

5^{ème} réunion du Groupe de Travail Hyperspectral en milieu aquatique (large, zones côtières, lacs et rivières)

Audrey Minghelli – Université de Toulon – Laboratoire LIS



Lundi 02 février 2026

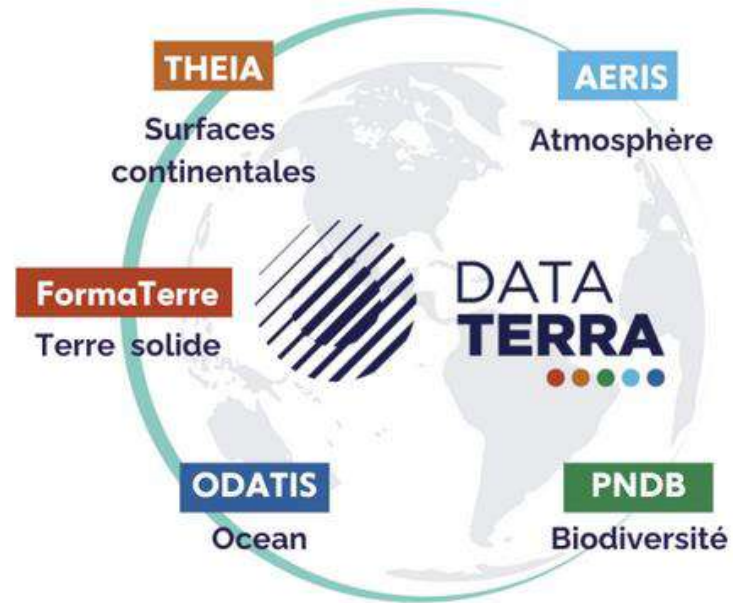
CALENDRIER DU GT HYPERSPECTRAL

- 16 décembre 2022 1^{ère} réunion du GT
- 27 février 2024 2^{ème} réunion du GT
- 4 mars 2025 3^{ème} réunion du GT
- 2 février 2026 4^{ème} réunion du GT

OBJECTIFS DU GROUPE DE TRAVAIL

- Partager des informations générales et actualités sur l'hyperspectral en zones aquatiques
- Fédérer la communauté hyperspectrale française pour des applications liées au milieu aquatique
- Faire connaître les travaux de cette communauté (3 projets)
- Faciliter l'accès aux données hyperspectrales satellitaires
- Discuter des besoins de la communauté en hyperspectral en zones aquatiques et les faire remonter au pôle de données ODATIS de l'infrastructure de recherche DataTerra

Accès rapide aux données et services



ART
Animations régionales
thématiques

DINAMIS
Images satellites
très haute résolution

INTER-PÔLES
Expertise FAIR
Données & services

Site internet pour faciliter l'accès à la donnée hyperspectrale

- <https://www.odatis-ocean.fr/activites/consortium-dexpertise-scientifique/ces-couleur-de-locean/groupe-de-travail-hyperspectral-donnees-et-methodes>
- Données hyperspectrales disponibles (PRISMA, DESIS, ENMAP) avec un lien sur les plateformes de téléchargement et de programmation d'acquisition,
- Méthodes de corrections atmosphériques et du « glint » dédiées aux observations hyperspectrales en indiquant les codes disponibles en open source,
- Méthodes inverses d'estimation de produits géophysiques (Inversion de MTR, Démélange spectral, Machine learning, Réseau de neurones) avec les références bibliographiques associées et les codes en open source quand ils sont disponibles,
- Bibliothèques spectrales de réflectances de fonds aquatiques et surfaces de référence,
- Données in situ (radiométrie, colonne d'eau, fond aquatique) de validation des observations satellitales sur des sites connus,
- Instruments utilisés pour l'acquisition de mesures hyperspectrales avec les contacts associés



PROGRAMME DE LA RÉUNION

- 14h00 -14h15 Audrey Minghelli (Université de Toulon) - Informations générales et actualités sur l'hyperspectral pour des applications en zones aquatiques
- 14h15 -14h35 Pierre Gernez (Université de Nantes) – Télédétection hyperspectrale des blooms de phytoplancton
- 14h40 - 15h00 Martin Rapilly (Universidad Autónoma de Santo Domingo) – Impacts des changements de phase des polluants miniers sur les propriétés optiques de la rivière Margajita en République Dominicain
- 15h05 - 15h25 David Doxaran (LOV) - projet Tara-Europa / ESA-HyperBOOST : 2 ans de mesures in situ optiques hyperspectrales et biogéochimiques dans les eaux côtières à bord du navire Tara.
- 15h25 – 15h35 Malik Chami (Sorbonne Université) – Des nouvelles de la mission Galène
- 15h40 -16h00 Discussion sur les besoins de l'hyperspectral en zones aquatiques

Informations générales et actualités sur l'hyperspectral en zones aquatiques



Satellites hyperspectraux opérationnels

Mission	Statut	Résolution spectrale	Résolution spatiale	Applications aquatiques
DESI (DLR)	Capteur hyperspectral sur ISS (2018-2024)	visible–near-IR	~30 m	Eaux peu profondes, couleur de l'eau
PRISMA (ASI)	Opérationnel (2019–)	~250 bandes (400–2500 nm)	~30 m	Zones côtières/lacs & calibration pour produits eau
HISUI (JAXA)	Capteur hyperspectral sur ISS (2019-2025)	185 bandes (400-2500nm)	20-30m	Agriculture, Corail, forêts, minéraux
EnMAP (DLR)	Opérationnel (2022–)	~230 bandes (420–2450 nm)	~30 m	Qualité de l'eau, phytoplancton, turbidité, biogéochimie globale
PACE (NASA)	Opérationnel (2024 –)	110 bandes (5 nm) de 340 à 890 nm + 7 bandes à 940, 1038, 1250, 1378, 1615, 2130 et 2260 nm	1 km	Plancton, Aérosol, Cloud, ocean Ecosystem
Tanager-I (Planet)	Opérationnel (2024-)	425 bandes 400 nm à 2500 nm	30 m	mesurer et localiser les émissions de gaz à effet de serre, notamment le méthane (CH ₄) et le dioxyde de carbone (CO ₂), à haute résolution spatiale
HS-I (Pakistan)	Lancé 19/10/2025 (Pakistan/ lanceur Chinois)	Hyperspectral	300 m	Missions globales Earth observation
813	Lancé le 10/12/2025 (Emirates/lanceur chinois)	205 bandes (400-1700 nm) + pancho Polarimètre atmosphérique (AP)	20 m 5 m	Environnement, climat, végétation, sols, ressources en eau, zones côtières, les écosystèmes aquatiques et blooms algaux.

Missions futures ou en développement

Mission	Planification	Résolution spectrale	Résolution spatiale	Applications aquatiques
FLORIS/FLEX	ESA - 2026	281 bandes 500–780 nm	300 m	Ocean colour/biology, Radiation budget, Vegetation, Albedo and reflectance
GLIMR-géo	NASA – 2026/27	3140 bandes 40 - 1040 nm,	300 m	Phytoplankton, pollution, écologie côtière à haute fréquence.
PRISMA2GEN	ASI - 2028	237 bandes spectrales (10 nm), 400-2505 nm	HS à 30 ou 10 m + panchro à 5 m	Zones côtières/lacs & calibration pour produits eau
CHIME/ Sentinel-10	ESA – Copernicus - 2029	210 bandes spectrales (10 nm), 400-2500 nm	20-30 m,	Mission hyperspectrale systématique avec couverture en eaux côtières, intérieures et agricoles.
NAIAD	Scout/ESA			Flux sédiments, nutriments, qualité eau
HIBIDIS	Scout/ESA	Hyperspectral		Biodiversité & fonction écosystémique
AquaWatch	CSIRO	Hyperspectral		qualité des eaux continentales et interfaces littorales.
GALÈNE	ESA& partenaires	Hyperspectral		Téledétection des eaux côtières et intérieures
BIODIVERSITY	CNES	Hyperspectral	10 m	Ecosystèmes terrestres et marins

NewSpace (satellites commerciaux)

Projet	Type	Opérateur	Lancement prévu	Objectifs
HYP4Uses	Constellation Microsatellites 30kg (hyperspectraux)	Sophia Engineering start-up française, ORUS soutien France 2030	~ 2028	Applications civiles (agriculture de précision, pollutions, énergie...) et duales (défense, sécurité...). IA
Japetus	Constellation NewSpace multispectral + hyperspectral possible)	Prométhée Earth Intelligence (France) Start-up	~ 2026	Observation de la Terre en temps quasi-réel et à haute fréquence grâce à une constellation de ~20 satellites (~50 kg chacun)

Applications aquatiques principales

Zones côtières & océans

- **Couleur de l'eau** → distribution de phytoplancton, cyanobactéries, détection de blooms toxiques.
- **Turbidité et matières en suspension** → suivi des apports sédimentaires, tempêtes, rejets fluviaux.
- **Habitat benthique** → cartographie de la bathymétrie peu profonde et suivi des habitats (coraux, herbiers).

Eaux continentales & lacs

- **Qualité de l'eau** → chlorophylle, concentrations algales, matières organiques.
- **Polluants** → détection de nappes d'hydrocarbures, produits chimiques optiquement actifs.
- **Caractérisation de zones humides** → biomasse aquatique, matière organique, biodiversité.

Avancées méthodologiques

- **Correction atmosphérique spécialisée** pour les milieux aquatiques (traiter la réflexion de surface et « glint » sur l'eau).
- **Inversion spectrale** pour dériver des propriétés optiques intrinsèques de l'eau (composition de l'eau, bathymétrie, abondances des fonds, etc.).
- **Deep Learning & IA** pour la segmentation et classification à partir de signatures spectrales complexes
- Programmes comme **HYPERMAQ** développent des bases de données in situ pour la validation des produits satellitaires (phytoplancton, turbidité, pigments).

Tendances techniques et défis

L'intégration de l'**intelligence artificielle et l'apprentissage profond** dans les produits hyperspectraux aquatiques permet de :

- améliorer la discrimination de paramètres optiques complexes (ex. pigments, CDOM),
- fusionner les données multi-capteurs (hyperspectral + multispectral + panchro),
- créer des produits fiables malgré la variabilité temporelle des milieux côtiers.

Traitement atmosphérique & réflexion de surface

- Un défi important reste la **correction atmosphérique et l'élimination du reflet solaire (glint)**, notamment en zones littorales brillantes ou très turbides — l'un des verrous pour l'analyse hyperspectrale précise de l'eau.




Limites & perspectives

Limites actuelles

- **Résolution spatiale** généralement ~20–30 m pour les hyperspectraux orbitaux, ce qui peut être trop faible pour de petits plans d'eau, rivières ou aquaculture de petite taille.
- **Volume de données & traitement** important, nécessitant de puissants algorithmes pour extraction de paramètres aquatiques.
- **Couverture temporelle** encore limitée comparée aux missions multispectrales (Sentinel-2, Landsat).

Perspectives

- **Constellations hyperspectrales** promettent vision quasi-quotidienne avec traitement intelligent embarqué.
 - **Géostationnaire hyperspectral** apporterait une fréquence de retour très élevée utile pour dynamisme des blooms, marées rouges, pollutions aiguës.
 - **Fusion multisources** (hyperspectral + radar, LiDAR, in situ) pour produits synthétiques plus robustes.
- 

11^{ème} colloque du groupe hyperspectral de la SFPT

- 23 au 26 juin 2026 à Toulouse – Ecole d'ingénieur de Purpan <https://www.purpan.fr/>
- Infos générales : <http://www.sfpt.fr/hyperspectral/?p=2230>
- Date limite d'envoi des résumés : 16/03/2026
- Date d'acceptation des résumés : 03/04/2026
- Date limite d'inscription (gratuite mais obligatoire) : 25/05/2026
- Déposez votre résumé sur : <https://forms.gle/Z3p7JtbcgAom6I698>

PROGRAMME DE LA RÉUNION

- 14h00 -14h15 Audrey Minghelli (Université de Toulon) - Informations générales et actualités sur l'hyperspectral pour des applications en zones aquatiques
- 14h15 -14h35 Pierre Gernez (Université de Nantes) – Télédétection hyperspectrale des blooms de phytoplancton
- 14h40 - 15h00 Martin Rapilly (Universidad Autónoma de Santo Domingo) – Impacts des changements de phase des polluants miniers sur les propriétés optiques de la rivière Margajita en République Dominicain
- 15h05 - 15h25 David Doxaran (LOV) - projet Tara-Europa / ESA-HyperBOOST : 2 ans de mesures in situ optiques hyperspectrales et biogéochimiques dans les eaux côtières à bord du navire tara.
- 15h25 – 15h35 Malik Chami (Sorbonne Université) – Des nouvelles de la mission Galène
- 15h40 -16h00 Discussion sur les besoins de l'hyperspectral en zones aquatiques

Discussion sur les besoins

- Quelles sont les principales difficultés pour traiter des images hyperspectrales?
- Est-ce que l'intelligence artificielle va pouvoir se passer de modèles physiques?
- Est-ce que la taille des données est un facteur limitant pour utiliser les images hyperspectrales?
- Collaborations avec le NewSpace ?
- Des besoins à remonter à ODATIS ou au CNES ?

Conclusion du GT

- De plus en plus de missions hyperspectrales sont planifiées d'un point de vue étatique mais également d'un point de vue commercial (développées par des Start'up)
- L'IA est en train de gagner du terrain pour le traitement des données massives et se révèlent parfois plus efficaces que les modèles.
- Des groupes de travail se forment autour des outils IA (GT IA ODATIS) mais aussi ANITI à Toulouse (ANITI)
- Les données in situ sont disponibles sur le site d'HYPERNET : [WaterHypernet - Data](#)