

LES MISSIONS SPATIALES HYPERSPECTRALES DEVELOPPEES PAR THALES ALENIA SPACE

Frédéric PISTONE¹, Yvan BAILLION^{1*}, Sandrine MATHIEU^{1**}

1: Thalès Alenia Space, 5 Allée des Gabians, 06150 Cannes, France.

1*: Phone: +33 (0)674290296, frederic.pistone@thalesaleniaspace.com

1**: Ingénieur TAS jusqu'en décembre 2021

Résumé

Embarqué sur la plateforme ENVISAT, le spectro-imageur MERIS développé par Thalès Alénia Space (TAS) a permis de mesurer, à partir de 1993 et jusqu'en 2012 les paramètres environnementaux notamment de la couleur de l'Océan au large et sur les zones côtières. Avec le programme Copernicus de l'Union Européenne s'est ouvert en 2014 une évolution vers des mesures opérationnelles grâce aux satellites Sentinel 3 dédiés aux océans et équipés d'une nouvelle génération de spectro-imageurs, OLCI, héritiers de MERIS; quatre satellites sont programmés afin d'assurer la continuité des mesures sur de longues séries temporelles. A l'horizon 2029, le programme Copernicus va se diversifier avec un satellite d'imagerie hyperspectrale confié à TAS, Sentinel-10 ou CHIME (*Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment*). Cet ensemble de réalisations complété par le développement de sondeurs atmosphériques hyperspectraux comme IASI sur METOP et IRS sur METEOSAT, constituent une expertise technique de pointe, unique au monde

Mots-clés : mesure et suivi de la couleur des océans, environnement, imageur hyperspectral, MERIS, OLCI, Sentinel 3, CHIME, Sentinel 10, sondeur atmosphérique hyperspectral, IASI, METOP, IRS, METEOSAT.

Abstract

Aboard of the ENVISAT platform, the MERIS spectro-imager developed by Thalès Alénia Space (TAS) allows, from 1993 and until 2012, the survey of environmental parameters, in particular the color of open ocean and coastal areas. With the Copernicus program of the European Union, an evolution towards operational measurements began in 2014, thanks to Sentinel 3, satellite dedicated to the oceans and equipped with a new generation of spectro-imagers, OLCI, heirs of MERIS; four satellites are scheduled to ensure the continuity of scientific data over long time series. By 2029, the Copernicus program will diversify with a hyperspectral imaging satellite assigned to TAS, Sentinel-10 or CHIME (Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment). This set of achievements, supplemented by the development of hyperspectral atmospheric sounders such as IASI on METOP and IRS on METEOSAT, constitute a leading technical expertise, unique in the world.

Keywords: measurement and monitoring of ocean color, environment, hyperspectral imager, MERIS, OLCI, Sentinel 3, CHIME, Sentinel 10, hyperspectral atmospheric sounder, IASI, METOP, IRS, METEOSAT

1. Introduction

En juillet 2020, Thales Alenia Space a été sélectionné par l'Agence spatiale européenne (ESA) en coordination et avec l'approbation de la Commission Européenne en tant que maître d'œuvre de la mission hyperspectrale du programme COPERNICUS : CHIME.

La mission CHIME embarquera un spectromètre imageur qui travaillera dans le visible et le SWIR à 20-30m de résolution spatiale, afin de fournir des observations hyperspectrales de routine pour soutenir de nouveaux services optimisés de gestion durable de l'agriculture et de la biodiversité, ainsi que la caractérisation des propriétés des sols. La mission de référence pour ce type de mesures, complétera celle de Sentinel-2 pour des applications telles que la cartographie de la couverture terrestre.

2. Une longue expérience en hyperspectral

L'aventure de l'hyperspectral a commencé il y a bien des années pour Thales Alenia Space. Dès 1993, l'imageur MERIS commence son développement, pour être embarqué sur la plateforme ENVISAT. Cette mission sera la première à implémenter un capteur hyperspectral dont les bandes sont re-programmables en vol. MERIS ainsi que 8 autres instruments à bord d'ENVISAT sera lancé en mars

2002. Cette mission est dédiée à la couleur des océans. Il s'agit pour cet instrument de fournir des mesures qui permettront d'établir entre autres, des cartes de chlorophylle et de matières en suspension. Ces cartes seront utilisées par exemple pour la gestion des pêches et l'étude des pollutions par bloom algal. L'instrument est alors réputé pour la précision de ses mesures. La mission d'ENVISAT s'arrête brutalement en 2012, mais reste précurseur du programme Sentinel de COPERNICUS dans lequel on retrouve Sentinel 3 et son capteur OLCI pour Ocean and Land Color Imageur, hérité de MERIS.

OLCI sonne le départ de la génération des spectromètres imageurs opérationnels. Il ne s'agit plus de fournir des informations à but scientifique, mais bien de produire des données fiables, robustes et pérennes qui nourrissent les services Copernicus et en particulier le service CMEMS pour Copernicus Marine Services.

La mission Sentinel 3A est la première des 4 satellites de la mission Sentinel 3. Et les performances d'OLCI remportent tous les suffrages. Elles sont jugées hors normes par la communauté scientifique, surpassant les spécifications pour toutes les bandes spectrales, grâce entre autres à une excellente précision de la connaissance de la position spectrale et de sa stabilité en orbite (± 0.05 nm). Cette mission est reconnue internationalement comme étant la mission de référence en ce qui concerne la couleur de l'eau.

Le savoir-faire de Thales Alenia Space ne se limite pas aux spectromètre imageurs. Les missions basées sur des sondeurs hyperspectraux sur base d'interféromètres à transformée de Fourier, destinées à l'étude de l'atmosphère, sont à souligner. En effet, la mission IASI en orbite basse et le capteur IRS qui sera en orbite géostationnaire à bord de MTG-S, en sont deux exemples. Le capteur IASI1 qui vient de terminer sa mission à bord de METOP1 a été salué par les scientifiques du monde entier, durant toute sa durée de vie, comme l'instrument ayant permis une avancée majeure en termes de fiabilité et de précision des prévisions météorologiques

3. Perspectives et Conclusion

C'est fort de la diversité de ces missions que Thales Alenia Space souhaite relever le défi des nouvelles générations de capteurs hyperspectraux.



Figure 1: Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment (CHIME), futur satellite Sentinel du programme Copernicus. © Thales Alenia Space

En effet, grâce à des missions comme CHIME (Figure1), les opérateurs de données hyperspectrales vont disposer d'un tapis de mesures de référence dont la précision de calibration et la fiabilité seront sûres, partagées et de confiance, car assurées par l'agence spatiale européenne. Ceci est la condition sine qua non du développement des missions hyperspectrales complémentaires, mais le besoin en mesures plus fréquentes est déjà remonté par les utilisateurs. La mission CHIME ne repassera au-dessus d'un même point que tous les 10 à 11 jours. Si cela peut suffire pour l'analyse de la biodiversité sur des surfaces continentales, cela ne convient pas forcément à des applications plus exigeantes en termes de revisite comme

la surveillance des pollutions côtières ou l'agriculture de précision. De même, une résolution spatiale de 20 à 30 m est parfaite pour certaines applications civiles, mais doit être optimisée pour des applications duales.

Ce programme est en cours de développement sur le site de Cannes.

C'est dans le cadre de ces nouvelles missions que travaillent les équipes de Thales Alenia Space et leurs partenaires. Pour cela, le challenge est d'utiliser l'héritage des missions précédentes, tout en optimisant les coûts, et de permettre la mise en place de nouvelles constellations, qui viendront compléter les missions Copernicus. Soit dans une gamme de performance qui peut être intermédiaire mais avec des satellites plus nombreux, soit avec des optimisations répondant à des besoins plus spécifiques.