

Source laser à 100 kHz optimisée pour la génération de photons X jusqu'au keV

N. Thiré¹, R. Maksimenka¹, B. Kiss², K. Osvay² et N. Forget¹

¹ Fastlite, 1900 route des crêtes, 06560 Valbonne, France

² ELI-HU Non-Profit Ltd., Szeged, Hongrie

La mise au point de sources optiques pulsées ultra-courtes dans le domaine spectral X-UV, entre 100 et 1000 eV, est un défi technologique et scientifique de premier plan. Les applications potentielles de telles sources sont, en effet, nombreuses. Parmi les applications scientifiques on peut citer, par exemple l'étude de dynamiques d'intérêt biologique ou chimique dans la fenêtre de l'eau (280 – 540 eV) [1] ou en encore l'étude de la demagnétisation ultra-rapide [2] des matériaux de transition 3d au seuil L. Parmi les potentielles applications industrielles on peut citer l'imagerie/tomographie nanométrique.

La génération d'harmoniques d'ordre élevé est un processus physique permettant de générer des faisceaux X-UV collimatés et cohérents à partir d'une source laser femtoseconde. Le processus est bien connu et maîtrisé mais nécessite des lasers intenses dans l'infrarouge moyen afin d'atteindre la plage spectrale du keV [3]. En effet, l'énergie maximale accessible par ce processus dépend du potentiel pondérateur acquis par l'électron durant un cycle optique et varie suivant $I \cdot \lambda^2$ [4, 5]. Afin d'atteindre le keV avec un flux de photons important, il est donc primordial de développer des sources femtosecondes ultra-courtes (augmentation de l'intensité crête : I), à des longueurs d'ondes élevées (augmentation de λ) et de haute cadence (flux).

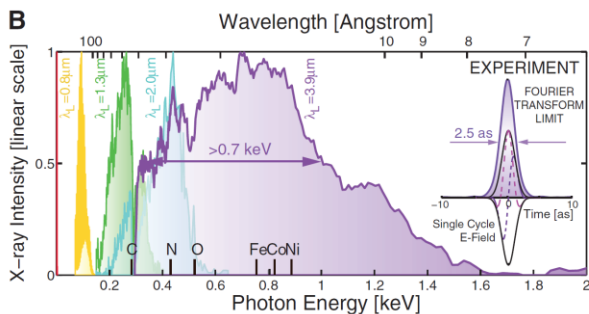


Fig. 1 : Effet de la longueur d'onde sur la fréquence maximale, depuis [5]

Dans ce but, FASTLITE développe pour le consortium ELI-ALPS (Hongrie) une source infrarouge accordable entre 2.5 et 4 μm , capable de délivrer des impulsions de 4 cycles optiques (durée inférieure à 40 fs), avec une phase porteuse-enveloppe (CEP) stable, et émettant des impulsions de 150 μJ à une cadence de 100 kHz (15 W à 3.2 μm). Cette source est basée sur une architecture de type amplificateur paramétrique optique à dérive de fréquence linéaire (OPCPA). Au cœur du système se

trouve un filtre dispersif accousto-optique programmable (Dazzler) permettant le contrôle de la CEP et de la dispersion de l'impulsion à amplifier. L'ensemble permet de bâtir une source compacte et robuste présentant une stabilité et une robustesse exceptionnelle. Des résultats préliminaires sont présentés dans la figure 2 et 3 ci-dessous.

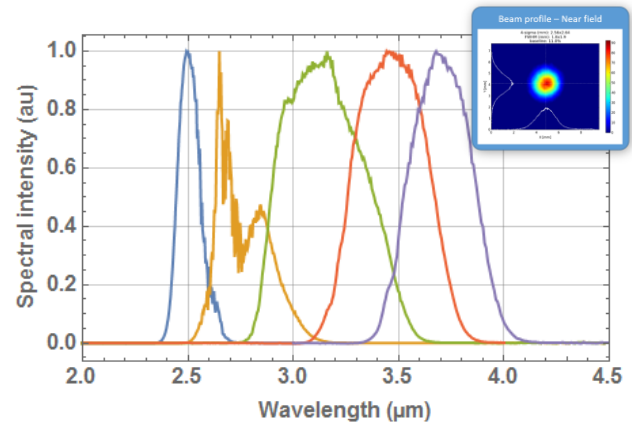


Fig. 2 : Accordabilité de la source OPCPA. Profil spatial en encart.

La qualité du profil spatial, la durée et le profil temporel des impulsions, la stabilité en énergie tir-à-tir et long terme, la stabilité de la CEP, les longueurs d'ondes accessibles ont été caractérisées et seront présentées. L'expériences de notre équipe nous permet de penser que la région du seuil d'absorption L du fer sera accessible très prochainement (705-710 eV) grâce à cette source.

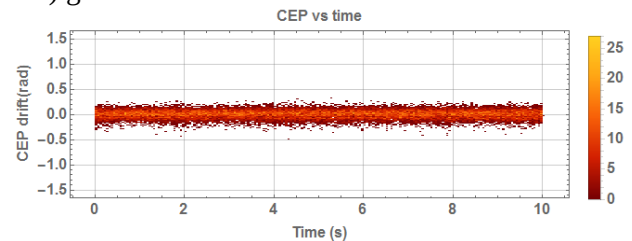


Fig. 3 : Stabilité de la CEP avec une boucle de rétroaction (84 mrad moyenné sur 2 tirs)

Références

- [1] J. C. Solem *et al*, *Science*, **218**, 229-235 (1982)
- [2] C. Stamm *et al*, *Nature Materials*, **6**, 740-743 (2007)
- [3] P. B. Corkum, *Phys. Rev. Lett.*, **71**, 1994 (1993)
- [4] A. D. Shiner *et al*, *Phys. Rev. Lett.* **103**, 073902 (2009)
- [5] T. Popmintchev *et al*, *Science* **336**, 1287 (2012)