# I. Introduction

Dans ce projet il est question de systèmes multi-agent (SMA). En informatique, il s’agit d’un domaine de recherche visant à modéliser le comportement d’un ensemble d’agents en interaction avec leur environnement. La partie suivante explique plus en détails les origines et les objectifs de ces modèles.

## 1) Les systèmes multi-agents (SMA)

Comme pour tout modèle, un système multi-agent a pour but de simplifier la complexité d’une situation afin de mieux la comprendre et de pouvoir l’étudier. Cependant, cette simplification ne doit pas nuire à son bon fonctionnement, ni à la qualité des résultats qu’il fournit.

Même si le terme modèle est souvent associé aux mathématiques, il y a des circonstances où la mise en place d’un modèle mathématique ne peut fournir de résultats satisfaisants. Dans ce cas, les personnes qui étudient une situation sont amenées à concevoir des modèles de données associées à un programme informatique afin de traduire au mieux cette dernière.

C’est le cas des systèmes multi-agent. Ces modèles visent à reproduire au mieux le comportement d’un ensemble d’agents qui évoluent dans un environnement et qui sont capables d’interagir avec ce dernier. Un agent est une entité, plus ou moins autonome, apte à prendre des décisions en fonction du contexte dans lequel il se trouve. Un agent peut servir à représenter une gamme très large d’entités allant d’un processus informatique à un être humain par exemple.

La conception d’un SMA soulève en général plusieurs problématiques liées au degré d’intelligence des agents. Ainsi, il faut s’interroger sur la manière dont ils prennent des décisions, sur la manière avec laquelle ils perçoivent leur environnement ou encore sur la manière dont ils peuvent collaborer. Suivant leur comportement, les agents peuvent être classés en catégorie, agents cognitifs ou agents réactifs par exemple. Il est également possible de définir une organisation entre les agents de manière à reproduire une hiérarchie par exemple, des coalitions ou encore des marchés pour simuler le commerce d’objets entre ceux-ci.

Cette introduction montre la richesse et les possibilités qu’offre la mise en place d’un SMA. Cependant, avant de développer un tel système il faut d’abord penser à ce que l’on veut modéliser. La partie suivante a pour rôle d’expliquer au lecteur en quoi consiste ce projet et permet de définir ce qui a été modélisé.

## 2) Présentation du projet

D’une manière générale, l’objectif de ce projet était de concevoir un programme permettant de simuler le développement d’une civilisation primaire dans un environnement donné. Cette idée vient de ce qui se fait dans certains jeux de stratégie en temps réel où le joueur contrôle un ensemble d’unités et doit donner des ordres à celles-ci afin de développer au maximum sa civilisation. Le développement d’une civilisation passe bien entendu par le développement économique de celle-ci mais aussi par le développement militaire. Le joueur doit alors guider ses unités tant sur le plan de la collecte des ressources et de la construction de bâtiments que sur le plan militaire où il doit adopter la meilleur stratégie, afin de vaincre ses adversaires.

Le SMA développé au cours de ce projet reprend quelques-unes des grandes lignes de ce type de jeux. En effet, il a été choisi de se focaliser uniquement sur la partie qui touche au développement économique d’une civilisation. Ce développement est bien entendu lié au cadre spatiotemporel dans lequel la civilisation évolue. Il va de soi que la stratégie de développement économique adoptée par un pays à l’air de la mondialisation n’est pas la même que celle adoptée par l’empire romain plusieurs siècles avant Jésus Christ.

Dans le cadre de ce projet, il a été choisi de faire évoluer les civilisations à une époque plus ancienne que la nôtre. En effet, dans cette simulation les agents doivent être en mesure de collecter des ressources directement accessibles dans leur environnement, comme du bois, de la nourriture ou encore des minerais. Ensuite à partir de ces ressources, ils doivent pouvoir construire des bâtiments, et se multiplier afin de faire croitre leur population. Pour donner un lieu et une époque correspondant à ce contexte on pourrait prendre l’Amérique à l’époque de sa découverte par Christophe Colomb en 1492. A cette époque, les Colomb disposaient du savoir nécessaire pour développer une civilisation assez complexe, le tout sur un territoire quasiment vierge et riche en ressources naturelles.

Si l’on ramène maintenant ce problème au cadre des SMA, le principe du projet est de faire coopérer un ensemble d’agents dans un environnement riche en ressources naturelles. Les agents doivent donc unir leur force afin de collecter des ressources qu’ils mutualisent. L’objectif final de ce système étant que les agents construisent des bâtiments - grâce aux ressources - afin d’accroitre leur population. Du point de vu organisationnel, les agents sont donc structurés en équipe, c’est-à-dire qu’ils travaillent ensemble à la réalisation d’objectifs communs, et qu’ils cherchent à maximiser les intérêts de l’équipe plutôt que leurs intérêts personnels. La simulation prend fin dès lorsqu’il n’y a plus de ressources disponibles dans l’environnement.

Avant de passer à la phase l’analyse, il est nécessaire de définir les outils techniques utilisés pour mener à bien le développement de ce programme. C’est le rôle de la partie suivante qui explique quels langages, quels IDE et autre outils de développement ont été utilisés pour la conduite de ce projet.

# II. Outils et méthodes

## 1) Présentation des outils de développement utilisés

### i) Doxygen

### ii) Github

### iii) Langage C++

### iv) Bibliothèque Qt

## 2) Analyse

### i) Génie logiciel

### ii) Problèmes algorithmiques

## 3) Implémentation

### i) Stratégies des entités actives et des agents

### ii) Algorithme de Pathfinding

### iii) Génération aléatoire de cartes à l’aide d’un bruit de Perlin

# III. Résultats

# IV. Discussion