

Physique Statistique à l'ENS Paris, les 12 et 13 mai 2014
Compte rendu de Stéphane Komilikis

Le stage des 12 et 13 mai à l'ENS portait sur divers aspects de la physique statistique et de la notion d'entropie. Chacune des deux matinées était consacrée à un cours de 3h, progressif et détaillé, permettant d'aborder sereinement certains résultats fondamentaux ; chaque après-midi était composée de deux exposés successifs, plus brefs et plus pointus, permettant de diversifier les thèmes abordés.

Au bilan, cette formule mixant cours et conférences s'est avérée parfaitement adaptée à nos attentes et je pense pouvoir dire, sans trahir mes collègues, que ce stage a été très apprécié par les nombreux participants, tant pour la diversité des thèmes abordés que pour la qualité pédagogique des exposés et la liberté qui nous a été offerte d'interagir librement avec les intervenants. Nous remercions donc chaleureusement tous ces intervenants, sans oublier les organisateurs, et en particulier Jean-François Allemand ; l'accueil, ainsi que la prise en charge des pauses-café et des repas (parfois envers et contre tout...), ont largement contribué à la réussite de ces journées !

Pour ceux que cela intéresse, voici un descriptif plus détaillé de ce stage :

Lors de la première matinée, le cours donné par E. Trizac du LPTMS de l'université d'Orsay, portait sur le lien entre physique microscopique et macroscopique. Il abordait d'abord les notions au cœur de l'approche statistique : le principe de la description d'un système macroscopique, la notion d'équilibre, l'hypothèse fondamentale sur le calcul de la moyenne d'une observable (moyenne temporelle = moyenne d'ensemble), la notion d'ergodicité (et ses subtilités...). Il traitait ensuite successivement de l'ensemble micro-canonique (système isolé), de l'ensemble canonique (système en contact avec un thermostat), et des ensembles généralisés (permettant de traiter des systèmes soumis à des contraintes plus variées). Au cours des développements ont été abordés l'équivalence entre ensembles, l'interprétation statistique du 1er et du 2nd principe, ainsi que la notion de « compétition énergie-entropie ». Le cours s'est achevé sur la présentation de quelques notions chères à E. Trizac (les forces « entropiques » et l'utilisation du modèle des sphères dures diluées). Ce cours était d'un niveau très élevé et a sans doute davantage profité aux collègues possédant déjà des notions claires de physique statistique.

Lors de la seconde matinée, le cours donné par G. Semerjian du LPT de l'ENS, portait sur le lien entre l'entropie et la notion d'information. Il commençait par nous faire sentir pourquoi l'entropie de Boltzmann mesure effectivement le manque d'information sur l'état microscopique d'un système, et en particulier pourquoi il est nécessaire de définir S comme le logarithme du nombre de micro-états. Il définissait ensuite l'entropie de Shannon d'un ensemble statistique (qui généralise celle de Boltzmann et lui est égale si tous les micro-états sont équiprobables) et passait en revue ses propriétés, en faisant constamment le lien avec la notion d'information. Enfin, ces notions de base étaient réinvesties dans deux situations montrant l'intérêt de cette définition de l'entropie et présentant des résultats décisifs établis par Shannon : le codage de données (ou comment choisir un code pouvant être « lu » en un nombre minimal d'étapes) et la transmission de données par un canal bruité (ou comment coder une information avec suffisamment de redondance pour pouvoir la transmettre sans erreur malgré le bruit du canal de transmission). La thématique de ce cours, bien que très éloignée de celles enseignées en CPGE, a pu être abordée très sereinement grâce à la remarquable pédagogie de G. Semerjian.

Concernant les conférences des après-midi, elles ont porté sur des sujets aussi variés que les trous noirs (C. Bachas, LPT, ENS), les simulations numériques en physique statistique (W. Krauth, LPS, ENS), les systèmes hors équilibre (B. Derrida, LPS, ENS) et les transitions de phase (R. Monasson, LPT, ENS). Décrire en détail ces deux après-midi serait malheureusement trop long ; et puisqu'il ne faut dire qu'un mot de chaque conférence, je retiendrai ceci (mais cela n'engage que moi) : le formidable pouvoir évocateur des simulations présentées par W. Krauth qui, à partir de quelques lignes de Python (facilement réutilisables dans nos cours), nous éclairent sur la dynamique moléculaire ; la grande subtilité avec laquelle B. Derrida a su questionner nos idées reçues sur l'irréversibilité et mettre en exergue le rôle, mal connu, des fluctuations (nos cours en sortiront grandis) ; la beauté qui se dégage des comportements critiques décrits par R. Monasson, de leur universalité et de la théorie de Wilson qui permet d'en rendre compte ; enfin, le véritable tour de force réalisé par C. Bachas, qui a su ajuster avec une grande finesse le niveau de son exposé et nous rendre intelligible un système physique éminemment complexe, sans renoncer aux nécessaires incursions par la relativité générale et la théorie des cordes !

Stéphane Komilikis