

CR du groupe de travail hyperspectral du centre de données et services ODATIS 27 février 2024 (en visioconférence)

Organisatrice : Audrey Minghelli (Université de Toulon/LIS)

Participants : Touria Bajjouk (Ifremer), Xavier Briottet (ONERA), Malik Chami (Sorbonne Université), Camille Desjardins (CNES), David Doxaran (LOV), Patrick Launeau (Nantes Université), Vona Méléder (Nantes Université), Romain Jatiaux (Univ-Perpignan), Guillaume Morin (INRAE/Magelium), Cécile Dupuy (IRD), Audrey Minghelli (Université de Toulon)

1. Objectifs du groupe

- Fédérer la communauté hyperspectrale française pour des applications liées au milieu aquatique
- Faire connaître les travaux de cette communauté
- Proposer des méthodes de traitement pour les données hyperspectrales satellitaires
- Lister les besoins de la communauté sur les spécifications que devrait avoir un futur capteur hyperspectral

2. Objectifs de la journée

- Informations générales et actualités sur l'hyperspectral en zones aquatiques
- Présentation de 3 projets
- Discuter des besoins actuels en Hyperspectral appliqué aux milieux aquatiques

3. Programme de la matinée

9h30 **A. Minghelli** (Université de Toulon/LIS), - Informations générales et actualités sur l'hyperspectral pour des applications en zones aquatiques

10h00 **Vona Méléder** (Nantes Université) - Discussion autour d'un modèle de transfert radiatif adapté au sédiment marin



11h00 **David Doxaran (LOV)** - Les mesures HYPERNETS (3 stations en France : Berre, Gironde et Mesurho) distribuées sur zenodo et leur exploitation scientifique

11h30 **Touria Bajjouk (Ifremer)** - Projet SCO BIOEOS - Utilisation des images hyperspectrales satellitaires pour étudier la biodiversité les récifs coralliens à la Réunion

4. Résumé des présentations

Audrey Minghelli (LIS) a rappelé les objectifs du groupe de travail à savoir, fédérer la communauté hyperspectrale française pour des applications liées au milieu aquatique, faire connaître les travaux de cette communauté, faciliter l'accès aux données hyperspectrales satellitaires et recenser les besoins de la communauté sur les spécifications que devrait avoir un futur capteur hyperspectral. Elle a également présenté les succès du capteur hyperspectral du DLR ENMAP, à 30 m de résolution qui a acquis plus de 40 000 images depuis son lancement en 2022 pour plus de 1500 utilisateurs qui ont déposé 350 demandes d'acquisition. Elle a aussi annoncé le lancement réussi de PACE le capteur satellitaire hyperspectral de la NASA à 1 km de résolution. Le projet de mission spatiale GALENE à l'ESA, associant 50 contributeurs internationaux est toujours en cours d'évaluation, qui est attendue pour fin avril 2024. Elle a également présenté le site internet mis en place par le GT pour faciliter l'accès à la donnée hyperspectrale et les collaborations en cours en hyperspectral en milieux aquatiques (<https://www.odatis-ocean.fr/activites/consortium-dexpertise-scientifique/ces-couleur-de-locean/groupe-de-travail-hyperspectral-donnees-et-methodes>).

Elle a également présenté une cartographie des thématiques en France qui utilise l'hyperspectral. Un article Briottet et al. (2024), qui vient d'ailleurs d'être accepté par la revue ISPRS, présente les résultats de simulation d'images pour optimiser les spécifications d'un capteur hyperspectral dédié à domaines d'application différents (<https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2024.100060>).

Elle a également annoncé le 9^{ème} colloque du groupe hyperspectral de la SFPT qui aura lieu à Rennes les 30 et 31 mai 2024. Pour terminer elle a rappelé les principaux guichets susceptibles de financer des études en hyperspectral.

➔ [Lien vers la présentation](#)

Camille Desjardins (CNES) a rappelé les activités du CNES en ce qui concerne l'étalonnage radiométrique sur le site de Lacrau utilisé entre autres pour la calibration radiométrique de PRISMA et ENMAP. Elle a également présenté les études pour une mission hyperspectrales françaises depuis 2007 et le projet dual HYSP qui s'est arrêté fin 2023 en raison d'une réaffectation du budget de la DGA vers d'autres missions de défense nationale. Elle a précisé que l'intérêt de la défense pour l'hyperspectral reste fort, mais qu'il n'est plus porté que par le New Space, par exemple à travers le démonstrateur nano satellite Hyp4Uses (Sophia Engineering).

Pour la suite, le CNES poursuit les développements technologiques sur les filtres hyperspectraux en proposant une feuille de route technologique sur 3 ans pour soutenir les missions nanosatellites hyperspectrales nationales en cours de développement, sélectionner et monter en maturité des composants (détecteurs SWIR, machine cryo, électroniques ...) susceptibles d'être proposés aux différents acteurs. Au séminaire de prospective scientifique du CNES SPS de 2024 une nouvelle proposition « BIODIVERSITY » impliquant plus de 50 scientifiques dans 28 laboratoires nationaux a été soumise.



Vona Méléder (Nantes Université) a proposé un sujet de discussion portant sur un modèle de transfert radiatif afin de cartographier la concentration en Chl a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$) du microphytobenthos (MPB) pour estimer la biomasse micro-algale des vasières littorales. La Chlorophylle a est un proxy de la biomasse disponible pour les réseaux trophiques (à marée basse et marée haute) et elle est également responsable de la photosynthèse, elle peut donc être reliée à la production primaire brute et à la capacité à capter du CO_2 atmosphérique.

Il y a 2 typologies de biofilms : un film composé à 99 % de cellules vivantes sur du sédiment vaseux et un mélange de cellules vivantes et particules organiques et inorganiques (sédiment mixte).

Le modèle de transfert radiatif de la première typologie a déjà été développé mais il ne suffit pas à modéliser le 2eme type de biofilm. Une discussion a permis de trouver des pistes de réflexion pour ce nouveau modèle, notamment en s'inspirant d'un modèle de sol composé de mélange existant.

➔ [Lien vers la présentation](#)

David Doxaran (LOV) a présenté le réseau de mesures hyperspectrales HYPERNETS et leur exploitation scientifique et les mesures hyperspectrales HyperBOOST (eaux côtières européennes) dans le cadre d'une campagne TARA.

Le réseau de mesure Hypernet utilise un nouveau radiomètre hyperspectral 'low-cost' autonome dans un réseau international (surfaces aquatiques et terrestres) mis en place pour la validation de la réflectance de surface (toutes missions satellitaires). Chaque partenaire assure la maintenance de 1 à 3 sites, de la validation les réflectances de surface et distribue les données sur Zenodo (<https://zenodo.org/records/8057777>). Le LOV est responsable de 3 stations en France : Berre, Gironde et Rhône. Ces mesures pourront être utiles pour valider les corrections atmosphériques des capteurs PRISMA, ENMAP et CHIME.

Sur Tara, des mesures d'absorption, rétrodiffusion, réflectance hyperspectrales de l'eau ont été réalisées, ainsi que des mesures SPM, Chla, POM, POC à partir de prélèvements.

➔ [Lien vers la présentation](#)

Touria Bajjouk (Ifremer) a présenté le projet BIOEOS qui vise à (i) caractériser la dynamique spatiotemporelle de la biodiversité (via des proxy) par analyse de séries temporelles d'images satellite multi capteurs, (ii) coupler les données biologiques-données environnementales et de pression pour mieux comprendre les trajectoires et prédire son évolution et (iii) cartographier les changements et produire des indicateurs multi-échelles pour rendre compte de l'état de la biodiversité. Les écosystèmes vulnérables choisis sont les récifs coralliens et les herbiers sur 4 îles sites pilotes situés dans l'océan Indien : La Réunion, Mayotte, Glorieuses, Bassas Da India. Des séries temporelles d'images multi et hyperpectrales (PRISMA, ENMAP, Pléiades, Sentinel-2) permettront de suivre la dynamique spatiotemporelle d'indicateurs de biodiversité côtière en s'appuyant sur des mesures de terrain (images sous-marines, mesures de turbidité (Chl, MES), température, salinité, niveau de la mer, courant, acidité, oxygène dissout. Un démonstrateur sera réalisé à la fin de ce projet présentant les méthodes et les produits obtenus sur les sites pilotes. Les données seront également mises à disposition sur des portails de données, des gestionnaires, des scientifiques et du grand public.

➔ [Lien vers la présentation](#)



5. Conclusion des discussions

En conclusion, le succès des capteurs satellitaires hyperspectraux en orbite (PRISMA, DESIS, ENMAP) a été salué ainsi que le lancement réussi de PACE en février 2024

Des moyens ont été mis en commun pour faciliter l'accès à la donnée hyperspectrale

Les appels d'offres pour les recherches en hyperspectral ont été rappelés pour soutenir les nouvelles collaborations sur ce thème.

Lors d'une prochaine réunion, les méthodes de fusion Hyper+panchromatique ou Hyper+multispectral pourraient présentées sur un site aquatique.

Il a également été proposé d'inviter les sociétés privées pour présenter leurs activités dans le domaine de l'hyperspectral aquatique à l'occasion d'une session dédiée pendant une réunion du groupe de travail hyperspectral GT-CES-ODATIS.

Les possibilités d'acquérir des données hyperspectrales avec des drones pourrait également être présentées.

Une cartographie des données hyperspectrales satellitaires (PRISMA, DESIS, ENMAP) déjà acquises en métropole serait également utiles.

Le besoin d'un capteur hyperspectral satellitaire à 10 m de résolution a été rappelé.