

Mémoire de synthèse scientifique, Habilitation à diriger des recherches, Université de Poitiers

Auteur : Pierre-Yves LOUIS

Titre :

**Contributions à l'étude de modèles stochastiques
pour des grands systèmes en interaction :
synchronisme, synchronisation et autres phénomènes collectifs**

Résumé :

Mon activité de recherche concerne principalement l'étude théorique et numérique de dynamiques aléatoires en interaction. Formellement, ce sont des processus stochastiques sur des espaces de type produit, de grande dimension ou infinis. Les questions naturelles sont liées aux asymptotiques en temps et en espace. Les états stationnaires sont des distributions de champs aléatoires qui peuvent être caractérisées comme des mesures de Gibbs, modèles issus de la mécanique statistique qui permettent une description des corrélations spatiales. Différents phénomènes collectifs sont prouvés : transition de phase/non-ergodicité engendrée par l'interaction d'une infinité de dynamiques, phénomène de synchronisation dans des systèmes où l'interaction a lieu à travers un mécanisme de renforcement. L'attention est portée sur des systèmes où les mécanismes d'actualisation de chaque dynamique élémentaire sont réalisés de manière simultanée : automates cellulaires probabilistes (temps discret, espace local fini, dynamique markovienne), couplages monotones de dynamiques markoviennes à temps continu et enfin, urnes de Pólya en interaction (temps discret, espace local continu). Les champs aléatoires naturellement associés à de telles dynamiques présentent des structures spatiales variées. Premièrement, pour une famille d'automates cellulaires probabilistes à taux positifs et réversibles, nous étudions en particulier un diagramme de phase non trivial où des structures en échiquier émergent. Dans un deuxième temps, afin de préserver une structure d'ordre, nous nous intéressons à des champs aléatoires à distribution concentrée dans des demi-espaces. Enfin, le phénomène de synchronisation peut être vu comme un phénomène de concentration de la masse sur la diagonale.

Mots clefs :

- Processus stochastiques en interaction/sur des espaces de grande dimension, temps discret et continu, processus markoviens et avec renforcement, urnes de Pólya, asymptotiques en temps et espace, (non-)ergodicité, couplage, synchronisation, actualisation séquentielle/synchrone
- Systèmes de spins/particules en interaction, automates cellulaires probabilistes (P.C.A.), chaînes de Markov en interaction, systèmes à plusieurs composantes
- Aspects mathématiques & probabilistes de la mécanique statistique : mesures de Gibbs, problématique de la transition de phase, approximation de champ moyen, aspects numériques : méthode de variation en cluster
- Algorithmes stochastiques : méthodes de Monte-Carlo par chaînes de Markov, simulation parfaite, représentation de processus stochastiques en tant que système dynamique aléatoire
- Simulations stochastiques, pavages aléatoires du plan
- Modèles stochastiques pour la physique, la biologie ; émergence et phénomènes collectifs