



**HAL**  
open science

## Différents régimes impulsionnels dans un laser Raman à fibre optique

Benoît Barviau, Christophe Finot, Philippe Grelu, Guy Millot

► **To cite this version:**

Benoît Barviau, Christophe Finot, Philippe Grelu, Guy Millot. Différents régimes impulsionnels dans un laser Raman à fibre optique. 27èmes Journées Nationales de l'Optique Guidée, Oct 2008, Lannion, France. pp.A1.11, 190-192. hal-00469993

**HAL Id: hal-00469993**

**<https://hal.science/hal-00469993v1>**

Submitted on 4 Apr 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.

## DIFFERENTS REGIMES IMPULSIONNELS D'UN LASER RAMAN A FIBRE OPTIQUE

**B.Barviau, C.Finot, P.Grelu et G. Millot**

*Institut Carnot de Bourgogne (ICB), UMR-CNRS 5209, Université de Bourgogne,*

*9 av. Alain Savary, 21078 Dijon, France*

*benoit.barviau@u-bourgogne.fr*

### RESUME

Nous rapportons différents régimes impulsionnels observés au sein d'une cavité laser Raman en anneau. Les impulsions sont obtenues grâce à la rotation non linéaire de polarisation et au filtrage en polarisation de l'onde Stokes située à 1580nm, dans le domaine des longueurs d'ondes des télécommunications optiques. L'étude de la dynamique de notre laser Raman se fait sur l'onde contrapropagative, à une longueur d'onde proche du zéro de dispersion de la fibre afin de minimiser les effets linéaires. Quelques régimes significatifs sont ici exposés.

**MOTS-CLEFS:** *Raman; rotation non linéaire de polarisation; blocage de modes passif.*

### 1.INTRODUCTION

Parmi les lasers impulsionnels, le blocage de modes passif est une solution très répandue. Les procédés usuels utilisent des fibres dopées par des ions terre rare (Erbium, Ytterbium). La génération d'impulsions se fait alors à des longueurs d'ondes déterminées par les bandes de gain des dopants. Notre dispositif utilise l'effet Raman, la fréquence des impulsions est décalée d'environ 13,2THz (fibre silice) par rapport à celle de la pompe, ce qui élargit la gamme de fréquences accessibles.

Bien que la technologie des lasers Raman continus soit désormais bien connue et commercialisée, la génération d'impulsions dans des cavités Raman par pompage continu est récente [1-3]. Les comportements impulsionnels y sont multiples et leur complexité nécessite une étude rigoureuse. Nous rapportons ici différents modes de fonctionnement évoqués dans la littérature pour des lasers à fibre dopée et qui sont observables au sein de notre laser Raman.

### 2.PRINCIPE DE LA ROTATION NON LINEAIRE DE POLARISATION ET FITRAGE EN POLARISATION

Lors de sa propagation dans une fibre optique, une onde lumineuse est sujette à une redistribution constante de son champ sur les deux axes propres de la fibre [4]. Les effets qui en sont responsables sont les effets linéaires de biréfringence de la fibre, mais également des effets non linéaires Kerr et plus particulièrement la modulation de phase croisée. Tous ces phénomènes induisent une rotation de la polarisation de l'onde. Les effets non linéaires étant dépendants de l'intensité de l'onde, celle-ci voit alors une différence de rotation de polarisation entre sa partie la plus intense et sa partie la moins intense (Fig.1). De ce fait, par l'intermédiaire d'un polariseur, un filtrage en polarisation permet d'effectuer une sélection en intensité. Selon ce procédé, nous choisissons de garder les fluctuations les plus intenses du champ, ce qui aboutit à générer des impulsions.

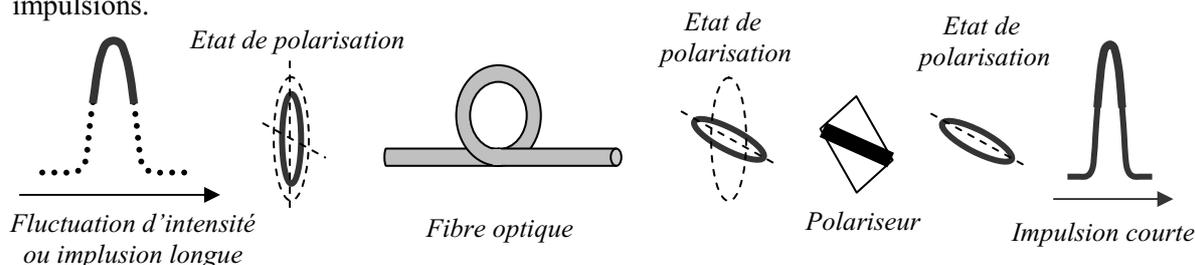


Figure 1 : Principe de la rotation non linéaire de polarisation et du filtrage par polariseur

### 3. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental utilisé est illustré en figure 2. Le laser de pompe est un laser Raman polarisé émettant de façon continue à 1480nm. Il est injecté dans la cavité en anneau par l'intermédiaire du coupleur WDM, qui lui assure un seul passage dans la cavité. La fibre utilisée de 3,5km est à dispersion décalée (NZ-DSF) afin que l'onde générée par effet Raman soit proche du zéro de dispersion (1601nm). L'onde Stokes se situe autour de 1580nm, c'est-à-dire en régime de faible dispersion normale. La dispersion de la fibre est estimée à  $D=-1.12 \text{ ps.nm}^{-1}.\text{km}^{-1}$ . L'isolateur intracavité implique la conservation de l'onde contrapropagative uniquement, que nous recueillons pour étude temporelle et spectrale par l'intermédiaire du coupleur 99/01%.

L'ajustement de la polarisation est effectué grâce aux contrôleurs de polarisations CP1-2 et le filtrage en polarisation est assuré par le polariseur.

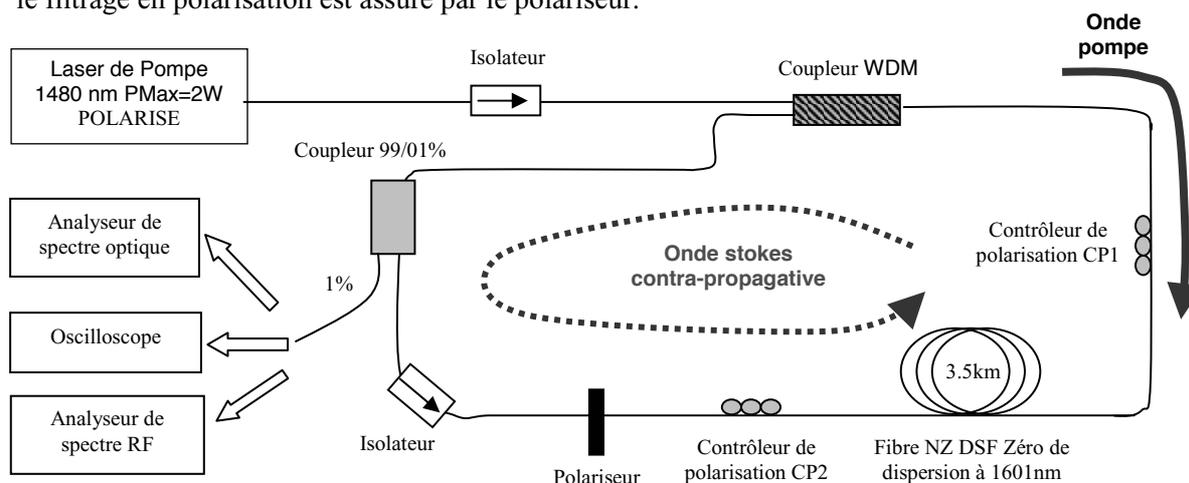


Figure 2: Dispositif expérimental

### 4. RESULTATS EXPERIMENTAUX

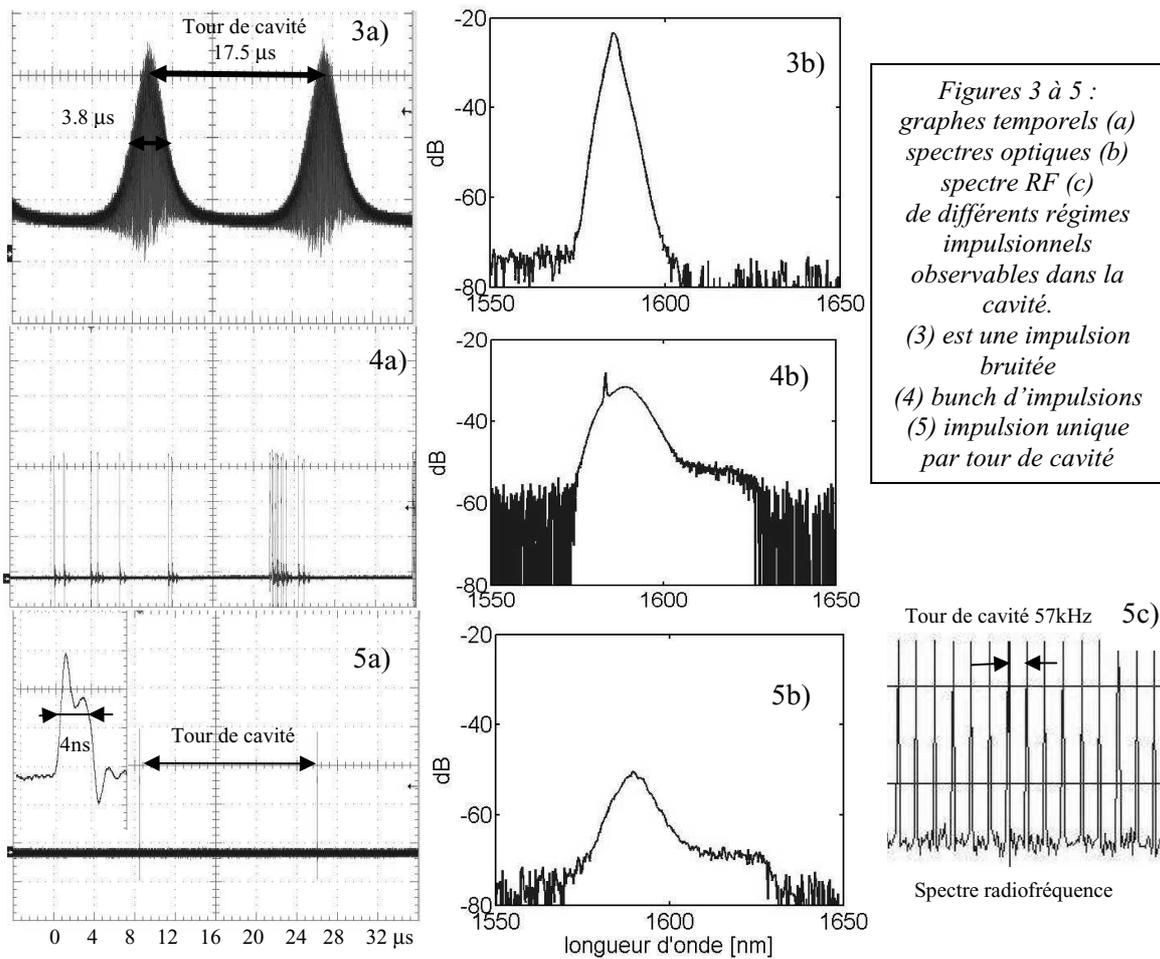
L'exploration de la dynamique de ce laser se fait grâce à divers paramètres, que sont les contrôleurs de polarisation CP1 et CP2, ainsi que la puissance du laser de pompe, de l'ordre de 1kW. Divers régimes impulsionnels sont ainsi obtenus.

Les figures 3a et 3b rapportent l'évolution temporelle et le spectre optique d'une impulsion longue bruitée d'environ  $3.8\mu\text{s}$  [5]. Son taux de répétition est égal au temps de parcours de la cavité, environ  $17.5\mu\text{s}$ . La même évolution peut être observée totalement lisse.

Pour une zone de paramètre de polarisation proche de l'impulsion longue bruitée, nous observons figure 4 ce qui est reporté dans la littérature comme étant des impulsions issue d'un « bunching operation mode » [6], c'est-à-dire une série de plusieurs impulsions courtes, de l'ordre de la nanoseconde. Ces séries d'impulsions se répartissent parfois dans toute la cavité, de façon ordonnée ou non, mais également dans un certain intervalle de temps bien délimité. Le spectre optique correspondant (figure 4b) s'étend sur 50nm à sa base, avec une largeur de 10nm à -10dB. Il reproduit la forme du gain Raman expérimental usuel.

Nous avons constaté que la diminution de la puissance de pompe réduisait de manière générale le nombre d'impulsions. Un régime monoimpulsionnel (figure 5) à modes bloqués est obtenu pour une puissance adaptée. L'analyse radio fréquence (figure 5c) nous permet de constater que chaque harmonique possède la même intensité. Ce régime est stable durant plusieurs minutes et résiste à une légère modification des états de polarisation.

Ces résultats illustrent la diversité des modes de fonctionnement du laser. Une étude précise en polarisation pourra nous permettre de cartographier ses régimes en fonction de l'état de polarisation.



## CONCLUSION

Divers régimes de fonctionnement connus pour les lasers à fibres dopées ont été observés pour la première fois dans un laser Raman à fibre optique. L'utilisation de l'effet Raman dans une fibre unique présente l'avantage d'élargir le domaine de longueurs d'ondes accessibles aux lasers impulsionnels. La nouveauté de ce type de laser et la richesse des comportements observables rend très attractif la poursuite de cette étude. Des observations menées sur des échelles de temps plus grandes montrent également une modulation des impulsions de faible fréquence, caractéristique similaires à des comportements observés au sein de l'équipe [7].

Les mesures détaillées ici concernent l'onde contra-propagative, mais la dynamique de l'onde co-propagative peut être analysée simultanément. De plus, la puissance du laser de pompe peut être encore accrue afin de générer en cascade une seconde onde Stokes. L'interaction entre les différents ordres et leur influence sur la stabilité du laser seront alors à analyser.

## REFERENCES

- [1] D.A.Chestnut, J.R.Taylor, Opt. Lett, **30** (2005), 2982
- [2] S.Randoux et P.Suret, Opt. Com, **267** (2006), 145-148.
- [3] B.Barviau *et al.*, présentation poster aux JNOG 2006.
- [4] G. P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics*, 3th Ed (Academic Press, Boston, 2001).
- [5] M.Horowitz *et al.*, Opt. Lett, **22**,11 (1997), 799-801.
- [6] Z.Zhang *et al.*, Opt. Com., **266** (2006), 164-168.
- [7] J.M.Soto-Crespo *et al.*, Phys. Rev. E, **70** (2004), 066612.