

Plan du cours de M2 :  
*Systèmes de particules en interaction*

T. Bodineau

*Les vendredis de 14h à 17h à Polytechnique en Amphi Painlevé*

Si on se place à l'échelle atomique, un gaz ne présente pas de structure cohérente: c'est le désordre complet. Pourtant à l'échelle macroscopique, on peut le caractériser par quelques paramètres simples comme sa densité et sa pression. Mathématiquement le passage du microscopique au macroscopique peut se formaliser en assimilant les atomes à un ensemble de variables aléatoires et en invoquant la loi des grands nombres afin de moyennner l'aléa du niveau microscopique pour identifier les grandeurs physiques importantes. Comme les atomes interagissent, ces variables aléatoires sont fortement dépendantes et des techniques probabilistes spécifiques sont nécessaires pour rendre compte de ce changement d'échelle.

Ce cours sera une introduction aux systèmes de particules en interaction. La première partie portera sur la modélisation d'un gaz à l'équilibre et sur l'étude des mesures de Gibbs associées. On s'intéressera en particulier aux corrélations entre les particules d'un gaz et aux possibles transitions de phases. La seconde partie du cours sera consacrée à la dynamique d'un gaz dilué modélisé par des sphères dures qui s'entrechoquent lors de collisions élastiques. Nous montrerons que, dans la limite cinétique, l'évolution de ce système de particules hors équilibre peut être décrite par l'équation de Boltzmann.

1. SYSTÈMES DE PARTICULES À L'ÉQUILIBRE

- 1.1. **Mesures de Gibbs.**
- 1.2. **Cluster expansion.**
- 1.3. **Absence de structure cristalline en dimension 2.**

2. ASPECTS DYNAMIQUES : LIMITE CINÉTIQUE

- 2.1. **Dynamique de sphères dures.**
- 2.2. **Paradoxe de l'irréversibilité.**
- 2.3. **Convergence vers l'équation de Boltzmann.**

REFERENCES

- [1] C. Cercignani, R. Illner, M. Pulvirenti, *The Mathematical Theory of Dilute Gases*, Springer, (1994).
- [2] S. Jansen, *it Gibbsian point processes*, preprint 2018.
- [3] S. Friedli, Y. Velenik, *Statistical Mechanics of Lattice Systems: a Concrete Mathematical Introduction*, Cambridge University Press, 2017.