HAL
open science

Qualification de composants opto-hyperfréquences à bord d'un nanosatellite

Julien Sommer, Fabien Destic, Arnaud Fernandez, Angélique Rissons, Olivier Llopis, Olivier Gilard

To cite this version:

Julien Sommer, Fabien Destic, Arnaud Fernandez, Angélique Rissons, Olivier Llopis, et al.. Qualification de composants opto-hyperfréquences à bord d'un nanosatellite. Journée du Club Optique Micro-ondes (JCOM 2015), Jun 2015, Nantes, France. hal-01245676

HAL Id: hal-01245676

https://hal.science/hal-01245676

Submitted on 17 Dec 2015

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.

Journée du Club
IETR
Nantes
12 Juin 2015

Qualification de composants opto-hyperfréquences à bord d'un nanosatellite

Julien Sommer,1 Fabien Destic1, Arnaud Fernandez2, Angélique Rissons1,4,Olivier Llopis2, Olivier Gilard,4

1) Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace, 4 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse
2) CNRS ; LAAS ; Université de Toulouse ; 7 avenue du Colonel Roche, BP 54200, 31031, Toulouse
3) Centre National d'Etudes Spatial, 18 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse
4) International Society on Reliability of Optoelectronics for Systems, Pôle de Compétitivité Aerospace Valley, 23 Avenue Édouard Belin, 31400 Toulouse

« Nanosatellite to **I**nvestigate **M**icro-**P**hotonics **H**ardware » (NIMPH) a pour objectif de permettre un essai de qualification en vol de matériels opto-hyperfréquence, notamment d'un amplificateur à fibre dopée Erbium (EDFA). En effet, de nombreuses fonctions dans un satellite de télécommunications peuvent aujourd'hui être réalisées par les technologies de l'optique fibrée. C'est le cas en particulier de l'acheminement des signaux du satellite vers les antennes, qui bénéficie du faible encombrement, du faible poids et de la large bande passante des liaisons fibrées. Toutefois, une telle approche nécessite de disposer d'un panel de composants optiques, ou opto-hyperfréquences qualifiés pour le vol spatial. Or, malgré les tests déjà menés au sol sur les composants optoélectroniques les plus stratégiques (diodes laser, fibres optiques, photodiodes, modulateurs) il existe encore trop peu d'information dans la littérature décrivant le comportement en vol de ces composants. Ceci peut être problématique pour lever certains verrous technologiques. Par exemple, certaines fibres dopées erbium peuvent présenter une sensibilité accrue à la dose ionisante lorsqu'elle est déposée à un très faible débit comme c'est le cas en environnement spatial (Enhanced Low Dose Rate Sensitivity). L'évaluation au sol de ce type de fibres dans des conditions représentatives de leur utilisation dans l'espace devient alors problématique (difficulté pour simuler au sol un débit de dose spatial, durée de test prohibitive). Dans ce contexte, seule la démonstration en vol permet d'apporter une réponse pertinente. C'est afin d'adresser ce type de problématique qu'a été lancé le projet NIMPH.

Principalement, il faut vérifier l'influence des radiations cosmiques sur les paramètres de gain et de facteur de bruit d'un amplificateur à base de fibre dopée erbium. Une mission en environnement radiatif, même à basse altitude (LEO), permettra de compléter les essais au sol pour lequel le débit de particules est contrôlé. Dans un second temps, on pourra également mesurer l'impact des cyclages thermiques sur ces mêmes paramètres, ces données étant moins nécessaires puisque les fibres dopées sont déjà qualifiées pour la norme Telcordia qui comprend ce type d'essais. Il est donc nécessaire que l'orbite visée permette un débit dose maximal, d'où une proposition d'orbite très elliptique (450 km de périgée, jusqu'à 8000 km d'apogée), très inclinée (plus de 90 degrés) et ce afin de maximiser les passages dans les ceintures de Van Allen et au dessus de l'Anomalie de l'Atlantique Sud.

Le projet NIMPH est développé dans un contexte académique-recherche dans le cadre d'un partenariat de l'Université de Toulouse. Ainsi l'Université Paul Sabatier avec le LAAS-CNRS et l'ISAE-Supaero travaillent sur la réalisation d'une charge utile opto-hyperfréquence pour nanosatellite avec le soutien du CNES, de Thales Alenia Space et de ISROS (International Society on Reliability of Optoelectronics for Systems).
La plate-forme qui permettra de réaliser cette mission est développée par une équipe du département Aeronautique et Spatial de l'ISAE-Supaero(projet JUMPSAT).
La charge utile NIMPH comprend alors une liaison opto-hyperfréquence complète dans laquelle un signal utile de nature électrique est émis, puis transmis par voie optique (comprenant donc un EDFA), et enfin est récupéré par une photodiode puis un système de détection. C'est par l'analyse de ce signal que nous pourrons mesurer la dégradation du gain et du facteur de bruit de l'EDFA. Plusieurs métrologies ont été testés pour effectuer ces mesures, et il en est ressorti que des métrologies de type différentiel sont les plus adaptés à l'environnement nanosatellite.

Obtenir un démonstrateur effectuant l'ensemble des tâches présentées ci-dessus a nécessité d'une part la caractérisation complète d'une liaison de ce type, puis un certains nombre de choix qui n'ont pas encore tous été arrêtés : type de modulation (directe ou externe), pompage de la fibre, méthode de photodétection et traitement associée, filtrage optique. De ces choix ont découlé une sélection de composants qui doivent satisfaire un cahier de charge très rigoureux dû à l'environnement hostile. Enfin, il a fallu concevoir, tester puis valider l'ensemble de l'électronique de commande des composants optiques, ainsi que l'électronique de détection et de traitement associée à l'obtention des informations de mesures. Le défi d'une telle mission sera également de réaliser des moyens métrologiques contraints en volume et en budget de puissance électrique. Pour ce faire, des dessins CAD ont été commencés (figure 1), dont le but final sera une impression 3D afin de vérifier in situ et à moindre coût l'encombrement de la charge utile.

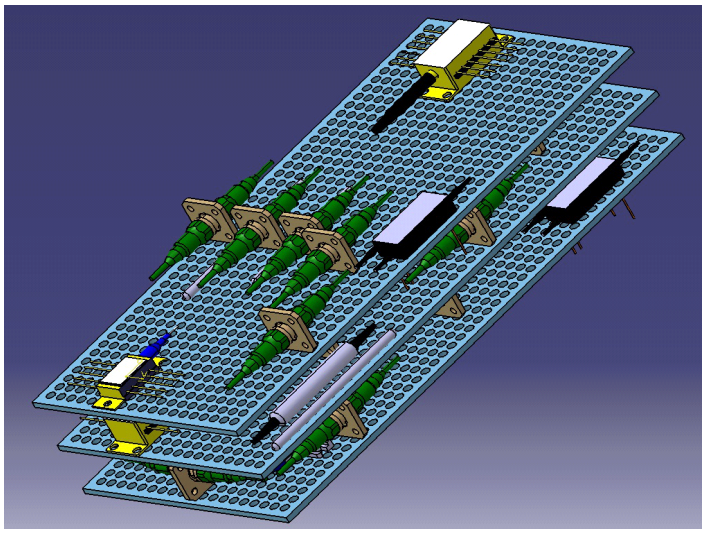

Figure 1 : Schéma CAD de la charge utile

Références :

[1] Theory and Measurement Techniques for the Noise Figure of Optical Amplifiers, D.M Baney, Invited Paper, Melbourne, 29 December 1999.

[2] Application Note Noise FAQ, M. Lane, NoiseWave

[3] Radiation hardening techniques for Er/Yb doped optical fibers and amplifiers for space application,S.Girard, 9 april 2012/Vol,20,No,8/OPTICS EXPRESS 8457