

Titre en anglais : Evolutionaire Games : From Egoism to Altruism

Encadrant :

- Rachid El-Azouzi, LIA, Université d'Avignon

Le domaine de la théorie des jeux évolutionnaires a connu un développement dans les dernières années. En effet, la théorie des jeux évolutionnaires permet de compléter l'analyse classique et statique de la théorie des jeux par une analyse dynamique. Elle s'est développée à la suite des travaux du biologiste John Maynard Smith [Smith]. Cette théorie est vue comme une étant application de la théorie des jeux classique (introduite pas John Nash en 1950) dans des contextes biologiques. Depuis ce temps, la théorie des jeux évolutionnaires a connu un très grand intérêt notamment dans les sciences économiques, Informatiques et sociales [TAEH2010, AEHT2009, EDK2010]. Elle permet de modéliser explicitement la dynamique présente dans les interactions entre les joueurs. Puisque la théorie des jeux classique ne contient pas de traitement explicite de la dynamique de la réflexion rationnelle, la théorie des jeux évolutionnaire peut être vue comme un moyen pour remplir une lacune importante dans la théorie des jeux classique. Malheureusement les modèles mathématiques qui reposent sur l'hypothèse que chaque agent peut interagir avec chacun des agents d'une population donnée avec une probabilité égale. Les dynamiques obtenues, sont parfaitement étudiables mais les résultats obtenus ne correspondent pas toujours aux observations. Cela révèle qu'à trop homogénéiser les interfaces entre individus, l'on aboutit à des contradictions. Cela implique que la structure de la population par laquelle les interactions se produisent, joue un rôle important sur la dynamique de la population. La connaissance de la structure permet aussi une meilleure compréhension de la dynamique de la population.

Malgré que la théorie des jeux apporte de nouveaux résultats dans le débat sur l'évolution de la coopération. Certains chercheurs en biologie ont déjà posé la question si la théorie standard des jeux évolutionnaires peut modéliser des actes altruistes, compris comme le fait que des individus doivent assurer un comportement qui améliore la performance de leurs groupes. Justement, l'altruisme pose un problème aux biologistes car il semble remettre en question la théorie de l'évolution elle-même. En effet dans plusieurs exemples et surtout chez les animaux, on observe que la stratégie utilisée par un animal a pour but de maximiser le fitness de son groupe au lieu de son propre fitness. Par exemple les dindes sauvages font partie des quelques espèces d'oiseaux à former des partenariats entre mâles : les mâles de même âge forment des coalitions de 2 à 4 individus pour courtiser les femelles et les défendre contre les autres groupes ou les mâles solitaires, et ce sachant qu'un seul mâle de la coalition se reproduit. Une étude dans [Kra2005] montre que la sélection de parentèle explique un tel comportement de la part des dindes.

Dans cette thèse, nous souhaitons développer une nouvelle théorie qui permet de prendre en compte différents comportements des individus. Les jeux évolutionnaires standard ont

permet seulement d'étudier explicitement la dynamique présente dans les interactions entre les joueurs égoïstes. Les jeux évolutionnistes sont surtout basés sur le modèle du dilemme du prisonnier. Mais plusieurs études ont montré que les joueurs ont un comportement plus coopératif jusqu'à parfois altruiste [Vincent, Illaria2014]. Cela ramène à redéfinir un nouveau concept pour l'équilibre et aussi développer des dynamiques qui permettent de modéliser la dynamique de l'évolution de chaque population ou de chaque comportement en fonction des stratégies utilisés et les utilités obtenues. Ces dynamiques en général donnent une justification de l'utilisation de l'équilibre considéré.

La deuxième partie de la thèse focalisera sur l'impact des interactions spatiales sur la structure de la population et aussi sur l'évolution des dynamiques de populations en fonction de leur structure. Notre étude doit prendre en compte les interactions entre les populations ainsi le comportement des individus sans oublier les différents niveaux de coopération. Ces objectifs s'adressent à certains problématiques des systèmes multi-agent dans un ensemble de domaines : Informatique, biologie, mathématique, social, etc.

Ce projet se propose de combler cette lacune par une approche pluri disciplinaire pour répondre à plusieurs objectifs théorique :

- Définir un nouveau concept dans les jeux évolutionnaires qui permet de modéliser plusieurs comportements chez les animaux et les humains.
- Développer des dynamiques qui donnent une justification sur l'équilibre utilisé.
- Etudier l'impact de la structure des populations sur leur profile (équilibre) et aussi leur dynamique

Les outils méthodologiques pour cette thèse sont :

- Théorie des jeux evolutionnaires,
- Théories des jeux
- Systèmes complexes

Candidat : Housseem Gaiech (Ecole Polytechnique de Tunisie)

Références :

[Kra2005] Alan H. Krakaur, "*Kin selection and cooperative courtship in wild turkeys*", Nature 434, 69-72, 3 mars 2005

[Illaria2014] Ilaria Brunetti, Rachid El-Azouzi and Eitan Altman, « Group Equilibrium Stable Strategy » submitted

[TAEH2010] H. Tembiné, E. Altman, R. El-Azouzi, Y. Hayel, "Evolutionary Games in Wireless Networks", IEEE Transaction On systems, MAN and Cyberbetics, Vol. 40, Issue 3, June 2010.

[AEHT2009] E. Altman, R. El-Azouzi, Y. Hayel and H. Tembine, "The evolution of transport protocols: An evolutionary game perspective", *Computer Networks*, Vol. 53, Issue 10, 14 July 2009.

[EDK2010] R. El-Azouzi, F. De Pellegrini and V. Kamble, « Evolutionary forwarding games in Delay Tolerant Networks in the proceeding of WiOPT, 29 May- 5 June, Avignon, 2010

[Vincent] T. Vincent, J. Brown, "Evolutionary Game Theory, Natural Selection, and Darwinian Dynamics", Cambridge University Press, 2005.

[Smith] J. Maynard Smith (1982), *Evolution and the theory of Games*, Cambridge University Press, 1982.