

## Stabilisation d'une phase modulée en présence d'interactions à longue portée

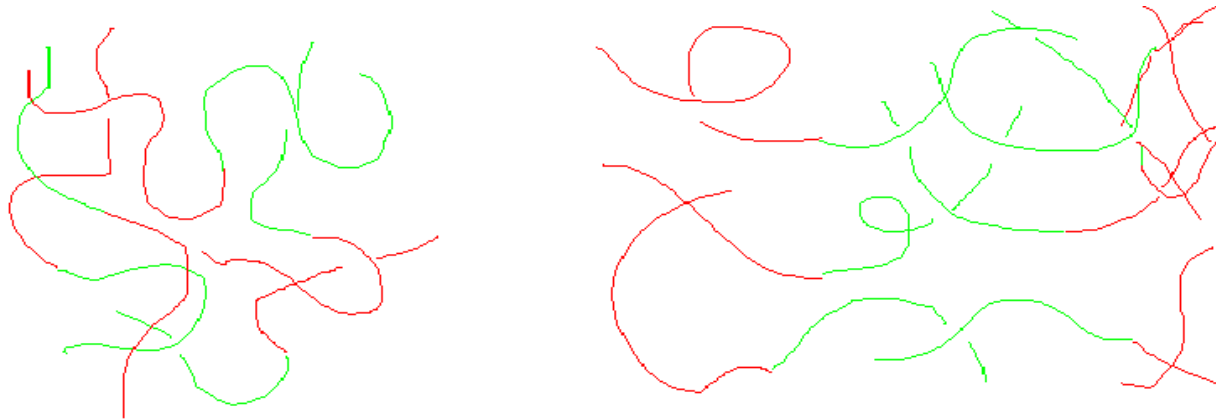
Chaouqui Misbah (LIPhy, Grenoble)

Matteo Nicoli (LPMC, Palaiseau)

Simon Villain-Guillot (LOMA, Bordeaux)

Il existe toute une classe de systèmes qui présentent une ou des phases avec un paramètre d'ordre est modulé spatialement [1]. Ce paramètre d'ordre peut décrire la magnétisation ou la concentration par exemple, et cette phase particulière va résulter d'une frustration causée par la compétition entre forces ayant des effets opposés.

Un co-polymère, par exemple, est constitué de deux polymères A et B qui ont une énergie d'interaction mutuelle répulsive qui engendrerait normalement une ségrégation. Mais étant attachés chimiquement l'un à l'autre, il ne peut y avoir de séparation de phase macroscopique, même à très basse températures. Ils s'organisent donc spatialement en phase hexagonale ou lamellaire avec un paramètre de maille choisi de façon à minimiser simultanément les deux contraintes antagonistes. Si microscopiquement il existe des domaines uniquement de type A ou B pour minimiser leur répulsion, ces domaines coexistent au niveau mesoscopique de façon à ne pas rompre le lien chimique entre les deux parties A et B au sein du copolymère.

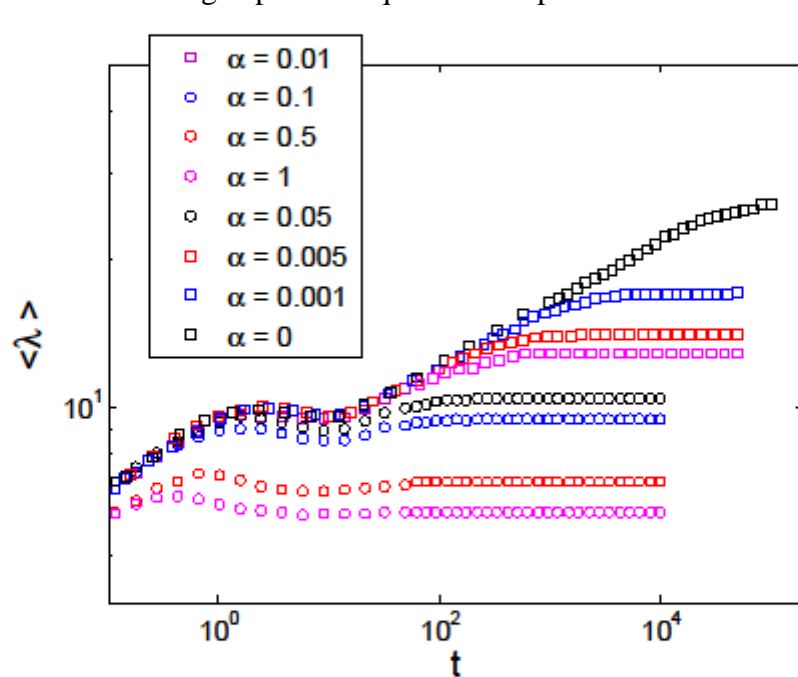


Dans les modèles avec de interactions locales, cette phase modulée disparaît dans le régime de forte ségrégation (températures très inférieure à  $T_c$ ) au profit d'une séparation de phase globale avec une interface unique. Cependant, dans le cas d'interactions à longue portée, on s'attend à ce que cette phase modulée persiste : ce type d'interaction ne peut donc pas être décrit par un modèle de type Ginzburg-Landau type ne faisant intervenir qu'un nombre fini de dérivée spatiale du paramètre d'ordre.

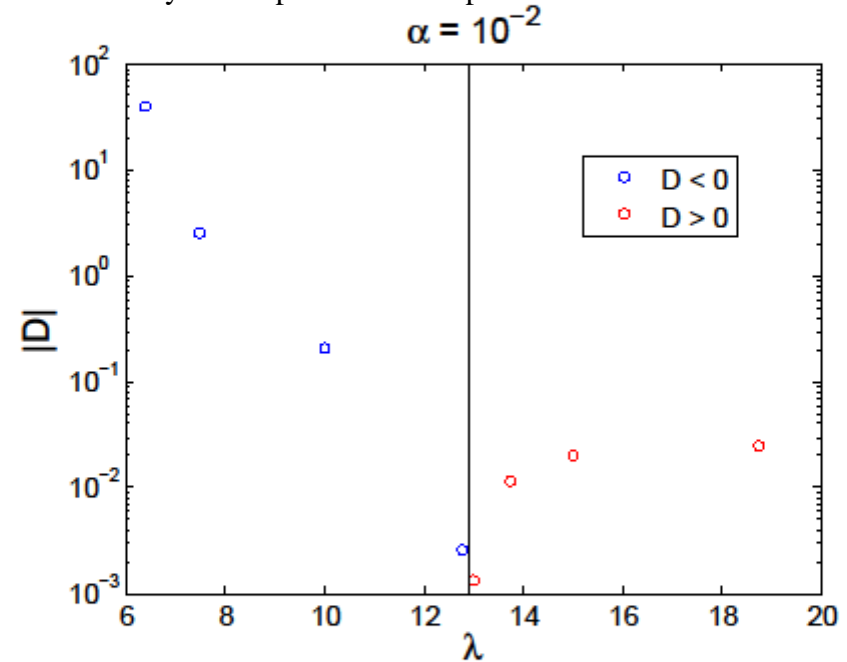
Une approche alternative consiste à étudier la dynamique de transition de phase à l'aide de l'équation de Cahn-Hilliard, version conservative de l'équation de Ginzburg-Landau dépendant du temps. Alors qu'habituellement dans un mûrissement d'Ostwald, une succession de coalescence de domaine conduit à une séparation de phase complète ou macro-ségrégation, C. Misbah and P. Politi [2] ont montré qu'une interaction à longue portée pouvait interrompre ce processus de coalescence et donc stabiliser un motif pour lequel la ségrégation reste partielle. En transformant l'équation de Cahn-Hilliard en une équation de diffusion du champ de phase, ils ont montré que le signe du coefficient de diffusion pouvait dépendre de la période des motifs la coalescence ; un changement de signe caractérisant une stabilisation du motif à une période précise.

$$\rho(x,t) = \rho_s(\varphi(x,t)) \quad \longrightarrow \quad \frac{d\varphi}{dt} = D \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$$

Dans notre travail, nous montrons que cela est le cas pour une dynamique proposée par Oono [3], qui a l'avantage de prendre en compte des interactions à longue portée et qui est donc particulièrement bien adapté pour étudier les systèmes présentant des phases modulées.



Taille des domaines (ou période de la modulation du motif) en fonction du temps.



Valeur du coefficient de diffusion effectif en fonction de  $\lambda$ ,

la taille des domaines ou la période du motif.

[1] M. Seul and D. Andelman, Science 267, 476 (1995).

[2] P. Politi and C. Misbah, Phys. Rev. Lett. 92, 090601 (2004).

[3] Y. Oono and S. Puri, Phys. Rev. Lett. 58, 836 (1987)