



Palais de l'Institut © Institut de France

## Conférence-débat et controverses

Organisée par la section de  
Physique

Coordinateur : Bernard Derrida

Mardi 1er juillet 2008 de 14h30 à 17h30

### **PHYSIQUE DES SYSTÈMES COMPLEXES**

Académie  
des sciences

Grande salle  
des séances

Palais de  
l'Institut de  
France

23, quai de  
Conti  
75006 Paris

14 h 30 *Introduction*

**Bernard DERRIDA**, de l'Académie des Sciences, Ecole normale supérieure, Paris

14 h 35 *De la matière mal condensée aux systèmes complexes : l'apport de la physique statistique*

**Marc MEZARD**, Laboratoire de Physique Théorique et Modèles Statistiques, Université de Paris Sud – Orsay

15 h 05 *Questions / discussion*

15 h 15 *Marchés financiers : un système complexe modèle ?*

**Jean-Philippe BOUCHAUD**, Capital Found Management, Paris

15 h 45 *Questions / discussion*

15 h 55 *Dynamique individuelle et collective des bactéries aux oiseaux*

**Massimo VERGASSOLA**, Institut Pasteur, Paris

16 h 25 *Questions / discussion*

16 h 35 *Transitions de phases dans les problèmes d'optimisation*

**Rémi MONASSON**, Laboratoire de physique théorique de l'Ecole Normale Supérieure, Paris

17 h 05 *Questions / discussion*

17 h 15 *Discussion générale et conclusions*

## Conférence débat et controverses

*Physique des systèmes complexes*

Mardi 1<sup>er</sup> juillet 2008

---

### *Introduction*

**Bernard DERRIDA**, de l'Académie des sciences,  
Ecole normale supérieure, Paris

Depuis ses origines, à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, la physique statistique essaie d'expliquer les comportements collectifs d'un grand nombre d'objets élémentaires à partir de leurs interactions.

Au départ, il s'agissait de prédire, par exemple, si un corps était un gaz, un liquide ou un solide, simplement à partir de la façon dont les atomes qui le composent interagissent. Il est peu à peu apparu que des phénomènes de plus en plus complexe pouvaient résulter des comportements collectifs d'un grand nombre d'objets en interaction, aussi bien en physique (comportements vitreux, fractures, avalanches, etc...) que dans d'autres domaines (réseaux de neurones, réseaux de gènes et de protéines, évolution des espèces, réseaux sociologiques, trafic routier, marchés financiers)

Aujourd'hui de nombreux groupes de recherche en France et à l'étranger essaient de comprendre les comportements collectifs de tels systèmes complexes.

## Conférence débat et controverses

*Physique des systèmes complexes*

Mardi 1<sup>er</sup> juillet 2008

---

### ***De la matière mal condensée aux systèmes complexes : l'apport de la physique statistique***

**Marc MEZARD**, Laboratoire de Physique Théorique et Modèles  
Statistiques, Université de Paris Sud - Orsay

Comment émergent les phénomènes collectifs dans des systèmes comprenant beaucoup d'atomes? Comment donnent-ils lieu à des comportements qualitativement nouveaux, impossibles à deviner à partir de ce que l'on connaît sur un atome isolé? Comment développer les différents niveaux de description, du microscopique au macroscopique, et les relier l'un à l'autre? Ce vaste champ d'étude de la physique statistique s'est ouvert récemment à tout un ensemble de problèmes où les « atomes » peuvent être des agents en interaction sur un marché, des niveaux d'expression de gènes, ou des bits d'information.

Une étape importante de cette ouverture est l'analyse de systèmes très désordonnés, les verres de spin ou verres structuraux, dans lesquels chaque atome voit un environnement différent. Ces matériaux « mal condensés » nous ont amenés à développer un nouvel ensemble de concepts et méthodes de la physique statistique, qui s'avèrent très utiles dans d'autres domaines scientifiques comme la théorie de l'information ou les problèmes de satisfaction de contraintes. Cet exposé expliquera pourquoi les physiciens s'intéressent aussi activement à certains problèmes majeurs dans ces autres disciplines, allant des codes de correction d'erreur et de l'inférence statistique à la satisfaisabilité.

## Conférence débat et controverses

*Physique des systèmes complexes*

Mardi 1<sup>er</sup> juillet 2008

---

### ***Marchés financiers : un système complexe modèle?***

**Jean-Philippe BOUCHAUD**, Capital Found Management, Paris

On sait depuis la thèse de Bachelier en 1900 que les variations de prix des actifs financiers sont quasi-décorrélés dans le temps, ce qui conduit à un modèle de marche aléatoire pour les prix eux-mêmes. Cependant, comparés au modèle simple de mouvement Brownien, la statistique des prix révèle un certain nombre d'anomalies, comme la présence de queues de distributions épaisses ou de phénomènes de mémoire longue, en particulier dans la volatilité. L'étude détaillée des carnets d'ordre et de la variation des prix transaction par transaction permet de mettre en évidence un mécanisme de compensation très subtil sous jacent au caractère imprédictible des prix. Cette compensation conduit le marché près d'un point critique, ce qui pourrait expliquer la sensibilité des marchés financiers aux petites perturbations, et leur propension aux bulles et aux krachs.

## Conférence débat et controverses

*Physique des systèmes complexes*

Mardi 1<sup>er</sup> juillet 2008

---

### ***Dynamique individuelle et collective des bactéries aux oiseaux***

**Massimo VERGASSOLA**, Institut Pasteur, Paris

L'importance des fonctions de motilité pour les organismes vivants a conduit à la sélection de mécanismes efficaces pour la localisation des régions de l'environnement les plus propices et pour la structuration des groupes d'individus au cours de l'évolution. Les contraintes physiques jouent un rôle majeur aussi bien pour les micro- que pour les macro-organismes. Ces deux cas seront discutés au niveau des individus et des mouvements coordonnés de dynamique collective.

## Conférence débat et controverses

*Physique des systèmes complexes*

Mardi 1<sup>er</sup> juillet 2008

---

### ***Transitions de phases dans les problèmes d'optimisation***

**Rémi MONASSON**, Laboratoire de physique théorique de l'Ecole normale supérieure, Paris

Optimiser des contraintes est une tâche très importante dans maints processus industriels et pour l'informatique théorique. Depuis quinze ans au moins les informaticiens étudient des problèmes modèles constitués par des contraintes choisies aléatoirement.

Deux questions se posent alors : peut-on satisfaire un tel ensemble de contraintes et, si oui, combien de temps faut-il pour trouver une solution? Dans cette présentation, je montrerai que ces questions peuvent être abordées par des techniques et concepts de la physique statistique des systèmes désordonnés et soulignerai l'importance de la notion de transition de phase bien connue en matière condensée.