HAL
open science

Laser Fabry-Perot verrouillé en longueur d'onde par injection optique pour le réseau d'accès

Quoc Thai Nguyen, Olivier Vaudel, Pascal Besnard, Alexandre Shen, Gwenaëlle Girault, Laurent Bramerie, Guang-Hua Duan, Christophe Kazmierski

To cite this version:

Quoc Thai Nguyen, Olivier Vaudel, Pascal Besnard, Alexandre Shen, Gwenaëlle Girault, et al.. Laser Fabry-Perot verrouillé en longueur d'onde par injection optique pour le réseau d'accès. 27èmes Journées Nationales d'Optique Guidée (JNOG 2008), Oct 2008, Lannion, France. pp.27-29. hal-00497252

HAL Id: hal-00497252

https://hal.science/hal-00497252

Submitted on 2 Jul 2010

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 FABRY-PEROT VERROUILLÉ EN LONGUEUR D'ONDE PAR INJECTION OPTIQUE POUR LE RÉSEAU D'ACCÈS

Q.T. Nguyen[1], O. Vaudel[1], P. Besnard[1], A. Shen[2], G. Girault[1], L. Bramerie[1], G.H. Duan[2], C. Kazmierski[2]

[1] Laboratoire Foton, CNRS UMR 6082, Enssat, 6 rue de Kerampont, BP 80518, 22305 Lannion
[2] Alcatel Thalès III-V Lab, Route de Nozay, 91460 Marcoussis
quocthai.nguyen@enssat.fr

RÉSUMÉ

Pour les futurs réseaux d'accès optique multiplexés en longueur d'onde (de type WDM-PON), des émetteurs optiques bas-coûts et identiques pour chaque abonné sont souhaitables. Ces composants doivent pouvoir être modulés à 10 Gbps, tout en ayant une accordabilité en longueur d'onde. Cette dernière propriété peut-être assurée en verrouillant un laser Fabry-Perot multimode par injection optique. Nous présentons les propriétés d'un tel laser injecté : son efficacité en verrouillage, la réduction du bruit d'intensité et l'amélioration très importante de la fréquence de relaxation.

MOTS-CLEFS : *laser à semiconducteurs ; verrouillage par injection optique ; bruit d'intensité ; réseau d'accès optique.*

1. INTRODUCTION

Le réseau d'abonnées requiert une bande passante de plus en plus importante. Pour répondre à ce besoin, le réseau optique passif de type PON (Passive Optical Networks) et basé sur une architecture point-à-multipoints, apparaît comme une solution d'accès incontournable. Parmi les différentes technologies PON, celle dénommée WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing PON) est prometteuse en termes de débit car une longueur d'onde est attribuée à chaque client.

Dans ce contexte, le développement de composants émetteurs achromatiques, placés chez l'abonné, sera nécessaire ; c'est-à-dire de composants identiques, indépendants de la longueur d'onde. La longueur d'onde d'émission de chaque émetteur pourra dépendre de celle d'une source provenant du central de l'opérateur, afin de rendre le réseau plus flexible et plus économique. Il y a principalement deux types de composant achromatique [1] (étudiés dans le projet ANR ANTARES). Le premier est basé sur un amplificateur à semi-conducteurs réflectif ; le deuxième sur un laser Fabry-Perot verrouillé en longueur d'onde par injection optique. Dans les deux cas, la performance des composants achromatiques dépend fortement du signal optique injecté.

Dans cet article, nous présentons les caractéristiques d'un laser Fabry-Perot verrouillé par injection optique en fonction de la puissance et de la longueur d'onde du signal optique injecté.

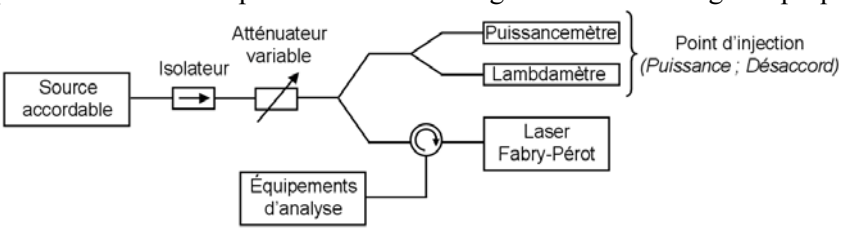

FIG. 1 : Montage expérimental de caractérisation d'un laser Fabry-Perot sous injection optique.

2. LE LASER FABRY-PEROT VERROUILLÉ EN LONGUEUR D'ONDE PAR INJECTION OPTIQUE

La figure 1 présente le montage expérimental de caractérisation d'un laser Fabry-Perot soumis à injection optique. Dans ce montage, une source laser accordable est utilisée comme la source maîtresse. Un atténuateur variable sert à contrôler la puissance optique injectée. Nous

utilisons un puissance-mètre et un lambda-mètre pour déterminer le point d'injection, qui est défini par la puissance optique injectée et le désaccord. Le désaccord est la différence en longueur d'onde entre les fréquences du signal optique injecté et du mode central à injecter du laser Fabry-Perot.

Le laser étudié, de type InGaAs/InP, présente un ISL de 0,68 nm (équivalent à 85 GHz). Son seuil laser est autour de 35 mA. Pour que un meilleur verrouillage par injection, le laser est polarisé juste au-dessus du seuil, à 40 mA. Pour un courant de polarisation plus important, un mélange d'onde apparait entre le signal injecté amplifié et le mode adjacent du laser. Les figures 2a et 2b présentent les spectres optiques du laser injecté en deux régimes différents : verrouillage et déverrouillage. Ces deux régimes sont obtenus pour la même puissance optique injectée (-15 dBm) mais avec des désaccords différents (+0,3nm et +0,4 nm).

Nous observons bien que dans le régime de verrouillage, nous obtenons un fonctionnement monomode avec un taux de suppression des modes latéraux (SMSR) supérieur à 30 dB.

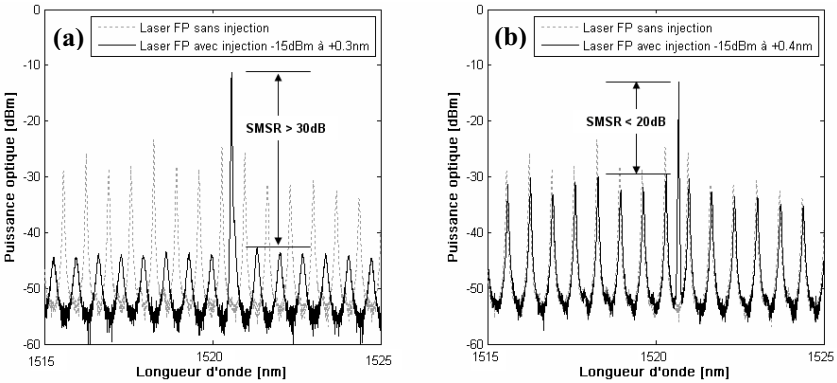

FIG. 2 : Spectres optiques du laser Fabry-Perot injecté en deux régimes : verrouillage (a) et déverrouillage (b).

3. EFFICACITÉ EN VERROUILLAGE DU LASER FABRY-PEROT INJECTÉ

La figure 3a présente la zone de verrouillage du laser en fonction de la puissance injectée et du désaccord pour un mode. La zone de verrouillage est définie comme la zone pour laquelle le laser verrouillé fonctionne en régime monomode avec un SMSR ≥ 30dB. Nous observons que le laser commence à être verrouillé à partir d'une puissance injectée de -16 dBm. À -10 dBm, ce mode présente une plage de verrouillage de 0,35 nm. À partir de -8 dBm, la plage de verrouillage couvre l'ISL : le laser est toujours verrouillé quelle soit la longueur d'onde du signal injecté.

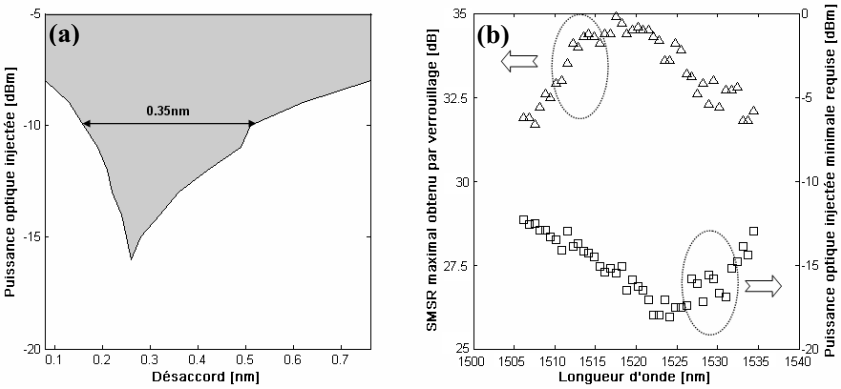

FIG. 3 : Zone de verrouillage (en gris) d'un mode (a) et SMSR mesurés pour une injection à -10dBm sur l'ensemble des modes (b)

La figure 3b présente les SMSR obtenus lors du verrouillage par injection de -10 dBm sur l'ensemble de plus de 40 modes du laser. Nous trouvons que toutes les valeurs de SMSR mesurées sont supérieures à 30 dB et que l'évolution de ces valeurs est proportionnelle à la courbe de gain du

laser. Cela signifie que nous obtenons une plus grande sensibilité au verrouillage sur le mode de plus fort gain avec un meilleur SMSR. Cette figure présente également la puissance injectée minimale requise pour obtenir le SMSR ≥ 30dB pour l'ensemble de plus de 40 modes. Nous trouvons également que toutes les valeurs de puissance injectée sont inférieures de -10 dBm. Tous ces résultats montrent la possibilité de verrouillage sur l'ensemble de plus de 40 modes, donc plus de 40 canaux WDM dans le contexte du WDM-PON.

4. BRUIT D'INTENSITÉ ET FRÉQUENCE DE RELAXATION DU LASER FABRY-PÉROT VERROUILLÉ

Les figures 4a et 4b montrent en fonction de la puissance optique injectée et du désaccord qu'en régime de verrouillage, le bruit du laser injecté est réduit significativement par rapport à celui du laser sans injection, notamment en basse fréquence. Cela est lié au bruit du laser maître, qui présente un niveau de bruit très faible, autour de -160dBc/Hz. Plus la puissance optique injectée est élevée, plus la réduction de bruit est importante.

À partir de ces courbes de bruit, nous remarquons également que la fréquence de relaxation du laser Fabry-Perot verrouillé est fortement améliorée. Plus la puissance optique injectée est importante, plus la fréquence de relaxation est élevée, ce qui a été déjà démontré pour des lasers monomodes. Nous montrons également que cette fréquence de relaxation varie en fonction du désaccord. La fréquence de relaxation de 1,9 GHz en l'absence d'injection devient bien supérieure à 25 GHz pour une puissance injectée à -10 dBm. Cela promet la possibilité de fonctionnement à un débit au-delà de 10 Gbps du laser Fabry-Perot verrouillé en longueur d'onde par injection optique.

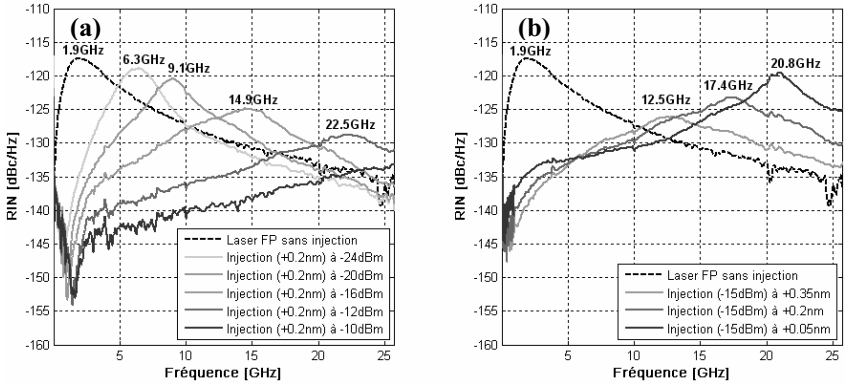

FIG. 4 : Bruit d'intensité du laser FP verrouillé en fonction de la puissance injectée (a) et du désaccord (b)

CONCLUSION

Nous avons décrit l'amélioration en performances d'un laser Fabry-Perot verrouillé ainsi que sa dépendance au signal optique injecté. Une large zone de verrouillage sur l'ensemble de plus de 40 modes avec un SMSR > 30dB a été obtenu. La réduction importante du bruit d'intensité ainsi que l'accroissement de la fréquence de relaxation à plus de 25 GHz ont été également présentées. Cela justifie la possibilité de fonctionnement à très haut débit du laser Fabry-Perot verrouillé et le présente comme un composant achromatique à bas coût pour le réseau d'accès optique.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été financés par l'ANR dans le cadre du projet Antarès.

RÉFÉRENCES

[1] Kazmierski, C.; Chanclou, P. & Lazaro, J. A., *SPIE Asia-Pacific Optical Communications*, 2007
[2] Lee, S.; Choi, K.; Mun, S.; Moon, J. & Lee, C., *Photonics Tech. Lett.*, *IEEE*, 2005, 17, 1579-1581
[3] Xu, Z.; Wen, Y. J.; Chae, C.; Wang, Y. & Lu, C, *OFC*, *Optical Society of America*, 2006, JThB72
[4] Debernardi, P., *Opt. Lett.*, *OSA*, 1996, 21, 656
[5] Jin, X. & Chuang, S. L., *Applied Physics Letters*, *AIP*, 2000, 77, 1250-1252