

présentation du cours de

**Théorie Statistique des Champs
(PHY 563)**

Rémi Monasson

Laboratoire de Physique Théorique de l'Ecole Normale Supérieure

email : monasson@lpt.ens.fr

page web du cours : <http://www.lpt.ens.fr/~monasson/cours-tsc.html>

Qu'est-ce-que la physique statistique?

A partir de 1824: naissance de la thermodynamique (Carnot, Clausius, Kelvin, ...)

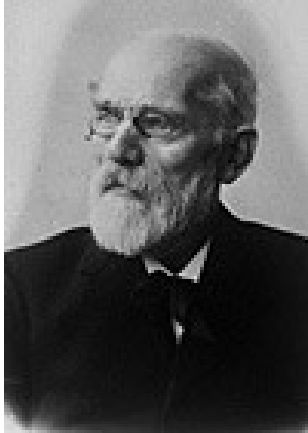
- Notion d'entropie ?
- Qu'est-ce-que la température ?
- Equation d'état : $P V = R n T$?

Fondements microscopiques? Relation avec l'hypothèse atomique ?
(Boltzmann, Gibbs, ...)

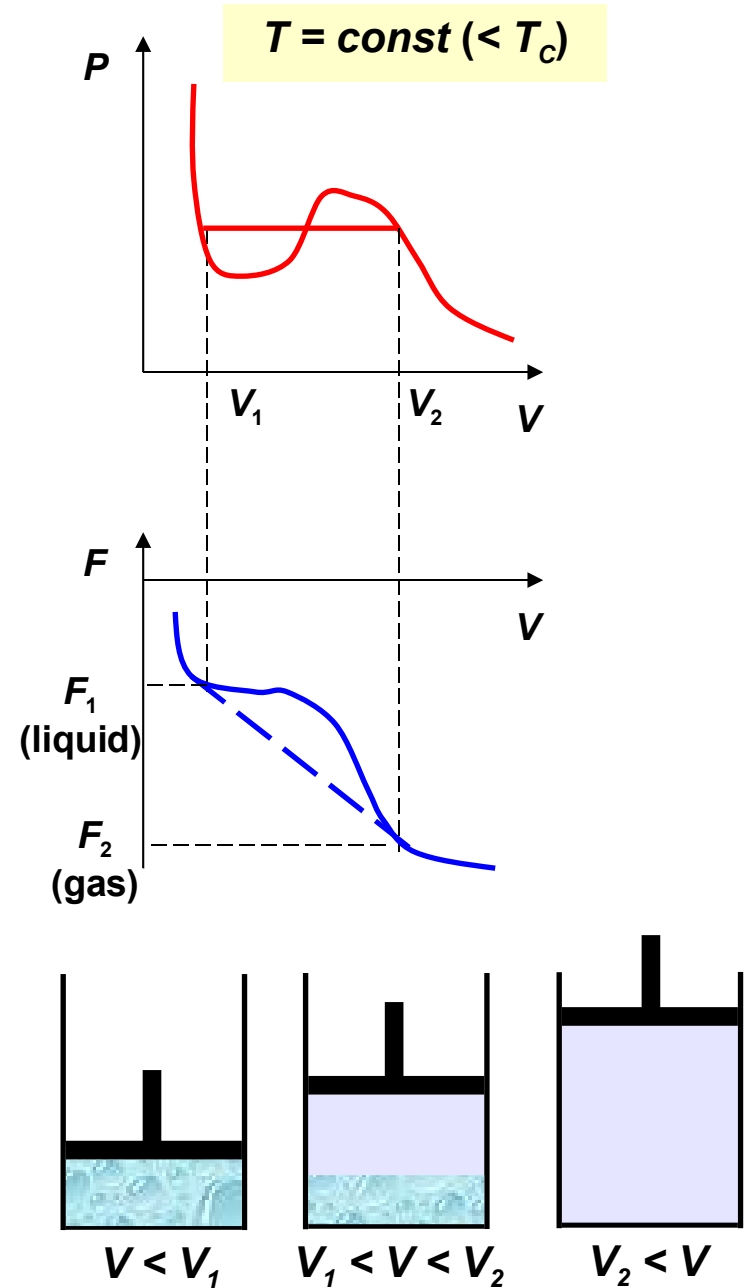
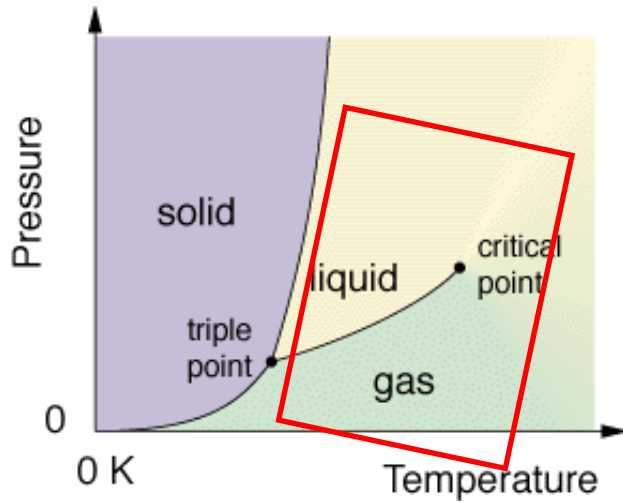
Prédire le comportement macroscopique d'un système à partir de la connaissance de ses composantes microscopiques.

- Transitions de phase ?
- Dynamique (relaxation, métastabilité, vieillissement, ...) ?

Transitions de phases :

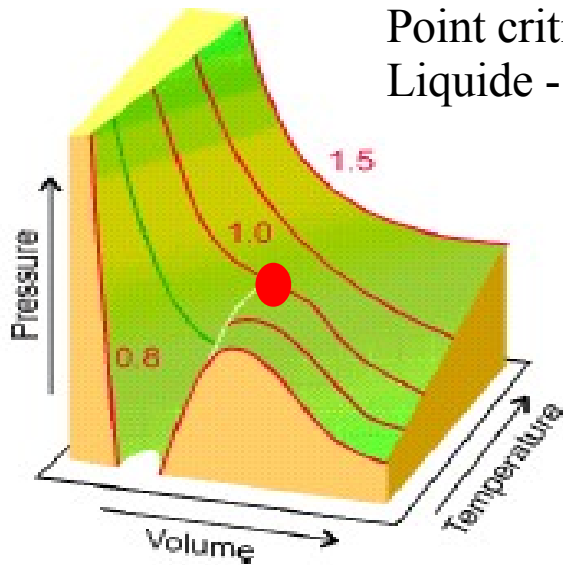


*Van der Waals
(Prix Nobel 1910)*



Physique statistique « moderne » : universalité

Point critique
Liquide - Vapeur



$$C_{Vol} = cte \times |T - T_c|^{-\alpha}$$

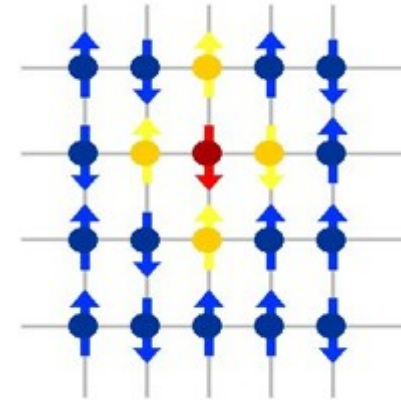
$$\rho_L - \rho_V = cte \times |T - T_c|^\beta$$

$$dV/dP = cte \times |T - T_c|^{-\gamma}$$

$$\langle \rho_0 \rho_q \rangle = cte / q^{2-\eta}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= -0.1 \text{ (Ni, Fe, ...)} \\ &= +0.1 \text{ (alliages e.g. CrBr}_3, \text{ fluides)} \end{aligned}$$

Transition de phases
Paramagnétique-Ferromagnétique



$$C_{Vol} = cte \times |T - T_c|^{-\alpha}$$

$$m = cte \times (T_c - T)^\beta$$

$$dm/dH = cte \times |T - T_c|^{-\gamma}$$

$$\langle S_x S_y \rangle = cte / |x - y|^{D-2+\eta}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 1.36 \text{ (Ni, Fe, ...)} \\ &= 1.22 \text{ (CrBr}_3, \text{ fluides)} \end{aligned}$$

Exposants critiques et théorie des champs

Existence d'une description mathématique commune (langage des « champs »)
Exposants dépendent de la dimension d (espace) et n (paramètre d'ordre) seulement



K. Wilson
Prix Nobel 1982

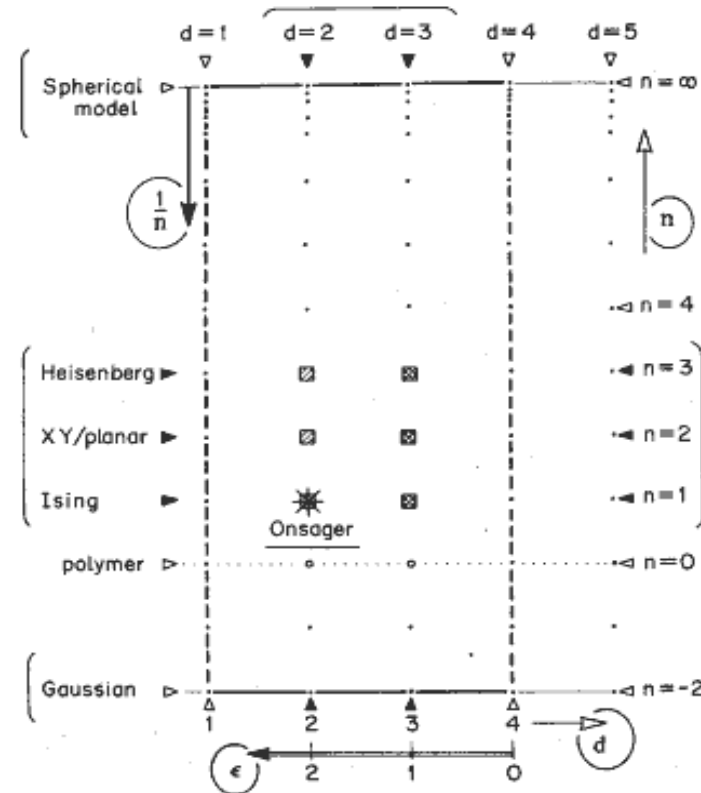
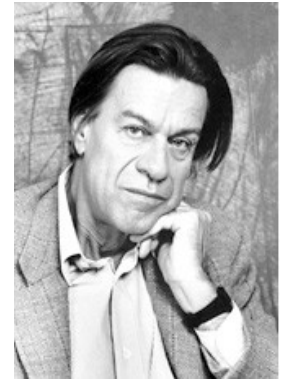
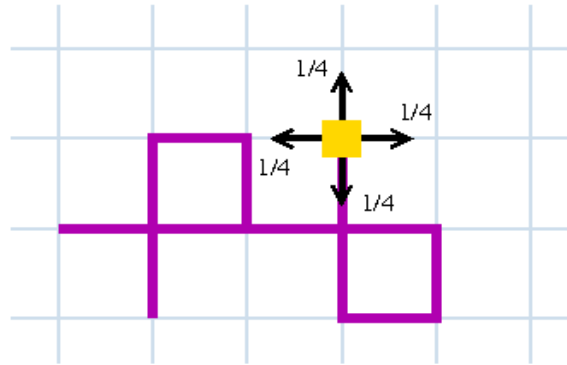


FIG. 1. Diagram of the (d, n) plane showing the expansion variables $\epsilon = 4 - d$ and $1/n$, the boundaries at $n = \infty$ and -2 , and $d = 1$ and 4 , and various physically relevant cases.

Nombreuses applications : cristaux liquides, supraconductivité, polymères, ...

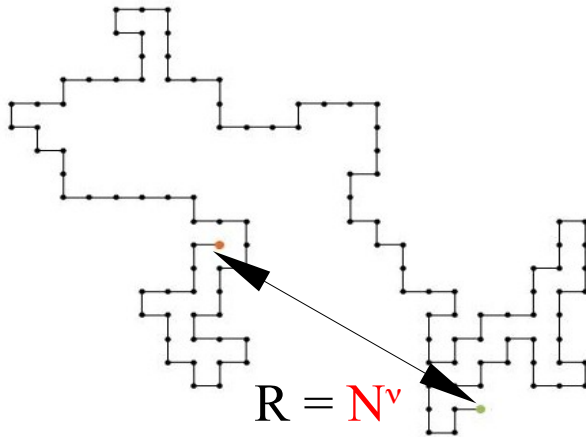
Liens avec les polymères ...

Marche aléatoire



*P-G. De Gennes
Prix Nobel 1991*

Polymère $\approx$ marche aléatoire auto-évitante



nombre de M.A.E.
de N pas

=

$$c N^{\gamma-1} z^N$$

etc ...

Exposants des polymères en dim. d = exposants de la théorie des champs en dim. d et $n \rightarrow 0$!

Organisation du cours et des petites classes

Sujets des petites classes disponibles sur la page web :

<http://www.phys.ens.fr/~monasson/cours-tsc.html>

Egalement sujets et corrigés des examens depuis 2007.

Documents :

- Poly par A. Georges et M. Mézard (cours et examens des années précédentes)
- Compléments sur la page web (en préparation ...)
- « Théorie statistique des champs » par C. Itzykson et J-M. Drouffe (volume 1)