



**FACULTÉ
DES SCIENCES
D'ORSAY**

MASTER 2 RECHERCHE INFORMATIQUE IAC

Module : Systèmes Multi-Agent

*Rapport du projet de simulation
(Simulation du jeu Hunger Games)*

Réalisé par :

Salim Abdelfettah

2013 / 2014

Introduction

Ce rapport est celui d'un projet ayant pour but la simulation multi-agents d'un phénomène social ou autre ainsi que son implémenter sur une plateforme (ici GAMA). Le choix du sujet s'est fait sur le jeu inspiré d'une série de romans et adapté au cinéma intitulé « Hunger Games ». Le jeu ne pouvant être appliqué dans la réalité (contraire à la charte sur les droits de l'enfance), il est alors intéressant de le simuler et d'en analyser les résultats.

La première partie de ce rapport consiste à faire une brève présentation du jeu (Hunger Games), qui s'en suivra deux autres parties consacrées l'une à la modélisation et l'implémentation et l'autre à la calibration, la validation et l'analyse.

I. Présentation du jeu (synopsis)

Dans une Amérique du nord futuriste où 13 états (redéfinies par la suite comme districts) se sont retournés contre les 37 autres, un nouvel état appelé Panem regroupant ces 13 districts est constitué après la période de troubles causée par la rébellion. Pour ne plus avoir à subir de rébellion, la capitale de Panem (le Capitole) oblige les 12 autres districts constituant Panem à jouer chaque année à un jeu qui n'est autre que le Hunger Games.

Au Hunger Games, chaque district envoie un garçon et une fille (âgés entre 12 et 18 ans) participer au jeu. Ces adolescents sont ensuite envoyés dans une arène où ils devront s'entretuer. Une seule règle est appliquée dans le jeu ; un seul survivra.

Pendant le déroulement du jeu, un son ressemblant à celui que fournit un tambour est déclenché avertissant ainsi les participants que l'un d'eux est mort. Des médicaments, de la nourriture ainsi que des armes sont aussi fournis au cours de l'épreuve.

II. Modélisation et implémentation

Le jeu ayant été expliqué, sa modélisation ainsi que l'implémentation du modèle peuvent être présentés.

1- Modélisation

Le modèle consiste en un environnement et quatre types d'agent différents qui sont comme suit :

Environnement

a- Définition

- Spatial uniforme carré de taille $N \times N$ ($N=100$, $N=200$, $N=500$ ou encore $N=1000$)

b- Agents

- 2*12 Agents participants
- 1 agent contrôleur (qui lui-même génère avec de faibles probabilités des agents armes, soins et nourriture)

c- Variables

- Entier, nombre vivants (initialisé à 2*12) : représente le nombre d'agents participant vivants ; à chaque fois qu'un agent participant meurt il décrémente le nombre de vivant de 1

D'autres variables sont utilisés mais seulement dans des buts statistiques (ne sont pas utilisées par les agents dans un contexte exécutif).

Agents

1- Agent participant

a- Objectif

Rester en vie (se nourrir, se soigner si blessure, se cacher, s'en fuir, créer une coalition, tuer les autres participants en utilisant des armes sauf les membres de la coalition ; dans le cas où le nombre de participants vivants est inférieur ou égale au nombre de participants dans la coalition, celle-ci est dissoute).

b- Variables

- Entier, numéro du district : entre 1 et 12
- Couleur : selon le district
- Booléen, male : vrai si garçon et faux si fille
- Forme : selon le sexe
- Position (initialisé aléatoirement) : x, y
- Entier, type : 0 pour ZI (Zero Intelligence), 1 pour prudent, 2 pour peureux, 3 pour agressif et 4 pour intelligent
- Entier, énergie (initialisé à 1000) : bouger donne énergie -3, ne pas bouger énergie -1
- Entier, points (initialisé à 3) : représente l'état de l'agent ; si >0 alors vivant (<3 veut dire blessé) sinon mort ; chaque tir peut le faire diminuer de 1, 2 ou 3 (selon l'arme utilisée)
- Booléen, peut coopérer : représente le fait que l'agent puisse accepter de former une coalition ou non et selon le type de l'agent vrai ou faux

- Booléen, en mode coopération (initialisé à la valeur de mode coopérer) : représente le fait que l'agent est en mode coopératif ou non (si peut coopérer est faux alors en mode coopération est toujours faux)
- Booléen, chef (initialisé à faux) : en cas de création de coalition, représente le fait que l'agent soit le chef ou non
- Liste, mes armes (initialement vide) : peut contenir jusqu'à 3 agents arme ; une fois qu'un agent arme fait partie de la liste d'un agent participant il suit ce dernier (position/location)
- Soins, Mon soins : qui est nil ou un agent soins utilisable (quantité>3) ; dans ce dernier cas l'agent soins suis l'agent participant qui est rattaché à lui (position/location)
- Liste, voisins : contient les agents participant qui sont à une certaine distance (proche) de l'agent (mis à jour à chaque étape)
- Liste, coopération : contient les agents participant qui forment une coalition ; dans ce cas si le chef prend la décision et les autres suivent
- Liste, armes : contient les agents arme qui sont à une certaine distance (proche) de l'agent (mis à jour à chaque étape)
- Liste, soins : contient les agents soins qui sont à une certaine distance (proche) de l'agent (mis à jour à chaque étape)
- Liste, nourritures : contient les agents nourriture qui sont à une certaine distance (proche) de l'agent (mis à jour à chaque étape)

c- Comportement

Le comportement diffère selon le type de l'agent.

➤ Type ZI (Zero Intelligence)

Il se nourrit, se soigne, s'arme et essaye de tuer les autres ce qui est un comportement plutôt attendu. Néanmoins, il se déplace, prend des choses (armes et soins) et utilise les armes de façon totalement aléatoire (contrairement à certains qui choisissent la précision ou l'impact de l'arme). En plus de cela il travaille seul (ne forme pas de coalition).

➤ Type prudent

Il se nourrit, se soigne, s'arme et tir sur les autres s'il le faut. Lorsqu'il est seul, il se déplace de façon à éviter les autres. Il peut accepter de créer une coalition et dans ce cas-ci obéi au doigt et à l'œil au chef. S'il se fait tirer dessus, il riposte et n'accepte plus de former une coalition. Il faut qu'il soit seul (aucun participant autour de lui) pour reconsidérer la possibilité de former une coalition.

➤ Type peureux

Il se nourrit, se soigne mais ne s'arme pas. Lorsqu'il est seul, il ne tir jamais sur les autres et reste immobile tant qu'aucun participant n'est autour de lui et s'enfuit dans le cas contraire. Il peut accepter de créer une coalition et dans ce cas-ci et comme pour le type précédant il obéit au chef. Comme pour le type précédant, s'il se fait tirer dessus il n'accepte plus de former une coalition et il faut qu'il soit seul pour reconsidérer la possibilité de former une coalition.

➤ Type agressif

Il se nourrit, se soigne, s'arme mais son but essentiel est de tuer les autres. Ses choix se font de façon agressive (choisir l'arme ayant le plus grand impact, détruire ce qu'il ne peut prendre avec lui). Comme pour le type ZI, il travaille seul (ne forme pas de coalition).

➤ Type intelligent

Il se nourrit, se soigne s'arme et parcourt l'environnement afin de former une coalition (afin d'éviter à se battre seul et avec beaucoup d'adversaires à la fois ainsi qu'en éliminer le plus possible en ayant du soutien). S'il se fait tirer dessus, il riposte et ne demande plus à former une coalition ou à accepter de former. Il doit être seul pour reconsidérer la possibilité de former une coalition. Ses choix se font de façon plus ou moins intelligente (choisir l'arme ayant la plus grande précision, créer une coalition si possible, s'attaquer à un ou plusieurs adversaires à plusieurs pour plus de chance de survie, ...). S'il est le premier à demander la formation d'une coalition alors il en devient le chef et les autres lui obéissent sinon il obéit à son chef.

d- Interactions

L'agent participant interagit avec les autres agents participant, les agents arme, les agents soin ainsi que les agents nourriture.

En ce qui concerne l'interaction entre agents participant, elle peut être soit :

- dans le but de créer ou d'intégrer une coalition (demande + accord / refus ; en cas de refus tirer)
- un agent participant qui tir sur un autre agent participant
- le chef d'une coalition donnant un ordre aux autres membres de la coalition

En ce qui concerne l'interaction entre un agent participant et un agent arme ou soin, elle est une mise à jour de la position de l'arme ou du soin ainsi que de leur quantité.

En ce qui concerne l'interaction entre un agent participant et un agent nourriture, elle est de nature à détruire l'agent nourriture (après utilisation).

2- Agent Contrôleur

a- Objectif

Générer avec leurs probabilités respectives des armes, des soins et de la nourriture.

b- Variables

- Réel, probabilité de générer une arme
- Réel, probabilité de générer un soin
- Réel, probabilité de générer de la nourriture

3- Agent arme

a- Objectif

Etre utilisé.

b- Variables

- Réel, précision : précision de l'arme ; le succès d'un tir dépend de cette précision
- Entier, distance : la distance à laquelle l'arme peut tirer
- Entier, quantité : nombre de fois où l'arme peut être utilisée (ex. nombre de balles, ...)
- Entier, impact : impact sur la cible (1, 2 ou 3) ; le nombre de points de l'agent participant touché est diminué de ce nombre (en cas de succès)

4- Agent soin

a- Objectif

Etre utilisé.

b- Variables

- Entier, quantité : nombre de fois où l'arme peut être utilisée (nombre de blessure qu'on peut soigner avec)

5- Agent nourriture

a- Objectif

Etre utilisé.

b- Variables

- Entier, énergie : l'énergie qu'il fournit après consommation

2- Implémentation

L'implémentation a été faite sur la plateforme GAMA donnant lieu à une petite interface (figure1) montrant le déroulement de la simulation (assez rapide) ainsi qu'à des graphes qui seront utilisés dans la dernière partie du rapport.

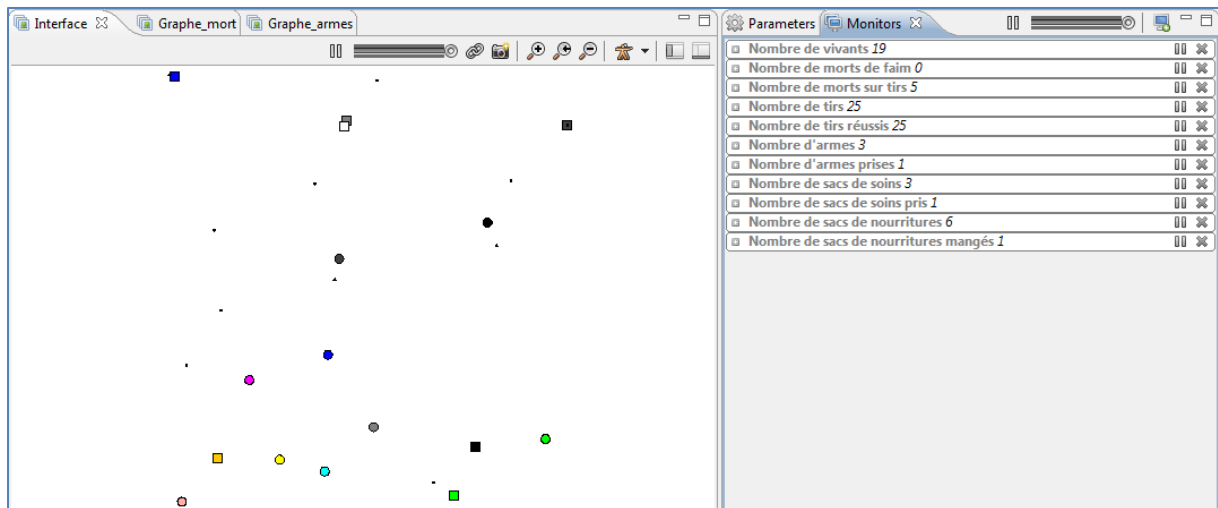


Figure 1 : Interface graphique

III. Calibration, Validation, Analyse

1- Calibration

N'ayant pas de données empiriques sous la main (à rappeler que le jeu ne peut être appliqué dans la réalité ; théoriquement parlant), le choix à faire était de s'autoproclamer expert. Ayant obtenu le rôle d'expert (bien que ce ne soit pas le cas), la définition des variables suivantes ainsi que l'affectation de leurs valeurs s'en suivie :

- La précision par défaut : c'est la précision lors d'un tir si l'agent ne possède pas d'armes ; elle représente la précision en utilisant un objet quelconque (une pierre, un bout de bois, à la main, ...) à une distance assez faible. Elle est définie par une valeur entre 0.8 et 1 (vu que la distance est proche, l'intervalle de valeurs est acceptable)
- L'impact par défaut : c'est l'impact d'un tir si l'agent ne possède pas d'armes ; elle est toujours égale à 1 (une pierre ou un bout de bois même lourd n'ont pas grande chance de tuer d'un coup alors qu'avec 3 coups la chance augmente et de beaucoup)
- Distance de vue : c'est la distance à laquelle un agent participant peut entendre/voir ; définie à 50 (mais peut être changée)
- Distance de parcours : c'est la distance à laquelle un agent participant peut se déplacer à un intervalle de temps : définie à 10 (mais peut être changée)
- Probabilités de génération (armes, soins, nourritures) : vu que ces armes, soins, nourritures ne sont distribuées que très rarement dans le jeu leurs probabilités associées est définie par la valeur 0.05

Le type d'un agent peut être défini à l'avance mais il est de préférence de lui affecter une valeur aléatoire (qui représentera le mieux la divergence de la population).

2- Validation

Pour valider le modèle, plusieurs simulations avec des environnements différents (tailles différentes) ont été effectuées donnant comme résultats les graphes suivants :

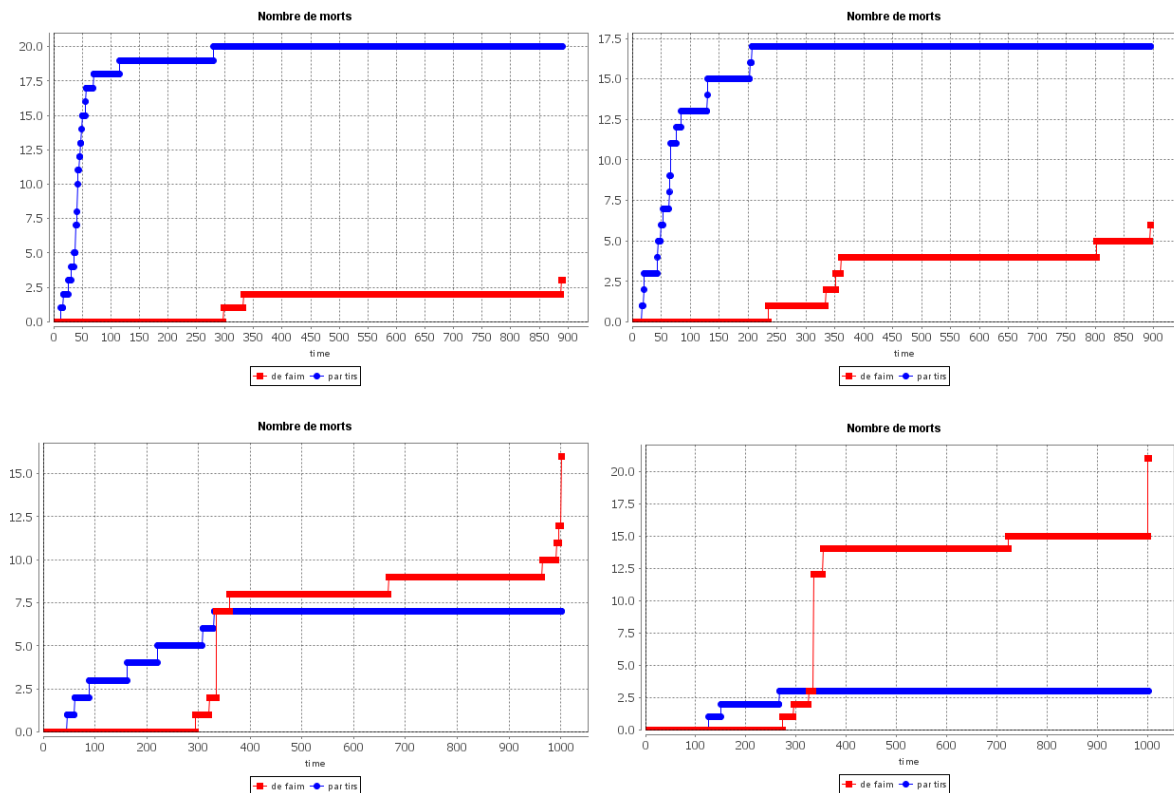


Figure 2 : Simulation sur plusieurs environnements différents

Les graphes sont de gauche à droite et de haut en bas le résultat de simulation sur un environnement de taille 100x100, 200x200, 500x500 et enfin 1000x1000. En bleu, le nombre de morts par tirs et en rouge le nombre de morts par faim.

On peut voir par ces graphes que plus l'environnement est petit et plus le nombre de morts par arme est grand et cela de façon rapide. Cela est bien évidemment logique car les confrontations sont plus fréquentes et quasi directes dans un petit espace (cela est notamment vrai par expérience dans un jeu réseau et plus précisément celui intitulé « Half Life » dans des maps ou cartes de petite tailles où a peine qu'on revient dans le jeu après s'être fait tué, on se fait déjà tirer dessus ; et dans notre cas on ne revient pas après s'être fait tué) ne laissant ni le temps de se soigner ni le temps de s'enfuir.

A l'inverse plus l'environnement est grand moins le nombre de mort par tir l'est. Cela aussi est logique car il y a moins de confrontations dans un espace grand (toujours par expérience du jeu « Half life ») et c'est donc dans le but de trouver les autres (surtout les agents de type ZI et agressif) que certains participants s'épuise à les chercher (car tant qu'il y aura plus d'un survivant le jeu continue) et meurent de faim d'où l'augmentation du nombre de morts par faim. La mort survient moi vite dans les grands environnements car le peu nombre d'adversaires à la fois laisse le temps à un participant de s'enfuir et de se soigner.

On déduit par les graphes obtenus des différentes simulations et par expérience personnel sur un jeu (qui n'est toujours pas la réalité) que le modèle donne des résultats assez bons et semble être correct.

3- Analyse

Plusieurs analyses peuvent être proposées pour ce modèle, parmi elles on retient celle qui simule une population (participants) d'un même type et celle faisant affronter deux types de populations (participants).

Les graphes suivants montrent les résultats de la simulation sur un environnement de taille 200x200 puis 500x500 pour une population (participants) d'un même type et pour tous les types de participant présentés dans la partie modélisation (partie 2.1). En bleu, le nombre de morts par tirs et en rouge le nombre de morts par faim.

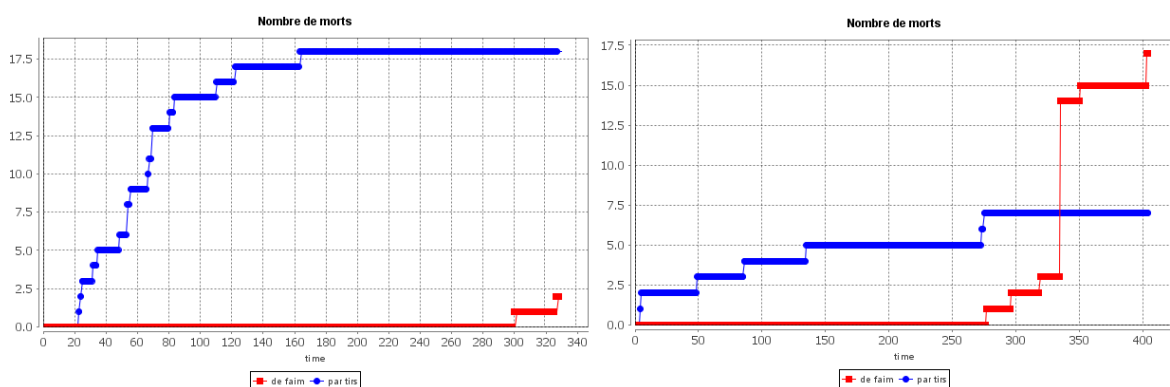


Figure 3 : Résultats de simulation d'une population de type 0 (ZI)

Bien qu'il ne soit pas intelligent, l'agent participant de type ZI en parcourant de façon aléatoire l'environnement trouve des adversaires (du moins dans celui de taille 200x200) et donc élimine beaucoup d'où le grand nombre de mort par tirs dans la première simulation. Par contre, cette manière aléatoire de bouger (et de faire autre choses) ne semble pas jouer en sa faveur dans

de grand espaces (comme nous le montre le graphe à droite qui correspond à un espace de taille 500x500).

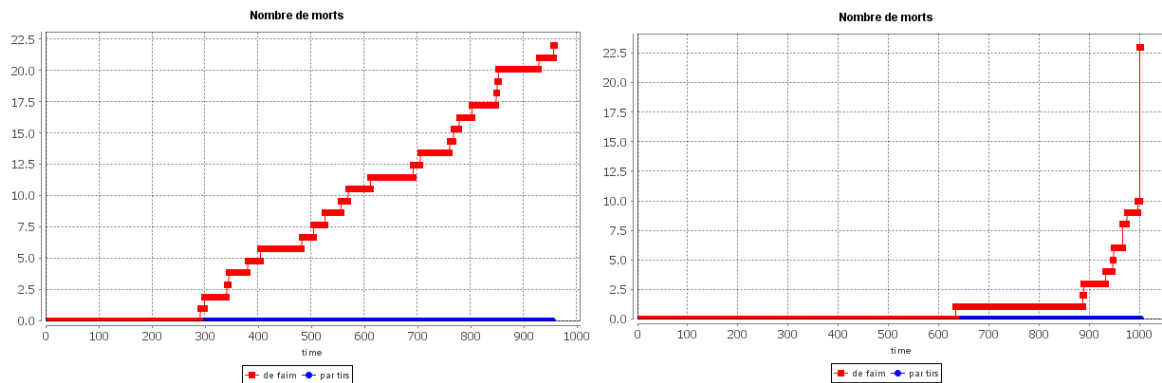


Figure 4 : Résultats de simulation d'une population de type 1 (Prudent)

L'agent participant de type prudent ne recevant pas de tirs ne fait qu'éviter les autres d'où le nombre nul de morts par tirs (aucun participants ne tir sur un autre), mais en voulant éviter il s'épuise et donc meurt de faim. Il meurt plus vite dans un petit espace (comme nous le montre le graphe de gauche) car il doit fournir plus d'effort pour fuir les autres alors qu'il doit en fournir moins dans de grand espace et donc survie plus longtemps (comme nous le montre le graphe de droite).

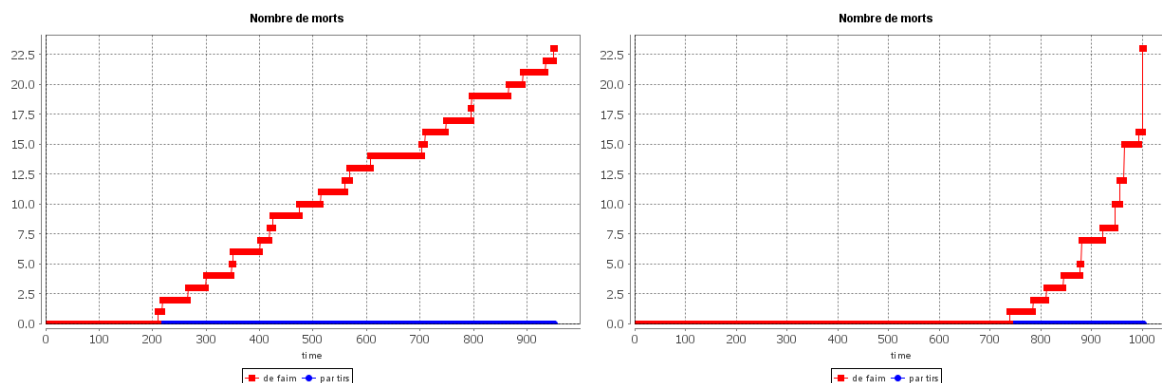


Figure 5 : Résultats de simulation d'une population de type 2 (Peureux)

On remarque que les résultats obtenus pour le type d'agent peureux est presque semblable à celui du type prudent. En effet cela est dû au fait qu'ils ont plus ou moins le même comportement avec des participants qui sont similaires à eux.

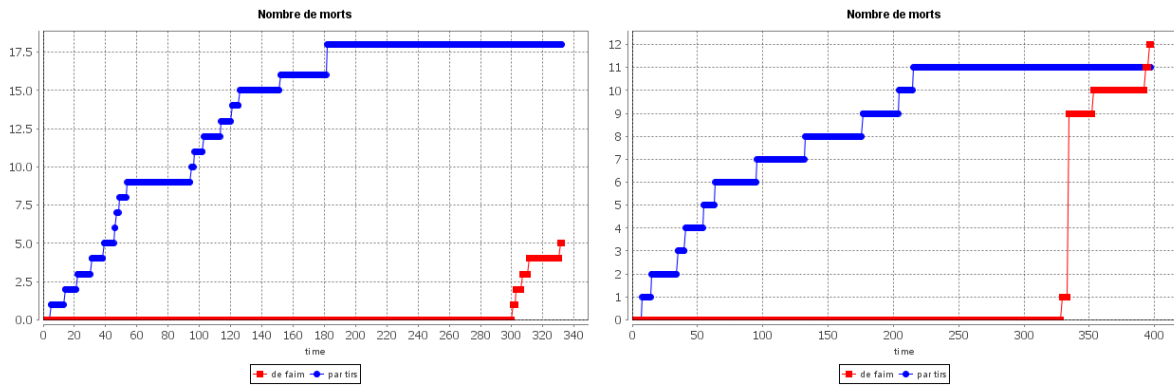


Figure 6 : Résultats de simulation d'une population de type 3 (Agressif)

On remarque que les résultats obtenus pour le type d'agent (participant) agressif dans le cas d'un environnement restreint est presque semblable à celui du type ZI (Zero Intelligence) ce qui nous amène à dire que les deux comportements sont similaires dans ce cas. Par contre et comme souligné précédemment, les grands espaces ne sont pas à l'avantage de l'agent participant de type ZI, ce qui ne semble pas être le cas de l'agent agressif car quand bien même la diminution du nombre de morts par tirs, ce dernier reste élevé.

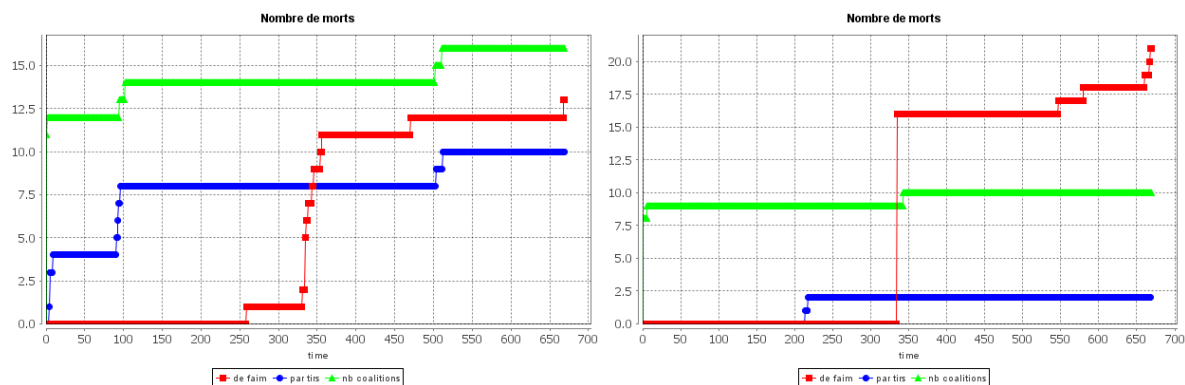


Figure 7 : Résultats de simulation d'une population de type 4 (Intelligent)

En bleu, le nombre de morts par tirs et en rouge le nombre de morts par faim. En vert, le nombre de coalition créée.

Les deux graphes montrent que dès le départ un grand nombre de coalition est créée ce qui fait penser que les confrontations se font en groupes d'où les hausses rapide du nombre de morts par tirs.

Pour l'environnement de petite taille, le nombre de morts par tirs est élevé car les confrontations sont nombreuses et les survivants des affrontements créé à leur tour des coalitions d'où l'augmentation du nombre de coalition après les morts. Les survivants seuls ou en groupes finissent par mourir de faim en s'épuisant à rechercher les autres survivants.

Pour le grand environnement, ni le nombre de morts par tirs ni le nombre de coalition n'est élevé par rapport au petit environnement car les participants étant éloignés les uns des autres, ils se recherchent entre eux et lorsqu'ils se retrouvent crée une coalition mais lorsque celle-ci est créée elle se retrouve rarement nez à nez avec une autre. A la fin tout le monde (presque) finis par mourir de fatigue (faim).

Ayant simulé toutes les types (participant) populations séparément, il est maintenant intéressant de voir les résultats si l'on opposait deux types de populations. Parmi les combinaisons possibles trois d'entre elles serait particulièrement intéressantes.

Les graphes suivants montrent les résultats de la simulation sur un environnement de taille 200x200 puis 500x500 pour des oppositions de types de populations (participants) comme suit : agressif Vs peureux, agressif Vs ZI, ZI Vs Intelligent.

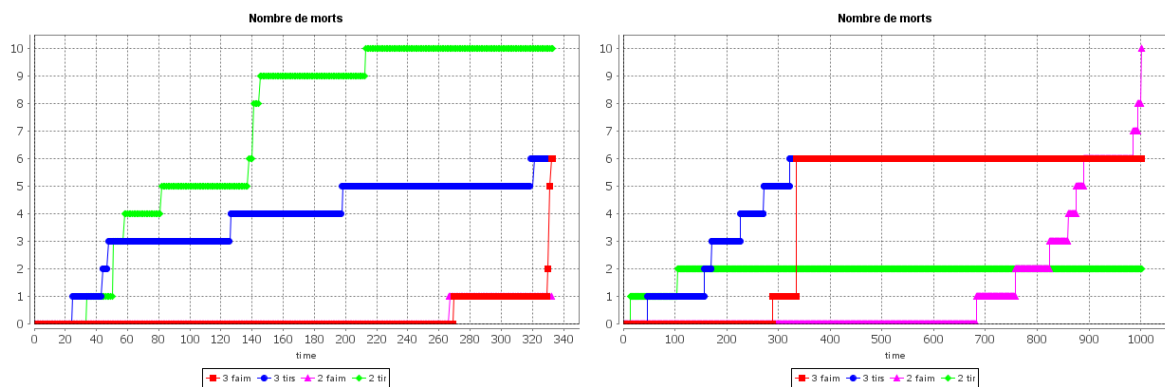


Figure 8 : Résultats de simulation d'une opposition de populations de type 3 (agressif) et 2 (peureux)

En bleu, le nombre de morts par tirs et en rouge le nombre de morts par faim pour le type agressif. En vert, le nombre de morts par tirs et en magenta le nombre de morts par faim pour le type peureux.

Le graphe de gauche montre que lorsque l'espace est restreint les participants de type peureux se font presque tous tuer par les participants de type agressif et ces derniers aussi se tuent entre eux mais ne meurent pas tous ce qui laisse à penser que l'avantage est au type agressif dans ce cas. Le graphe droit quant à lui montre que contrairement au petit espace, le grand espace donne l'avantage au type peureux où le nombre de morts par tirs est très faible alors que celui du type agressif est plus élevé. Une raison à cela pourrait être le fait qu'en s'enfuyant le participant de type peureux se fait moins tiré dessus mais à la fin meurt de faim alors que le participant agressif essuie beaucoup de tirs de par son caractère et s'épuise à chercher les autres participants et donc fini par mourir.

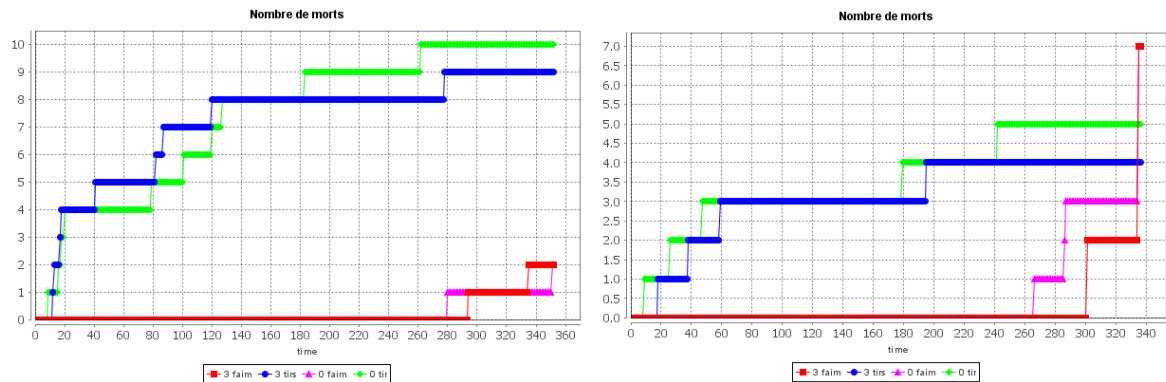


Figure 9 : Résultats de simulation d'une opposition de populations de type 3 (agressif) et 0 (ZI)

En bleu, le nombre de morts par tirs et en rouge le nombre de morts par faim pour le type agressif. En vert, le nombre de morts par tirs et en magenta le nombre de morts par faim pour le type ZI.

Les deux graphes montre que le comportement des deux type (agressif et ZI) donne des résultats presque similaires sauf qu'un léger avantage semble aller pour le type agressif (moins chaotique).

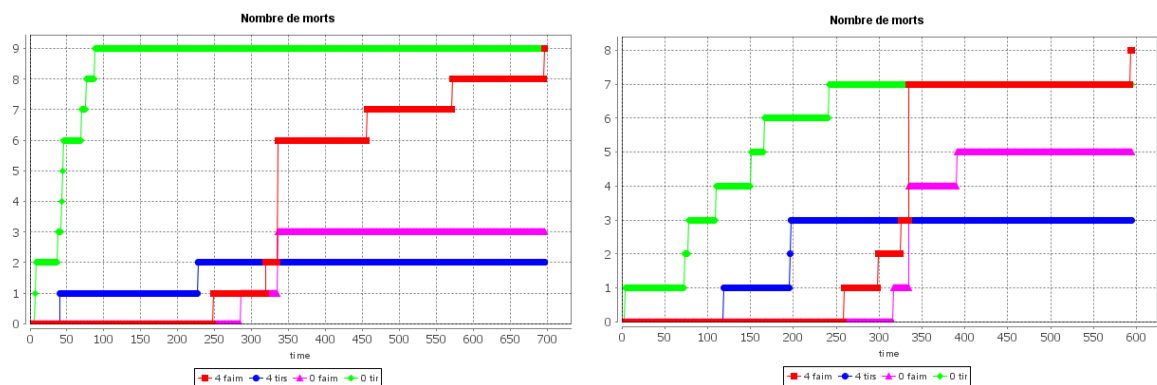


Figure 10 : Résultats de simulation d'une opposition de populations de type 4 (intelligent) et 0 (ZI)

En bleu, le nombre de morts par tirs et en rouge le nombre de morts par faim pour le type Intelligent. En vert, le nombre de morts par tirs et en magenta le nombre de morts par faim pour le type ZI.

Il est clair et sur les deux graphes que le type intelligent domine le type ZI (au vu des comparaisons entre le nombre de morts par tirs). Cela est sûrement dû au fait les participants de type intelligent s'allie entre eux (contrairement au type ZI qui travaillent en solo) ce qui leur donne un avantage (force de frappe). Néanmoins, le fait d'être allié empêche les participants de type intelligent de s'entretuer et finissent par mourir de faim (ce qui est plutôt un inconvénient).

Conclusion

Le modèle présenté et implémenté essaye de simuler le jeu connu sous le son de Hunger Games. Celui-ci semble bien se comporter si l'on ne prend en compte que le comportement attendu car aucune donnée réelle n'existe ce qui a rendu d'ailleurs le sujet intéressant au départ. Malgré le fait de l'absence de ces données, une comparaison peut se faire avec des jeux existant de ce genre (Half Life par exemple) et dans ce cas si on remarque une certaine ressemblance. Etant donné que ces jeux tentent de reproduire la réalité, la ressemblance entre les deux (le jeu et le modèle) implique que le modèle aurait peut-être pu refléter la réalité si celle-ci avait existée.

Bien que le modèle semble bien se comporter, des améliorations ainsi que des ajouts peuvent être fait. En effet l'exemple le plus probant est celui de la coalition et plus précisément où un membre de cette coalition devrait la quitter ou la coalition elle-même devrait carrément être dissoute lorsque l'énergie manque à un ou plusieurs membres. Un ajout pourrait être le fait de s'évanouir pour une raison ou une autre.

On peut donc en déduire que le modèle est encore loin de la réalité mais qu'il réussit comme même à l'approcher.