

Instabilité de modulation dans le régime de dispersion normal d'un microfil de chalcogénure pour la conversion de fréquence dans le moyen infra-rouge

T. Godin¹, Y. Combes¹, R. Ahmad², M. Rochette², T. Sylvestre¹, & J.M. Dudley¹

¹ Institut FEMTO-ST, UMR 6174 CNRS-Université de Franche-Comté, 25030 Besançon, France

² Department of Electrical and Computer Engineering, McGill University, Montréal (QC), Canada

thomas.godin@femto-st.fr

L'instabilité de modulation (IM) est un processus paramétrique omniprésent dans le domaine des phénomènes non-linéaires se manifestant par la croissance exponentielle du bruit ou d'un signal de faible amplitude sur une onde de pompe continue ou quasi-continue et est associée à l'apparition de deux bandes symétriques de part et d'autre de la fréquence de pompe. L'IM joue ainsi un rôle central dans la génération de supercontinuum en régime d'impulsions longues (*ps*) ainsi que dans le cadre de l'apparition d'événements extrêmes, telles que les vagues scélérates, que ce soit en hydrodynamique ou en optique. Il est généralement considéré que l'accord de phase nécessaire à l'IM spontanée nécessite un pompage en régime de dispersion anormal. Toutefois, ce phénomène a par exemple pu être observé dans le régime de dispersion normal de fibres à cristaux photoniques possédant un paramètre de dispersion de vitesse de groupe (β_2) positif et une dispersion du quatrième ordre (β_4) négative, autorisant ainsi l'accord de phase et conduisant à la génération de composantes spectrales séparées de plusieurs dizaines de THz [?].

Nous rapportons ici l'observation du phénomène d'instabilité de modulation dans le régime de dispersion normal d'un microfil d'As₂Se₃ associé à la génération de bandes latérales très espacées dans le moyen-infrarouge. Les verres de chalcogénure, tels As₂Se₃ ou As₂S₃, suscitent actuellement un fort intérêt du fait de leur transparence dans ce domaine spectral et de leurs remarquables propriétés non-linéaires (indices de réfractions 1000 fois plus élevés que la silice), faisant d'eux des candidats prometteurs pour la génération de supercontinuum mais aussi pour le traitement tout optique de l'information et l'intégration sur puce [?]. Nous avons ainsi utilisé un microfil étiré jusqu'à obtention d'un diamètre de cœur de 3.6 μm (correspondant à une longueur d'onde de dispersion nulle à 2830 nm) protégé par une gaine de polymère (PMMA). Celui-ci est alors pompé dans le régime de dispersion normal à l'aide d'un oscillateur paramétrique optique émettant des impulsions de 600 fs à 2620 nm , résultant en l'apparition de nouvelles longueurs d'onde respectivement situées à 2 μm et 3.5 μm , soit un décalage en fréquence d'environ 30 THz par rapport à la pompe, représentant le plus fort décalage reporté jusqu'à présent dans ce régime de dispersion et hors cavité [?]. Nous avons de plus confirmé ces observations à l'aide d'un modèle numérique basé sur l'équation de Schrödinger non-linéaire et dans lequel nous avons pris en compte les variations des paramètres non-linéaires, dispersifs et inséré un modèle stochastique de bruit. Cette étude expérimentale et numérique démontre le fort potentiel des microfils de chalcogénure pour la conversion de fréquence dans l'infrarouge moyen avec des applications envisageables en spectroscopie optique et détection d'espèce chimiques mais aussi pour la génération de paires de photons intriqués.

Références

1. J.D. HARVEY *et al.*, Scalar modulation instability in the normal dispersion regime by use of a photonic crystal fiber, *Opt. Lett.*, **28**, 2225-2227 (2003).
2. B.J. EGGLETON *et al.*, Chalcogenide photonics, *Nat. Photon.*, **5**, 141-148 (2011).
3. T. GODIN *et al.*, Far detuned mid-infrared frequency conversion via normal dispersion modulation instability in chalcogenide microwire, *Submitted to Opt. Lett.* (2014).