

Architecture des terminaux optiques pour la communication à travers l'atmosphère

ELAYOUBI Karim ¹

SAINT ANTONIN Laurent ¹

RISSONS Angélique ², LACAN Jérôme ²

¹ IRT SAINT EXUPERY, 118 Route De Narbonne 31432 Toulouse

² ISAE-SUPAERO, 10 Avenue Edouard Belin, 31055 Toulouse

Les liaisons optiques entre satellites et stations sol subissent des perturbations dues à la traversée du faisceau laser dans l'atmosphère. Bien que les expérimentations aient démontré la faisabilité de ce type de liaisons optiques [1] [4], des travaux de recherche sont encore nécessaires pour identifier les solutions techniques adaptées aux contraintes spécifiques que rencontrent ces liaisons à haut débit (jusqu'à 1 Tbits/sec pour les applications télécom) pour en assurer le niveau de performances requis. Des avant-projets de démonstrations en vol à l'horizon 2020 commencent à être proposés [2] [3].

L'architecture des terminaux optiques à utiliser dans le cadre des communications optiques en espace libre nécessite une étude complète et précise pour répondre à la demande de l'augmentation du débit d'information. Une chaîne de communication optique peut se décomposer en trois éléments : un émetteur optique transformant l'information que nous voulons transporter en signal optique, un canal de propagation qui change en fonction du domaine d'application et un récepteur composé essentiellement d'un photo détecteur. La modulation utilisée peut être en amplitude (OOK RZ et OOK NRZ) ou en phase (PSK, QPSK et DQPSK). Des amplificateurs de type EDFA sont nécessaires pour l'amplification du signal notamment au niveau de la pré-détection ou encore avant le démultiplexage pour les architectures de type WDM.

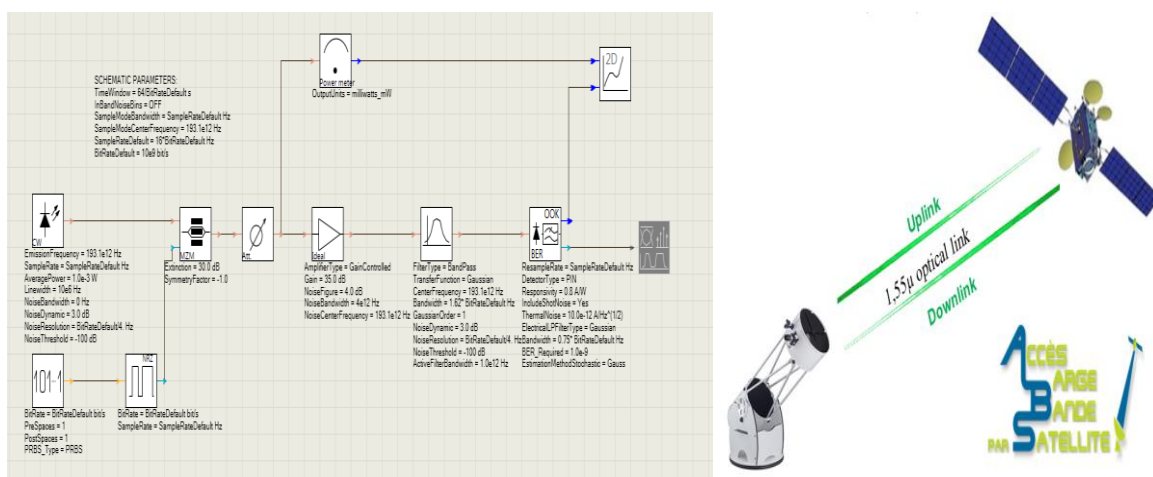


Figure 1. Exemples de liaison optique entre satellites et stations sol sous VPITransmission.

Les travaux de recherches menés dans le cadre de cette étude consistent à développer des architectures des terminaux optiques sous le simulateur de VPITransmission. La génération des



Journée du Club OCA Nice 10 Juin 2016



différents formats de modulations optiques, l'étude du bruit de l'émetteur, l'intégration des perturbations atmosphériques et la comparaison des différentes méthodes de détection (directe, cohérente, ...) et les codes correcteur d'erreurs font l'objet de simulations et fournissent autant de résultats. Des liaisons avec des débits allant de 10 Gbps à 40 Gbps sont simulées et comparées selon des critères de performance basés sur le taux d'erreur binaire (TEB) et la sensibilité spectrale.

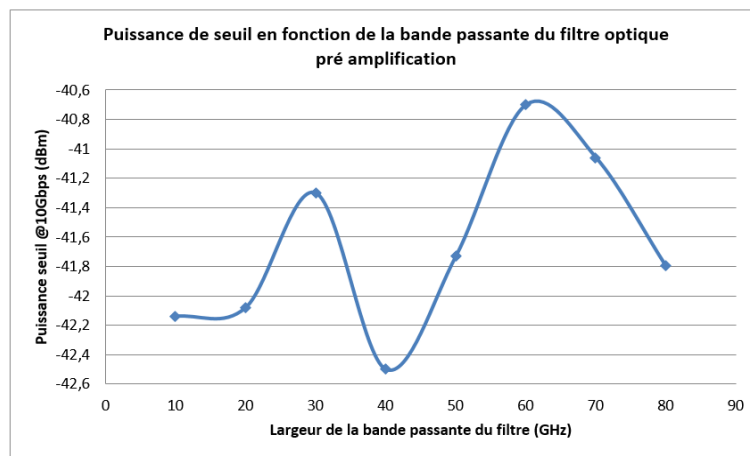


Figure 2. Evolution de la puissance de seuil en fonction de la largeur du filtre optique.
(NRZ OOK @10Gbps)

De plus, cette étude porte également sur l'optimisation du filtrage optique en termes de performances de communication. Il s'agit notamment de prendre en compte les besoins d'efficacité spectrale maximale pour accroître le débit par multiplexage en longueur d'onde (WDM), ou encore la contrainte introduite par la présence éventuelle d'effet Doppler.

Un code correcteur d'erreurs, est souvent mis en œuvre pour corriger les erreurs à la réception, et améliorer des taux d'erreur aussi élevés que 10^{-4} ou 10^{-3} . Pour pouvoir modéliser les performances de ces codes, il est plus intéressant d'exprimer les résultats en termes d'information mutuelle plutôt qu'en termes de TEB. Cette métrique permettra d'évaluer plus précisément la probabilité d'erreur de chaque paquet d'information.

Références :

- [1] M.-T. Velluet, N. Védrenne, G. Artaud, and F. Lacoste, "DOSSIER Télécommunications optiques spatiales," *Photoniques* 73 (2014), pp. 34–38.
- [2] O. Vidal, B. Roy, S. Dimitrov, R. Barrios, D. Giggenbach, and A. Le Kernec, "NEXT GENERATION HIGH THROUGHPUT SATELLITE SYSTEM BASED ON OPTICAL FEEDER LINKS." *Ka and Broadband Communications, Navigation and Earth Observation Conference 2014, Bologna (Italie)* <http://elib.dlr.de/99359/>
- [3] N. Karafolas, Z. Sodnik, J. M. P. Armengol, and I. Mckenzie, "Optical communications in space," *2009 Int. Conf. Opt. Netw. Des. Model.*, 2009.
- [4] T. Yoshihisa and T. Morio, "6 Other Space Laser Experiments 6-1 Other Demonstrations on Space Laser Commu- nication," pp. 145–148, 1994.