

ORAUX

Maîtrise de l'impulsion électromagnétique générée par laser

S. Coudert¹, M Bardon¹, B Etchessahar¹, S Bazzoli²

1 CEA-CESTA, Le Barp F-33114, France

2 CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette F-91191, France

stephane.MJB.coudert@protonmail.com

Les infrastructures de lasers de puissances telles qu'Omega EP, Vulcan, LMJ-PETAL, sont le lieu de génération et de propagation d'impulsions électromagnétiques (IEM) de fortes amplitudes qui peuvent potentiellement endommager les dispositifs électroniques environnant à l'intérieur et à l'extérieur de la chambre d'expérience [1,2]. Ces IEM sont principalement générées par le courant de décharge circulant dans le porte-cible, induit par l'éjection de charges (électrons, ions...) lors de l'interaction laser plasma [3].

Au CEA-CESTA, des parades anti-IEM ont été développées pour limiter ce phénomène, ainsi qu'une chaîne de simulation permettant de prédire le niveau d'IEM et sa dangerosité [4].

Si le processus de génération de ces IEM est aujourd'hui relativement bien compris, des mesures récentes sur l'installation LMJ-PETAL ont montré une absence d'IEM lors de l'utilisation combinée des faisceaux LMJ et PETAL [4]. Cette annulation a été observée pour des délais temporels inférieurs à 20 ns entre les deux impulsions uniquement. L'explication la plus plausible est celle d'un phénomène de *black out* dû au gaz résiduel présent dans la chambre d'expérience, ionisé par les rayonnements X générés suite à l'interaction entre la cible et le faisceau LMJ. Si de nombreux éléments théoriques ont pu corroborer cette hypothèse, la faible durée de ce phénomène par rapport à la durée de vie du plasma (20 ns contre quelques μ s) reste inexplicée. La compréhension fine de ce phénomène nécessite des campagnes dédiées ainsi que la mise en place d'un diagnostic de mesure de courant sur l'installation LMJ-PETAL.

Après avoir présenté les différents éléments relatifs aux processus de génération de l'IEM par laser ainsi que les dispositifs de parades mis en place sur l'installation LMJ-PETAL, nous discuterons les résultats de cette expérience ainsi que différentes perspectives quant aux campagnes d'expériences à réaliser. Les études de validation d'un dispositif de mesure de courant prochainement intégré à l'installation seront présentés.

Références:

- [1] C. J. Brown Jr., T.J. Clancy, D.C. Eder, W. Ferguson and A.L. Throop. 2013. "Analysis of electromagnetic pulse (EMP) measurements in the National Ignition Facility's target bay and chamber". EPJ Web of Conferences 59, 08012. DOI: [10.1051/epjconf/20135908012](https://doi.org/10.1051/epjconf/20135908012).
- [2] F. Consoli, V. T. Tikhonchuk, M. Bardon, P. Bradford, D. C. Carroll, J. Cikhardt, M. Cipriani, R. J. Clarke, T. E. Cowan, C. N. Danson, R. De Angelis, M. De Marco, J. L. Dubois, B. Etchessahar, A. Laso Garcia, D. I. Hillier, A. Honsa, W. Jiang, V. Kmetik, J. Krasa, Y. Li, F. Lubrano, P. McKenna, J. Metzkes-Ng, A. Poyé, I. Prencipe, P. Raczka, R. A. Smith, R. Vrana, N. C. Woolsey, E. Zemaityte, Y. Zhang, Z. Zhang, B. Zielbauer and D. Neely. 2020. "Laser produced electromagnetic pulses: generation, detection and mitigation". High Power Laser Science and Engineering, Vol. 8, e22. DOI: [10.1017/hpl.2020.13](https://doi.org/10.1017/hpl.2020.13).
- [3] A. Poyé, S. Hulin, M. Bailly-Grandvaux, J.-L. Dubois, J. Ribolzi, D. Raffestin, M. Bardon, F. Lubrano-Lavaderci, E. D'Humières, J. J. Santos, Ph. Nicolai and V. Tikhonchuk. 2015. "Physics of giant electromagnetic pulse generation in short-pulse laser experiments". Phys. Rev. E 91, 043106. DOI: [10.1103/PhysRevE.91.043106](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.91.043106)
- [4] M. Bardon, B. Etchessahar, F. Lubrano, S. Bazzoli, M. Ferri, J. Ribolzi, P. Mirabel, A. Compant La Fontaine, N. Mallejac, S. Cadra, L. Chaigne, S. Depierreux, J. Baggio, N. Blanchot, G. Birindelli, A. Casner and V. T. Tikhonchuk.

2020. "Mitigation of strong electromagnetic pulses on the LMJ-PETAL facility". Phys. Rev. Research **2**, 033502 (2020).
[DOI: 10.1103/PhysRevResearch.2.033502](https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.033502)

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: Post-doctorant

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

Propulsion d'ablation laser: enquête expérimentale sur l'influence de l'ablation répétitive.

S.A.E. BOYER¹, G. TAHAN¹, C. PHIPPS², Y. LEVY³, M. CHYLA³, M. CIMRAN³, A.V. BULGAKOV³, A. LUCIANETTI³, M. BOUSTIE⁴, M. ARRIGONI⁵, J. PACHMAN⁶, S. ORIOL⁷, and C. BONNAL⁷

¹ CNRS7635-CEMEF, MINES ParisTech PSL, Sophia Antipolis, France

² Photonic Associates, LLC, Santa Fe, USA

³ HILASE Centre, Institute of Physics ASCR, Dolní Břežany, Czech Republic

⁴ CNRS-PPRIME, ISAE ENSMA, Futuroscope, France

⁵ ENSTA Bretagne - IRDL, Brest, France

⁶ Pardubice University, Pardubice, Czech Republic

⁷ CNES, Paris, France

Severine.Boyer@mines-paristech.fr

L'industrie spatiale est récemment confrontée à un changement d'enjeux qui conduit au développement de nouvelles méthodes de propulsion et de nouvelles stratégies de lancement. La propulsion par ablation laser (LAP) peut être une solution alternative à plusieurs verrous tels atténuer les collisions des débris spatiaux.

Sur cette base, une campagne d'essais au Centre Laser de HILASE (Prague, République tchèque) avec la source laser Perla B a été conduite. Cette source est un laser infrarouge répétitif avec les caractéristiques suivantes: une longueur d'onde de 1550 nm, un taux de répétition de 1 kHz, une durée d'impulsion de 6 ps et une distribution spatiale gaussienne.

Le coefficient de couplage C_m a été quantifié pour différentes énergies et différents nombres d'impulsions. L'estimation du C_m nécessite à la fois des mesures de l'énergie et une estimation de l'impulsion mécanique. Pour cela, le dispositif choisi est un pendule balistique, déjà utilisé pour l'estimation de plusieurs C_m [1,2]. Le C_m semble diminuer un peu pour l'aluminium (Al) lorsque le nombre d'impulsions augmente. Le système organique (polyoxyméthylène, POM) et son hybride (POM-Al) présentent des tendances différentes où le C_m augmente pour un nombre croissant d'impulsions.

References:

- [1] A.V. Pakhomov, D.A. Gregory, M.S. Thompson, "Specific Impulse and Other Characteristics of Elementary Propellants for Ablative Laser Propulsion", *AIAA Journal*, 40, 947-952, 2002.
- [2] C.R. Phipps, M. Boustie, J.-M. Chevalier, S. Baton, E. Brambrink, L. Berthe, M. Schneider, L. Videau, S.A.E. Boyer, S. Scharring, "Laser impulse coupling measurements at 400 fs and 80 ps using the LULI facility at 1057 nm wavelength", *Journal of Applied Physics*, 122, 193103, 2017.

Préférence: oral (sous réserve de l'acceptation d'une présentation orale par le comité)

Statut de l'auteur inscrit au Forum: chercheure CNRS

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

Diffraction X en réflexion sur une installation laser multi-kJ

A. DENOEUDE¹, J.-A. HERNANDEZ^{2,3}, S. BRYGOO¹, A. BENUZZI-MOUNAIX², T. VINCI², A. SOLLIER¹, L. VIDEAU¹, A. BERLIOUX², F. LEFEVRE², A. RAVASIO², M. GUARGUAGLINI², D. LOISON⁴, E. BRAMBRINK⁵

¹CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France

²LULI, CNRS, CEA, Sorbonne Université, École Polytechnique, IPP, Palaiseau, France

³Centre for Earth Evolution and Dynamics, University of Oslo, Norway

⁴Univ Rennes, CNRS, IPR - UMR 6251, F-35000 Rennes, France

⁵European XFEL, Holzkoppel 4, 22869 Schenefeld, Germany

adrien.denoed2@cea.fr

Un diagnostic de diffraction X couplé à de la compression dynamique a été mis au point récemment sur l'installation LULI2000, et sera adapté prochainement sur l'installation Laser Mégajoule [1]. La diffraction du rayonnement X quasi-monochromatique, généré également par interaction laser-plasma [2], est effectuée dans une géométrie en réflexion. Par comparaison à une configuration en transmission [3], cette géométrie permet de ne sonder qu'une petite partie de l'échantillon comprimé, ainsi que d'améliorer les rapports signaux à bruit en protégeant les détecteurs du rayonnement X généré dans le plasma coronal [5].

Cette nouvelle plate-forme expérimentale offre la possibilité d'étudier avec précision les transitions de phase solide-solide et solide-liquide de matériaux cristallins comprimés à l'aide d'un laser de puissance, et soumis à de très hautes pressions relevant du domaine de la matière dense et tiède. En permettant de sonder des conditions hydrodynamiques spatialement et temporairement uniformes, ce dispositif permet alors d'étudier des échantillons d'une large gamme d'épaisseurs et de numéros atomiques, ceci avec une dynamique de compression choisie (choc, multi-chocs, rampe, ...).

Comme preuve de principe, nous avons étudié par diffraction X les changements de phase du fer, matériau d'intérêt géophysique, comprimé à la fois par rampe et par choc laser, jusqu'à plus de 2 Mbar. Le diagnostic VISAR utilisé en parallèle a permis de suivre l'historique de compression.

References:

- [1] A. Denoed *et al.*, *X-ray powder diffraction in reflection geometry on multi-beam kJ-type laser facilities*, RSI **92**, 013902 (2021).
- [2] F. Coppari *et al.*, *Optimized x-ray sources for x-ray diffraction measurements at the omega laser facility*, RSI **90**, 125113 (2019).
- [3] J. R. Rygg *et al.*, *X-ray diffraction at the national ignition facility*, RSI **91**, 043902 (2020).
- [4] J. R. Rygg *et al.*, *Powder diffraction from solids in the terapascal regime*, RSI **83**, 113904 (2012).
- [5] A. Denoed *et al.*, *Dynamic X-ray diffraction observation of shocked solid iron up to 170 GPa*, PNAS **113**, 7745 (2016).

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: chercheur

Expérience Pacman 2 : focalisation, post-accélération et bunching de protons TNSA via des cibles hélicoïdales à diamètre et pas variables

A Hirsch^{1,2}, J G Moreau¹, L Romagnani³, C Rousseaux⁴, M Ferri¹, F Lefèvre³, I Lantuéjoul⁴, B Etchessahar¹, S Bazzoli⁴, M Chevrot³, E Loyez³, E Veillot³, W Cayzac⁴, B Vauzour⁴, G Boutoux⁴, L Gremillet^{4,5}, R. Nuter², E D'Humières², V T Tikhonchuk^{2,6} et M Bardon¹

¹ CEA-CESTA, Le Barp F-33114, France

² CELIA, University of Bordeaux-CNRS-CEA, Talence F-33405, France

³ LULI, CNRS-Ecole Polytechnique-CEA-Université Paris VI, Palaiseau F-91128, France

⁴CEA-DIF, Arpajon F-91297, France

⁵Université Paris-Saclay, CEA, LMCE, Bruyères-le-Châtel 91680, France

⁶ELI-Beamlines, Institute of Physics CAS, Dolní Brežany 25241, Czech Republic

arthur.emmanuel.hirsch@protonmail.com

Les cibles hélicoïdales [1] permettent de concentrer et de post-accélérer un faisceau de protons issu du processus TNSA [2]. Ce schéma utilise le courant de décharge [3], généré par l'éjection de charges issues de l'interaction laser-plasma, pour le faire circuler dans une hélice conductrice. La propagation de ce courant produit une impulsion électromagnétique (IEM) à l'intérieur de l'hélice qui concentre, post-accélère et regroupe en paquets une partie du faisceau de protons. Ce type de dispositif a été validé, pour des hélices à diamètre et pas constants, sur plusieurs expériences [1, 4]. Cette technique présente un fort intérêt pour de nombreuses applications allant du chauffage isochore de matériaux denses à la production d'isotopes ou de neutrons[5].

Nous présenterons les résultats de la seconde campagne expérimentale PACMAN effectuée sur l'installation LULI2000 avec une impulsion laser de haute énergie (70J, 1ps) irradiant des cibles hélicoïdales. Cette campagne a permis d'approfondir l'étude de la focalisation, du bunching et de la post-accélération des faisceaux de protons, mise en évidence lors de la campagne PACMAN 1 [4], via des études paramétriques sur la longueur, le diamètre et le pas des hélices. En particulier, pour la première fois, des cibles hélicoïdales à pas ou diamètres progressifs ont pu être testées. Nous montrerons tout l'intérêt de ce type de géométrie en termes d'accélération, de focalisation et de rendement. Les résultats obtenus ont été comparés à ceux des simulations Particle-In-Cell de grande échelle via le code SOPHIE [6] développé au CEA-CESTA. Le bon accord entre les résultats expérimentaux et les données de simulation nous permet de mieux comprendre la phénoménologie des processus mis en jeu, en particulier la dynamique des protons.

Références:

[1] S. Kar et al, *Nature Com.* **7**, 10792 (2016)

[2] R. A. Snavely et al, *Phys. Rev. Lett.* **85** 2945 (2000)

[3] F. Consoli et al, *High Power Laser Science and Engineering* **8**, e22 (2020)

[4] M. Bardon et al, *Plasma Phys. Control. Fusion* **62**, 125019 (2020)

[5] Roth et al., *Phys. Rev. Lett.* **110**, 044802 (2013)

[6] O. Cessenat, *arXiv*, 1301.4539 (2013)

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: étudiant doctorant

Ecole doctorale Sciences Physiques et de l'Ingénieur (SPI), Talence

Laser wavefront rotation as a way to control intense localized surface plasma waves and obtain ultra energetic electron bunches

P. S. KLEIJ,^{1, 2} * S. MARINI,^{1, 2} F. PISANI,³ F. AMIRANOFF,² M. GRECH,² A. MACCHI,^{4,3} M. RAYNAUD,¹ and C. RICONDA²

¹*LSI, CEA/DRF/IRAMIS, CNRS, École Polytechnique, Institut Polytechnique de Paris, F-91128 Palaiseau, France*

²*LULI, Sorbonne Université, CNRS, CEA, École Polytechnique, Institut Polytechnique de Paris, F-75252 Paris, France*

³*Enrico Fermi Department of Physics, University of Pisa, largo Bruno Pontecorvo 3, 56127 Pisa, Italy*

⁴*National Institute of Optics, National Research Council (CNR/INO), 56124 Pisa, Italy*
* paula.kleij@polytechnique.edu

Recent experiments [1] have demonstrated that the excitation of surface plasma waves (SPW) by ultra-high intensity fs lasers impinging on a solid-density target strongly enhances the laser-plasma coupling and provides a new path for generating relativistic, high charge electron bunches. In this work, we show that laser wavefront rotation (WFR) [2] may both shorten the duration (down to very few optical cycles) and increase the intensity of SPW [3], thus favoring the production of ultra-short, energetic electron bunches. Optimal laser parameters were identified by an analytical model and verified by means of Particle-In-Cell (PIC) simulations with the open-source code SMILEI [4]. The laser pulse with WFR was combined with a smart grating target design. In the laser-plasma relativistic regime of interaction (i.e. $I\lambda^2 = 3.4 \times 10^{19} \text{W/cm}^2 \mu\text{m}^2$), we show that this set-up may produce SPW with ~ 3.6 cycles duration which accelerate high-charge (few 10's of pC), high-energy (up to 70 MeV) electron bunches of few fs duration [5].

All simulations were performed on the Irene-SKL machine hosted at TGCC-France, using High Performance Computing resources from GENCI-TGCC (Grant No. 2018-x2016057678) and PRACE. Financial support from Grant No. ANR-11-IDEX-0004-02 Plas@Par is acknowledged. P.S.K. was supported by the CEA NUMERICS program, which has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No. 800945.

References:

- [1] L. Fedeli *et al.*, Phys. Rev. Lett. **116**, 015001 (2016); G. Cantonon *et al.*, Phys. Rev. Lett. **120**, 264803 (2018).
- [2] H. Vincenti and F. Quéré, Phys. Rev. Lett. **108**, 113904 (2012).
- [3] F. Pisani, L. Fedeli and A. Macchi, ACS Photonics **5**, 1068 (2018).
- [4] J. Derouillat *et al.*, Comput. Phys. Commun. **222**, 351 (2018).
- [5] S.Marini *et al.*, Phys. Rev. E. in press (2021) <https://arxiv.org/abs/2101.01635>

Préférence: oral (sous réserve de l'acceptation d'une présentation orale par le comité)

Statut de l'auteur inscrit au Forum: étudiant à l'Institut Polytechnique de Paris.

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

Inhibition du CBET dans les plasmas faiblement amortis

A. Oudin, A. Debayle, C. Ruyer, and D. Bénisti

CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France

Université Paris-Saclay, CEA, LMCE, 91680 Bruyères-le-Châtel, France

albertine.oudin@cea.fr, arnaud.debayle@cea.fr

La fusion par confinement inertiel (FCI), est une voie alternative de la fusion nucléaire dans laquelle une capsule millimétrique de Deuterium-Tritium est implosée pour atteindre les conditions d'allumage thermonucléaire. Cette compression est initiée en illuminant directement la capsule avec de nombreux laser, ou par un rayonnement X produit par interaction entre les lasers et une cible de conversion en or. Dans ces plasmas millimétriques, le croisement des faisceaux conduit à un échange d'énergie laser ou Cross Beam Energy Transfer (CBET). Cet effet de premier ordre dégrade la symétrie d'implosion et reste difficilement prédictible malgré les modèles récemment développés dans les codes hydrodynamiques dédiés à l'étude de la FCI. La non prise en compte du lissage des faisceaux laser dans les modèles pourrait en partie expliquer ce désaccord avec les expériences. En effet, les faisceaux laser sont en réalité composés de nombreux points chauds nommés speckles, qui se croisent dans le plasma. Le réseau d'interférence entre ces derniers induit localement des modulations de densité électronique/ionique diffusant alors une partie de l'énergie d'un des speckles vers l'autre. L'échange d'énergie est maximum, ou résonnant, lorsque le réseau se déplace à la vitesse acoustique dans le référentiel du plasma. Cette condition est atteinte lorsqu'une légère différence de longueur d'onde réside entre les speckles. Celle-ci est établie en imposant la longueur d'onde des faisceaux et/ou due à l'effet Doppler dans le plasma en mouvement. Dans le cas d'un plasma faiblement amorti par effet Landau, l'onde acoustique issue d'un croisement peut se déplacer suffisamment pour atteindre un croisement tiers et y perturber l'échange. Nous avons étudié cet effet [1] sur le taux d'échange entre deux faisceaux au moyen de simulations 2D Particle-In-Cell (PIC) où l'on distingue deux cas. Un cas de référence, où les réseaux correspondant à plusieurs croisements de speckles distincts sont en phase, et le cas réaliste où ils sont déphasés. L'interférence destructive résultant de l'interaction des ondes acoustiques ioniques déphasées mène à un amoindrissement significatif de l'échange d'énergie. Les résultats de simulation sont confortés par un modèle tenant compte du déphasage, permettant de comparer l'échange induit par rapport au modèle générique linéaire utilisé dans la plupart des travaux [2][3][4][5]. L'interférence destructive des ondes acoustiques pourrait être à l'origine des divergences entre résultats de simulation et expériences dans les plasmas faiblement amortis.

Qui plus est, nous montrons également qu'il n'y a pas d'équivalence stricte entre le cas où on impose une légère différence de longueur d'onde aux faisceaux et celui où le plasma est en mouvement. En particulier, l'échange d'énergie dans un flot de plasma sans décalage de fréquence laser est plus significatif, que l'échange d'énergie avec décalage de fréquence dans

un plasma stationnaire.

References:

- [1] A. Oudin et al., to be submitted
- [2] P. Michel et al., Phys. Rev. L, 025004 (2009)
- [3] I. V. Igumenshchev et al., Phys. Plasmas 19, 056314 (2012)
- [4] A. Colaitis et al., Phys. Rev. E, 0131102 (2015)
- [5] A. Debayle et al., Phys. Plasmas 26, 092705 (2019)

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: Doctorante

Étude de la distribution de vitesse des électrons d'un plasma faiblement couplé en présence du champ électrique d'un laser

R. Devriendt¹, S. Baton², O. Poujade^{1,3}

1 CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France

2 LULI, Polytechnique, Palaiseau, France

3 Université Paris-Saclay, CEA, LMCE, F-91680, Bruyères-le-Châtel, France

ronan.devriendt@cea.fr

L'absorption laser par bremsstrahlung inverse (BI) est un phénomène important pour la fusion par confinement inertiel (FCI). Sa description doit donc être la plus précise possible. La vitesse de chauffage d'un plasma par BI est directement proportionnelle à la fréquence de collision entre électrons et ions. Cette fréquence dépend notamment de la distribution de vitesse des électrons (DVE). Il est connu que la présence du champ électrique d'un laser peut modifier sa forme. Or, la forme de la DVE est importante pour tous les phénomènes physiques faisant intervenir des populations d'électrons libres (CBET, Thomson, physique atomique HETL, etc.)

Lorsque l'intensité laser est très faible, la DVE est Maxwellienne, et l'effet sur la fréquence de collision est limité. Lorsque la vitesse d'oscillation des électrons est faible ou du même ordre de grandeur que leur vitesse thermique, Langdon [1] a montré, à partir de l'approximation de Fokker-Planck (FP), que la DVE peut devenir supergaussienne. Si la vitesse d'oscillation est plus élevée que la vitesse thermique, plusieurs études théoriques, aussi basées sur FP, montrent que la DVE peut devenir anisotrope [2, 3]. Dans la littérature, un consensus ne semble pas atteint quant à la forme exacte de ces DVE en fonction des paramètres plasma et laser. Ces DVE ont été étudiées numériquement mais toujours sur la base des équations de FP. Afin de nous affranchir des approximations inhérentes à cette méthode, et pour discriminer les modèles, nous avons réalisé des simulations de dynamique moléculaire dédiées, ce qui n'avait pas été fait jusque-là à notre connaissance. Nous présenterons des simulations dans les conditions de plasma faiblement couplé et de champ électrique variable (laser) d'intérêt pour la FCI et favorables à l'apparition de DVE non-Maxwelliennes.

References:

- [1] A.B. Langdon, Phys. Rev. Lett. **44**, 575 (1980)
- [2] P.I. Porshnev *et al.*, Phys. Rev. E **53**, 1100 (1996)
- [3] A.Yu. Romanov *et al.*, Plasma Physics Reports, **28**, 657 (2002)

Préférence: oral (sous réserve de l'acceptation d'une présentation orale par le comité)

Statut de l'auteur inscrit au Forum: étudiant

Ecole Doctorale : IP Paris (ED 626)

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

Parametric description of laser-generated ion plasma gratings

H. Peng^{1,2}, C. Riconda¹, M. Grech¹, S. Weber³

¹ *LULI Sorbonne Université, CNRS, École Polytechnique, CEA , 75005 Paris, France,*

² *Shenzhen Technology University, Shenzhen, Guangdong, China*

³ *ELI-Beamlines, Inst. of Phys. of the Czech Ac. of Science, 18221 Prague, Czech Republic*

Laser-generated plasma gratings are dynamic optical elements for the manipulation of coherent light at high intensities, beyond the damage threshold of solid-stated based materials. They can be formed by a periodic ponderomotive potential generated by two identical counter-propagating lasers. Their formation, evolution and final collapse require a detailed understanding, lacking so far. We present a fluid model that allows to predict the peak value and formation time of the gratings[?, ?]. The model is benchmarked against kinetic simulations, and its limit of validity identified. A single parameter is found to determine the behavior of the grating and distinguish three fundamentally different regimes for the ion dynamics once kinetic effects become important : completely reflecting, partially reflecting/partially passing, and crossing. Combining fluid and kinetic results, criteria for the peak value and life-time of the grating can be found.

References

- [1] H. Peng, C. Riconda, M. Grech, J.-Q. Su, and S. Weber, Phys. Rev. E **100**, 061201(2019)
- [2] H. Peng, C . Riconda, M. Grech, C. Zhou and S. Weber, Plasma Physics and Controlled Fusion 62 115015 (2020)

Scaling of hot electron generation mechanisms from two-plasmon decay in ICF plasmas

E. Rovere¹, A. Colaitis¹, and A. Casner^{1,2}

1 CELIA, Université de Bordeaux, Talence (33400), France

2 CEA CESTA, 33116, Le Barp Cedex, France

edoardo.rovere@u-bordeaux.fr

In the Inertial Confinement Fusion (ICF) scenarios, especially in Shock Ignition (SI), Hot Electrons (HE) are a key aspect.

In the subcritical region of the coronal plasma, HE generation can have different consequences, both positive, such as shock pressure increase^[1], and detrimental, such as loss of ablation pressure and fuel preheat^[1,2].

HE are generated by Landau Damping (LD) of Electron Plasma Waves (EPW), which in turn are produced in substantial amounts by Stimulated Raman Scattering (SRS) and Two Plasmon Decay (TPD)^[2] instabilities.

While radiative hydrodynamic codes used in ICF can model HE transport (e.g. from SRS and TPD), they lack predictive capabilities regarding HE generation. The aim of this work is to develop new models for hydrodynamic codes for HE produced by such instabilities.

We use the hybrid code LPSE^[3] to derive databases and scaling laws describing HE related quantities (HE fraction, temperature, flux, etc.) as functions of laser and plasma parameters (laser intensity, bulk plasma temperature, etc).

Here we consider TPD in the presence of laser Pump Depletion (PD) and Parametric Decay Instabilities (PDI). In particular, the introduction of PD implies that the laser has a finite energy, and as such a saturation regime will be reached, while the introduction of PDI, a process in which EPW decays into another EPW and an Ion Acoustic Wave (IAW), introduces a competitive process where IAWs can siphon energy from the EPWs and, consequently, from HE generation.

We present intensity-scalings of HE fractions and fluxes from TPD in 2D. Comparisons are also given with simulations in 3D.

Preliminary results for scalings with electron and ion temperatures are also presented.

References:

[1] Coupled hydrodynamic model for laser-plasma interaction and hot electron generation, A. Colaitis, G. Duchateau, X. Ribeyre, Y. Maheut, G. Boutoux, L. Antonelli, Ph. Nicolai, D. Batani, and V. Tikhonchuk, PHYSICAL REVIEW E 92, 041101(R) (2015)

[2] The physics of Laser Plasma Interactions, William L. Kruer, Westview Press 2003.

[3] Follett, R. K., J. G. Shaw, J. F. Myatt, C. Dorrer, D. H. Froula, and J. P. Palastro. "Thresholds of Absolute Instabilities Driven by a Broadband Laser." *Physics of Plasmas* 26, no. 6 (June 1, 2019): 062111. <https://doi.org/10.1063/1.5098479>.

Préférence: oral (sous réserve de l'acceptation d'une présentation orale par le comité)

Statut de l'auteur inscrit au Forum: étudiant, Université de Bordeaux, SPI, CELIA.

(pour les étudiant, merci d'indiquer le nom de votre Ecole Doctorale ou de votre formation)

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

Accélération laser-plasma en régime kilohertz : stabilité sur plusieurs heures et contrôle d'effets de CEP

L. Rovige*, J. Huijts, I. Andriyash, A. Vernier, M. Ouillé, J. Kaur, R. Lopez-Martens et J. Faure

Laboratoire d'Optique Appliquée, ENSTA, CNRS UMR7639, École Polytechnique, Chemin de la Hunière, 91761 Palaiseau, France.

*e-mail : lucas.rovige@ensta.fr

L'accélération laser plasma, réalisée en focalisant des impulsions laser ultra-intense ($I > 10^{18}$ W/cm²) dans un plasma, permet l'accélération d'électrons à des vitesses relativistes sur des distances micrométriques grâce aux champs électriques gigantesques (> 100 GeV/m) créés par l'onde plasma dans le sillage du laser. Le régime d'accélération laser-plasma haute cadence [1] se distingue par l'utilisation d'impulsions laser particulièrement courtes (< 5 fs) s'approchant alors d'un seul cycle optique, et d'une énergie par pulse de l'ordre de quelques milijoules, permettant l'accélération d'électrons jusqu'à quelques MeV [2]. Les faisceaux d'électrons produits sont eux-mêmes ultra-courts et peuvent être utilisés dans de nombreuses applications, et notamment pour réaliser des expériences de diffraction d'électrons avec une résolution temporelle inégalée.

Nos récents résultats sur le fonctionnement en continu de notre accélérateur au kHz pour une durée de plusieurs heures, accumulant plus de 18 millions de tirs consécutifs, sont présentés [3]. Cette stabilité long-terme a notamment été rendue possible par l'utilisation d'un nouveau type de jet de gaz choqué asymétrique. Les raisons de cette stabilité nouvellement acquise seront expliquées à l'aide de simulations PIC reproduisant les résultats expérimentaux.

De plus, l'utilisation d'impulsions de durée proche du cycle optique rend l'injection et l'accélération sensibles à la phase entre l'enveloppe et les oscillations du champ électrique (CEP). Nous mettons en évidence expérimentalement pour la première fois et de façon contrôlée, un effet très clair de la CEP sur le pointé du faisceau d'électrons avec une amplitude d'oscillation pouvant atteindre plusieurs dizaines de milliradians.

References:

- [1] J. Faure *et al.*, 2019 *Plasma Phys. Control. Fusion* **61** 014012
- [2] Guénot, D. *et al.*, 2017, *Nature Photon* **11**, 293–296.
- [3] L. Rovige, J. Huijts, I. Andriyash *et al.*, 2020, *Phys. Rev. Accel. Beams* **23**, 093401

Préférence: Oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: étudiant à l'Institut Polytechnique de Paris (IPP)