

# Description gyrocinétique pour les modes de déchirement neoclassiques.

Tronko<sup>1</sup>, Brizard<sup>2</sup>, & Wilson<sup>1</sup>

<sup>1</sup> York Plasma Institute, University of York, Heslington, York, YO10 5DD, UK

<sup>2</sup> Department of Physics, Saint Michael's College, Colchester, VT 05439, USA

nathalie.tronko@gmail.com

Les modes de déchirement néoclassiques (neoclassical tearing modes) peuvent modifier de manière significative la géométrie du champs magnétique confinant le plasma dans les machines à fusion. Ils forment une classe d'instabilités pouvant avoir une influence néfaste sur l'équilibre et le confinement du plasma.

Le mécanisme de déchirement est intrinsèque au champ magnétique des machines à fusion. Ce champs possède une structure complexe et contient naturellement des chaînes d'îlots magnétiques. Certains de ces îlots s'écroulent sur eux-mêmes, mais d'autres peuvent atteindre jusqu'à quelques centimètres en largeur et causer des perturbations considérables de la géométrie magnétique. Ceci peut avoir comme conséquence la modification des trajectoires des particules chargées.

La théorie néoclassique tient compte de la courbure du champs magnétique. Ceci implique l'existence de deux types de trajectoires des particules chargées : les trajectoires piégées et passantes.

La présence d'un îlot magnétique modifie le courant du plasma de deux manières différentes. Premièrement, la propagation d'un îlot induit un courant, appelé courant de polarisation. Deuxièmement, le profil de la pression s'aplatit dans la région où l'îlot se trouve. Ceci modifie le courant appelé "bootstrap", qui est proportionnel au gradient de pression  $j_b \sim -\partial p / \partial r$ . Le courant bootstrap est dû aux collisions entre les particules piégées et passantes. Il permet la stabilisation et le chauffage du plasma, et joue un rôle primordial pour le confinement.

Un îlot magnétique est un système possédant plusieurs échelles spatiales. Sa dimension poloidale est compatible avec le petit rayon du tokamak  $l_\theta \sim r$ , et peut donc atteindre quelques mètres. De plus, sa largeur peut varier de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Nous nous intéressons ici aux îlots dont la largeur est comprise entre le rayon de Larmor ionique et la largeur des trajectoires des particules piégées  $\rho_i < w \sim \rho_b$ . Afin de pouvoir calculer la modification du courant induit par un îlot, il est nécessaire de tenir compte de la taille fini du rayon de Larmor, ceci de manière consistante, au moins pour la dynamique des ions. On utilise pour cela la théorie gyrocinétique moderne [1].

Le but principal de ce travail consiste à obtenir le système d'équations gyrocinétiques de Maxwell-Vlasov qui permet de décrire le comportement auto-consistant non-linéaire du plasma en présence des champs électromagnétiques fluctuants.

Ce travail généralise les descriptions obtenues auparavant dans le cadre de l'approche drift-cinétique [2], ignorant les effets induits par la taille finie du rayon de Larmor, ainsi que d'autres travaux numériques [3] réalisés dans le cadre de l'approche gyrocinétique électrostatique.

## Références

1. A. J. BRIZARD AND T. S. HAHM, *Rev. Mod. Phys.*, **79**, (421), (2007).
2. H. R. WILSON, *et al.*, *Phys. Plasmas*, **3** (248), (1996).
3. E. POLI *et al.*, *Plasma Phys. Control. Fusion*, **52**, 124021, (2010).