

LASER ND 3+ :YVO4 POMPE PAR LED EN REGIME QCW

Adrien Barbet, Amandine Paul, Jean-Philippe Blanchot, François Balembois,
Frédéric Druon, Patrick Georges

► **To cite this version:**

Adrien Barbet, Amandine Paul, Jean-Philippe Blanchot, François Balembois, Frédéric Druon, et al..
LASER ND 3+ :YVO4 POMPE PAR LED EN REGIME QCW. JNCO - Optique Bretagne 2015, Jul
2015, Rennes, France. <<http://www.sfoptique.org/pages/congres-optique/bretagne-2015/>>. <hal-
01359018>

HAL Id: hal-01359018

<https://hal-iogs.archives-ouvertes.fr/hal-01359018>

Submitted on 6 Sep 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LASER Nd³⁺:YVO₄ POMPE PAR LED EN REGIME QCW

Adrien Barbet¹, Amandine Paul², Jean-Philippe Blanchot², François Balembois¹, Frédéric Druon¹, Patrick Georges¹

¹ Laboratoire Charles Fabry, UMR 8501, Institut d'Optique, CNRS, Univ. Paris Sud 11, 2 Av. Augustin Fresnel, 91127 Palaiseau, France

² Effilux, 7 Avenue de l'Atlantique, 91940 Les Ulis, France

adrien.barbet@institutoptique.fr

RÉSUMÉ

Nous présentons, ce qui est à notre connaissance, la première démonstration d'un laser Nd:YVO₄ pompé par LED, fonctionnant en régime quasi-continu, à température ambiante. Le cristal est pompé transversalement par deux panneaux de LED ayant un spectre centré autour de 850 nm. Nous avons obtenu une énergie allant jusqu'à 40 µJ à 250 Hz pour une énergie de pompe émise par les LED de 7,4 mJ. Ceci correspond à une efficacité optique de 0,5% (ou 2,6% par rapport à l'énergie de pompe absorbée).

MOTS-CLEFS : *laser ; LED ; Néodyme*

1. INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, les performances des LED ne cessent de s'améliorer (avec des efficacités atteignant aujourd'hui plus de 200 lm/W à température ambiante [1]). En parallèle, le prix des LED chute de façon importante dû à une production de masse (aujourd'hui, le Watt optique coûte moins d'un euro). Ces améliorations ont généré un regain d'intérêt pour le pompage par LED depuis le début des années 2000, si bien que plusieurs équipes de recherche commencent à revisiter le pompage laser par LED, abandonné depuis le début des années 80 [2]. Plusieurs systèmes laser étant pompés dans le visible par des LED ont récemment été démontrés, tel que des lasers à polymère [3], des amplificateurs fibrés [4] ou encore des lasers à semi-conducteurs [5]. Enfin, le pompage de milieux cristallins par des LED bleues et blanches a été étudié théoriquement [6]. Cependant, aucun résultat expérimental n'a été présenté.

2. DEMARCHE & MONTAGE EXPERIMENTAL

Nous avons mené une étude du potentiel du pompage par LED pour différents milieux cristallins. Nous avons trouvé que le Nd:YVO₄ pourrait être un candidat idéal car ce milieu possède des sections efficaces d'absorption et d'émission élevées. A partir de calculs simples de gain, nous avons anticipé que l'intensité des LED actuelles (typiquement 100 W/cm²) est juste suffisante pour atteindre le seuil laser. Afin d'améliorer les performances laser, nous avons utilisé les LED en régime impulsionnel, nous permettant ainsi d'obtenir des intensités crêtes plus élevées. Etant donné qu'une LED a une émission quasi lambertienne, un système optique imageant ne permet pas d'augmenter significativement l'éclairement de pompe au sein du cristal. C'est pourquoi, nous avons opté pour une configuration de pompage transverse. Nous avons utilisé un cristal de Nd:YVO₄ taillé selon l'axe a, de 20 mm de long pour une section transverse de 2x2 mm². Le dopage du cristal est de 1 at.%. Les faces laser sont traitées antireflet à 1064 nm et nous avons poli deux faces transverses pour le pompage. Comme source de pompage, nous avons utilisé deux panneaux de LED, chacun composé de 18 puces de 1x1 mm² émettant un spectre centré à 850 nm avec une largeur spectrale d'environ 50 nm. En régime impulsionnel, chaque puce émet des impulsions de 100 µs à une fréquence de 250 Hz avec une intensité crête de 200 W/cm². Nous avons conçu une cavité plano-concave, composée d'un miroir de fond de cavité de rayon de courbure 100 mm et d'un coupleur de sortie plan. Nous avons utilisé différents coupleurs avec des transmissions allant de 1% à 6% à 1064 nm.

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Afin de connaître le gain accessible dans notre système laser, nous recherchons l'énergie de pompe requise pour atteindre le seuil laser, et ceci, pour différentes transmissions du coupleur de sortie (Fig. 2). Un gain petit signal de 6% a été obtenu à l'énergie de pompe maximale.

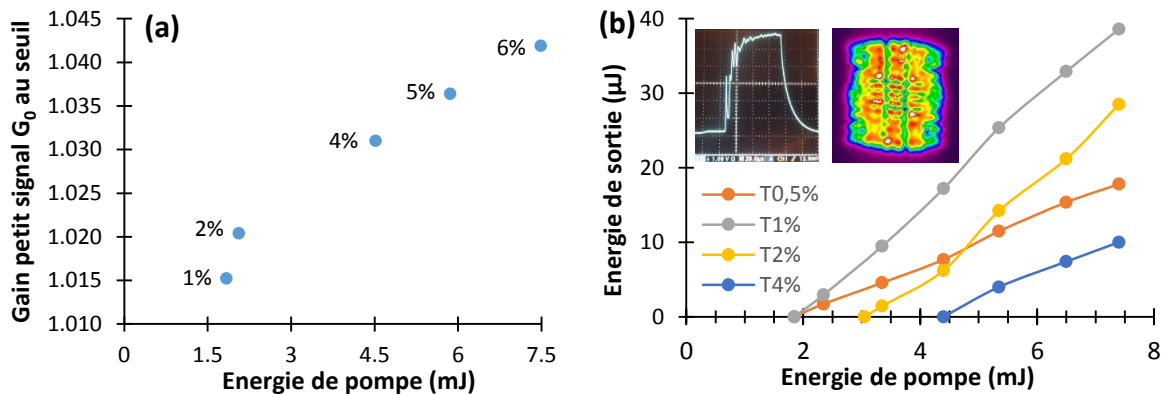


Fig. 2 (a) : Gain petit signal au seuil laser en fonction de l'énergie de pompe, pour différents coupleurs de sortie. (b) : Énergie en sortie du laser en fonction de l'énergie de pompe émise par les LED. Insert : Profils temporel et spatial du laser pour une énergie de pompe de 7,4 mJ.

L'énergie de sortie maximale a été obtenue avec le coupleur ayant une transmission de 1% (Fig. 3). Le laser émet des impulsions d'environ 65 μ s avec une énergie de 40 μ J pour une énergie de pompe émise par les LED de 7,4 mJ. Ceci correspond à une efficacité optique-optique de 0,5%. Cette efficacité peut être expliquée par la faible absorption de la pompe. En effet, sur les 7,4 mJ émis, seuls 1,5 mJ sont réellement absorbés. En prenant en compte l'absorption, nous obtenons une efficacité de 2,6%. Nous avons mesuré un facteur M^2 de 19. Nous l'expliquons principalement par le pompage transverse (qui favorise les modes d'ordres supérieurs) ainsi que par un mode fondamental non optimisé.

CONCLUSION

Ceci représente, à notre connaissance, la première démonstration d'un laser Nd:YVO₄, pompé transversalement par des LED IR, fonctionnant en régime quasi-continu, à température ambiante. Cette première démonstration montre l'intérêt de considérer le pompage par LED de cristaux laser dans le futur, particulièrement dans le visible où les LED sont fortement optimisées.

RÉFÉRENCES

- [1] P. Hummel, "Laboratory record: red LED breaks through the 200 lm/W barrier" *Opt. Photonik*, vol. 6, pp. 16, 2011.
- [2] V. Bilak and I. Goldobin, "Neodymium YAG lasers pumped by light-emitting diodes," *Sov. J. Quantum Electron.*, vol. 11, pp. 1471–1476, 1981.
- [3] J. Herrnsdorf, Y. Wang, J. J. D. McKendry, Z. Gong, D. Massoubre, B. Guilhabert, G. Tsiminis, G. a. Turnbull, I. D. W. Samuel, N. Laurand, E. Gu, and M. D. Dawson, "Micro-LED pumped polymer laser: A discussion of future pump sources for organic lasers," *Laser Photon. Rev.*, vol. 7, pp. 1065–1078, Nov. 2013.
- [4] L. Htein, W. Fan, P. R. Watekar, and W.-T. Han, "Amplification by white light-emitting diode pumping of large-core Er-doped fiber with 12 dB gain," *Opt. Lett.*, vol. 37, pp. 4853, 2012.
- [5] X. Liu, G. Zhao, Y. Zhang, and D. G. Deppe, "Semiconductor laser monolithically pumped with a light emitting diode operating in the thermoelectrophotonic regime," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 102, pp. 081116, 2013.
- [6] K. Lee, S. Bae, J. S. Gwag, J. H. Kwon, and J. Yi, "Study of a QCW Light-emitting-diode (LED)-pumped Solid-state Laser," *J. Korean Phys. Soc.*, vol. 59, pp. 3239, 2011.