



جامعة تونس المنار

Université de Tunis El Manar



المدرسة الوطنية للمهندسين بتونس

école nationale d'ingénieurs de Tunis

Département Génie Industriel

## Projet de Fin d'Études

Présenté par

Saadaoui Adnen

Pour l'obtention du

Diplôme National d'Ingénieur en :

Modélisation pour l'Industrie et Services

### Analyse et Visualisation des Réseaux Sociaux

Réalisé à

Institut Pasteur

Soutenu le .. septembre 2017

Devant le Jury :

Président : M./M<sup>me</sup> <PrÃ©nom NOM>

Rapporteur : M./M<sup>me</sup> <PrÃ©nom NOM>

Encadreur Organisme d'accueil : M./M<sup>me</sup> <Pr

Encadreur ENIT : M./M<sup>me</sup> <Pr

Année universitaire 2015/2016

## Acknowledgments

# Abstract

The abstract of the report should have roughly 10 lines long.

**Key Words :** 5 key words

# Table des matières

<b>Table des figures</b>	<b>vi</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>vii</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>viii</b>
<b>1 Graphe et Réseau</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction . . . . .	1
1.2 Notions de base . . . . .	2
1.3 Analyse . . . . .	3
1.4 Visualisation . . . . .	3
1.5 Conclusion . . . . .	3
<b>2 Outils d'analyse et de visualisation des graphes</b>	<b>4</b>
2.1 Introduction . . . . .	4
2.2 Tableau Comparatif . . . . .	4
2.3 Performances . . . . .	4
2.4 Avantages et Inconvénients des outils choisis . . . . .	4
<b>3 Modèle Multi-agents</b>	<b>5</b>
3.1 Introduction . . . . .	5
3.2 Protocol ODD . . . . .	5
3.3 Étude de la diffusion spatiale des Meriones shawi . . . . .	5
3.3.1 Objectif . . . . .	5
3.3.2 Entités, variables d'états et échelles . . . . .	5
3.3.3 Processus et ordonnancement . . . . .	7
3.3.4 Éléments de conception . . . . .	7
3.3.5 Initialisation . . . . .	10
3.3.6 Données d'entrée . . . . .	10

<i>TABLE DES MATIÈRES</i>	v
3.3.7 Sous-modèles . . . . .	10
<b>4 Conclusion générale</b>	<b>11</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>11</b>
<b>5 Annexe 1</b>	<b>13</b>
<b>6 Annexe 2</b>	<b>14</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>15</b>

# Table des figures

1.1	Sept Ponts de Königsberg (source : Wikipédia) . . . . .	2
3.1	M.shawi flow chart . . . . .	8

# Liste des tableaux

3.1	M.shawi . . . . .	6
3.2	Cellule (Grille) . . . . .	6

# Introduction générale

Contexte du Projet :

-L'Obésité :

- Qu'est ce que l'obésité ?
- Pourquoi l'obésité est une maladie dangereuse ?
- Est ce que l'obésité est une maladie transmissible ?
- Quelle est la relation entre l'obésité et les réseaux ?

[L'obésité : définition] En 1997, l'obésité a été reconnue comme une maladie par l'OMS (Organisation Mondiale de la santé) [Risques de l'obésité] [Caractère transmissible de l'obésité] La propagation des maladies transmissibles est l'un des problèmes qui n'a pas encore de solution concrète, peut-être on n'a pas les moyens qui nous permettent d'empêcher/.. la propagation de certains phénomènes, cependant, dans une certaine mesure, on peut les contrôler pour diminuer les dégâts. Généralement le phénomène de propagation n'est pas limité/réservé/lié seulement aux maladies, il y en a d'autres domaines/cas/situations qui vérifient/possèdent la propriété des maladies transmissibles ; les médias sociaux illustrent bien le phénomène de propagation, cette fois-ci ce sont les informations, le buzz et même les émotions qui se propagent/partagent. Pour étudier un tel problème, les graphes peuvent être une bonne méthode de modélisation et par conséquent les réseaux aussi dans le cas d'un problème dynamique qui varie au cours du temps.

Problématique et Objectifs :

Ce projet de fin d'études a comme objectif la création/recherche/ d'une plate-forme qui permet l'analyse et la visualisation des réseaux afin d'en extraire les informations nécessaires pour l'étude d'un problème donné. Souvent les réseaux sont représentés sous forme de tableaux ou matrices, cette présentation est favorable pour la manipulation des données, mais d'un point de vue visuel, il est difficile de suivre l'évolution/variations/changements dans un réseau en se basant seulement sur la lecture des données à partir des tableaux. Donc une représentation graphique des tableaux peut bien répondre au problème, les graphes sont de bons moyens pour faire parler/expliquer/visualiser/ les réseaux. Les outils d'analyse et de visualisations des graphes sont multiple, chaque outil a ses propres



caractéristiques, donc le choix dépend de la nature du réseaux ainsi que ces caractéristiques.



# Chapitre 1

## Graphe et Réseau

### 1.1 Introduction

Le premier problème modélisé par la méthode des graphes est le problème des sept ponts de Königsberg, le mathématicien suisse Leonhard Euler voulait trouver un chemin qui lui permet de faire une promenade dans la ville de Königsberg. Cette promenade doit commencer à partir d'un point donné et revenir au même point en passant une fois et une seule par chacun des sept ponts de la ville. Euler a présenté un article traitant ce problème à l'Académie de Saint-Petersbourg en 1735, ainsi, dans la théorie des graphes, le chemin qui passe par toute arête exactement une seule fois est nommé chemin eulérien ou circuit eulérien si le point de départ est celui d'arrivée. Cette propriété était la première qui caractérise un graphe et après il y avait plusieurs problèmes similaires qui étaient résolus avec les graphes ce qui a engendré d'autres propriétés.

Tandis que les premiers qui ont travaillé sur les graphes étaient des mathématiciens, d'autres disciplines ont profité de cette méthode de modélisation, par exemple le physicien allemand Gustav Kirchhoff a étendu le travail de Georg Ohm pour établir en 1845 les lois de Kirchhoff exprimant la conservation de l'énergie et de la charge dans un circuit électrique ; les nœuds sont modélisés par des sommets, les connexions physiques entre les nœuds sont modélisées par des arêtes et le courant électrique est modélisé par un flot. Par analogie, d'autres problèmes étaient modélisés de la même façon, par exemple l'écoulement des liquides à travers un réseaux de canaux, la circulation dans un réseau routier ou aussi des problèmes de minimisation/maximisation.

Actuellement la théorie des graphes est désormais indispensable dans l'étude des problèmes liés à la notion de réseau, en particulier les réseaux sociaux ; la modélisation des relations entre les individus à travers les graphes et les réseaux a permis de créer des outils qui permettent de mieux comprendre les interactions entre les individus et étudier les

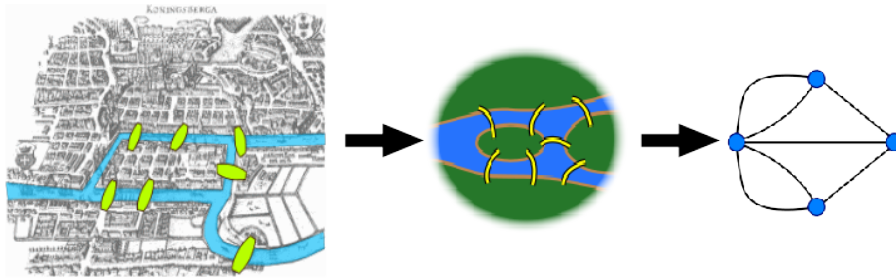


FIGURE 1.1 – Sept Ponts de Königsberg (source : Wikipédia)

phénomènes de diffusion(maladies, rumeurs, sentiments, etc.) ou encore les phénomènes d'influence(idées politiques, normes sociales, marketing, etc.).

En 2008 les réseaux sociaux, particulièrement Facebook, ont joué un rôle prépondérant dans les élections présidentielles des États Unis ; à l'aide de Chris Hugues, l'un des cofondateurs de facebook, Barack Obama a remporté l'élection, il a profité des services de Chris qui a rassemblé un demi-million de militants qui sont devenus des acteurs centraux de la campagne. Depuis les politiciens se sont rendu compte de l'importance de ces espaces virtuels. Pour faire le lien, c'est la théorie des graphes qui permet d'étudier ces réseaux et de déterminer ensuite les individus les plus influents.

*[http : //www.lepoint.fr/presidentielle/reseaux – sociaux – le – nouveau – combat – des – politiques – 20 – 12 – 2016 – 20917563121.php](http://www.lepoint.fr/presidentielle/reseaux-sociaux-le-nouveau-combat-des-politiques-20-12-2016-20917563121.php)*

Comme l'obésité est une maladie à caractère sociale, on peut étudier les réseaux sociaux et les interactions entre les individus pour mieux comprendre le critère social ainsi que les facteurs qui peuvent influencer la propagation de cette maladie et donc on peut mieux choisir les stratégies de lutte contre cette maladie.

Dans ce chapitre nous allons introduire le formalisme des graphes et des réseaux pour comprendre la méthode de modélisation avec les graphes, ensuite nous allons introduire les outils mathématiques d'analyse des réseaux qui nous permettent de calculer certaines mesures de centralité et après nous allons introduire/ préciser/ le rôle de la visualisation dans l'étude des réseaux.

## 1.2 Notions de base

Notions de base : -Définition/Formalisme des graphes/ réseaux : \*Graphe et réseau  
\*Présentation des graphes (matricielle et graphique) \*Propriétés structurelles du graphe/réseau

[Document : Les indicateurs structurels d'un graphe : calculs, visualisation, interactivité]

## 1.3 Analyse

- Etudes des indicateurs et métriques des graphes : \* centralité \* Faire le lien avec les phénomène de diffusion/propagation : \* Micro-finance coursera \*Les réseaux devenus un "truisme" [Barabasi2009]

\*Le réseau internet, réseaux d'amitié, réseaux d'appels téléphoniques, réseaux de collaboration, etc.

\*Phénomène d'achat -> réseau d'influence

\*Transmission d'une maladie infectieuse -> Réseau de contacts de proximité

\*Diffusion d'une rumeur -> Réseau d'amitié

\*Communautés d'individus -> Réseau d'intérêts communs

## 1.4 Visualisation

\* Avantage de la présentation graphique du réseau \* Visualisation des réseaux dynamiques

## 1.5 Conclusion

# Chapitre 2

## Outils d'analyse et de visualisation des graphes

### 2.1 Introduction

### 2.2 Tableau Comparatif

### 2.3 Performances

### 2.4 Avantages et Inconvénients des outils choisis

# Chapitre 3

## Modèle Multi-agents

### 3.1 Introduction

### 3.2 Protocol ODD

### 3.3 Étude de la diffusion spatiale des *Meriones shawi*

#### 3.3.1 Objectif

Modéliser la dynamique spatiale du *Meriones shawi* et déterminer la nature de son mouvement, en tenant compte des contraintes environnementales, et comparer deux modèles de décision, aléatoire et "privilégié", avec le mouvement observé en réalité.

#### 3.3.2 Entités, variables d'états et échelles

— **Agents/individus** Notre modèle est composé par deux types d'agent :

1. Un agent mobile, dans notre cas c'est un rongeur(*la Merione shawi*), qui est décrit par :
  - Le terrier : C'est le point de référence du rongeur autour duquel il se déplace dans un périmètre qui dépend de son poids. Initialement la position du terrier est choisie aléatoirement mais elle change au cours de la simulation.
  - Position : C'est la position du rongeur dans la grille de cellules et/ou par rapport à son terrier.
  - Poids : Le poids est fixé aléatoirement, il définit d'autres paramètres comme le rayon de la zone de recherche et la vitesse de déplacement.

- Rayon de recherche : Il est fixé dès le début de la simulation et dépend du poids de l'individu. Il caractérise la région de déplacement/recherche.
- Recherche : Elle caractérise la capacité du rongeur à découvrir des nouveaux terrains(cellules).
- Information : Les données de terrain disponibles chez le rongeur. Peut être représentée sous-forme d'une matrice.

TABLE 3.1 – M.shawi

Variable	Unité
Terrier	(x,y)(ligne, colonne)
Position	(x,y)(coordonnées % au terrier)
Poids	g(gramme)
Rayon de recherche	m/cellule
Recherche	Vecteur vitesse

2. Un agent fixe ; L'environnement, dans lequel sont situés les agents mobiles, est composé d'une grille à cellules représentant les caractéristiques du terrain ainsi que les positions des terriers des rongeurs. La cellule est décrite par les variables suivantes.
  - Urbain : Une variable booléenne, on va supposer que les rongeurs ne s'installent pas dans les milieux urbains.
  - Nature de sol : Il faut indiquer la nature du sol parce qu'elle présente un critère dont le rongeur tient compte, généralement il favorise les sols qui sont facile à creuser comme le sable et il déteste les terrains couverts d'eau.
  - Densité de plantes : C'est le nombre de plantes par unité de surface, les plantes représentent la principale source d'alimentation pour les rongeurs, leurs densités dans chaque cellule changent au cours de la simulation.

TABLE 3.2 – Cellule (Grille)

Variable	Unité
Urbain	Bool (oui/non)
Nature de sol	Sable, standard, argile, eau
Densité de plantes	plantes/hectare



- **Unités spatiales** : La surface d'une cellule est fixée à (.ha/ .m x .m). La grille est sous forme d'une matrice (.x.)
- **Unités de temps** : Chaque pas de temps présente une période d'un(e) heure/ jour/ semaine.
- **Environnement** : Parmi les contraintes/variables on trouve l'humidité, la température, la précipitation, la saison de récolte
- **Collections/GROUPES**. Jusqu'à ce stade là, on n'a pas observé un comportement lié spécialement à un groupe d'individus

### 3.3.3 Processus et ordonnancement

Le rongeur est initialement au **repos**, donc il est à l'origine (terrier) qui est fixé aléatoirement au début de simulation. Ensuite il va **explorer** le terrain ,en se déplaçant, " aléatoirement " ou dans une direction privilégiée, dans un périmètre donné autour de son terrier. S'il arrive à collecter les informations de 95% du périmètre, il **change** son terrier en choisissant la meilleur position. Après il continue l'exploration, s'il trouve une ressource, il va s'arrêter (rester dans la même cellule) et commencer à **manger**. Tant qu'il existe une ressource d'alimentation, il continue à manger sinon il continue à explorer.

*Ordre de processus du rongeur* : Explorer, Manger et Changer le terrier.

En ce qui concerne les cellules de la grille, les rongeurs vont influencer la densité végétale. Pour éviter les cas de désertification on va ajouter un facteur de "cultivation", donc on doit préciser quelles sont les terres (cellules) cultivées et ensuite imposer un taux d'augmentation de la densité végétale.

*Ordre de processus de la cellule (terrain)* : Augmentation de la densité végétale grâce aux efforts de "cultivation", Diminution de la densité végétale à cause des rongeurs.

Comment doit-on modéliser le temps alors que les événements ne se font pas à la même échelle/grandeur du temps ?

### 3.3.4 Éléments de conception

- Principes et Hypothèses :
  - H1 : On fait l'hypothèse que le rongeur doit se déplacer dans un périmètre donné autour de son terrier, l'étendu du périmètre dépend de son **poids**, donc le terrier (pas forcément le même terrier) représente le point de départ et le point d'arrivé dans chaque cycle de simulation.
  - H2 : On fait l'hypothèse que le rongeur a deux états ; soit qu'il se déplace à une vitesse qui dépend de son **poids**, soit qu'il est fixe pour manger ou pour creuser

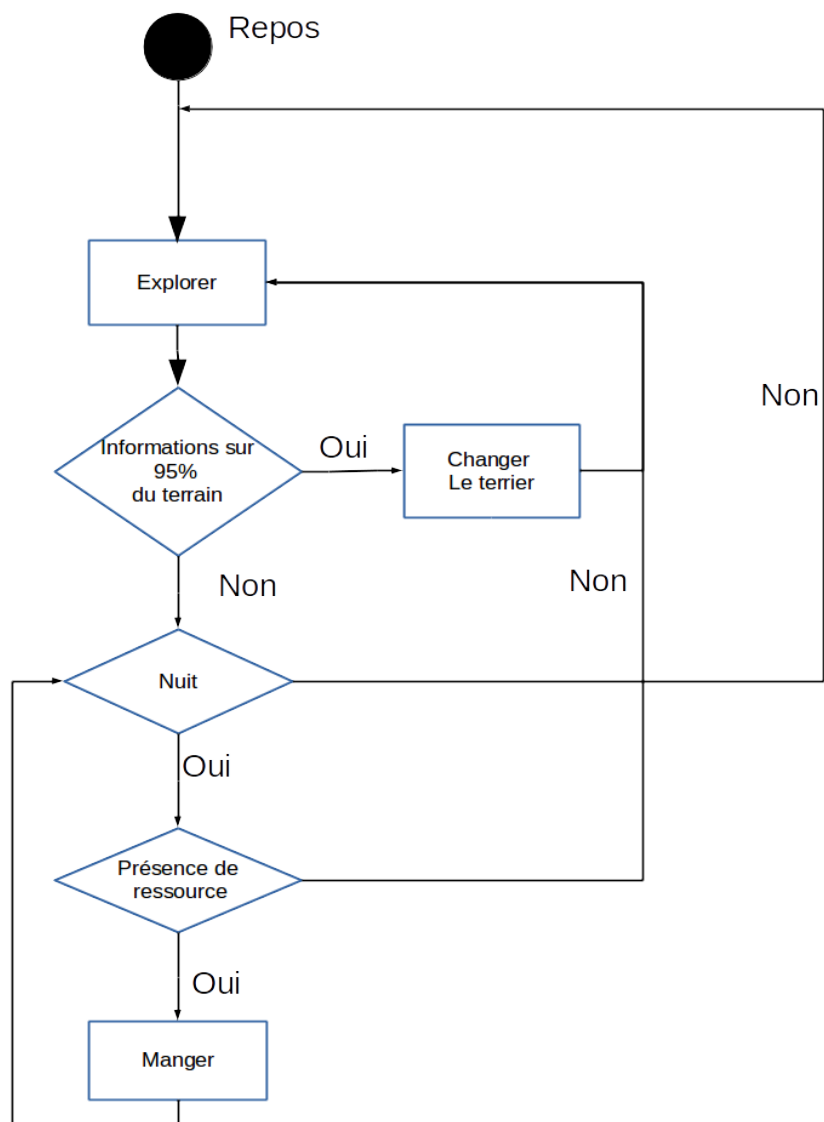


FIGURE 3.1 – M.shawi flow chart

un nouveau terrier.

— H3 : Les poids des rongeurs sont fixés aléatoirement.

— H4 : La recherche d'un terrain pour creuser un nouveau terrier se base sur trois critères :

1. Nature du sol : Sable, argile, standard ou eau. Le rongeur préfère les terrains qui sont facile à creuser.

2. Distribution des ressources : Le rongeur va s'installer proche des ressources alimentaire.

3. Densité des rongeurs : On va imposer une marge de tolérance au dessus de laquelle le rongeur ne peut pas s'installer.

— Émergence : On observe un phénomène de propagation/diffusion dans le mouvement des rongeurs.

— Adaptation

— Objectifs

— Apprentissage

— Prédiction

— Perception : Les rongeurs ont la capacité de percevoir les ressources alimentaires à proximité/distance.

Les cellules savent l'existence des rongeurs surelles pour calculer leur densité

— Interaction : On néglige l'interaction entre les individus, la compétition et la présence d'autre type des rongeurs (Exp : *Psammomys obesus*). Si le rongeur trouve une ressource alimentaire il peut en consommer.

— Stochasticité : On interprète le déplacement des individus d'une zone à autre d'une manière probabiliste. On suppose que l'individu migre vers une zone voisine dont l'index (l'information sur le terrain) est plus grand.

— Coopération :

— Observations : Dans chaque zone, on note la densité des rongeurs, la densité végétale et la nature de sol.

L'affichage principal du simulateur est une carte affichant les caractéristiques du terrain(nature de sol, densité végétale, terrier etc...) ainsi que les rongeurs. Cet affichage est mis à jour à chaque pas de temps permettant de visualiser la dynamique de déplacement.

### 3.3.5 Initialisation

### 3.3.6 Données d'entrée

### 3.3.7 Sous-modèles

- Collecte d'informations :  $Note = Note_{ressource} + Note_{sol} + Note_{dens}$ .

$$Note_{ressource} = 0.6 * R_1 + 0.3 * R_2 + 0.1 * R_3, R_{i=1,2,3} \in \{0, 1\}$$

$Note_{sol}$  est fixée selon le type du sol.

$$Note_{dens} = -\alpha \frac{Nb_{rongeurs}}{surface}$$

- Marche à direction privilégiée : Soit  $u_i$  position de l'individu  $i$  à l'instant  $t$ ,  $u_i^t = (x_i^t, y_i^t)$ . À chaque pas de temps l'individu effectue un déplacement  $(\delta_x, \delta_y)$ ,  $u_i^{t+1} = (x_i^t + \delta_x, y_i^t + \delta_y)$  avec  $\sqrt{(x_i^t + \delta_x - x_{i0})^2 + (y_i^t + \delta_y - y_{i0})^2} < R^2$ , où  $(x_{i0}, y_{i0})$  est la position du terrier du rongeur  $i$ , et  $R$  est le rayon de la zone de recherche.

$\delta_x, \delta_y \in [-Pas_{max}, Pas_{max}]/0$  où  $Pas_{max}$  est le pas maximal que peut effectuer le rongeur dans chaque direction. Le choix de  $\delta_{x,y}$  dépend du mode de la marche, si elle est aléatoire les cas possibles seront équiprobables, et dans le cas où la marche est à direction privilégiée, les probabilités dépendent de la disponibilité des ressources dans les cellules voisines. Comment choisir  $\delta_{x,y}$ ? (Somme des Gaussiennes)

- Mise à jour des ressources :  $R = R + R_{prod} - R_{con}$

Ressource produite :  $R_{prod}$  peut être le nombre de plantes produites à chaque pas de temps.

Ressource consommée :  $R_{con} = \sum Q_i$ ,  $Q_i$  est la quantité/nombre de plantes consommée(s) par le rongeur  $i$  à chaque pas de temps.

## Chapitre 4

## Conclusion générale

# Bibliographie

# Chapitre 5

## Annexe 1

# Chapitre 6

## Annexe 2



# Bibliographie