans un même modèle des variables quantitatives, des équations différentielles et des comportements fondés sur des règles symboliques. Afin de faire le lien avec la programmation orienté objet, nous pouvons dire qu'un objet lui répond directement à des requêtes correspondant à ses méthodes, alors qu'un agent encapsule ses compétences (ou services) par des mécanismes supplémentaires qui "filtrent" les communications externes et gèrent les dialogues. De plus, les agents sont mus par des objectifs personnels.

Les interactions entre les agents sont très importantes dans la manière dont vont se structurer les échanges. On appellera situation d'interaction un ensemble de comportements résultant du regroupement d'agents qui doivent agir pour satisfaire leurs objectifs en tenant compte des contraintes provenant des ressources plus ou moins limitées dont ils disposent et de leurs compétences individuelles. En particulier, des agents échangeants des opinions seront en

## Cahier des charges - Projet SMAO

interactions lorsqu'ils seront à une distance raisonnable et qu'ils pourront échanger sur l'opinion, soit en adoptant celle émises par les autres, soit en la refusant, soit en la modifiant.

On peut définir la compatibilité entre agent comme tel : Le but d'un agent A est incompatible avec le but d'un agent B si les agents A et B ont comme buts respectifs d'atteindre les états décrits respectivement par  $p$  et  $q$  et que  $p \Rightarrow \neg q$  c'est à dire que  $\text{satisfait}(\text{but}(A, p)) \Rightarrow \neg \text{satisfait}(\text{but}(B, q))$ . Dans notre cas, on pourra définir les buts des agents en deux catégories, ceux qui souhaitent propager au maximum les opinions en étant purement réactifs et ceux qui ne souhaitent propager une opinion que si elle est "positive" vis à vis de la communauté, ce que nous allons définir plus loin.

Pour reprendre le tableau de classification des situations d'interactions de Ferber ci-dessous, nous pouvons affirmer que les interactions qui nous intéresseront seront soit de type indépendante pour les agents partageant les mêmes intérêts soit de compétition individuelle pure entre les agents ne partageant pas les mêmes intérêts. En effet, les opinions sont affiliables à des ressources suffisantes (une opinion n'est pas un bien excluant puisqu'elle se partage sans en être détruite) et chaque agent a la compétence de la traiter seul.

Buts	Ressources	Compétences	Types de situation	Catégorie
compatibles	suffisantes	suffisante	<i>Indépendance</i>	Indifférence
compatibles	suffisantes	insuffisantes	<i>Collaboration simple</i>	Coopération
compatibles	insuffisantes	suffisante	<i>Encombrement</i>	
compatibles	insuffisantes	insuffisantes	<i>Collaboration coordonnée</i>	
incompatibles	suffisantes	suffisante	<i>Compétition individuelle pure</i>	Antagonisme
incompatibles	suffisantes	insuffisantes	<i>Compétition collective pure</i>	
incompatibles	insuffisantes	suffisante	<i>Conflits individuels pour des ressources</i>	

## Cahier des charges - Projet SMAO

incompatibles	insuffisantes	insuffisantes	Conflits collectifs pour des ressources	
---------------	---------------	---------------	---	--

*figure 3 : tableau classifiant les situations d'interactions*

L'avantage d'un tel SMA est que nous n'aurons pas à mettre en place de structure de communication aboutissant à de la collaboration explicitée par les agents, ni de négociations, ni de méta-coordination.

En revanche, nous nous intéresserons à la déclaration d'une organisation sous forme de réseau social afin que certains agents privilégient les rencontres avec d'autres agents dont ils sont proches, et ne croisent que de façon aléatoire les autres agents qui n'appartiennent pas à leur réseau social. Cela pourra être introduit comme une matrice d'adjacence au niveau du système.

On peut définir une organisation en reprenant la définition donnée par E. Morin (1977) comme un agencement de relations entre composants ou individus qui produit une unité, ou système, dotée de qualités inconnues au niveau des composants ou individus. L'organisation lie de façon interrelationnelle des éléments ou événements ou individus divers qui dès lors deviennent les composants d'un tout. Elle assure solidarité et solidité relative, donc assure au système une certaine possibilité de durée en dépit de perturbations aléatoires.

De fait, la structure organisationnelle doit être différenciée de l'organisation concrète, puisque dans notre modèle par exemple, la structure organisationnelle va orienter les possibilités des organisations concrètes sans pour autant empêcher certains agents de se rencontrer effectivement. La structure organisationnelle est la plupart du temps invariante et abstraite, quand l'organisation concrète est dynamique, elle dépend du temps et change à travers le temps.

Pour définir nos agents et leurs relations, nous pouvons reprendre la grille d'analyse fonctionnelle des organisations.



Cahier des charges - Projet SMAO

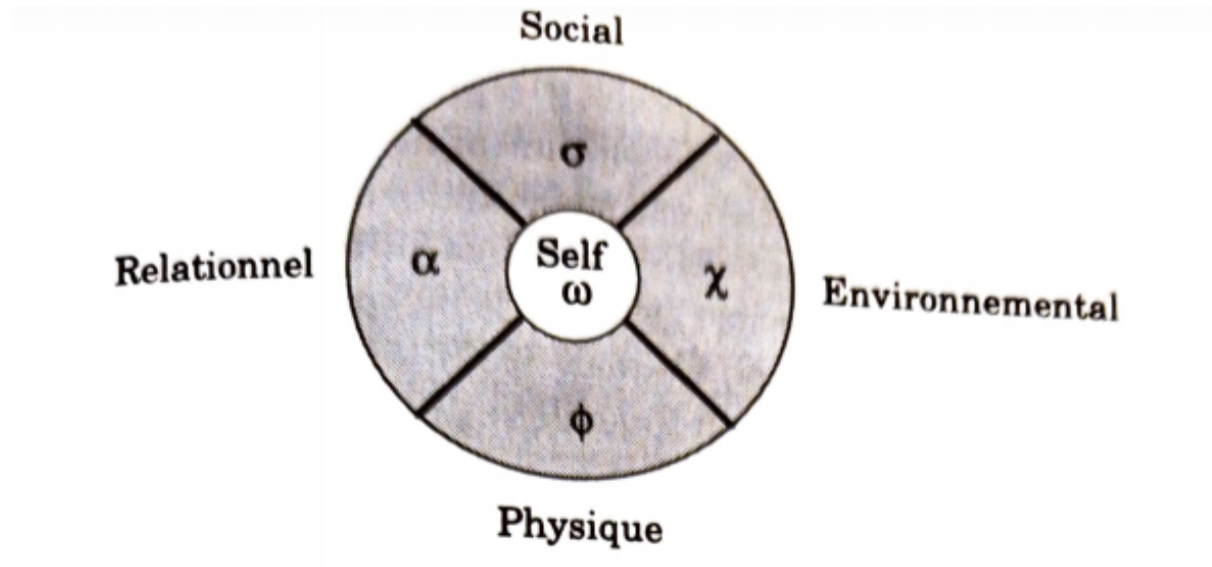


Figure 4 : Une organisation peut être analysée selon cinq dimension : sociale, relationnelle, physique, environnementale et personnelle (self)

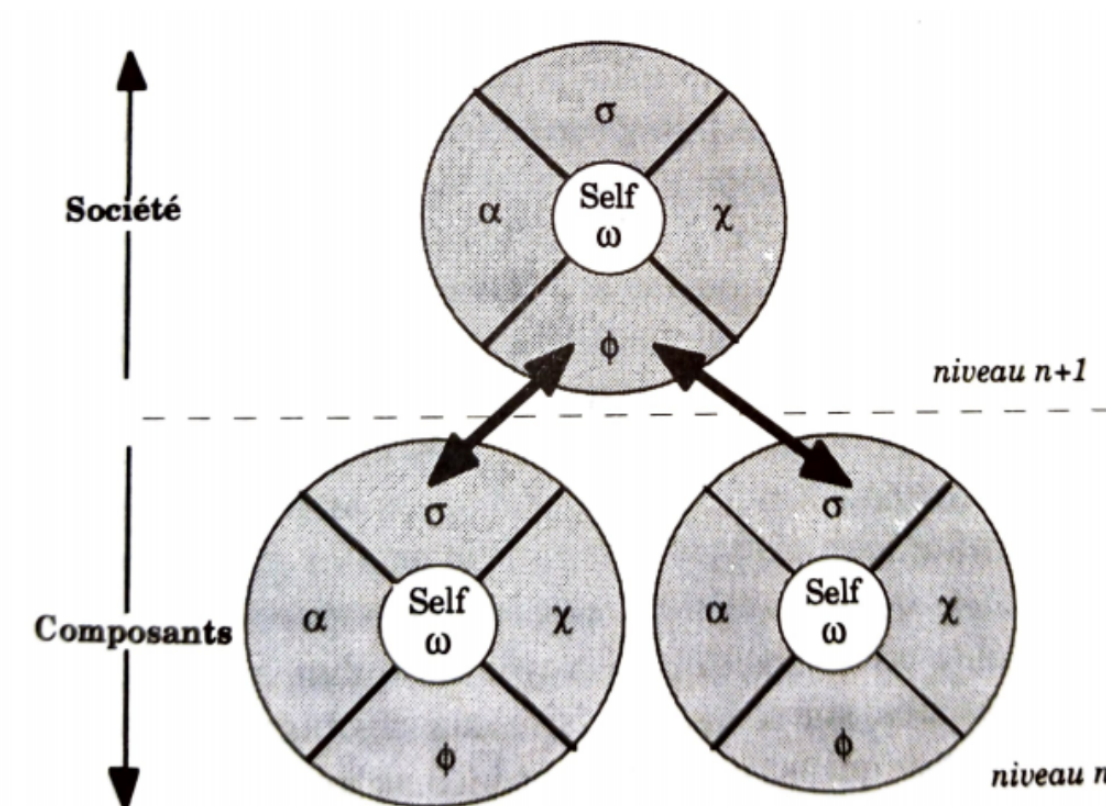


Figure 5 : la dimension sociale du niveau n est directement liée à la dimension physique du niveau n+1. Les agents de niveau n sont les composants des agents du niveau n+1 et.

## Cahier des charges - Projet SMAO

inversement, les agents de niveau  $n+1$  constituent la société dans laquelle les agent de niveau  $n$  évoluent

	Physique	Social	Relationnel	Environnemental	Personnelle
<b>Représentationnel</b>	Structure de représentation, modèles de représentation et d'inférence	Représentation des rôles et des fonctions, représentation du groupe et de la société	Représentation des autres (buts, croyances, compétences)	Représentation du monde, représentation des lois de l'univers	Auto-représentation de soi et de ses capacités
<b>Organisationnel</b>	Contrôle des tâches, type de planificateurs	Planification des actions sociales, répartition des tâches et des rôles entre agents	Contrôle des communications, planification, des interactions, coordination des actions et allocations des tâches	Planification des actions dans l'environnement, organisation des tâches d'expertises	méta-planification, contrôle des planifications
<b>Conatif</b>	Nature et implémentation des objectifs, des pulsions et des contraintes	Demande de la société, buts collectifs et contraintes sociales	Demande des autres, demande de soi vers les autres, engagement envers les autres	Sources de plaisir et de répulsions	Pulsion internes, désirs, contraintes internes
<b>Interactionnel</b>	Implémentation des primitives de communications, des capteurs et des actionneurs	Description des interactions entre l'agent et la société	Description des mécanismes de communication entre agents, définition des performatifs	Description de mécanismes de perception et d'action	Auto-communication, auto-actions
<b>Productif</b>	Architecture des tâches, régulation des actions	Tâches de gestion et d'administration d'une organisation	Tâches relationnelles de coordination et de négociation, pour le compte d'autres agents	tâches expertes portant sur l'analyse et conception	Auto-modification, apprentissage



## Cahier des charges - Projet SMAO

<b>Conservatif/ reproducteur</b>	Implémentation du système de conservation, ressources individuelles, mémoires, CPU	Conservation de la société, reproduction de l'espèce	Conservation des relations, entretien du réseau d'acointances	Conservation des ressources, défense et entretien du territoire	Conservation de soi (nourriture), réparation et entretien
--------------------------------------	--	--	---	---	---

*Figure 6 : grille d'analyse fonctionnelle des organisations*

Dans notre cas nous mettrons en place une organisation heureusement limitée puisque les agents seront soit réactifs soit avec un minimum de traitement symbolique de l'information captée.

	<b>Phys.</b>	<b>Social</b>	<b>Relat.</b>	<b>Env.</b>	<b>Pers.</b>
<b>Représent.</b>		●	?		
<b>Orga.</b>	●			●	
<b>Conatif</b>	●	●		●	●
<b>Inter.</b>	●	○		●	
<b>Productif</b>	●			●	
<b>Conservati</b>					

*Figure 7 : Grille d'analyse des fonctionnalités de notre organisation (● pour les caractéristiques partagées par tous les agents; ○ pour les caractéristiques propres uniquement aux agents réflexifs. ? parce que ce serait une option à envisager avec du temps supplémentaire)*

## 4. Définition technique

Afin de bien mettre en évidence ce qu'il nous est possible de formuler, nous pouvons d'ores et déjà faire la liste des quelques constantes et variables du modèle:

- N : le nombre d'agents dans la simulation
- P: le pourcentage d'agent critiques par rapport aux agents réactifs
- Ot : le nombre d'opinions vraies
- Of: le nombre d'opinions fake-news
- Rp : Le rayon de perception des agents
- Rm : le rayon de distance minimale aux autres agents
- NC : le nombre de connexions entre agents
- Nt : Temps de rétention des opinions ( en secondes)

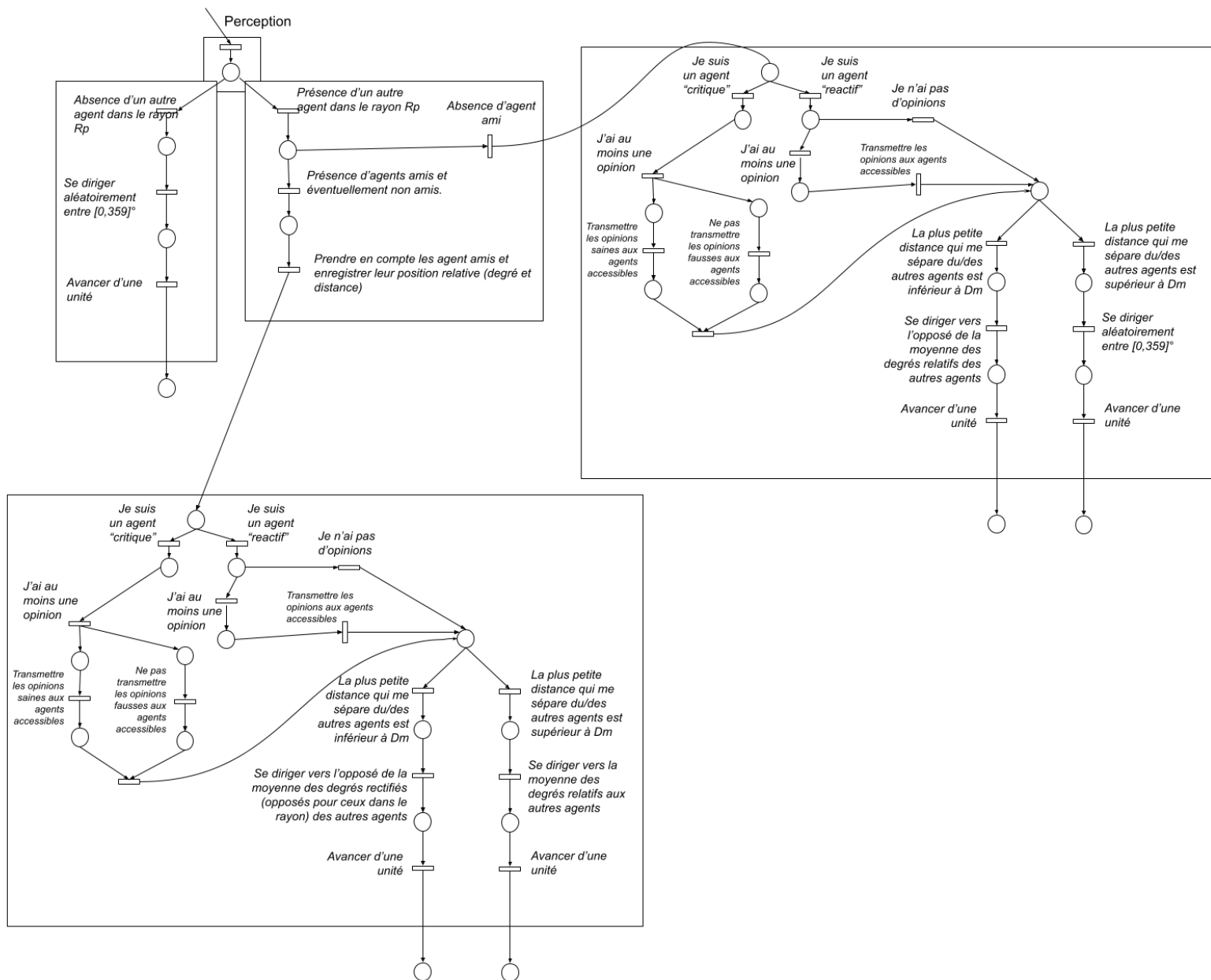
Les agents possèdent chacun une liste d'attributs :

- La catégorie : "agent réactifs" ou "agents critiques"
- La liste des agents amis
- Opinion vraie : "true" ou "false"
- Opinion Fake-news : "true" ou "false"

De cette manière, transmettre une opinion n'est en fait qu'activer la variable TrueOpinion ou FakeOpinion chez les agents proches de soi. Ces variables doivent d'ailleurs disparaître au cours du temps, il est donc nécessaire de les effacer après Nt temps (Nt étant le temps de rétention des opinions en secondes).

Nos agents ont plusieurs possibilités de mouvement. Il ne communiquent pas directement entre eux (avec par exemple un tableau noir en parallèle de leur tâche) mais se meuvent dans l'espace et rencontrent (ou non) leur connaissances. Dans cette logique, ils doivent tout de même partager l'information de leur réseau d'acointance. C'est ce que nous illustrons sur la figure 0.3. Suivant ces informations et se déplaçant par défaut de manière aléatoire, il corrigent leur trajectoire à mesure qu'il détecte leur connaissances sur leur passage. Nous pouvons représenter l'ensemble des actions possibles pour un agent sous la forme d'un réseau de Pétri comme ci dessous.

## Cahier des charges - Projet SMAO



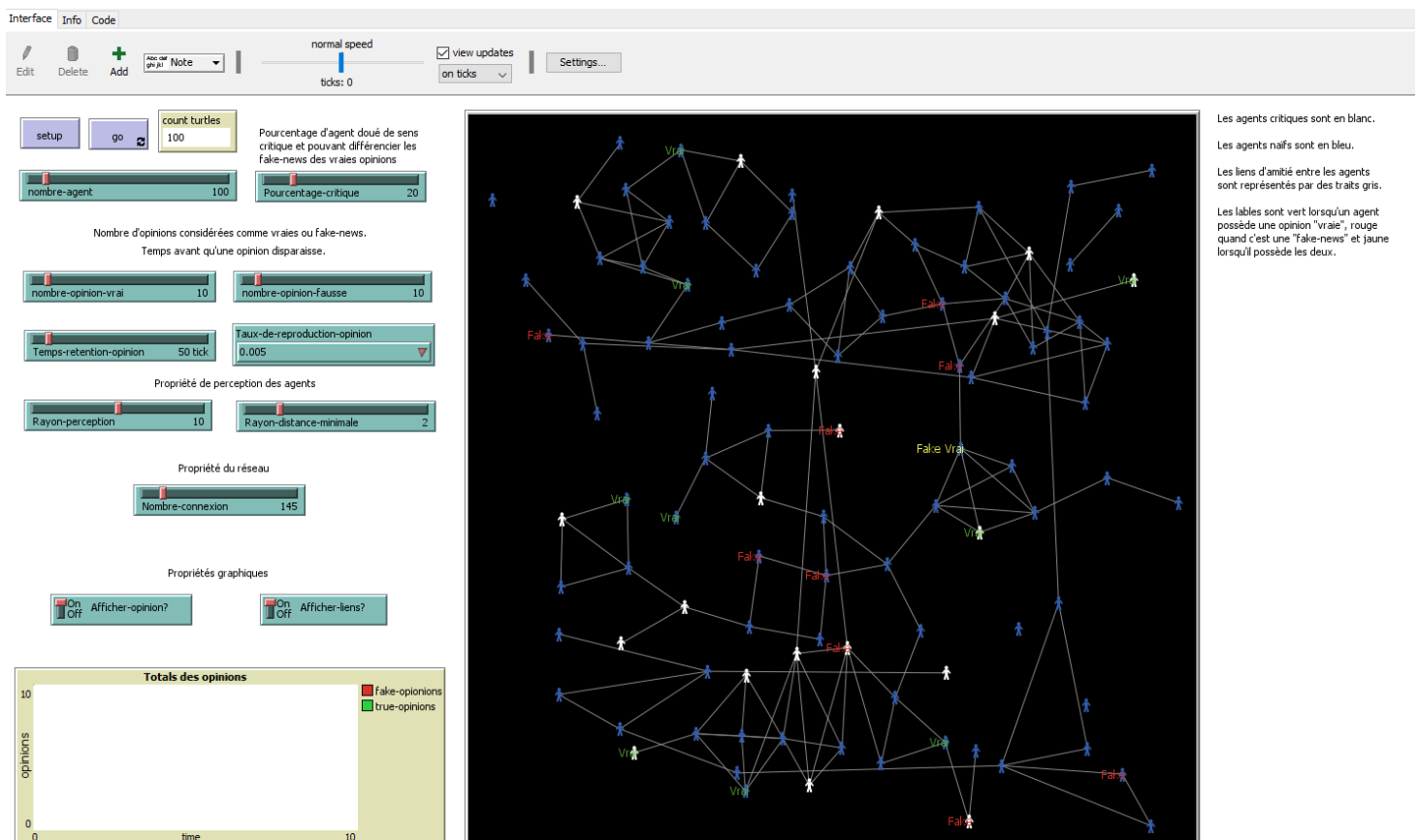
**Figure 8 : Réseau de Pétri illustrant le comportement d'un agent**

Nous pouvons remarquer que dans la version finale il n'a pas été possible d'implanter une fonction de direction faisant la moyenne des angles définis par les angles des vecteurs  $[Agent; Agent - voisin_i]$  par rapport à l'ordonné afin de définir une direction. Il a été retenu un système plus simple où l'on prenait simplement la direction de l'agent voisin le plus proche ou son symétrique par rapport au point *Agent* en fonction du besoin.

## III- NetLogo

### 1. Présentation

La découverte de NetLogo s'est faite principalement en manipulant les différents modèles. Cette plateforme dédiée aux modélisations multi-agents est en effet assez simple d'accès et est très ludique que ce soit sur sa version web que sa version locale.



*Figure 9 : Capture d'écran de l'interface de la modélisation*

Plusieurs spécifications techniques peuvent se voir depuis l'interface. Les agents critiques sont en blanc. Les agents naïfs sont en bleu. Les liens d'amitié entre les agents sont représentés par des traits gris. Les labels sont vert lorsqu'un agent possède une opinion "vraie", rouge quand c'est une "fake-news" et jaune lorsqu'il possède les deux.

## Cahier des charges - Projet SMAO

Pour initialiser un modèle il faut appuyer sur "SET-UP". Pour lancer la simulation, il faut appuyer sur "GO". Les variables fixées par défauts sont intéressantes mais il est encore plus intéressant de modifier une à une ces variables afin de regarder les effets produits sur la propagation des opinions. Enfin, on peut voir évoluer le nombre d'opinions à travers le temps grâce à un graphique.

Le code de NetLogo se divise en quatre grandes parties : la définition des variables et des agents, le set-up, les procédures lancées par "go", et la gestion de l'affichage. Certains extraits sont visibles ci-dessous.

```

;;;;;;;;;;;;;
;;;
;;; Projet informatique ;;;
;;; individuel ENSC ;;;
;;; Pelletreau-Duris ;;;
;;; Tom ;;;
;;;;;;;;;;;;;

globals [
  nombre-agent-critique
  nombre-agent-naifs
  compteur-opinions-fausse
  compteur-opinions-vrai
]

breed [critiques agent-critique]
breed [naifs agent-naif]

turtles-own [
  my-neighbors
  num-neighbors
  hasno-neighbors?
  my-friend-neighbors
  num-friend-neighbors
  hasno-friend-neighbors?
  count-down-true-opinion
  count-down-fake-opinion
  True-opinion?
  Fake-opinion?
]

;;;;;;;;;;;;;
;;;
;;; procedure de go ;;;
;;;
;;;;;;;;;;;;;

to go
  if ticks >= 800 [stop]
  ask turtles [
    chercher-voisinage
    move-turtles
    afficher-opinion
  ]

  tick

  ask turtles [
    decrement-timer-true-opinion
    decrement-timer-fake-opinion
    refresh-opinions
  ]
  ask links [afficher-lien]
end

```

Figure 9 : Extraits de code NetLogo, définition des variables et procédure de go

## 2. Résultats

En fonction des variables nous avons donc pu tester certaines hypothèses. Notamment le nombre de fake-news augmente plus rapidement que le nombre d'opinions vraies même lorsqu'il y a un nombre raisonnable d'agents critiques

## Cahier des charges - Projet SMAO

(50%). Ainsi, avec les variables telles qu'elles sont mises par défaut nous pouvons obtenir les résultats suivants.

100

Pourcentage d'agent doué de sens critique et pouvant différencier les fake-news des vraies opinions

100
  50

Nombre d'opinions considérées comme vraies ou fake-news.

Temps avant qu'une opinion disparaisse.

10
  10

50 tick
  0.005

Propriété de perception des agents

10
  2

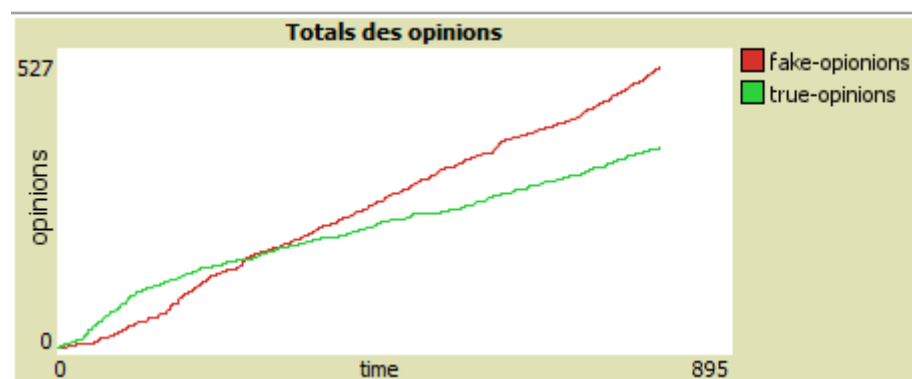
Propriété du réseau

145

Propriétés graphiques

☐ On Off Afficher-opinion?
 ☐ On Off Afficher-liens?

*Figure 10 : Paramètres utilisés*



*Figure 11 : Résultats obtenus : on peut observer une première phase d'augmentation linéaire égale, puis une accélération de la diffusion avant d'arriver au stade de disjonction où les fake-news prennent vraiment le dessus.*

## Cahier des charges - Projet SMAO

On constate qu'en changeant le pourcentage d'agent critique à 80% et en diminuant le rayon de perception à 5, on arrive à observer deux nouveaux effets. D'une part les opinions vraies sont plus nombreuses que les opinions fake-news, mais les deux types d'opinions atteignent un plafond signifiant la mort des opinions. Le premier effet étant dû au pourcentage d'agent critique et le deuxième à la diminution de la portée d'échange.

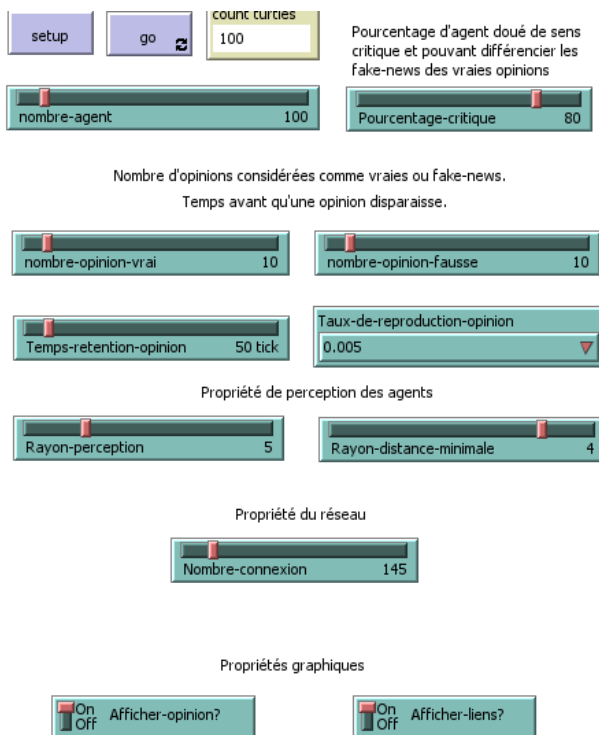


Figure 12 : Paramètres utilisés

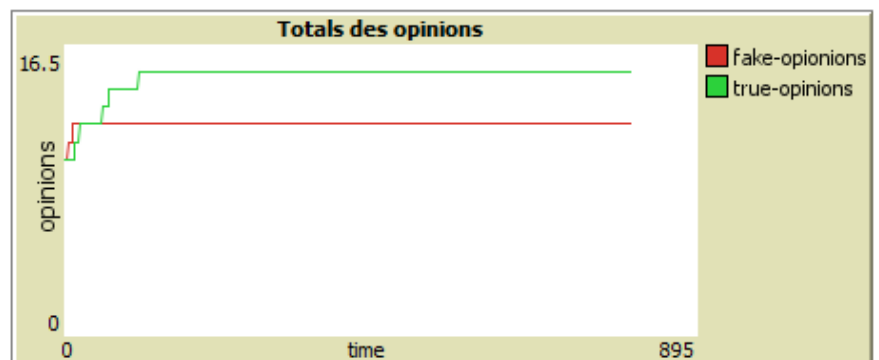


Figure 13 : résultats obtenus.

Et finalement, avec un rayon plus grand, on obtient une croissance exponentielle des échanges d'opinions vraies et la stagnation logarithmique des opinions fake-news.

## Cahier des charges - Projet SMAO

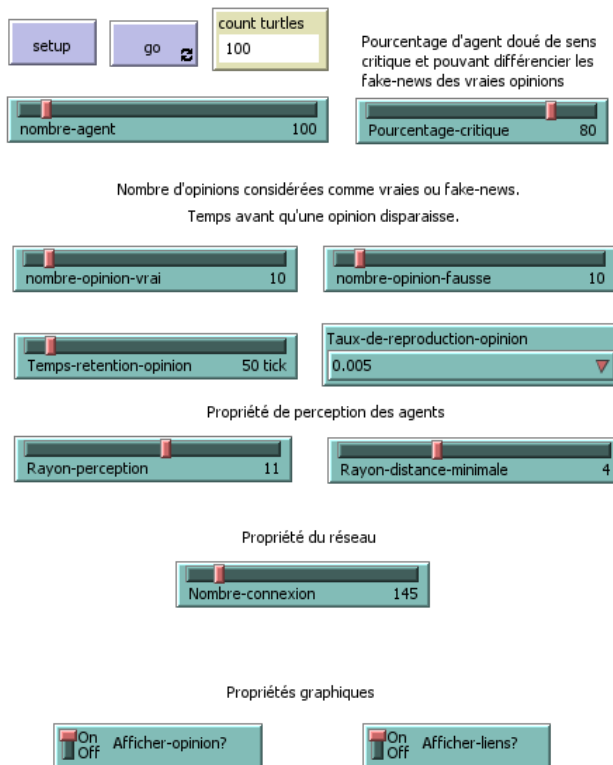


Figure 14 : Paramètres utilisés

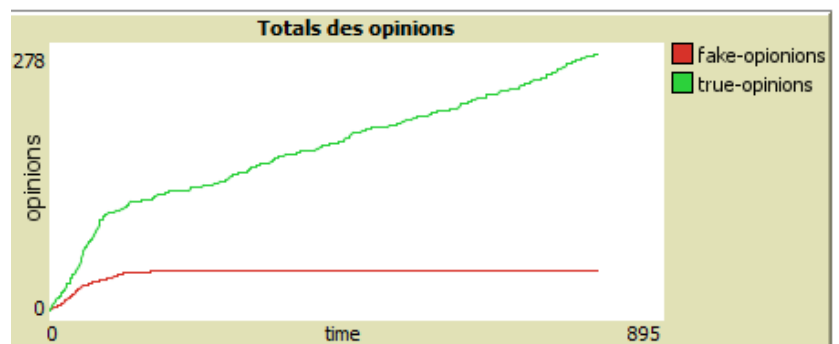


Figure 15 : résultats obtenus

On peut donc en conclure que la présence de modérateur au sein des réseaux sociaux par exemple, si elle est nécessaire et très importante, peut s'avérer très coûteuse puisqu'il faut une présence très élargie pour faire circuler les informations vraies plutôt que les fausses. Et cela est sans compter que le taux de propagation des fake-news est souvent plus important que celui des opinions fondées. Différencier les deux taux de reproduction serait par ailleurs très facilement implémentable au sein de notre modélisation.

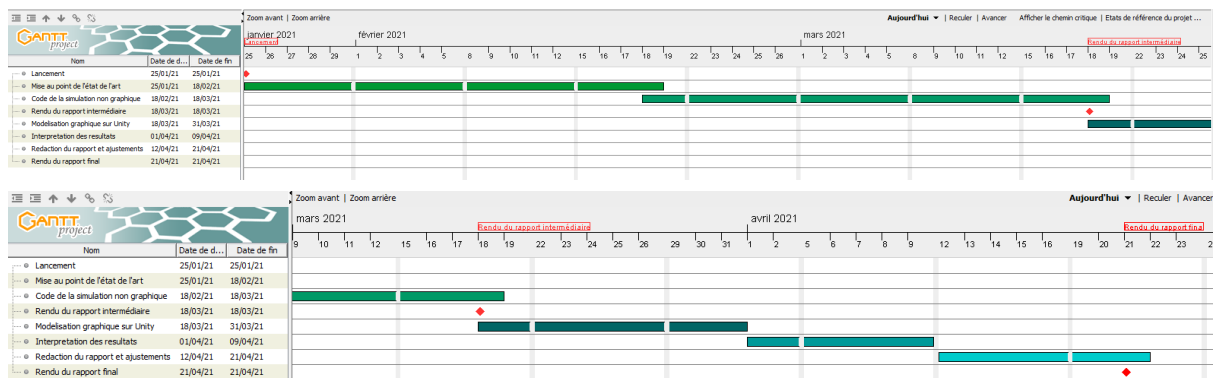


## Cahier des charges - Projet SMAO

# IV- Gestion de projet

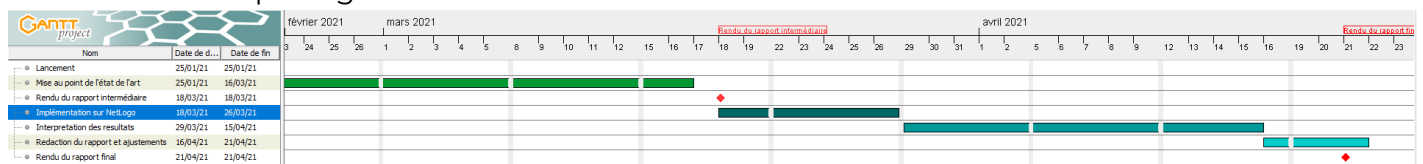
Le projet complet a débuté le 25 janvier 2021 et s'est fini le 27 avril 2021, date de rendu du projet final comprenant le rapport final, les fichiers sources et exécutables et la vidéo de présentation.

Le premier planning était celui ci :



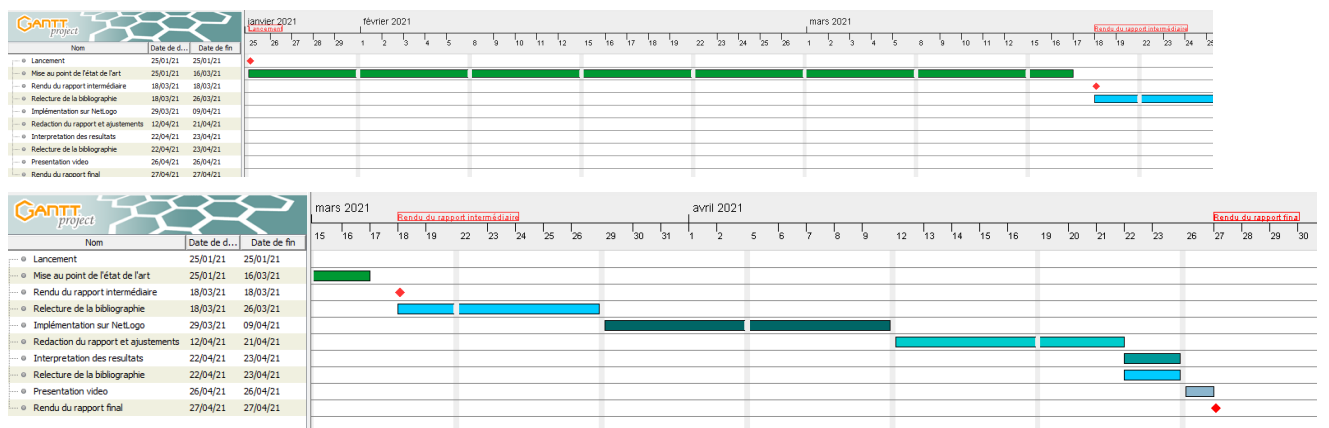
Planning initial

Le second palling était celui ci :



Planning corrigé

Le planning prévisionnel dernier a été bien respecté, nous pouvons le comparer au planning effectif ci dessous :



Planning effectif

## IV- Conclusion et ouverture

Le projet, bien qu'assez difficile conceptuellement parlant, a été très motivant. J'ai apprécié le cercle vertueux de compréhension-motivation. La lecture du livre de J. Ferber a été passionnante et m'a donné à la fois beaucoup de clés conceptuelles et beaucoup de compréhension pratiques des différentes manières d'implémenter les systèmes multi-agents. Certaines phrases sont restées pour moi et il me semble vouloir approfondir les notions d'autonomie, de viabilité, et la synthèse opérer par l'approche multi-agent entre l'approche symbolico-cognitiviste et l'approche connexionniste.

Une lecture annexe que j'ai pu faire et qui m'a particulièrement passionnée portait sur l'implémentation au sein des SMA de la notion de confiance. Faites par (Dimitri Melaye et Yves Demazeau 2004) le modèle faisait le lien entre la notion de capital social, c'est-à-dire les ressources relationnelles, de Bourdieu et les dernières publications de Castelfranchi, chercheur renommé dans le milieu des SMA. La construction d'un réseau de confiance et de relations de pouvoir, des enjeux de dépendance et de rapport aux normes pourrait ainsi être les prochaines étapes plus complexes à implémenter dans ma simulation.