

Complexité économique et dynamiques d'évolution en économie

Concepts, modélisation et exercices d'application

Murat Yıldızođlu
<https://yildizoglu.fr>
Université de Bordeaux
GREΘA (UMR CNRS 5113)

Version 0.97, 13 juin 2021

-(...) Ici, vois-tu, on est obligé de courir tant qu'on peut pour rester au même endroit. Si on veut aller ailleurs, il faut courir au moins deux fois plus vite que ça!

(La Reine Rouge, **Lewis Carroll**, *De l'autre côté du miroir* par)

Avant-propos

Cet ouvrage a résulté de mon désir de partager une nouvelle approche théorique des dynamiques économiques. Cette approche permet d’avoir un regard neuf sur la dynamique des croyances et des comportements des agents, des organisations qu’ils composent, des marchés et industries au sein desquels ils interagissent, ainsi que des économies que ces secteurs finissent par constituer ensemble. En fait, regarder *l’économie comme un système complexe adaptatif* en permanente évolution permet facilement de prendre en compte les interactions qui traversent ces différents niveaux et qui structurent les comportements des agents économiques, ainsi que la dynamique de l’économie qui en résulte.

L’objectif de l’ouvrage est de proposer une introduction conceptuelle et pratique à cette approche théorique, via des applications complètes à réaliser par le lecteur (donc avec une dimension « *les mains dans le cambouis* ») et de lui permettre d’avoir un aperçu relativement exhaustif de ses principaux apports à notre compréhension des dynamiques économiques, à des différents niveaux d’agrégation, micro–méso–macro.

Cet ouvrage est le résultat des différents cours que j’ai pu dispenser pendant ces quinze dernières années dans les différentes universités et écoles doctorales européennes où j’ai eu la possibilité de bénéficier des contributions précieuses des étudiants. Ma réflexion et mes travaux dans ces domaines ont aussi bénéficié des contributions d’un grand nombre de collègues et de coauteurs avec lesquels j’ai eu le grand plaisir de travailler pendant ces années. Ils sont bien trop nombreux pour que je puisse tous les remercier ici mais je suis sûr qu’ils se reconnaîtront et je tiens à leur exprimer toute ma gratitude pour avoir partagé ce bout de chemin avec moi et de m’avoir apporté la joie de travailler avec eux et celle d’explorer ensemble de nouveaux sentiers. Je dois néanmoins faire une exception en ce qui concerne mon ami et collègue Marc-Alexandre Sénégas qui a encouragé ce projet depuis son début et jusqu’à ce jour. Je tiens à lui exprimer ici ma gratitude.

Il me semble que cette approche est arrivée à un niveau de maturité suffisante pour mériter un manuel qui permette aux collègues et aux étudiants de pouvoir s’y initier grâce à une introduction systématique qui part des concepts de base, introduit ensuite un outil de modélisation ludique et flexible, le logiciel de modélisation NetLogo, et permet d’aborder les résultats obtenus dans la littérature avec cette approche au cours ses trente–cinq dernières années (en

focalisant sur la période la plus intense de développement). J'espère que cet ouvrage pourra remplir ce rôle.

Mon objectif principal étant la diffusion la plus large possible de l'approche présentée ici, j'ai choisi la voie d'une publication sous la forme d'un site web. Ce support m'a semblé bien adapté par sa disponibilité, réactivité et la flexibilité pour un ouvrage qui est destiné à évoluer en fonction des retours des lecteurs, des développements de la littérature et de nouvelles applications. En effet, l'ouvrage propose au lecteur de développer de petits modèles dans les différents chapitres, une fois que la plateforme de modélisation est introduite. Les programmes correspondant à ces différentes applications seront progressivement mis en ligne pour qu'ils puissent former une base pour approfondir l'approche théorique et pour donner aux lecteurs la possibilité de développer de nouvelles applications à partir de cette base. En somme, comme l'économie, cet ouvrage sera nécessairement en évolution permanente et même s'il lui manque encore un certain nombre d'éléments (d'où le numéro de version qui n'a pas encore atteint la complétude), il contient déjà de quoi occuper le lecteur pendant un certain temps je crois. Un autre avantage de cette flexibilité est bien sûr la possibilité de bénéficier de vos corrections et suggestions pour l'améliorer. Je vous serais reconnaissant de les partager avec moi via les différents canaux de communication indiqués sur mon site web, dans la page de Contact.

Phnom Penh, le 21 mai 2021

Référence / Citation : Murat Yildizoglu, 2021, *Complexité économique et dynamiques d'évolution en économie. Concepts, modélisation et exercices d'application*. On-line edition, <http://complexite.yildizoglu.fr>, May.

➤ **Page web de l'ouvrage pour les compléments**

Table des matières

1. Introduction : L'économie comme SCA	9
1.1. Approche standard en économie	10
1.2. Nouvelle vision des systèmes économiques : L'économie comme Système Complexe Adaptatif (SCA)	12
1.3. Synopsis de l'ouvrage	17
I. Approche standard en économie	18
2. Caractéristiques de l'approche standard	20
2.1. Rationalité des agents : Optimisation sous contraintes	23
2.2. Agrégation des comportements à l'équilibre de marchés	24
2.3. Anticipations rationnelles	25
3. Limites et dépassement de l'approche standard	27
3.1. Nécessité d'un certain réalisme cognitif	28
3.2. Nécessité de tenir compte de l'hétérogénéité des agents et de leurs comportements	30
3.3. Besoin d'analyser le comportement de l'économie en dehors de l'équilibre	31
3.4. La question des anticipations	32
3.5. Ne pas négliger les interactions locales	33
II. Introduction à la modélisation multi-agents avec NetLogo	34
4. Modéliser les SCA : modèles multi-agents (MMA)	36
4.1. Analyser les systèmes complexes adaptatifs	36
4.2. Modéliser les SCA	38
4.3. Concevoir un MMA	39
4.4. Analyse d'un MMA par le biais d'expériences informatiques (simulations)	40
4.5. Stratégies d'expérimentation	41
4.6. Mise en œuvre pratique	42

Table des matières

5. Développer un MMA avec NetLogo	44
5.1. Qu'est-ce NetLogo ?	44
5.2. Eléments du langage NetLogo	47
5.3. Structure-type d'un modèle NetLogo	60
5.4. Un premier exemple : un modèle simpliste de prédateur-proie	60
5.5. Application 1 : Dynamiques des stratégies dans l'oligopole de Cournot	66
5.6. Outils d'expérimentation dans et autour NetLogo	70
III. Dynamiques d'évolution	72
6. L'évolution et ses mécanismes	74
6.1. Darwin et l'évolution des espèces	75
6.2. Mécanismes de l'évolution	76
6.3. Application 2 : Des souris et des ... hiboux	78
6.4. Au delà de la biologie : un puissant algorithme	80
6.5. L'évolution = perfectionnement ?	81
7. Évolution <i>in silico</i>	83
7.1. Le jeu de la vie de Conway : un jeu avec des règles simple	83
7.2. Application 3 : Le jeu de la vie de Conway	85
7.3. Un univers artificiel complet : Le projet TIERRA	85
7.4. Algorithmes évolutionnaires face aux problèmes difficiles	87
7.5. Application 4 : Généraliser l'optimisation des fonctions à une variable par AG	92
8. Evolution et dynamiques économiques : au delà de l'analogie	96
8.1. Un brin de réductionnisme ?	97
8.2. Un premier exemple de mise en oeuvre : l'évolution des technologies	97
8.3. Rôle de l'histoire dans la dynamique économique	100
8.4. Le « contexte » de l'évolution ou la tentation d'holisme extrême	103
IV. Evolution et coordination des comportements économiques	105
9. Evolution des stratégies et coordination	108
9.1. Stratégies, mutations, sélection	110
9.2. Le concept de stabilité évolutionnaire	111
9.3. Application 5 : Dynamique d'évolution dans le Dilemme du prisonnier	113

Table des matières

9.4. Règles de comportement et dynamique des populations de stratégies	113
10. Motivations individuelles et coordination collective	116
10.1. Coordination des comportements individuels ?	116
10.2. Interactions locales et agrégation	117
10.3. Dynamiques robustes	117
10.4. Application 6 : Dynamique de tournoi	118
10.5. Dynamiques complexes	118
10.6. Analyse des dynamiques complexes d'interaction	119
10.7. Dynamique et émergence de l'ordre	120
10.8. Application 7 : Emergence de la ségrégation urbaine	122
10.9. Application 8 : Apprentissage individuel dans l'Oligopole de Cournot	126
11. Evolution des anticipations et coordination	130
11.1. Rationalité substantielle, anticipations, optimalité	131
11.2. Anticipations inductives et apprentissage	132
11.3. Anticipations adaptatives historiques	132
11.4. Application 9 : Oligopole de Cournot avec meilleures réponses et anticipations adaptatives simples	133
11.5. Anticipations adaptatives élargies : Modèles mentaux et co-évolution des anticipations	134
11.6. Vision éco-systémique des anticipations : Irez-vous au Bar «El Farol » ce samedi soir ? Arthur (1994)	139
11.7. Application 10 : Version simplifiée du problème d'El Farol	142
V. Dynamiques économiques complexes	148
12. Apprentissage et évolution des organisations	150
12.1. Intentionnalité et rationalité dans les organisations	150
12.2. Compétences et dynamique des organisations	153
12.3. Apprentissage des agents et performance des structures organisationnelles	154
12.4. Les réseaux sont partout !	156
12.5. Rôle et dynamique des institutions	157
12.6. Application : Spécialisation, communication et efficacité organisationnelle	159

Table des matières

13. Dynamique des industries et des marchés	163
13.1. Diversité, innovation et évolution	164
13.2. Développement des technologies	167
13.3. Le modèle de Nelson & Winter	172
13.4. Application 12 : Nelson & Winter simplifié	179
13.5. Application 13 : Winter (1984)	184
13.6. Dynamiques des marchés financiers	187
13.7. Application 14 : Marché financier simple	191
14. Dynamique macroéconomique	196
14.1. Le charme discret des MMA macroéconomiques	196
14.2. Structure générale des MMA macroéconomiques	199
14.3. Application 14 : Un MMA macro minimaliste	200
14.4. Retour à Keynes et aux fondements macroéconomiques	206
14.5. Des modèles DSGE aux MMA : nouveaux fondements pour les politiques monétaires?	209
14.6. Les joies de la croissance endogène ou quand Keynes rencontre Schumpeter	211
14.7. Un renouveau pour les politiques budgétaire et fiscale?	213
14.8. Quand Keynes rencontre Minsky : le rôle potentiel de la régulation financière	214
14.9. <i>Last but not least</i> : Impacts environnementaux des dynamiques économiques	215
15. Conclusions et perspectives	218
Bibliographie	221