

Etude de chaos réalisée sur le laser à électrons libres de Super-ACO

C. Bruni^{1,2}, D. Garzella^{1,2}, G. Orlandi^{1,2}, M. E. Couprie^{1,2}.

1) CEA DSM DRECAM SPAM, Centre d'Etudes de Saclay 91 191 Gif sur Yvette France

2) LURE Bât. 209 D Université de Paris-Sud, B.P. 34 91 898 Orsay CEDEX France

Les Lasers à Electrons Libres (LEL) sont des sources de lumière cohérentes et accordables. L'amplification résulte de l'interaction d'un faisceau d'électrons relativistes avec une onde électromagnétique. Etant généré par les paquets d'électrons, le LEL reproduit la structure temporelle du faisceau d'électrons pulsée à haute cadence (8.33 MHz dans le cas de Super-ACO). La dynamique du laser à l'échelle macro-temporelle (échelle de la milliseconde) dépend du désaccord entre la fréquence d'aller-retour de l'onde optique dans la cavité optique et la fréquence de passage des électrons dans le milieu amplificateur. Autour de l'accord parfait, le laser apparaît "continu" à l'échelle de la milliseconde, et il possède des caractéristiques optimales. En présence d'un léger désaccord, le laser devient pulsé à une fréquence d'environ 300 Hz. Pour des désaccords plus grands, le laser redevient continu mais avec un élargissement de la distribution de l'intensité laser et de la raie spectrale.

En modulant ce désaccord de façon sinusoïdale au voisinage de la fréquence de résonance du laser (300 Hz), le laser peut adopter des comportements chaotiques. Par exemple, pour une fréquence de modulation, f , de 320 Hz, le laser est pulsé, puis en augmentant l'amplitude de la modulation, il devient chaotique avec une dominante de la fréquence $f/3$, puis pulsé à $2f/3$, à nouveau chaotique avec une dominante $f/2$, puis pulsé à $f/2$. Entre chaque bifurcation apparaissent des régimes chaotiques. La comparaison entre les résultats expérimentaux et les ceux d'un modèle théorique empirique, qui reproduit la dynamique naturelle du laser en fonction du désaccord, sera présentée.