

Christophe Dorrer, PhD, MBA
Laboratory for Laser Energetics
University of Rochester
250 East River Rd
Rochester, NY 14623
Phone: 585 273 2778
Email: cdorrer@lle.rochester.edu

Rochester, le 25 Mai 2016

Rapport sur la thèse de Maïmouna Bocoum en vue de la soutenance pour obtenir le grade de docteur délivré par l'Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées.

La thèse de M. Bocoum est intitulée 'High-order harmonics and electron beams from plasma mirrors'. C'est un travail d'excellente qualité, autant sur point de vue du fond que de la forme, et je recommande la soutenance.

Le manuscrit de thèse est organisé en 8 chapitres:

- L'introduction présente un historique et des considérations générales sur les lasers et plasmas.
- Le chapitre 2 présente une revue des processus physiques relatifs aux plasmas, en particulier 'coherent wake emission' et 'Landau damping'.
- Le chapitre 3 présente le système laser qui a été utilisé pour la plupart des résultats expérimentaux présentés dans cette thèse, et en particulier, la caractérisation et amélioration du contraste temporel par un filtre XPW. Un contraste élevé est important pour les expériences avec des impulsions laser de courte durée. Les problèmes de variations rapides du spectre à cause des bandes passantes finies de l'étireur ont été résolus par l'utilisation du Dazzler pour apodiser le spectre. Le contraste a été mesuré pour différents paramètres du polariseur utilisé dans le dispositif XPW. Des simulations

et expériences sont présentées pour expliquer l'effet des nonlinéarités du système laser sur la conversion de post-pulses en pre-pulses pendant l'amplification. Ce chapitre présente aussi la chambre de compression et le dispositif de miroir plasma pour l'interaction at 1 kHz. Ce chapitre démontre que l'auteure a une bonne compréhension des aspects pratiques de l'utilisation de ce système laser et de l'impact des propriétés de l'impulsion laser sur les expériences.

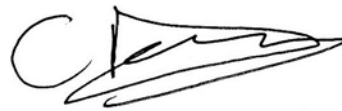
- Le chapitre 4 présente des résultats sur la génération d'harmoniques à la surface d'un miroir plasma, et en particulier, sur la cohérence spatiale des harmoniques et la génération par rotation de front d'onde résultant de la dispersion angulaire. La dispersion angulaire a été mesurée de manière conventionnelle par un spectromètre imageur en fonction de l'angle relatif de deux prismes introduits dans le faisceau laser. Les harmoniques générées ont été résolues en fonction de la fréquence et de l'angle d'émission. L'auteure discute la possibilité de mesurer un spectrogramme pour reconstruire le champ temporel et présente des résultats expérimentaux. Cela aurait un impact scientifique important vu la difficulté de la métrologie temporelle pour les impulsions attosecondes, mais il y a de sévères limitations qui sont discutées brièvement dans le manuscrit.
- Le chapitre 5 présente une technique nouvelle pour mesurer l'expansion du plasma généré à la surface d'une cible plane en utilisant une impulsion sonde ('Spatial Domain Interferometry'). Un masque avec une transmission périodique en champ proche génère des ordres de diffraction. L'ordre 0 est aligné sur la zone d'interaction de l'impulsion principale avec la cible et les faisceaux d'ordre 1 sont incidents sur des zones de référence qui ne sont pas affectées par l'impulsion principale. Une image en champ proche après la cible contient l'interférence entre les différents ordres, ce qui permet de reconstruire la différence de chemin optique et l'expansion de la surface de la cible. L'auteure a étudié de manière approfondie beaucoup d'aspects expérimentaux et présente des résultats très bons qui démontrent l'utilité de cette nouvelle technique. Ce travail nouveau et de haute qualité a été présenté à la conférence CLEO et dans le journal Optics Letters (facteur d'impact=3.3). L'auteure décrit aussi la possibilité intéressante de reconstruire l'expansion du plasma résolue spatialement en utilisant des techniques de reconstruction de phase, e.g., algorithme de Fienup.

- Le chapitre 6 présente une étude expérimentale et théorique (simulations ‘Particle-in-cell’) de la génération d’harmoniques et d’électrons. L’auteure montre que ces générations sont anti-corrélées à cause de dépendances différentes par rapport à la ‘plasma scale length’. Les paramètres expérimentaux, e.g., dans le dispositif expérimental pour mesurer la distribution angulaire des électrons, sont étudiés et présentés de manière claire. Ce travail de haute qualité et nouveauté a été présenté à la conférence HILAS et dans le journal Physical Review Letters (facteur d’impact=7.5).
- Le chapitre 7 présente des simulations de l’interaction des électrons avec le champ laser près de la surface du miroir plasma. En particulier, deux régimes d’interaction sont présentés et discutés, et les profils d’émission angulaire mesurés expérimentalement sont reproduits de manière qualitative. Les aspects de focalisation forte et de réflexion du laser sont étudiés. Ce chapitre démontre la capacité de l’auteure à simuler les interactions complexes et son intérêt à comprendre et expliquer les résultats expérimentaux.
- Le chapitre 8 présente les conclusions sur le travail de thèse et les travaux futurs rendus possibles par une modification du système laser pour réduire la durée des impulsions produites de ~30 fs à ~5 fs.

La thèse présente un travail soigné avec excellente attention portée aux détails par exemple, sur les détails expérimentaux ou sur la correspondance entre résultats expérimentaux et simulations. La thèse couvre des aspects expérimentaux et théoriques très intéressants qui sont présentés de manière didactique et bien maîtrisés. Le contenu scientifique est de haute qualité, important dans le contexte actuel de l’interaction des impulsions lasers avec la matière, et a été présenté à plusieurs conférences scientifiques de haut niveau ainsi que publié dans deux journaux à haut facteur d’impact (Optics Letters et Physical Review Letters). L’effort qui a été fait de rédiger le manuscrit en Anglais a produit un document qui sera très utile comme référence et facile à partager. Le texte est en général facile à lire, didactique, précis, et le contenu est présenté de manière logique. Une liste de corrections a été envoyée directement à l’auteure pour corriger des points linguistiques et des aspects de présentation mineurs qui n’ont pas d’impact sur la compréhension générale et le contenu scientifique. Les figures sont de haute qualité, bien

organisées, et faciles à lire. La liste de références est adéquate. Les annexes complètent le texte principal et rendent sa lecture plus facile.

La thèse présente des aspects scientifiques nouveaux et démontre de manière claire la compréhension de l'auteur, sa capacité à diriger des expériences et simulations dans le domaine de l'interaction des lasers avec la matière, et sa démarche scientifique. Je recommande la soutenance et la félicite pour ce travail de qualité.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large 'C' followed by a stylized 'D' and 'R'.

Christophe Dorrer