

FICHE BILAN ACTION 2019

NOM DU PROJET : HM² - Heterogeneous Agents Models & Mean Field Game

Porteur : Xavier FAIRISE (GAINS – Le Mans Université) / Laurent DENIS (LMM – Le Mans Université)

Actions réalisées

HM² est un projet pluridisciplinaire en économie et mathématiques. Il associe deux laboratoires de l'Université du Mans : le GAINS (économie) et le LMM (mathématiques). La collaboration entre ces deux équipes est engagée depuis plusieurs années (2013) dans le cadre de l'Institut du Risque et de l'Assurance. Elle se traduit par une coopération au niveau des formations en assurance et par une collaboration scientifique avec notamment l'organisation d'un groupe de travail sur les jeux à champ moyen (*mean field games*).

Les questions abordées s'inscrivent dans un contexte de vieillissement de la population, d'accroissement des risques de santé et des risques de revenu (mutations technologiques, risques de carrière, polarisation du marché du travail). Comment, dans ces conditions, assurer le financement de la protection sociale et sa soutenabilité ? Quelle part accorder aux financements public et privé ?

Concernant les méthodes employées, HM² considère des Modèles de cycle de vie et Modèle d'équilibre général dynamique. Une grande importance est accordée à l'hétérogénéité des agents économiques (richesse, âge, santé...). HM² modélise également les évolutions démographiques et détermine les transitions entre deux états de long terme (par exemple la transition entre deux états caractérisés par un allongement de l'espérance de vie). Des modèles de cette classe sont difficiles à résoudre, ce qui nécessite l'utilisation de méthodes mathématiques et numériques appropriées. L'équipe HM² a choisi de privilégier une approche basée sur l'utilisation des Jeux à Champ Moyen.

Il suit qu'une collaboration entre économistes et mathématiciens est indispensable. Il s'agit de produire des résultats rigoureux (problèmes « bien posés » d'un point de vue mathématique, existence de l'équilibre, résultats analytiques...) et de résoudre les modèles au moyen de méthodes numériques efficaces (les modèles n'ayant en général pas de solution analytique, l'utilisation de méthodes d'approximations numériques est indispensable) en termes de convergence et de temps de calcul.

Plus largement, HM² souhaite créer une dynamique scientifique entre économistes et mathématiciens de l'Université du Mans et construire un réseau de chercheurs autour de la thématique fédérative *Mean Field*. Il s'agit aussi de pérenniser cette dynamique, notamment en obtenant un financement ANR (pluridisciplinaire économie/mathématique).

Autres résultats

Conférence **Health and Heterogeneities**, Université Lyon 2, 14 et 15 octobre 2019

Présentation de l'article « **Health, wealth, and informality over the life cycle** », Julien Albertini (GATE, Université Lyon 2), Xavier Fairise (GAINS, Le Mans Université) et Anthony Terriau (GAINS, Le Mans Université).

APPEL A PROJETS « MATURATION » 2019

CPER DI2L2S

« Développement et internationalisation des Lettres, Langues,
Sciences Humaines et Sociales en Pays de la Loire »

Bilan scientifique

En premier lieu, une conférence intitulée « *Mean Field Games & Heterogeneous Agents* » a été organisée les 12 et 13 septembre 2019 par le GAINS (Xavier Fairise, François Langot) et le LMM (Laurent Denis, Anis Matoussi). Au total, 10 articles ont été présentés (7 présentations par des chercheurs invités, 3 présentations par des chercheurs de l'Université du Mans). Les articles présentés couvraient les Modèles à agents hétérogènes, les Méthodes numériques, le Vieillessement, le Financement des retraites et l'Épargne de précaution.

Dans le cadre de la conférence « *Mean Field Games & Heterogeneous Agents* », une recherche commune en économie et mathématique a été présentée. L'article s'intitule « *On the contribution of aging on wealth inequalities* » et a pour auteurs Xavier Fairise (GAINS), François Langot (GAINS) et Alexandre Popier (LMM). Cette recherche est basée sur un modèle d'équilibre général avec agents hétérogène, lequel inclue des générations d'agents, un vieillissement des agents, des inégalités de richesse et un risque de revenu. La résolution s'effectue en utilisant la méthodologie des jeux à champ moyen et des simulations numériques. Un certain nombre de résultats préliminaires ont été obtenus. On détermine l'âge de départ en retraite compatible avec l'équilibre de la caisse de retraite, cette détermination prenant en compte la transition due à l'augmentation progressive de durée de la vie. Enfin, est évalué l'impact sur l'évolution des inégalités. Le travail sur cet article est en cours. D'un point de vue mathématique, l'équipe HM² travaille à l'écriture rigoureuse du problème d'optimisation et à la dérivation des équations de Hamilton Jacobi Bellman et à démontrer l'existence de l'équilibre. Par ailleurs, HM² travaille à une paramétrisation rigoureuse du modèle, travail qui nécessite une importante collecte de données, de façon à fournir des scénarios crédibles concernant l'évolution des comptes sociaux dans un contexte de vieillissement démographique.

Un chercheur a été invité par Vincent Boitier, maître de conférences à l'Université du Mans (économie) : il s'agit de Charles Bertucci, chargé de recherche au CNRS à l'École Polytechnique (mathématiques). Il est venu au Mans les 14 et 17 octobre 2019. Une version préliminaire de l'article en préparation avait été présentée à la conférence organisée au mois de septembre. Il s'agit d'un travail théorique comprenant la modélisation d'une économie comprenant des agents hétérogènes. Alors que les hétérogénéités prises habituellement en compte portent sur les revenus ou la richesse, cette recherche s'intéresse à la dimension spatiale des hétérogénéités (résidence, ville) et étudie la dynamique des hétérogénéités spatiales. Un certain nombre de résultats théoriques importants ont été obtenus (existence, unicité, optimalité et détermination numérique d'équilibre spatiaux dynamiques). L'article est en cours de finalisation. Les auteurs visent une publication dans une revue d'économie théorique (*Journal of economic theory* ou *Journal of mathematical economics*).

Un groupe de chercheurs s'est déplacé à Lyon pour assister à la conférence « *Health and Heterogeneities* » (14 et 15 octobre 2019), organisé à l'Université Lyon 2 (par Julien Albertini, François Langot, Thepthida Sopraseuth et Anthony Terriau). Xavier Fairise, Frédéric Karamé et Nicolas Lefebvre, chercheurs au GAINS, ont participé à cette conférence. Les thèmes de cette conférence sont liés au programme de recherche commun du GAINS et du LMM. Lors de cette conférence, les chercheurs du GAINS ont assisté à présentations de chercheurs reconnus internationalement dans le domaine de l'économie de la santé et des modèles à agents hétérogènes et ont eu de nombreux échanges avec les chercheurs présents.

APPEL A PROJETS « MATURATION » 2019

CPER DI2L2S

« Développement et internationalisation des Lettres, Langues,
Sciences Humaines et Sociales en Pays de la Loire »

Une collaboration scientifique entre Julien Albertini (GATE, Université Lyon 2), Xavier Fairise (GAINS) et Anthony Terriau (GAINS) a conduit à la rédaction d'un article intitulé « *Health, wealth, and informality over the life cycle* ». Cet article, rédigé en anglais, a fait l'objet d'une relecture financée par la MSH Ange-Guépin (CPER). Cet article a été présenté à la conférence *Health and Heterogeneities* organisée à l'Université Lyon 2 les 14 et 15 octobre 2019. Cet article étudie les liens entre santé, travail informel et inégalités en Afrique du Sud. Le cadre théorique retenu est celui d'un modèle à agents hétérogènes et générations imbriquées d'agents avec risque de santé, de revenu et de mortalité. Le modèle est résolu par simulations numériques. Cet article a fait l'objet d'une soumission au *Journal of Economic Development*. L'article n'a pas été retenu lors de cette première soumission, mais les commentaires des rapporteurs ont été très utiles. L'article a fait l'objet d'une révision et sera soumis à nouveau prochainement.

Perspectives

L'objectif du projet HM² était le dépôt lors de la campagne 2019-2020 d'un projet de demande de financement auprès de l'ANR. Dans le cadre de l'AAPG de l'ANR (campagne 2019-2020) une lettre d'intention a été déposée en octobre 2019 afin d'obtenir le financement d'un projet de recherche. Le projet s'intitule ARTEMIS (*Ageing, Retirement, Transitions, EMPloyment, Insurance and Social Security*). Il est porté par Xavier Fairise et associe le GAINS (économie) et le LMM (mathématiques) de l'Université du Mans. Le projet a été retenu en février 2020 lors de la première phase de l'évaluation. Le projet final a été déposé en mai 2020 et les résultats ont été communiqués récemment. Si le projet n'a pas été retenu, il a été classé premier en liste complémentaire (CE20 Innovation, Travail). Le résultat est néanmoins encourageant, et l'équipe HM² souhaite présenter une nouvelle version du projet lors de la campagne 2020-2021.