

# *Mini-symposium JEUX*

## *Jeux, apprentissage et applications*

*Mini-symposium porté par le projet PEPS HuMaIn GATHERING et l'ANR GAGA*

### **Résumé**

La théorie des jeux est un domaine interdisciplinaire qui modélise et étudie les interactions entre plusieurs agents (“joueurs”), qui peuvent être aussi bien des êtres humains que des entreprises, des bactéries ou des ordinateurs. Ses modèles et concepts ont rencontré un large succès dans divers domaines dont l'économie, la biologie, et l'informatique – notamment pour l'optimisation des réseaux de télécommunications, la minimisation de latence dans les réseaux filaires et le contrôle de puissance dans des réseaux sans fil.

De telles situations ont souvent une composante dynamique forte : les paramètres du jeu, les actions possibles des agents et leur information sur le jeu peuvent évoluer au cours du temps, tandis que les joueurs essaient de s'adapter au fur et à mesure à leur environnement via des règles d'apprentissage simples (et sans avoir une idée précise de cet environnement). Dans ce cadre dynamique, les questions principales concernent les limites théoriques des procédures d'apprentissage, l'obtention d'algorithmes atteignant ces limites (par exemple, en utilisant de techniques géométriques comme l'approchabilité à la Blackwell), et le passage à l'échelle de ces algorithmes. Le but du mini-symposium “Jeux, apprentissage, et applications” est de présenter des résultats récents en théorie des jeux ayant comme dénominateur commun un tel aspect dynamique/adaptatif.

### **Organisateur(s)**

1. **Panayotis Mertikopoulos**, CNRS – Laboratoire d'Informatique de Grenoble.

### **Liste des orateurs**

1. **Bruno Gaujal**, Inria  
*Titre* : Efficiency of log-linear learning in potential games.
2. **Yannick Viossat**, Université Paris Dauphine  
*Titre* : Irrational behaviors may survive under imitation-based dynamics.
3. **Vianney Perchet**, Université Paris Diderot  
*Titre* : Optimal sample size in multi-phase learning.
4. **Panayotis Mertikopoulos**, CNRS – Laboratoire d'Informatique de Grenoble  
*Titre* : Learning in concave games.

**Panayotis Mertikopoulos**, Inria Grenoble – Rhône-Alpes, 655 avenue de l'Europe, 38334 St Ismier Cédex, France, [panayotis.mertikopoulos@imag.fr](mailto:panayotis.mertikopoulos@imag.fr)

# Introduction

Le mini-symposium JEUX comporte quatre exposés qui présentent des résultats récents en théorie des jeux, ayant pour dénominateur commun l'apprentissage et l'adaptation des agents ("joueurs") à leur environnement. Le premier exposé (B. Gaujal, Inria) traite l'algorithme d'apprentissage "log-linear" et étudie les conditions sous lesquelles l'algorithme converge dans les jeux de potentiel (par ex. quand un sous-ensemble non-trivial des joueurs réagit en même temps). Le second (Y. Viossat, Paris Dauphine) étudie la possibilité (quasi-paradoxicale) d'observer des comportements irrationnels quand les joueurs suivent une procédure d'adaptation/imitation qui conforme à notre perception de rationalité. Le troisième exposé (V. Perchet, Paris Diderot) traite la question d'échantillonnage optimal dans des procédures d'apprentissage "multi-phase". Finalement, le quatrième exposé (P. Mertikopoulos, CNRS) propose un schéma d'apprentissage pour les jeux dits "concaves" où l'ensemble d'actions de chaque joueur est convexe et leurs fonction d'utilité sont concaves (comme, par exemple, dans le cas de contrôle/allocation de puissance dans un réseau sans fil).

## 1 Efficiency of log-linear learning in potential games

Log-linear learning and its corresponding deterministic version (best response algorithm) provides guarantees on its asymptotic convergence to Nash equilibria for potential games under the traditional assumptions that players update their strategies one at a time and can assess the utility of all their potential actions. In this talk, we will discuss the possible relaxations of these assumptions and the efficiency of distributed computations of optimal Nash equilibria based on Log-linear learning. In particular, we will provide a necessary and sufficient condition of the revision sets for convergence and we will evaluate the running time of several algorithms using the estimations of the hitting times based on large deviation formulas derived in the work on Freidlin and Wentzell.

## 2 Irrational behaviors may survive under imitation-based dynamics

Evolutionary game dynamics study the evolution of behavior in populations of agents interacting strategically. Roughly, two classes of dynamics have been studied : innovative and imitative dynamics. Irrational behaviors (strictly dominated strategies) may survive under innovative dynamics but go extinct under imitative dynamics. We show that this dichotomy comes from a too narrow definition of imitative dynamics, and that irrational behaviors may also survive under dynamics based on imitation of successful agents.

## 3 Optimal sample size in multi-phase learning

Motivated by practical applications, chiefly clinical trials, we study the regret achievable for stochastic multi-armed bandits under the constraint that the employed policy must function in a small number of phases. Our results show that a very small number of phases gives already close to minimax optimal regret bounds and we also evaluate the number of trials in each phase.

## 4 Learning in concave games

Most of the literature on game-theoretic learning has focused on expected utility maximization in games with a finite number of players and a finite number of actions per player. While relatively tractable, such games are ill-suited to practical applications where players pick an action from a continuous action space (such as Cournot competition models or delay minimization in data traffic networks). In this talk, we focus on games with convex action spaces and concave payoffs, and we introduce a unilateral learning algorithm based on mirror descent optimization methods. Under Rosen's strict diagonal concavity condition (a sufficient condition for equilibrium uniqueness), we show that this algorithm converges to Nash equilibrium almost surely, even in the presence of observation noise and asynchronous/delayed updates.

Otherwise, when the game admits multiple Nash equilibria, we provide a set of sufficient conditions which guarantee that the algorithm converges to the game's Nash set with high probability.