

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Mohamed El Bachir El Ibrahim de Bordj
Bou Arreridj Faculté des Mathématiques et d'Informatique
Département d'informatique



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme

Master en informatique

Spécialité: Ingénierie d'informatique décisionnelle

THEME

Simulation Du Modèle De Ségrégation De Schelling

Présenté par:

MOHAMADI WALID

AMMAR BOUDJLELE ZAKARIA

Soutenu publiquement le:

Devant le jury composé:

.....	.....	Université de BBA	Président
.....	.....	Université de BBA	Examineur
.....	.....	Université de BBA	Examineur
.....	.....	Université de BBA	Encadreur

Promotion : 2021/2022

Remerciements

Au terme de ce travail, Nous tenons à exprimer nos profondes gratitude dans un premier temps, à nos chers parents pour leurs patiences, leurs innombrables sacrifices et pour le incessant soutient depuis nos naissance. Avant d'entamer ce rapport, nous profitons de l'occasion pour remercier tout d'abord à tuteur PROFESSEUR BOUZIANE ABDEL RAOUF le remercions également pour son aide et ses conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il nous a apporté lors des différents suivis, Et la confiance qu'il nous témoignait. Nous adresse aussi nos vifs remerciements aux membres des jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

WALID et ZAKARIA

Dédicace

On dédie ce modeste travail de fin d'étude à : Ceux qu'on aime le plus au monde, à mes très chers parents qui nous ont apporté leur soutien, dans les moments difficiles avec un tant d'amour et d'affection et qui ont souffert sans se plaindre afin qu'on atteigne ce niveau, que le bon Dieu leur accorde une longue vie. A toute ma famille, qui nous ont toujours encouragés et soutenu dans les moments les plus durs, on vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, vous protège et vous garde. A mes chers Amis, pour leurs aides sans limites et leurs présences permanentes, à nos côtés, leurs soutiens et compréhension, que Dieu le tout puissant les protège et les gardent.

WALID et ZAKARIA

Résumé

Dans les années 1970, Thomas C. Schelling a proposé un modèle pour expliquer le lien entre ségrégation spatiale et préférences individuelles. Par des simulations, il a cherché à montrer que des niveaux élevés d'isolement pouvaient être le résultat collectif de décisions individuelles qui étaient loin d'être conçues pour parvenir à un tel isolement. Cependant, cet mémoire montre que le niveau d'isolement atteint s'explique entièrement par les contraintes structurelles du modèle. Une faible demande individuelle de s'entourer des mêmes voisins conduit à un faible isolement collectif, tandis qu'une forte demande conduit à un fort isolement. Compte tenu de la loi du hasard et de ce que chacun souhaite réellement, le niveau d'isolement correspondant à un certain seuil de satisfaction personnelle n'est pas surprenant.

Mots clés: *raisons sociales, Le modèle de Schelling*

Abstract

In the 1970s, Thomas C. Schelling proposed a model to explain the link between spatial segregation and individual preferences. Through simulations, he sought to show that high levels of global isolation could be the collective result of individual decisions that were far from designed to achieve such isolation. However, this thesis shows that the level of isolation reached is entirely explained by the structural constraints of the model. A weak individual demand to surround oneself with the same neighbors leads to a weak collective isolation, while a strong demand leads to a strong isolation. Given the law of chance and what everyone really wants, the level of isolation corresponding to a certain threshold of personal satisfaction is not surprising.

Keywords: *social reasons, Schelling's model*

ملخص

في السبعينيات ، اقترح توماس سي شيلينغ نموذجًا لشرح الرابط بين الفصل المكاني والتفضيلات الفردية. من خلال عمليات المحاكاة ، سعى إلى إظهار أن المستويات العالية من العزلة يمكن أن تكون نتيجة جماعية لقرارات فردية كانت بعيدة عن أن تكون مصممة لتحقيق مثل هذه العزلة. ومع ذلك ، توضح هذه الأطروحة أن مستوى العزلة الذي تم التوصل إليه قد تم تفسيره بالكامل من خلال القيود الهيكلية للنموذج. يؤدي الطلب الفردي الضعيف على إحاطة نفسه بنفس الجيران إلى عزلة جماعية ضعيفة ، بينما يؤدي الطلب القوي إلى عزلة قوية. بالنظر إلى قانون الصدفة وما يريده الجميع حقًا ، فإن مستوى العزلة المطابق لعتبة معينة من الرضا الشخصي ليس مفاجئًا.

الكلمات المفتاحية: الأسباب الاجتماعية ، نموذج شيلينغ

TABLE DES MATIERES

I. Chapitre 1 : Introduction Générale 1

I.1 Contexte.....1

I.2 Problématiques1

I.3 Méthodologie et Résultats1

I.4 Organisation de mémoire.....2

II. Chapitre 2 : Modèle de ségrégation de schelling.....4

II.1 Introduction.....4

II.2 Le modèle de Schelling4

II.3 Définition de modélisation de ségrégation5

II.4 Présentation du modèle de schelling5

II.5 Comment fonctionne le modèle6

II.6 Comment évaluer le modèle ?8

II.7 Article initiale de Schelling.....8

II.8 Préférences des modèles de simulation9

II.9 Simulation.....10

 II.9.1 Les présupposés du modèle de Schelling Modéliser 12

 II.9.2 Une tendance spontanée au mélange..... 15

II.10 Conclusion.....17

III. Chapitre 03 : Modèle de ségrégation de schelling pour les réseaux sociaux 20

III.1 Introduction20

III.2 La manifestation de l'apartheid dans les réseaux sociaux21

III.3 Model de ségrégation de schelling pour les réseaux sociaux.....22

 III.3.1 la densité 24

 III.3.3 L'utilité..... 25

 III.3.4 Dynamique 26

 III.3.5 Le Gain D'un Noend..... 27

III.4 Comment se fait la recherche d'un nouvel voisinage satisfaisant ?27

 III.4.1 effets de réseaux 28

 III.4.2 Effets de réseau comme externalités. 28

III.4.3 L'économie sans réseau	29
III.5 Conclusion	30
IV. Chapitre 04 : Implimentation DeNetlogo	32
IV.1 Introduction.....	32
IV.2 Environnement d'implémentation	32
IV .2.1 La procédure move-unhappy-turtles	38
IV .2.2 La procédure de find-new-spot.....	38
IV.2.3 La procédure update-turtles.....	39
IV.2.4 La procédure de update-globals.....	40
IV.3 Conclusion	41
V. CONCLUSION GENERALE.....	43
VI. BIBLIOGRAPHIE	44

Liste des figures

Figure II-1: Agents placés au hasard dans la grille	6
Figure II-2 : Satisfait car $\frac{1}{2}$ (50%) voisins sont X	7
Figure II-3 : Insatisfait car seulement $\frac{1}{4}$ (25%) des voisins sont X	7
Figure II-4 : Agents insatisfaits marqués d'un *	8
Figure II-5 : Tous les agents mécontents relocalisés	8
Figure II-6: Séquences d'animation et tendances de ségrégation par cibles de contact coethnique .	12
Figure III-1 : les différentes structures spatiales testées par Fagiolo et al. (2007). Error! Bookmark not defined.	
Figure III-2 : LA SIMULATION DANS LES PATCHES	23
Figure IV-1 interface de netlogo.....	33
Figure IV-2 représenter l'espace de travaille et le modèle de paramètre	34
Figure IV-3 : présentation de les boutons et slider	35
Figure IV-4 : code de setup	36
Figure IV-5 : code de'' go''	36
Figure IV-6 : fenêtre de editeur slider '' population ''.....	37
Figure IV-7 code de déclaration de slider ''population''	37
Figure IV-8 :interface de début de simulation	37
Figure IV-9 : code de la procédure move-unhappy-turtles.....	38
Figure IV-10 : code de la procédure find-new-spot	38
Figure IV-11 : code de la procédure update-turtles	40
Figure IV-12 : code de la procédure update-globals	40
Figure IV-13: résulta de simulation	41

Liste des tableaux

Table III-1	Voisinage locale	25
Table III-2	Algorithme Int Utilité (Noeud, I, Type)	26
Table III-3	Algorithme Double utilité (tab-fentre, type-agent)	26
Table III-4	Algorithme void dynamique (noeud i , tab-fenetre).....	27
Table III-5	Algorithme double gain (noeud i , type , α).....	27

Chapitre I :

Introduction Générale

I. Chapitre 1 : Introduction Générale

I.1 Contexte

La simulation est un outil qui permet aux chercheurs de comprendre la complexité inhérente des systèmes sociaux. En développant un programme informatique simple, il est possible de comprendre comment le système gère l'équilibre sans superviseur, grâce à l'interaction de ses membres. La simulation facilite l'étude des processus dynamiques (tels que l'apprentissage ou la concurrence). Par exemple, il permet au chercheur qui l'utilise de prêter attention aux concepts d'instabilité ou d'irréversibilité. Par conséquent, l'expérimentation *in vitro* est une alternative difficile aux expériences de vie en sciences sociales, voire impossible au niveau de l'entreprise.

I.2 Problématiques

Schelling a étudié comment construire des villes à travers des blocs de quartier. propose l'hypothèse que de petites préférences pour certains types de voisins (basées sur la couleur de la peau, la classe sociale ou d'autres critères) pourraient conduire à des blocs de quartier ségrégués. En d'autres termes, l'isolement est possible sans désir personnel d'isolement (Schelling, 1971).

I.3 Méthodologie et Résultats

La fonctionnalité que n'importe qui peut reproduire en utilisant des matériaux simples disponibles.

Je suppose que les tortues sont globalement divisées en deux groupes ; Adhésion de tous Durable et reconnaissable. Tout le monde est censé s'intéresser à la couleur des tortues qui vivent parmi eux et sont capables de remarquer combien d'oranges et de bleus occupent une parcelle de terrain. Chaque tortue a un emplacement spécifique à un moment donné ; Et chacun est capable de bouger s'il n'est pas satisfait du mélange de couleurs où il se trouve. Les nombres d'orange et de bleu, et leurs préférences de couleur, Je vais mettre les limaces au hasard. MaisL'idée générale est clairement démontrée par la répartition des scories le long de la ligne.

Une certaine fascination pour le processus lorsqu'il apparaît dans le modèle linéaire.

I.4 Organisation de mémoire

Chapitre II: présente les notions de base de la simulation de ségrégation par le modèle de tomas schilling en présentant comment fonctionné le modèle et comment évaluer le modèle schilling et Préférences des modèle schelling

Chapitre III: Nous avons introduit des algorithmes liés aux lois par lesquelles les tortues se déplacent conformément aux règlements (densité , utilité ,utilité globale ,Dynamique , le gain d'un noend)

Chapitre IV: on a présenté notre proposition de jeux de netlogojeux de vie et on a modélisé et implémenté notre modèle dans le simulateur netlogo

Chapitre II :

Modèle de ségrégation de schelling

II. Chapitre 2 : Modèle de ségrégation de schelling

II.1 Introduction

Dans ses recherches sur le problème de la ségrégation de schelling, Thomas Schelling a proposé un modèle dans lequel les préférences individuelles ne se reflètent pas dans les préférences collectives, en d'autres termes, même les gens ne veulent pas être majoritaires dans la communauté, donc ils ne sont pas ségrégationnistes, mais Espérer simplement ne pas être trop minoritaire créera de la ségrégation. Pour ces raisons, le modèle de Schelling est devenu le modèle le plus populaire de comportement d'auto-organisation.

II.2 Le modèle de Schelling

Prenez un échiquier (une matrice 8×8) et placez-y des pions de deux genres différents. Vous avez là une représentation d'une aire urbaine où se côtoient deux populations. Ce pourrait être des riches et des pauvres. Pour représenter un tel clivage, disons que nous allons répartir des pions noirs et blancs sur l'échiquier. Au départ, ces pions sont rangés alternativement pour représenter l'intégration la plus parfaite possible entre deux communautés. Schelling ajoute ensuite une règle de déplacement des pions : les individus déménageront si, parmi leurs voisins immédiats, un tiers ou moins sont de même couleur qu'eux. En sens inverse, ils seront satisfaits et ne déménageront pas si, parmi leurs voisins immédiats, strictement plus d'un tiers est de couleur identique. Cette règle du tiers peut sembler assez souple. On ne peut pas dire que les individus recherchent la ségrégation ; ce n'est qu'à partir du moment où chacun souhaite être majoritaire que la ségrégation est véritablement visée. En deçà, certaines minorités peuvent s'accepter et le mélange des deux communautés reste possible. Dans la situation de départ alterné (avec coins vides), tous les individus sont satisfaits de leur voisinage. Schelling effectue alors une petite perturbation. Il commence par retirer au hasard 12 pions blancs et 12 pions noirs, puis il remet 12 pions au hasard, la couleur de chacun étant choisie aléatoirement (il y a donc finalement 52 pions et 12 cases vides).

Cette perturbation suffit le plus souvent à engendrer un peu d'insatisfaction et les pions concernés seront alors déplacés au hasard vers des cases vides jusqu'à ce que l'on atteigne un nouvel équilibre où tous seront satisfaits en regard de la règle du tiers. Dans ces

conditions, le résultat est surprenant : des quartiers noirs et des quartiers blancs apparaissent sans que personne ne le veuille réellement – du moins, à ce qu’il semble. Comme l’illustre la figure 1, il y a au final, après tout ce processus de migration, une forte ségrégation. réessayez plusieurs fois de jouer à ce jeu et vous aboutirez probablement à chaque fois à une forte ségrégation [1].

Situation de départ	Situation d'arrivée
. N B N B N B .	. B B . B B B B
N B . B N B . B	B B N B B B B B
B N . N B N B N	B N N N B . B B
N B N B . B N B	N . N B . B B B
B N B N B N B N	. N B B B N . B
N B N B . . N B	N . N B N N N .
B N . N B N B N	. N N N N N . N
. B N . N B N .	. N N N N N N N N

(Les insatisfaits sont en gras)

Figure II-1: Un exemple d'évolution vers la ségrégation

II.3 Définition de modélisation de ségrégation

Le modèle de ségrégation spatiale proposé par Thomas C. Schelling dans les années 1970 suggère un effet anormal : une ségrégation forte peut être le résultat collectif de décisions individuelles non dirigées contre cette ségrégation. Nous allons traiter d'un phénomène presque spontané. Une inspection minutieuse du modèle nous a permis d'identifier pas moins de quatre biais qui ont affecté les résultats.[2]

II.4 Présentation du modèle de schelling

Commençons par revoir à quoi ressemblait ce modèle dans la dernière version donnée par Schelling en 1978. Prenez un échiquier (une matrice 8x8) et placez-y deux pièces différentes.

Vous avez ici une représentation très stylisée d'une zone urbaine où deux populations vivent côte à côte. Cela pourrait être catholique et protestant, riche et pauvre, ou toute autre division. Pour représenter une telle division, disons que nous assignerons des pièces noires et blanches sur le plateau. Initialement, les pièces étaient disposées en alternance pour représenter l'intégration la plus parfaite entre les deux communautés.[3]

II.5 Comment fonctionne le modèle

Le modèle de Schelling va maintenant être expliqué avec quelques modifications mineures. Supposons qu'il existe deux types d'agents : X et O. Les deux types d'agents peuvent représenter différentes races, ethnies, statuts économiques, etc...

Deux populations des deux types d'agents sont initialement placées dans des emplacements aléatoires d'un quartier représenté par une grille. Après avoir placé tous les agents dans la grille, chaque cellule est soit occupée par un agent, soit vide comme indiqué ci-dessous.

X	X	O	X	O
	O	O	O	O
X	X			
X	O	X	X	X
X	O	O		O

Figure II-1: Agents placés au hasard dans la grille

Nous devons maintenant déterminer si chaque agent est satisfait de sa localisation actuelle. Un agent satisfait est celui qui est entouré d'au moins A% d'agents qui lui ressemblent. Ce seuil A est celui qui s'appliquera à tous les agents du modèle, même si en réalité chacun peut avoir un seuil différent dont il est satisfait. Notez que plus le seuil est élevé, plus la probabilité que les agents ne soient pas satisfaits de leur emplacement actuel est élevée.

Par exemple, si $A = 30\%$, l'agent X est satisfait si au moins 30% de ses voisins sont également X. Si moins de 30% sont X, alors l'agent n'est pas satisfait et il voudra changer de localisation dans la grille. Pour la suite de cette explication, supposons un seuil A de 30%. Cela signifie que chaque agent peut être minoritaire tant qu'il y a au moins 30% d'agents similaires dans les cellules adjacentes.

L'image ci-dessous (est en haut) montre un agent satisfait car 50% des voisins de X sont également X ($50\% > A$). Le X suivant (est en bas) n'est pas satisfait car seuls 25% de ses voisins sont X ($25\% < A$). Notez que dans cet exemple, les cellules vides ne sont pas comptées lors du calcul de la similarité.

X	X	O	X	O
	O	O	O	O
X	X			
X	O	X	X	X
X	O	O		O

Figure II-2 : Satisfait car $\frac{1}{2}$ (50%) voisins sont X

X	X	O	X	O
	O	O	O	O
X	X			
X	O	X	X	X
X	O	O		O

Figure II-3 : Insatisfait car seulement $\frac{1}{4}$ (25%) des voisins sont X

Lorsqu'un agent n'est pas satisfait, il peut être déplacé vers n'importe quel emplacement vacant de la grille. N'importe quel algorithme peut être utilisé pour choisir ce nouvel emplacement. Par exemple, une cellule sélectionnée au hasard peut être choisie, ou l'agent peut se déplacer vers l'emplacement disponible le plus proche.

Dans l'image ci-dessous (est en haut), tous les agents insatisfaits sont suivis d'un astérisque. L'image (II-4) montre la nouvelle configuration après que tous les agents insatisfaits ont été déplacés au hasard vers des cellules inoccupées. Notez que la nouvelle configuration peut rendre insatisfaits certains agents auparavant satisfaits

X	X*	O	X*	O
	O	O	O	O
X	X			
X	O*	X	X	X
X	O	O		O*

Figure II-5: Agents insatisfaits marqués d'un *

X		O		O
O	O	O	O	O
X	X	X		X
X		X	X	X
X	O	O	O	

Figure II-6: Tous les agents mécontents relocalisés

Tous les agents mécontents doivent être déplacés dans le même tour. Une fois le tour terminé, un nouveau tour commence et les agents insatisfaits sont à nouveau déplacés vers de nouveaux emplacements dans la grille. Ces rondes se poursuivent jusqu'à ce que tous les agents du quartier soient satisfaits de leur emplacement. [4]

II.6 Comment évaluer le modèle ?

Pour pouvoir évaluer l'isolement obtenu en fin de partie, Schelling a introduit une fonction d'utilité qui prend 1 si l'individu est satisfait, et 0 sinon. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour calculer l'isolement, comme le calcul des "mouvements" individuels satisfaisants ou des distances parcourues après chaque partie, la taille des "clusters" de groupe obtenus, le nombre de tours joués.[2]

II.7 Article initiale de Schelling

Définir le modèle global puis mets en évidence quelques phénomènes observés sur

le modèle linéaire « bande » qui sont:

- 1) l'existence d'une configuration finale où la majorité des individus sont satisfaits.
- 2) quelque soit la taille du voisinage, on obtient toujours en final des alternances entre groupe d'individu du même type.
- 3) lorsqu'un type d'individu est minoritaire, ce dernier tend à être de plus en plus ségrégationniste, autrement dit plus un groupe d'individu est minoritaire moins il y aura des clusters minoritaires. [2]

II.8 Préférences des modèles de simulation

La simulation du modèle de Schelling existe depuis longtemps. Les premiers modèles étaient simples et directs, mais les progrès de la puissance de calcul permettent maintenant d'utiliser des méthodes de simulation pour explorer comment les résultats résidentiels changent à travers une variété d'entrées de modèles de plus en plus complexes et réalistes. Par exemple, un modèle récent combine les rôles de plusieurs types de préférences, du statut urbain et démographique et de l'inégalité entre les groupes dans le statut socio-économique.

Une caractéristique de base des modèles d'agents est l'utilisation de contextes de théorie de jeu. Dans la simulation standard à deux groupes, les agents peuvent être ouverts à vivre dans des quartiers mixtes et ne cherchent qu'à éviter d'être en minorité. Cependant, les mesures qu'ils prennent pour atteindre cet objectif — c'est-à-dire passer d'une région où leur groupe est minoritaire à une région où il est d'au moins la moitié — modifient le mélange couleur dans les deux endroits d'une manière qui précipite d'autres mouvements. Le quartier qu'ils quittent devient moins attrayant pour les membres de leur groupe et le quartier qu'ils entrent devient moins attrayant pour les membres de l'autre groupe. Au fil des itérations successives, des quartiers homogènes émergent.

la recherche non expérimentale rend difficile l'évaluation des effets de différents facteurs sur la ségrégation dans les complexes réelles. Par conséquent, il y a eu un débat controversé entre ceux qui se concentrent sur le rôle de la distance sociale et des

préférences comme forces explicatives potentielles dans la création de la séparation, et ceux qui invoquent les effets de la discrimination en matière de couleur. Étant donné que ni l'un ni l'autre des groupes ne peut établir d'évaluations empiriques des effets des préférences ou de la discrimination, les travaux récents ont mis l'accent sur la position logique des explications fondées sur la distance sociale; « Est-il raisonnable de considérer l'hypothèse selon laquelle différence de couleur et la dynamique des préférences pourraient générer et maintenir des niveaux importants d'isolement en l'absence de discrimination[5].

II.9 Simulation

Les simulations de ségrégation mettent en œuvre des règles comportementales simplifiées au sein d'une structure urbaine déterminée et examinent les résultats résidentiels qui en découlent pour mieux comprendre comment les dynamiques sociales peuvent façonner les réalités que nous observons dans les villes.

Le modèle schelling que nous utilisons fonctionne d'une manière similaire à tous les modèles d'agent, mais avec des capacités plus grandes que la plupart des simulations précédentes de dynamique résidentielle. En bref, il crée des unités de logement de qualité variable et les place à des endroits résidentiels à travers la ville. Il remplit ensuite cette ville virtuelle avec des ménages de différents statuts socioéconomiques (revenus) et les distribue aléatoirement aux unités de logement.

La ségrégation dans la ville ne reflète donc au départ qu'un écart aléatoire par rapport à une distribution uniforme. Pendant les simulations, les ménages se déplacent selon les règles du modèle en faisant des choix résidentiels guidés par trois préoccupations de préférence distinctes et indépendantes : les objectifs pour la qualité du logement, les objectifs pour le revenu du quartier et les objectifs pour la composition ethnique du quartier.

Le programme calcule les scores de ségrégation pendant les simulations afin que des

évaluations quantitatives et qualitatives des tendances de ségrégation puissent être faites sur la base de représentations graphiques de la distribution des logements urbains.

Nous présentons les d'expériences de simulation conçues pour explorer les implications de la préférence de couleur dans plusieurs ensembles de situations similaires à celles discutées précédemment. Pour simplifier, nous considérons le cas avec trois groupes - bleu, rouge et vert - et même les proportions de la population (34%, 33% et 33%, respectivement).

En outre, tous les ménages de tous les groupes ont une préférence pour un logement de qualité (par rapport à ce qu'ils peuvent se permettre) et une préférence pour vivre dans une zone à revenu intermédiaire supérieur. Les familles accordent un poids égal aux trois préférences, de sorte que les objectifs concernant la composition de la région ne sont que l'un des nombreux objectifs importants qui influencent les décisions de localisation de la famille.

La famille voit le quartier en fonction de la zone locale en forme de losange qui comprend 40 unités de logement dans quatre déplacements majeurs de l'unité de logement focale. Les ménages évaluent la composition du quartier et le revenu moyen en fonction de la population vivant dans la région. A l'instar des aires urbaines réelles, les villes bénéficient d'un fort gradient de qualité de l'habitat périurbain, les logements sociaux étant concentrés en centre-ville. De plus, la ville compte un groupe à revenu élevé (bleu) et deux groupes à faible revenu (rouge et vert), dont le revenu moyen est inférieur de 30 % au revenu moyen du groupe à revenu élevé.

Le gradient de logement entre les villes et les banlieues a créé une ségrégation socio-économique importante, mais il a eu peu d'effet sur la ségrégation raciale. Lors de l'initialisation, les deux groupes à faible revenu sont relativement concentrés, mais l'isolement global par rapport au groupe à revenu élevé n'est pas important.

Nous présentons un exemple de simulation représentatif dans (Figure II-6), chaque ligne correspondant à une expérience de simulation, et contient une série d'images illustrant la répartition des logements dans la ville en quatre points de l'expérience. La ségrégation peut être observée visuellement lorsque des ménages de différentes couleurs (c'est-à-dire bleu, rouge et vert) sont rassemblés dans un paysage urbain. De plus, un indice quantitatif de séparation a été calculé pour chacune des trois comparaisons possibles entre les deux groupes. Les scores sont tracés dans le graphique à droite de la figure. La ségrégation socioéconomique est vue visuellement en fonction des ménages à revenu élevé représentés

dans des tons plus foncés et des ménages à faible revenu dans des tons plus clairs. Par conséquent, les zones centrales sont plus claires et les zones périphériques plus foncées. La ségrégation socioéconomique n'est pas notre principal objectif, nous avons donc omis les résultats quantitatifs pour économiser de l'espace.[6]

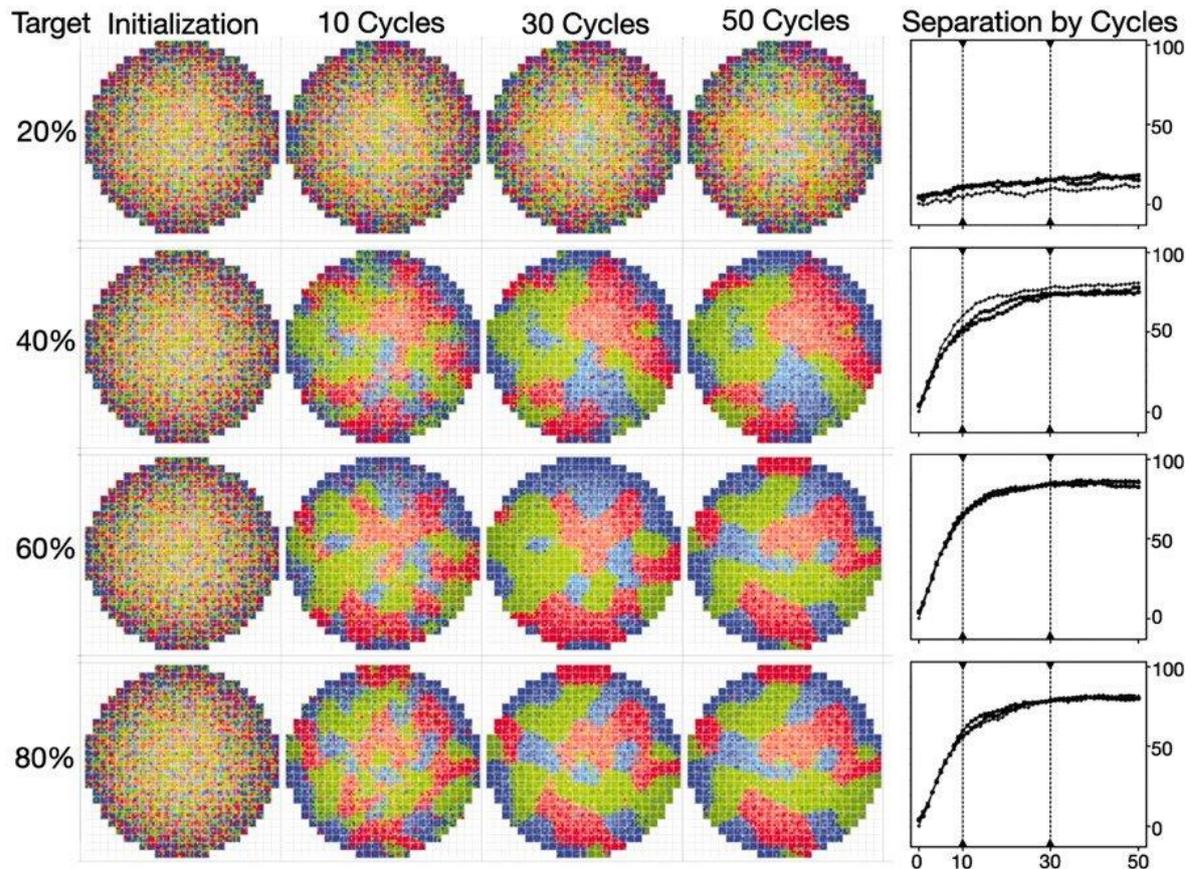


Figure II-7: Séquences d'animation et tendances de ségrégation par cibles de contact coethnique [6]

II.9.1 Les présupposés du modèle de Schelling Modéliser

Il met toujours en lumière un phénomène particulier avec une réalité satirique. Cependant, quelques écueils et précautions sont à éviter avant d'appliquer telle ou telle explication proposée par le modèle de Schelling à la réalité. [7]

II.9.1.1 Il faut pouvoir distinguer précisément les intentions prêtées aux acteurs

Dans le modèle de Schelling, un individu a en moyenne 4,7 voisins et le nombre de voisins le plus fréquent est 3, 4, 5 ou 6, ce qui correspond aux seuils minimaux requis pour $2/3$, $2/4$, $2/5$ et $3/6$ menant, Comme nous pouvons le voir, la tolérance moyenne effective est de 0,50. Il faut croire que les gens sont assez tolérants (34%) alors qu'en fait la plupart d'entre eux passeront à autre chose jusqu'à devenir majoritaires.

Pour démontrer l'effet Schelling, il est nécessaire de construire un modèle avec plus de voisins pour mieux simuler les intentions des participants en distinguant effectivement les situations dans lesquelles les participants sont peu intolérants et les situations dans lesquelles ils sont fortement intolérants. Sinon, une faible intolérance est attribuée à tort à des acteurs très intolérants, et le fait d'obtenir un isolement élevé n'est pas contradictoire, mais le résultat de défauts de modélisation.

Dans un modèle de type Schelling, il existe plusieurs manières d'augmenter le nombre de voisins (Laurie, Jaggi, 2003). Mais le résultat allait toujours dans le même sens, que l'effet « paradoxe » disparaissait. Incidemment, dans tous les cas, ce que nous entendons par intolérance effective semble être l'information vraiment pertinente dans de tels modèles, et non le seuil théorique de Schelling. [7].

II.9.1.2 Il faut toujours prêter attention aux conditions initiales d'un modèle

Les conditions initiales du modèle peuvent entraîner des écarts importants par rapport à l'effet de modélisation global. En toute rigueur, il faut partir des conditions initiales les plus neutres. L'idée a été formalisée dans la théorie des probabilités que le point de départ qui doit être préservé est le point de départ le moins informatif (Jaynes, 2003). C'est là que nous commençons par choisir le hasard et Schelling choisit un point de départ bien précis : la quasi-alternance.

Différences entre les simulations basées sur le point de départ sélectionné. Pour une faible intolérance, les décollements résultants sont en moyenne plus faibles lorsque le démarrage est quasi-alterné. Puis, à partir du fameux seuil du tiers, l'isolement moyen devient similaire quel que soit le point de départ. L'impression que l'isolement

augmenterait fortement à partir du troisième seuil ne s'explique pas par un « fork catastrophique », mais au contraire, la situation de quasi-alternance est rompue à partir de ce seuil. Parfait. Loin de la « main invisible » qui établit l'isolement à partir d'un certain seuil, le modèle explique la disparition de l'état initial instable (quasi-alternance) que Schelling a construit de sa propre main. Avec une telle longueur d'avance, les règles du jeu de Schelling ne nécessitent même pas un isolement accru. Même un mouvement purement aléatoire peut entraîner une augmentation similaire.

Lorsque les points de départ sont quasi-alternés et que le seuil d'intolérance est effectivement bas, la ségrégation finale est encore très faible et proche de la ségrégation initiale. En effet, il suffit parfois d'un ou deux gestes pour plaire à tout le monde. Vient ensuite la dépendance aux conditions initiales qui empêche de tirer des conclusions générales du modèle. Le principe ergodique consiste en fait à ignorer les conditions initiales, considérant que la dynamique finit par supprimer toute spécificité associée au point de départ : dans ces conditions, seules les caractéristiques communes du problème comptent. Mais ici, ce n'est pas le cas. Il existe des dépendances de chemin, nous devons donc tenir compte de la spécificité historique. [7]

II.9.1.3 Il faut se demander si ce que le modèle a négligé est négligeable

Le modèle ignore toujours certains phénomènes, il est donc nécessaire de se demander si ce qui a été négligé était négligent par rapport au résultat proposé par le modèle. Une hypothèse implicite du modèle de Schilling est qu'une personne complaisante ne bouge jamais. En d'autres termes, le processus de migration n'est pas seulement une marche sélective minimale, qui exige seulement une transition d'une situation insatisfaisante à une situation satisfaisante par quelque voie que ce soit, mais en même temps une marche sélective qui impose d'éventuels mouvements différents entre les pions. Tout quartier complètement homogène n'a aucune perspective de voir ses habitants partir. Les physiciens se réfèrent à ce phénomène comme ils l'entendent (Vinkovic, Kirman, 2006). Il faut noter que ce phénomène d'intolérance est un phénomène moteur qui explique les déviations de l'équilibre stable. Ce sont des situations ou des situations transitoires dans un équilibre stable (c.-à-d. des cas dans un équilibre instable, une petite oscillation est suffisante pour rétablir l'équilibre du système). Le modèle de Schilling crée ainsi un

équilibre constant à l'aide d'une règle dont la portée reste implicite : la règle de ne jamais bouger des personnes satisfaites. Une telle règle, pour utiliser une image, conseille à un cuisinier de mélanger une pâte pâteuse sans toucher les blocs et trouve surprenant que les blocs n'ont pas disparu, mais a grandi après le mélange.

Cette règle implicite explique que la ségrégation finale des échiquiers obtenue par la méthode de Schelling pour un départ aléatoire est légèrement supérieure à la ségrégation calculée dans la première partie (qui délivrait les statistiques correspondant aux propriétés statiques du jeu). Cependant, les résultats diffèrent très peu.

Le modèle de Schelling néglige donc les mouvements effectués pour des raisons autres que l'intolérance. Cela semble parfaitement anodin, mais il n'en est pas ainsi pour les conclusions de son modèle. Compte tenu de ces autres déplacements, on observerait spontanément la disparition de quartiers homogènes qui ne sont que des formations transitoires. La conclusion de Schelling est donc très fragile car, en arrière-plan, il arrête le film au moment où, par accident, des quartiers homogènes se sont formés. Ce qu'il a négligé dans son modèle n'est pas négligeable, mais au contraire a son importance pour les conclusions mêmes de son modèle. [7]

II.9.2 Une tendance spontanée au mélange

La ségrégation urbaine a de nombreuses causes politiques, économiques et sociales. Et ces causes doivent être considérées comme structurant l'espace sur le long terme compte tenu de la lente évolution du paysage urbain et de l'attachement des habitants à leur quartier et à ceux qui l'habitent. Cela signifie que la ségrégation urbaine est un phénomène qui s'explique facilement par un seul facteur. Dans le choix d'une famille pour habiter un quartier, les revenus du ménage pèsent certes, mais aussi la proximité d'une bonne école pour les enfants ou ect... Autant de critères de choix auxquels on peut encore ajouter la proximité des grands-parents, la connaissance du quartier, les infrastructures publiques comme les transports en commun, la présence d'une crèche, l'animation ou la notoriété du quartier, etc. Et, aussi, l'éventuel désir d'un entre-soi socio-économique ou socio-ethnique.

Le modèle de Schelling a été un grand succès car il semblait parfaitement illustrer l'idée qu'on n'obtient pas toujours au niveau collectif ce que chacun vise. La ségrégation urbaine

était considérée comme un effet involontaire d'un comportement modérément raciste. Jusqu'à récemment, certains chercheurs (Fossett, 2006) soutenaient, à la suite de Schelling, qu'aux États-Unis les grands ghettos pouvaient naître de faibles intentions individuelles intolérantes alors que d'autres chercheurs montraient au contraire que les niveaux de ségrégation dans ce pays étaient tels qu'ils pouvaient ne s'expliquer que par des attitudes individuelles fortement discriminatoires, même si elles sont plus voilées aujourd'hui (Massey, Denton, 1993 ; Yinger, 1995). Dans ce débat, le modèle de Schelling a semblé tomber au bon moment pour expliquer qu'il y a encore de la ségrégation dans des sociétés qui sont généralement de plus en plus tolérantes ou qui se jugent. Mais c'est un peu court, et les sciences sociales doivent prendre au sérieux l'application de leurs modèles. Il ne suffit pas qu'un modèle montre un effet, encore faut-il que le modèle soit pertinent et non attribué à tort à un phénomène donné.

Prenons par exemple le cluster de Paris. Le travail d'Edmund Pretzel (2006 ; 2016) permet de relier les discours dramatiques des médias et des politiques sur le développement de l'apartheid, qui ne parlent que de ghettos, de fractions, voire d'apartheid. Diverses attitudes de genre dominant la zone urbaine, socialement, économiquement, racialement et ethniquement, mais ces attitudes n'attirent pas l'attention du public. Il y a bien des quartiers où l'apartheid progresse un peu, notamment parmi la population aisée en quête d'indépendant à Neuilly-sur-Seine ou dans le 16^e arrondissement de Paris, mais ce n'est pas exactement la tendance générale. De même, il existe de nombreuses zones où la race et l'ethnicité sont fortement ségréguées, mais ce sont clairement des zones d'entrée pour les immigrants, et depuis les «brake rooms», vous pouvez voir que ces zones ethniquement et racialement ségréguées se sont ensuite étendues au reste de la communauté. Sur ce point on peut citer longuement Préteceille (2016 :43) : Quant à la ségrégation ethno-ethnique, nous avons vu qu'elle a globalement diminué. Cela n'empêche pas, comme dans le cas de la ségrégation socio-économique, la promotion de conditions locales à forte concentration d'immigrés : en 2008, il y avait 412 IRIS dans l'agglomération parisienne, où tous les immigrés étaient originaires du Maghreb, Afrique subsaharienne et Asie. Et les Français de souche à Dom-Tumm représentent plus de 50 % de la population locale, contre seulement 223 en 1999. Mais si l'écart général entre eux s'est atténué par rapport aux Français de souche, c'est parce qu'en dehors de ces quartiers, ces les immigrés sont plus

mêlés aux Français Et ceux qui vivent dans les quartiers où ils sont localement majoritaires ne représentent que 24 % du groupe total, donc plus des trois quarts d'entre eux résident dans des quartiers où ils sont minoritaires. Par conséquent, la suggestion que tous les immigrants résident dans des ghettos d'immigrants est également assez offensante ici. Partant d'un espace organisé, on constate que le sens général est le sens du mélange et non l'inverse. Ceci est conforme au principe d'entropie selon lequel on produit généralement spontanément des turbulences, du bruit et de la pollution, et au contraire, cela demande ou demande un effort particulier contre la pollution. Le modèle de Schelling nous induit en erreur en nous invitant à constater qu'il est naturel d'inverser cette tendance générale. Au contraire, les sciences sociales ne doivent pas se contenter de ce genre d'explication. Lorsqu'un ghetto ou une zone fortement ségréguée apparaît, il y a des causes réelles, qui doivent être investiguées empiriquement pour trouver l'explication pertinente. [7]

II.10 Conclusion

Pour conclure, deux points doivent tout d'abord être soulignés. le modèle de Schelling est souvent cité comme cas exemplaire du paradigme de l'individualisme méthodologique. Voici un cas où des individus rationnels produisent un résultat collectif qui dépasse les visées de chacun. Il faut toutefois être précis. L'individu schellingien n'est pas rationnel. Dès qu'il est insatisfait, il part, mais il part n'importe où et, éventuellement, pour pire ! Une exigence individuelle faible conduit à une ségrégation collective faible et une exigence forte conduit à une ségrégation forte. Le lien entre les deux est tout simplement linéaire. Schelling soutient l'argument selon lequel même un niveau modeste d'intolérance peut piéger les individus dans une société hautement ségréguée . Comme on peut le voir, l'isolement lui-même est modéré lorsque l'intolérance est vraiment légère, et nettement élevé lorsque l'intolérance est élevée .

Chapitre III :

**Modèle de ségrégation de schelling pour les
réseaux sociaux**

III. Chapitre 03 : Modèle de ségrégation de schelling pour les réseaux sociaux

III.1 Introduction

La coopération et les conflits dans les réseaux sociaux sont au cœur de nombreuses questions sociales et politiques contemporaines, y compris la gouvernance commune, la politique sur le changement climatique et le développement économique. Il est particulièrement important de souligner la tendance bien connue des liens de réseau à se concentrer entre les acteurs qui sont semblables les uns aux autres en ce qui a trait à certains attributs clés, un phénomène que nous appelons « proximité des attributs ». La proximité des attributs est un indicateur important de la ségrégation au sein d'un réseau social, car elle signale des communautés étroitement unies d'acteurs homogènes et peut renforcer les divisions entre groupes disparates. Ces types de réseaux ont été observés dans une grande variété de contextes, y compris divers exemples, comme la ségrégation fondée sur la race et le sexe dans les réseaux d'amitié du secondaire et la ségrégation fondée sur les valeurs et les croyances dans les réseaux de politiques environnementales. Ainsi, la littérature fournit de nombreux exemples empiriques de ségrégation en termes de structure des relations, en plus de la ségrégation résidentielle géographiquement explicite étudiée dans le modèle classique de Schelling de ce phénomène.

Afin de surmonter la ségrégation des réseaux, il est nécessaire de développer une meilleure compréhension des facteurs qui façonnent les réseaux sociaux. Étant donné la similitude entre les modèles de ségrégation en milieu résidentiel et en réseau, il est naturel d'examiner le modèle de ségrégation en milieu résidentiel de Schelling pour comprendre pourquoi ces réseaux émergent et persistent. Le modèle de Schelling a mis l'accent sur le rôle des préférences individuelles dans l'élaboration des schémas de ségrégation émergents et a démontré que des préférences apparemment douces par rapport à une minorité locale peuvent produire des schémas de ségrégation globale frappants et contre-intuitifs. Ce modèle remettait en question le point de vue commun selon lequel la discrimination — définie comme une préférence stricte pour des communautés homogènes, potentiellement associée à des règlements officiels qui inhibent l'intégration — est une condition nécessaire à l'émergence de l'isolement. Même si ce point est encore vivement débattu, la recherche utilisant des modèles basés sur les agents démontre de manière convaincante le point théorique selon lequel les préférences individuelles peuvent produire une ségrégation même en l'absence de discrimination. De plus, des tests empiriques du modèle de

Schelling ont démontré l'existence de préférences favorisant la ségrégation qui sont plus fortes que les préférences assumées par le modèle de ségrégation de Schelling .

III.2 La manifestation de l'apartheid dans les réseaux sociaux

Ce modèle fournit un réseau analogue au modèle d'apartheid de Schelling : les acteurs impliqués dans un réseau social peuvent ne pas préférer strictement former des réseaux homogènes, mais de telles structures peuvent émerger si les acteurs sont soumis à un léger biais contre l'interaction avec des partenaires qui sont différents d'eux. De plus, le modèle nous permet de prédire le processus par lequel ces réseaux sociaux discrets émergent. Nous fournissons une exécution mathématique pour ce modèle et prouvons les résultats asymptotiquement.

Comme tous les modèles, ce modèle ne saisit pas toute la complexité de l'interaction sociale et de la dynamique des réseaux. Cependant, ce modèle a des implications théoriques et méthodologiques utiles pour la recherche sur les réseaux sociaux. En termes d'apports théoriques, cette recherche élargit notre compréhension des processus candidats pouvant donner lieu à des réseaux discrets. Notre application du modèle de Schelling confirme que les opérations homologues ne sont pas une condition nécessaire à l'émergence de la séparation des réseaux. Avec des fréquences suffisantes, une très légère tendance à rompre les relations avec différents partenaires finira par entraîner des réseaux polarisés compte tenu de toute structure de réseau initiale. Étant donné que dans de nombreux réseaux du monde réel, on peut s'attendre à ce que des réorganisations se produisent fréquemment, la ségrégation peut apparaître très rapidement, même avec de très légères tendances à l'aversion.

Sur le plan méthodologique, notre modèle contribue au projet de passer des descriptions des réseaux sociaux observés à des modèles d'évolution de ces structures complexes et sophistiquées[8]. Les modèles de réseau qui tiennent compte des interrelations entre les choix de relations et les caractéristiques des acteurs présentent un intérêt particulier. Nous démontrons également l'utilité de la méthode pour démontrer les processus de convergence⁵, ce qui produit une vue plus détaillée et précise de l'évolution du réseau.[10,9]

La ségrégation des réseaux a été observée de manière empirique dans de nombreux types de réseaux sociaux et politiques et a des implications importantes pour la capacité collective des acteurs à résoudre des problèmes communs. Cette recherche illustre l'importance des préférences individuelles légères dans la conduite de la ségrégation des réseaux, ce qui suggère à son tour que les conceptions institutionnelles pour surmonter la ségrégation des réseaux doivent prendre au sérieux le rôle important que jouent les préférences individuelles dans la formation des réseaux. Ainsi, les travaux futurs devront se concentrer sur des tests empiriques de modèles tels que celui présenté ici, avec un accent particulier sur la mesure des variables théoriques fondamentales telles que les différents niveaux de biais d'aversion des acteurs, ainsi que la dimensionnalité et la distribution des attributs, qui sont censés stimuler le comportement de réseautage individuel [11] [12].

III.3 Model de ségrégation de schelling pour les réseaux sociaux

Notre modèle représente de manière schématique la dynamique des déménagements résidentiels dans une ville. Pour simplifier, nous incluons un type d'agent, mais nos résultats peuvent facilement être généralisés pour traiter des agents de deux « couleurs », comme dans le modèle original de Schelling . La ville est divisée en Q blocs ($Q \gg 1$), chaque bloc contenant des cellules ou des appartements H . (Nous supposons que chaque cellule peut contenir au plus un agent, de sorte que le nombre n_q d'agents dans un bloc donné q ($q = 1, \dots, Q$) satisfait $n_q \leq H$, et on introduit la densité d'agents $\rho_q = n_q / H$.

Chaque agent a la même fonction d'utilité $u(\rho_q)$, qui décrit le degré de satisfaction concernant la densité de l'îlot dans lequel il vit. L'utilité collective est définie comme l'utilité totale de tous les agents de la ville : $U(x) = H \sum_q \rho_q u(\rho_q)$, où $x \equiv \{\rho_q\}$ correspond à la configuration grossière de la ville, c'est-à-dire la connaissance de la densité de chaque îlot. Pour un x donné, il existe un grand nombre de manières de disposer les agents dans les différentes cellules. Ce nombre d'arrangements est quantifié par son logarithme $S(x)$, appelé l'entropie de la configuration x .

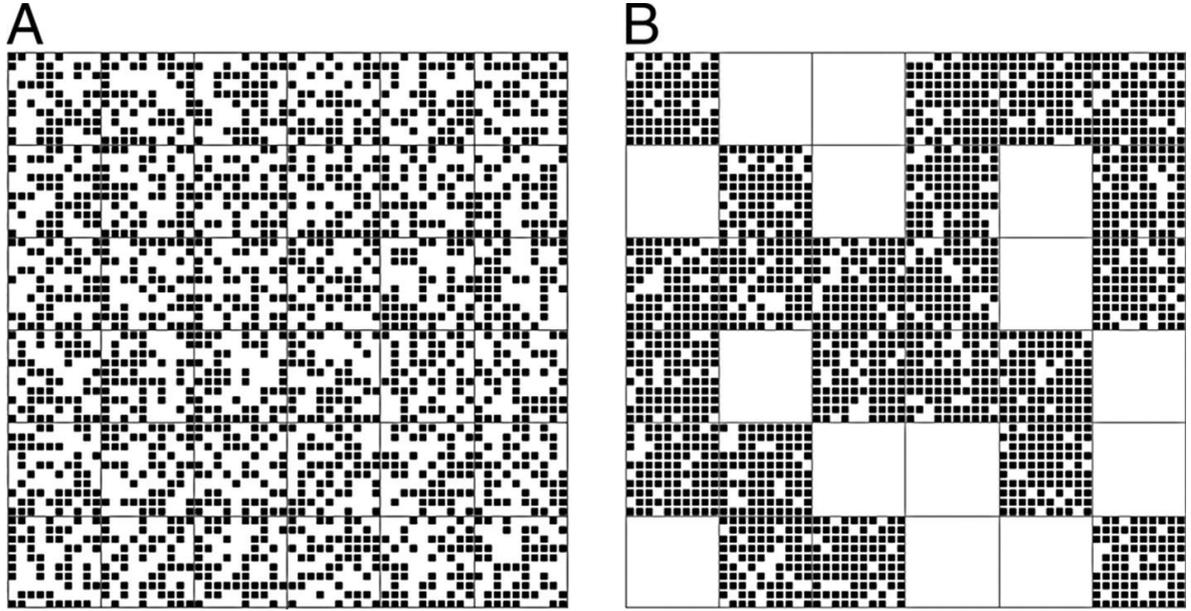


Figure III-1 :LA SIMULATION DANS LES PATCHES

La règle dynamique permettant aux agents de se déplacer d'un bloc à l'autre est la suivante. A chaque pas de temps, on prend au hasard un agent et une cellule vacante. Ensuite, l'agent se déplace dans cette cellule vide avec probabilité

$$P_{xy} = \frac{1}{1 + e^{-G/T}}, \quad [1]$$

où x et y sont respectivement les configurations avant et après le déplacement, et G est le gain associé au déplacement proposé.

$$G = \Delta u + \alpha(\Delta U - \Delta u), \quad [2]$$

où Δu est la variation de l'utilité propre de l'agent lors du déplacement et ΔU est la variation de l'utilité totale de tous les agents. Le paramètre $0 \leq \alpha \leq 1$ pondère la contribution de la variation d'utilité des autres agents dans le calcul du gain G , et il peut donc être interprété comme un degré de coopérativité (ou d'altruisme).

Pour $\alpha = 0$, la probabilité de déménager ne dépend que de l'intérêt égoïste de l'agent choisi, ce qui correspond à l'esprit des modèles économiques comme celui de Schelling. Lorsque $\alpha = 1$, la décision de se déplacer ne dépend que du changement d'utilité collective, comme dans les modèles physiques. Une interprétation économique pourrait être que les

déménagements individuels sont contrôlés par un gouvernement central, via une taxe qui internalise toutes les externalités .

En faisant varier α de manière continue, on peut interpoler entre les deux comportements limites de la dynamique individuelle et collective.

III.3.1 la densité

Plusieurs articles utilisant des équations d'état pour résoudre des problèmes de ségrégation résidentielle ont été trouvés dans la littérature. Bien que la méthode ait montré une séparation spatiale sous certains paramètres, les résultats n'ont pas indiqué le résultat principal de la dynamique de Schelling : la séparation ou l'intégration en tant que phénomène global.

Cas 1 :

Voisinage locale sans tenir compte de l'information contenu dans le noeud .
double densité (type) la densité du noeud i

Algorithme

```
debut  
somme ← 0 ( somme ← 1 si n considère le noeud en question  
pour (tous les voisins du noeud  $i$ ) faire  
si voisin . type = type alors  
    somme ++  
fin si  
fin pour  
return ( somme / nb voisins de  $I$  )  
Fin
```

Table III-1 Voisinage locale

III.3.3 L'utilité

Liu, Li, Khojandi et Lazarova-Molnarto prennent plusieurs valeurs différentes. Grauwil et al. (2012) ont utilisé une approche analytique qui a prouvé l'existence d'une fonction potentielle de configuration globale qui est maximisée sous l'état stationnaire. Ils ont également montré trois résultats analytiques : (i) que les fonctions d'utilité linéaires sont les seules qui maximisent les utilités sociales collectives ; (ii) la fonction d'utilité originelle de Schelling renforce la ségrégation au détriment de l'utilité collective ; (iii) le modèle converge vers une ségrégation parfaite si les agents ont une préférence stricte pour le quartier mixte et souhaitent rester majoritaires. Spaiser et al. (2018) ont appliqué le modèle de Schelling à un système dynamique complexe pour étudier la ségrégation dans une école de Stockholm entre 1990 et 2002.

Des seuils la qualité de l'école et le revenu des parents sont établis pour prévenir la ségrégation. Paolillo et Lorenz (2018) ont examiné l'impact de la tolérance partagée envers la diversité ethnique et ont étendu le modèle de Schelling en remplaçant deux groupes d'agents par des groupes axés sur les valeurs et des groupes axés sur l'ethnicité. Les résultats suggèrent que les agents axés sur les valeurs aident à réduire la ségrégation.

Algorithme Int utilité (noeud, I, type)
<p>Debut</p> <p> Si densité < 1/2 alors</p> <p> return 0</p> <p> sinon</p> <p> return 1</p> <p> finsi</p> <p>Fin</p>

Table III-2 Algorithme Int Utilité (Noeud, I, Type)

III.3.3.1 utilité globale

Algorithme Double utilité (tab-fenetre, type-agent)
Debut $U \leftarrow 0$ Pour < tout noeud dans tab-fenetre > faire Si noeud.type = type.agent alors $U \leftarrow U + \text{densite}(\text{noeud}) * \text{utilite}(\text{noeud})$ Finsi Finpour Return U Fin.

Table III-3 Algorithme Double utilité (tab-fenetre, type-agent)

III.3.4 Dynamique

Algorithme void dynamique (noeud i , tab-fenetre)
Debut $\text{Max} \leftarrow 0$ Pour (tout element dans tab-fenetre[]) faire I prend la [] $\text{Diff} \leftarrow \text{gain}(\text{tab-fenetre}[j], i, \text{type}, \alpha) - \text{gain}(\text{tab-fenetre}[j], j, \text{type}, j)$ Si Diff > max alors

<pre> Max ← diff Si noeud_prbable ← j Fpour Si max > 0 alors i++ type ← i.type finsi fin </pre>

Table III-4 Algorithme void dynamique (noeud i , tab-fenetre)

III.3.5 Le Gain D'un Noend

<pre> Algorithme double gain (noeud i , type , α) </pre>
<pre> debut return (utilité (i , type) + α [utilité (tab-fenetre , type) - utilité (i , type)] fin </pre>

Table III-5 Algorithme double gain (noeudi , type , α)

III.4 Comment se fait la recherche d'un nouvel voisinage satisfaisant ?

Notation

T : nombre total d'individu.

Étape: l'instant ou l'individu « i » est traité.

Round : obtenu après T étapes.

Que ce soit dans une bande ou échiquier les individus sont ordonnés selon leurs ordres de création « génération aléatoires ». Les individus sont traités séquentiellement selon un tel ordre.

Un marquage des individus non satisfaits est appliqué avant chaque round.

Selon l'ordre de passage, un individu non satisfait se place à l'endroit le plus proche qui le satisfait.

Après chaque round, la liste des individus non satisfaits est mise à jour.

A chaque fois qu'un individu change d'endroit les individus de son ancien emplacement « respectivement les individus de son nouveau voisinage » peuvent basculer de satisfait à non satisfait selon que l'ancien « respectivement nouveau » voisin est de même couleur qu'eux ou pas.

Aucun individu n'anticipe le jeu d'un autre : la décision du joueur « i » tien seulement compte de son voisinage local au moment de la prise de la décision.

Le jeu s'arrête lorsque tous les individus sont satisfaits ou que l'on retombe sur une configuration déjà atteinte au paravent.[13]

III.4.1 effets de réseaux

L'adoption de technologies pour lesquelles l'interaction ou la compatibilité avec les autres est importante est un contexte naturel où des effets de réseau se produisent. Par exemple, lorsque le télécopieur a été introduit pour la première fois comme produit, sa valeur pour un consommateur potentiel dépendait du nombre d'autres utilisateurs de la même technologie. La valeur d'un site de réseautage social ou de partage de médias présente les mêmes propriétés : elle est précieuse dans la mesure où d'autres personnes l'utilisent également. De même, un système d'exploitation informatique peut être plus utile si beaucoup d'autres personnes l'utilisent : même si le but principal du système d'exploitation lui-même n'est pas d'interagir avec d'autres, un système d'exploitation avec plus d'utilisateurs aura tendance à avoir une plus grande quantité de logiciels écrits pour elle, et utilisera des formats de fichiers (p. ex., pour les documents, les images et les films) que plus de gens peuvent facilement [14]

III.4.2 Effets de réseau comme externalités.

Les effets que nous décrivons ici sont appelés externalités positives. Une externalité est toute situation dans laquelle le bien-être d'une personne est affecté par les

actions d'autrui sans compensation convenue. Par exemple, les avantages d'un site de réseautage social pour vous sont directement liés au nombre total de personnes utilisant le site. Lorsque d'autres personnes rejoignent le site, elles augmentent votre bonheur même sans compensation explicite. C'est un extérieur et il a une signification positive que votre bonheur augmentera.

Dans ce chapitre, nous examinons les externalités positives des effets de réseau. Dans les paramètres que nous avons analysés ici, les revenus sont déterminés par le nombre d'autres personnes utilisant l'article, et non par leurs informations de connexion.

Nous examinons les détails des connexions de réseau et nous nous demandons comment elles affectent les externalités positives.

Dans ces cas, l'externalité peut entraîner une diminution du bien-être. est un exemple, votre utilisation d'autres tortues sur le réseau diminuera également malgré l'absence de compensation entre les parties concernées. Nous examinerons plus en détail la comparaison directe des externalités positives et négatives. [14]

III.4.3 L'économie sans réseau

Effets Notre cadre normatif dans ce chapitre sera les marchés de matières premières : nous examinerons d'abord comment les marchés fonctionnent sans effets de réseau - c'est-à-dire lorsque les consommateurs ne se soucient pas du nombre d'autres utilisateurs de la marchandise - et nous verrons ensuite Comment les choses changent lorsque des effets de réseau surviennent.

Nous voulons analyser les marchés avec un grand nombre d'acheteurs potentiels, dont chacun est assez petit par rapport à l'ensemble du marché qu'il ou elle peut prendre des décisions individuelles sans affecter le comportement global. Par exemple, chaque personne qui envisage d'acheter une miche de pain le fait sans se soucier de savoir si sa décision individuelle — tout le reste étant le même — aura une incidence sur le prix du pain. (Notez que cela est différent de s'inquiéter de savoir si les décisions prises par un grand nombre de personnes auront un effet, ce qu'ils peuvent certainement.) Bien sûr, dans les marchés réels, le nombre de consommateurs est limité, et chaque décision individuelle a un effet très, très faible sur l'ensemble. Mais l'impact de chaque acheteur est si faible par

rapport au marché que nous pouvons modéliser les individus comme ne tenant pas compte de cela quand ils prennent une décision.

Formellement, nous modélisons l'absence d'effets individuels sur l'agrégat en représentant les turtles comme l'ensemble de tous les couleurs réels dans l'intervalle strictement entre orange et bleu. C'est-à-dire, chaque turtles est nommé par un couleur réel différent, et la masse totale des turtles est de 1. Cette dénomination des turtles par des couleurs réels sera notationnellement utile.[14]

III.5 Conclusion

La première conclusion sur les indices de ségrégation découle de l'analyse de réseaux aléatoires différents degrés. l'un des indices de ségrégation les plus utilisés en sciences sociales, présente une erreur significative lorsqu'il est calculé à l'aide de petites vicinités, ce qui peut augmenter le niveau de ségrégation dans un réseau. des réseaux stables partagent de plus en plus les mêmes caractéristiques statistiques avec une ne pas pouvoir prédire ex-ante l'état final d'un réseau social.

Chapitre IV :

Implimentation De Netlogo

IV. Chapitre 04 : Implimentation DeNetlogo

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'environnement de simulation NetLogo en utilisant le modèle d'isolement proposé par le lauréat du prix Nobel de 1978, Thomas Schelling. Lors de la discussion du modèle, sa mise en œuvre NetLogo est décrite étape par étape. Langage Netlogo. Deux extensions du modèle original ont été proposées et programmées. Tous les modèles sont entièrement décrits dans le texte.

NetLogo est conçu comme un logiciel d'initiation de type simulation permettant de mettre en action plusieurs agents ayant chacun leur propre comportement. Aussi connu sous le nom de modélisation à base d'agents. En fait, le logiciel est utilisé professionnellement en épidémiologie et en biologie, notamment pour la simulation sociale. Comme le langage qu'il utilise est simple, aucune connaissance préalable en programmation n'est requise pour y accéder. C'est donc l'outil parfait pour les petites présentations

IV.2 Environnement d'implémentation

NetLogo est un environnement de modélisation et implémentation programmable permettant de simuler des phénomènes naturels et sociaux.

Il est bien adapté à la modélisation de systèmes complexes composés de centaines, de milliers d'agents agissant en parallèle.

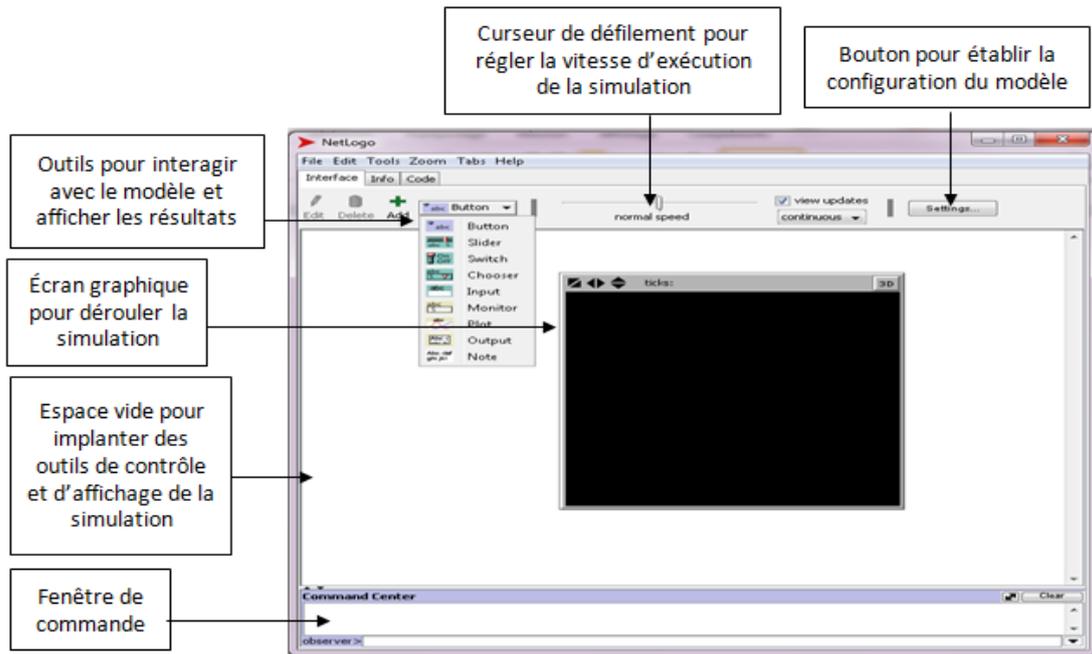


Figure IV-1 interface de netlogo

Le monde de Netlogo est constitué d'Agents, qui peuvent suivre des instructions. Les activités des différents agents s'exécutent simultanément. Il y a 4 types d'agents :

Turtles: sont des agents qui se déplacent dans le monde.

Patches: sont des portions de sol sur lesquelles les Turtles peuvent se situer et se déplacer. Les patches correspondent au concept d'environnement.

Links: un link peut relier deux Turtles.

Observer: regarde de l'extérieur le monde des Turtles et des Patches (n'est pas situé dans le monde).

Le monde qui représente l'espace de travail et le modèle de paramètres dans la figure 14 ci-dessous:

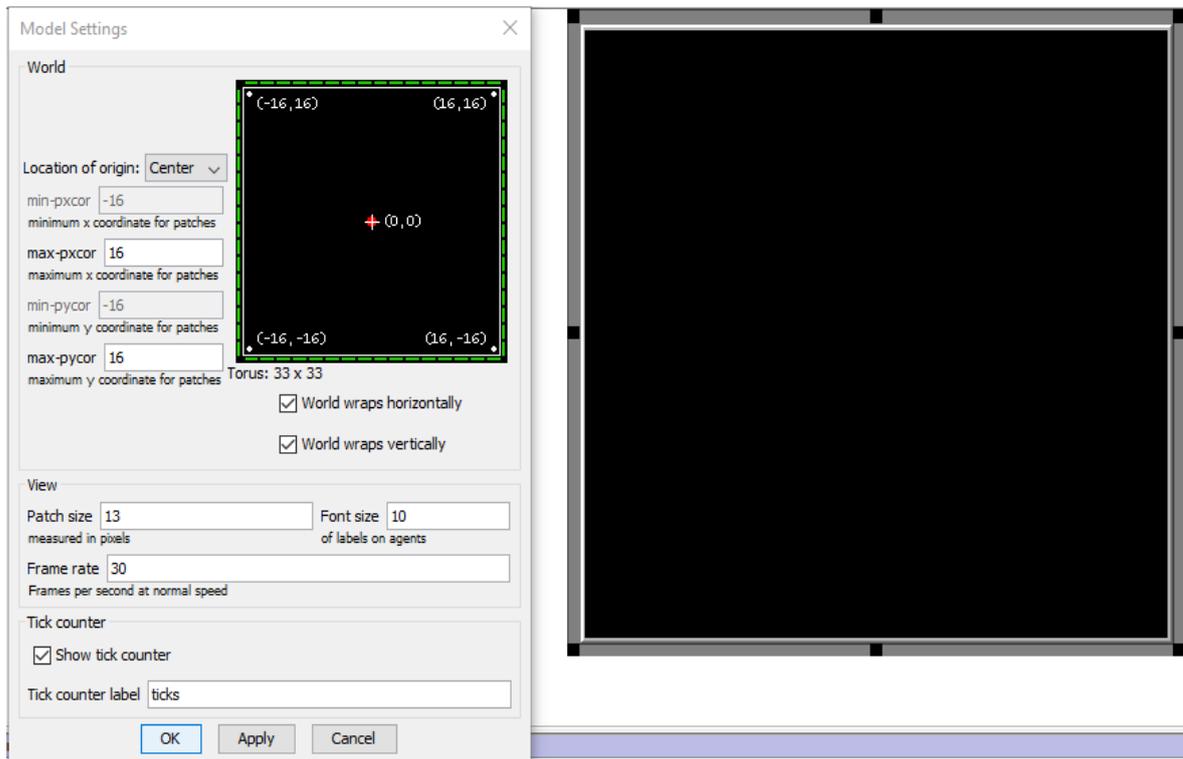


Figure IV-2 représenter l'espace de travail et le modèle de paramètre

Une fois NetLogo lancé, nous avons accès à un bouton "add" en haut et à un menu déroulant. Nous pouvons nous en servir pour ajouter des sliders, des switches et d'autres entrées. Nous pouvons commencer à créer les paramètres de notre modèle:

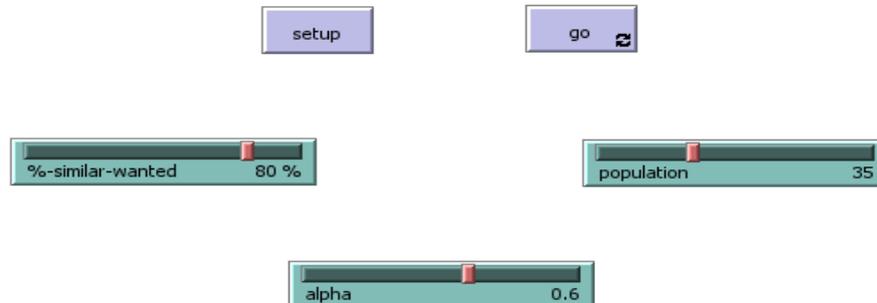


Figure IV-3 :présentation de les boutons et slider

Nous n'avons pour le moment créé que la colonne de paramètres pour la machine de coupage des lopins matière. Il faudra créer une colonne similaire à celle du centre pour chaque machine.

Vous pouvez d'ailleurs commencer avec juste ces machines

Les boutons setup et go vont nous servir à lancer les procédures d'installation de l'usine et celle qui la fait tourner. Sur le bouton Go, cocher "forever", pour que la simulation tourne sans s'arrêter à chaque éturation d'horloge

Commençons par mettre en œuvre (implémenter) la procédure d'installation en usine. Pour cela, dans l'onglet code, écrivez :

```
to setup
  clear-all
  ; create turtles on random patches.
  ask patches [

    set pcolor white
    if random 100 < population [ ; set the occupancy density
      sprout 1 [
        ; 105 is the color number for "blue"
        ; 27 is the color number for "orange"
        set color one-of [105 27]
        set size 1
      ]
    ]
  ]
  update-turtles
  ;update-globals
  reset-ticks
end
```

Figure IV-4 : code de setup

Nous allons aussi créer une procédure pour "go":

```
to go
  if all? turtles [ happy?] [ stop ]
  move-unhappy-turtles
  update-turtles
  ;update-globals
  tick
end
```

Figure IV-5 : code de "go"

Nous allons comment présenter un slider "population" :

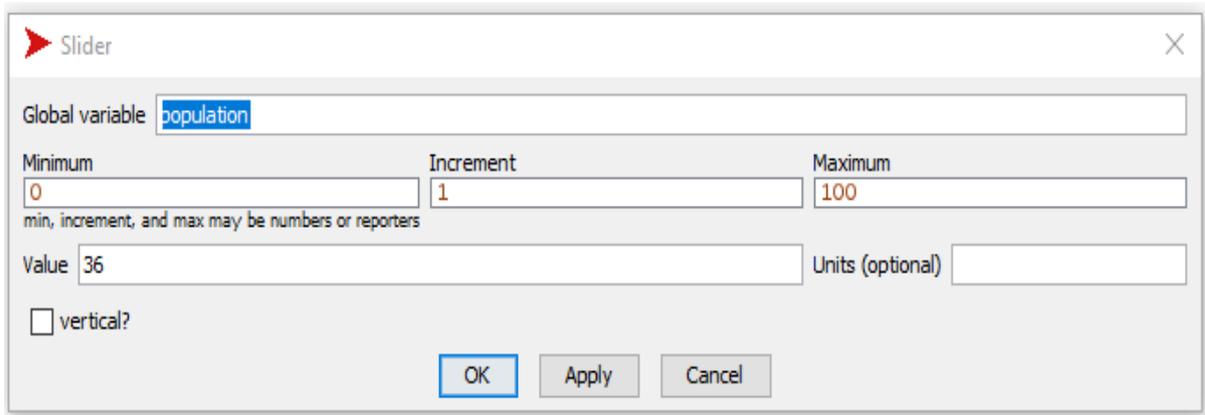


Figure IV-6 :fenêtre de editeurslider " population "

Notre slider "population " représente les nombre des tortuesest incrémenté par intervals de 1. Cela représente 100 positions. Nous allons donc générer un nombre aléatoire entre 0 et 100.

```
if random 100 < population [ ; set the occupancy population
```

Figure IV-7 code de déclaration de slider "population"

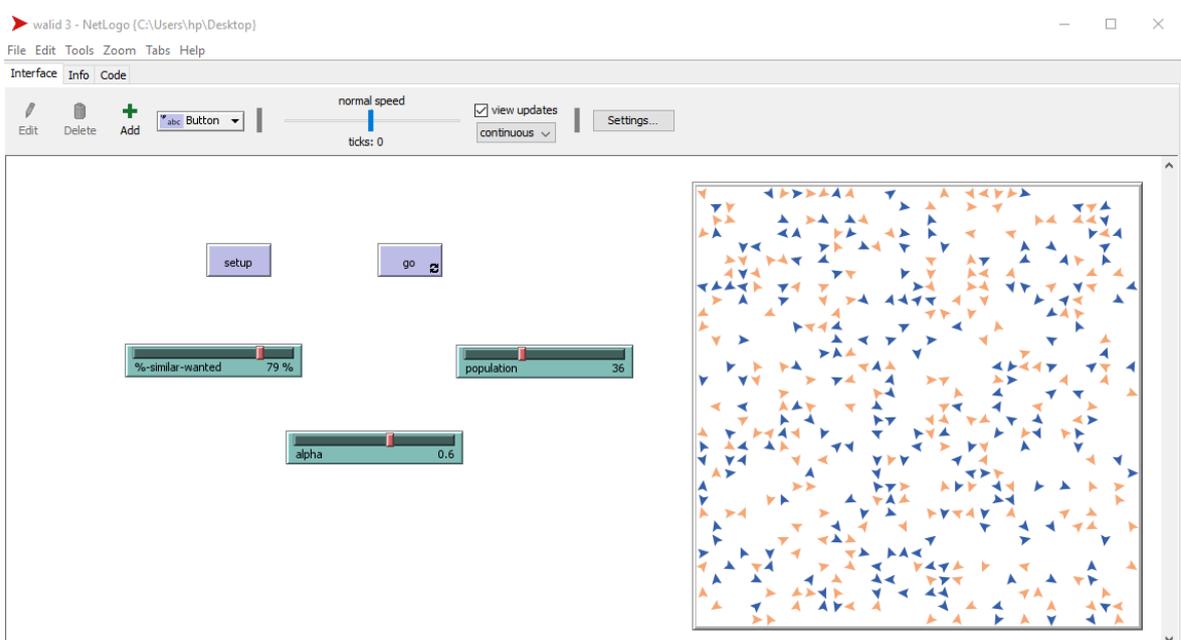


Figure IV-8 :interface de début de simulation

IV .2.1 La procédure move-unhappy-turtles

move-unhappy-turtles permet à une tortue de définir ses coordonnées x et y comme étant identiques à celles d'une autre tortue ou d'une autre tâche sans modifier les autres variables de la tortue (par exemple, en-tête, couleur, taille) Puis nous demandons à la tortue de chercher des tortues malheureuses et puis il se déplace à la procédure **find-new-spot** nous écrivons le code suivant :

```
to move-unhappy-turtles
  ask turtles with [ not happy? ]
    [ find-new-spot ]
end
```

Figure IV-9 : code de la procédure move-unhappy-turtles

IV .2.2 La procédure de find-new-spot

Dans cette procédure vous trouvez la vacance où les tortues malheureuses passent par les directions (Nord, Sud, Ouest et Est) et vous vous déplacez seulement une étape et si vous ne trouvez pas vous retournez l'opération

```
to find-new-spot
  rt random one-of [0 90 180 270 ]
  fd random-float 1
  if any? other turtles-here [ find-new-spot ]

  move-to patch-here
end
```

Figure IV-10 : code de la procédure find-new-spot

IV.2.3 La procédure update-turtles

Il surveille les huit voisins en calculant le nombre de voisins de couleur similaire, p.ex. la même couleur que le bleu ou l'orange, puis recueille le nombre de tortues adjacentes à eux de la même couleur.

Si le nombre total de voisins est supérieur à 0 calcule la densité en divisant le nombre de voisins de la même couleur par le nombre total de voisins et à partir de laquelle conclure si les tanières sont supérieures à la moitié, l'utilité est égale à 1

Si les tanières sont inférieures à la moitié, l'utilité est égale à 0.

L'ensemble d'utilité globale (ΔU) est égale la densité multiplié à utilité

$$[\Delta U = \text{densité} * \Delta u]$$

$\Delta u \rightarrow$ ensemble d'Utilité

Puis nous calculons gain, L'alpha est limité entre $0 < \alpha > 1$

$$\text{GIN} = \text{SUMUTILIT} + \alpha * (\text{SUMUTILITTOTAL} - \text{SUMUTILIT})$$

$$\mathcal{G} = \Delta u + \alpha(\Delta U - \Delta u),$$

Et puis il calcule Pxy et choisit la plus grande valeur avec laquelle il bouge.

$$P_{xy} = 1 / (1 + e^{-\text{GIN}})$$

La règle :

$$P_{xy} = 1 / (1 + e^{-\text{GIN}})$$

```

to update-turtles
  ask turtles [
    ; in next two lines, we use "neighbors" to test the eight patches
    ; surrounding the current patch
    set similar-nearby count (turtles-on neighbors) with [ color = [ color ] of myself ]
    set other-nearby count (turtles-on neighbors) with [ color != [ color ] of myself ]
    set total-nearby similar-nearby + other-nearby
    if total-nearby > 0 [
      set DENS (similar-nearby / total-nearby) ]
    if DENS < 1 / 2 [ set UTLIT 0]
    if DENS >= 1 / 2 [ set UTLIT 1]
    set UTILITTOTAL DENS * UTLIT
    set SUMUTILIT SUM [ UTLIT ] of turtles
    set SUMUTILITTOTAL SUM [ UTILITTOTAL ] of turtles
    set GIN SUMUTILIT + alpha * (SUMUTILITTOTAL - SUMUTILIT )
    set Pxy 1 / ( 1 + e ^(- GIN))

    set happy? similar-nearby >= (%-similar-wanted * total-nearby / 100)
  ]

```

Figure IV-11 :code de la procédure update-turtles

IV.2.4 La procédure de update-globals

Vous apportez le nombre de voisins de la même couleur dans les endroits vacants parmi lesquels vous choisissez le plus grand P_{xy} [maxPxy]

```

to update-globals

  let similar-neighbors sum [ similar-nearby ] of turtles
  let total-neighbors sum [ total-nearby ] of turtles
  set percent-similar (similar-neighbors / total-neighbors) * 100
  set percent-unhappy (count turtles with [ not happy? ]) / (count turtles) * 100

end

```

Figure IV-12 :code de la procédure update-globals

- nous remarquons après le processus de simulation les tortues ont été regroupées selon la couleur et le plus grand Pxy a été choisi .

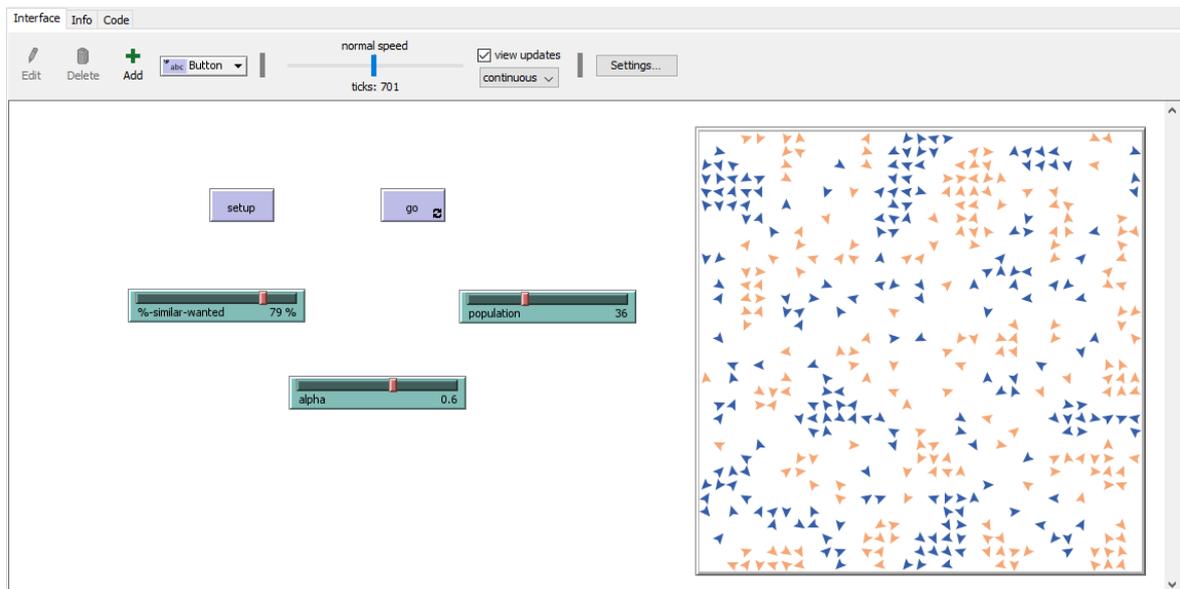


Figure IV-13: résultat de simulation

IV.3 Conclusion

En utilisant relativement peu de code, nous avons pu simuler des processus industriels et comparer différentes options. Il s'agit encore d'un exemple très simplifié. Il est particulièrement important de prendre en compte le fait que, dans la pratique, les procédés industriels ont tendance à évoluer considérablement au cours de leur cycle de vie. Un concept que nous n'avons pas pris en compte mais qui pourrait être abordé en mettant la simulation en pause et en modifiant les valeurs d'entrée est l'évolution des stratégies de contrôle et des taux de défauts.

Au démarrage, le taux de défaut est généralement plus élevé car le processus n'a pas été entièrement débogué.

Ensuite, les contrôles sont plus stricts. Contrôlez la relaxation de manière ciblée à mesure que la qualité du processus s'améliore. Ici, nous allons nous mettre davantage dans

un processus de vitesse de croisière déjà stable, en imaginant qu'il ne sera pas révisé de manière significative avant un certain temps.

Le contrôle tel qu'il est défini est lui aussi très simplifié. Dans la pratique il existe plusieurs types de contrôles. Certains contrôles dimensionnels sont réalisés de manière unitaire directement sur la machine, notamment en usinage sur les tours à commande numérique.

Certains sont automatisables depuis peu, et peu d'industriels le savent, comme le contrôle visual basé sur l'IA. D'autres contrôles concernent des paramètres relativement stables sur une série, comme l'épaisseur d'une pièce de forge, et sont donc réalisés par prélèvement aléatoire. Au final, il faudrait prendre en compte le fait qu'une petite partie de la production peut disparaître à chaque étape et que le contrôle peut, à l'inverse, laisser passer des défauts à l'étape suivante.

Tous ces paramètres peuvent être intégrés dans une simulation. Le niveau de complexité nécessaire dépend des informations qu'on cherche à acquérir.

V. CONCLUSION GENERALE

Certaines séparations proviennent de pratiques organisationnelles, d'autres de systèmes de communication spécialisés, d'autres de corrélations avec des variables non aléatoires; d'autres sont le résultat d'interactions entre des décisions individuelles. Il s'agit d'une étude abstraite de la dynamique interactive des choix personnels discriminatoires. Un modèle est une simulation dans laquelle des membres individuels de deux groupes identifiables se répartissent dans une communauté définie par référence à leur propre emplacement.

Schelling soutient l'argument selon lequel même des niveaux modestes d'intolérance peuvent piéger des individus dans une société hautement ségréguée qui ne peut résister à un examen minutieux. On constate que l'isolement lui-même est modéré lorsque l'intolérance est vraiment légère et modéré lorsque l'intolérance est forte. Nous avons développé un modèle de comportement stratégique dans la formation de réseaux sociaux, montrant les conditions analytiques dans lesquelles émerge le regroupement entre des individus appartenant à différents types. Elle est atteinte par deux types d'hétérogénéité - les deux à travers les types de agents, mais aussi au sein du même type d'agent à travers ce que nous notre modèle théorique est capable de générer à la fois une ségrégation intragroupe et inter-groupe, et des comptes pour l'impact des connexions directes et indirectes. En réalité, les agents ont des informations imparfaites de pièces du réseau auquel ils sont connectés, ce qui motive l'analyse d'un modèle d'information imparfait. Enfin, ce modèle présente un moyen puissant d'explorer comment la diffusion des idées et des habitudes se propagent à travers les réseaux sociaux.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- [1] « LA SÉGRÉGATION SPATIALE SELON SCHELLING : LA PERVERSITÉ EST AILLEURS » N° 2006-05 Mars 2006
- [2] Schelling T. C. (1978), Dans l'article ,chapitre 2, « **Dynamic Models of Segregation** en 1969 »
- [3] A Critical Review of Schelling's Urban Segregation Model
Michel Forsé¹, CNRS, Centre M (...), Maxime Parodi².
http://pubdb3.census.gov/macro/032007/hhinc/new06_000.htm
- [4] Schelling's Model of Segregation Frank McCown, Computer Science department Harding University, fmccown@harding.edu
- [5] Clark, W.A.V. Fossett, M (2006a) J Math Sociol 30:185–274. “Understanding the social context of Schelling's segregation model,” Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS). Volume
- [6] M Fossett J Math Sociol 30, 185–274 (2006a). URL: <http://www.rensecorten.dds.nl/netlogo/segregation.html>
- [7] Michel Forsé, Maxime Parodi, « Retour critique sur le modèle de ségrégation urbaine de Schelling », Émulations, n° 31, Mise en ligne le 15 novembre 2019. DOI : 10.14428/emulations.031.07
- [8] AL Barabási, Network theory—The emergence of the creative enterprise. Science 308, 639–641 (2005)
- [9] P Prałat, N Wormald, Growing protean graphs. Internet Math 4, 1–16 (2009)
- [10] Janssen, P Prałat, Protean graphs with a variety of ranking schemes. Theor Comput Sci 410, 5491–5504 (2009).
- [11] N Wormald, The differential equation method for random graph processes and greedy algorithms. Lectures on Approximation and Randomized Algorithms, eds M Karoński, HJ Prömel (PWN, Warsaw, Poland), pp. 73–155 (1999).
- [12] W Aiello, A Bonato, C Cooper, J Janssen, P Prałat, A spatial web graph model with local influence regions. Internet Math 5, 175–196 (2009).

[13] Arnaud Banos, « À la recherche d'effets réseaux dans la dynamique du modèle de ségrégation de Schelling », *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 492, mis en ligne le 09 mars 2010, consulté le 30 août 2022. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22976> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.22976>