

Soutenance de thèse CNRM

Vendredi 03 Avril 2026 à 09h30

Opportunités d'observation de la couleur de l'eau par les satellites météorologiques géostationnaires: Himawari-8 et MTG-I1

par Quang Tu BUI (CNRM/CEMS/OCEAN)

en salle M1 (Lannion)

Lien visio : <https://visio.numerique.gouv.fr/rwo-haeu-fem>

Encadrement : Vidot Jérôme (CNRM/CEMS) et Stéphane Saux-Picart (CNRM/CEMS/OCEAN)

Jury :

Hubert LOISEL, Université du Littoral Côte d'Opale, Rapporteur

Malik CHAMI, Sorbonne Université, Rapporteur

Audrey MINGHELLI, Université de Toulon, Examinatrice

Julien JOUANNO, IRD, Examineur

Thibault GUINALDO, Météo-France, Invité

Résumé

La télédétection de la couleur de l'océan est largement utilisée pour estimer la concentration de chlorophylle-a. Cependant, de nombreux capteurs de couleur de l'océan sont embarqués sur des satellites en orbite polaire, de sorte qu'ils n'observent pas le même lieu plusieurs fois au cours d'une même journée. Cela limite l'étude des variations diurnes à court terme, en particulier dans les régions où les nuages réduisent le nombre d'observations valides. Les satellites géostationnaires, grâce à une fréquence d'acquisition élevée, peuvent résoudre ce problème. Cette thèse examine comment les observations géostationnaires peuvent permettre la surveillance de la chlorophylle-a, en se concentrant sur deux missions géostationnaires, Himawari-8 et Meteosat Third Generation, et en utilisant Sentinel-3 comme capteur de référence pour la comparaison.

Pour Himawari-8, des jeux de données de colocalisation avec Sentinel-3 ont été construits à partir d'observations plein disque de Himawari-8. La colocalisation a été réalisée en utilisant une fenêtre temporelle de ± 30 minutes, et elle a couvert quatre périodes en 2019, 19-21 mars, 19-21 juin, 16-22 septembre, et 20-22 décembre. Pour l'évaluation diurne, deux régions d'étude de cas ont été définies en utilisant des plages

Pour tout renseignement, contacter Y. Poirier (05 61 07 96 55)

Centre National de Recherches Météorologiques
42, Avenue G. Coriolis - 31057 Toulouse Cedex

CNRM, UMR 3589

d'angles zénithaux de visée de Himawari-8, avec le Cas A au-dessus de la Papouasie-Nouvelle-Guinée pour 0° à 20° d'angle zénithal de visée et le Cas B au-dessus de la mer de Corail pour 20° à 40° d'angle zénithal de visée. Les résultats montrent qu'avec un coefficient de variation de 0.2, la corrélation des deux jeux de données s'est améliorée, avec un coefficient de corrélation combiné atteignant 0.79. Lorsque les résultats sont examinés par période, la comparaison statistique montre des corrélations de 0.685 en mars, 0.820 en juin, 0.812 en septembre, et 0.829 en décembre, avec des biais négatifs dans toutes les périodes qui indiquent une sous-estimation générale de la chlorophylle-a par Himawari-8 par rapport à Sentinel-3. Pour les séries temporelles, les résultats indiquent que Himawari-8 permet l'observation diurne de la chlorophylle-a dans des régions sélectionnées, mais que la fiabilité dépend d'un filtrage strict, de la géométrie d'observation, et de la stabilité de la réflectance d'entrée utilisée dans la restitution de la chlorophylle-a. Il est important de noter que le lien entre la variabilité diurne de la chlorophylle-a observée par Himawari et un changement effectif de la concentration de chlorophylle-a sur le terrain n'est cependant pas démontré.

Pour Meteosat Third Generation, l'évaluation a été réalisée au niveau de la réflectance de télédétection (444 nm et 510 nm). L'analyse s'est concentrée sur une fenêtre régionale s'étendant de 0° à 60°N et de 20°W à 40°E, et elle a comparé les produits Sentinel-3 OLCI avec les produits Meteosat Third Generation FCI générés par le processeur GEO-OC. Trois fenêtres temporelles ont été sélectionnées autour de jalons saisonniers en 2025, centrées sur les 19–21 mars, 20–22 juin, et 21–23 septembre. Un résultat clé est que, dans les trois courtes fenêtres temporelles analysées ici, le mars et septembre montrant de nombreuses valeurs de réflectance faibles ou quasi nulles après filtrage. Après filtrage des valeurs négatives, juin fournit les plus grands ensembles d'appariements et la relation la plus cohérente, avec $N = 994,910$ et $r = 0.734$ à 444 nm et $N = 1,462,706$ et $r = 0.779$ à 510 nm, tandis que mars et septembre montrent des relations plus faibles ou plus instables, y compris une corrélation négative en septembre à 444 nm. Ces résultats doivent être considérés comme des éléments préliminaires issus d'un nombre limité de scènes, et ils mettent principalement en évidence la nécessité d'une validation plus solide et d'une meilleure compréhension des raisons pour lesquelles certaines périodes se comportent différemment avant que des produits diurnes de couleur de l'océan de routine puissent être dérivés en toute confiance.

Pour tout renseignement, contacter Y. Poirier (05 61 07 96 55)

Centre National de Recherches Météorologiques
42, Avenue G. Coriolis - 31057 Toulouse Cedex

Abstract

Ocean colour remote sensing is widely used to estimate chlorophyll-a concentration. However, many ocean colour sensors are on polar-orbiting satellites, so they do not observe the same place many times within one day. This limits the study of short-term daytime changes, especially in regions where clouds reduce the number of valid observations. Geostationary satellites with high data frequency can resolve this problem. This thesis investigates how geostationary observations can support chlorophyll-a monitoring, with a focus on two geostationary missions, Himawari-8 and Meteosat Third Generation, and with Sentinel-3 used as the reference sensor for comparison.

For Himawari-8, matchup datasets with Sentinel-3 were built from full-disk Himawari-8 observations. The collocation was performed using a temporal window of ± 30 minutes, and it covered four periods in 2019, namely 19–21 March, 19–21 June, 16–22 September, and 20–22 December. For diurnal assessment, two case study regions were defined using viewing zenith angle ranges from Himawari-8, with Case A over Papua New Guinea for 0° to 20° of viewing zenith angle and Case B over the Coral Sea for 20° to 40° of viewing zenith angle. The results show that with coefficient of variation threshold of 0.2, the correlation of the two datasets improved, with a combined correlation coefficient reaching 0.79. When results are examined by period, the statistical comparison shows correlations of 0.685 in March, 0.820 in June, 0.812 in September, and 0.829 in December, with negative biases in all periods that indicate a general underestimation of chlorophyll-a by Himawari-8 compared to Sentinel-3. For the time series, results indicate that Himawari-8 can support diurnal chlorophyll-a analysis in selected regions, but the reliability depends on strict filtering, observation geometry, and the stability of the input reflectance used in the chlorophyll-a retrieval. It is important to note that the link between the diurnal variability of chlorophyll-a observed by Himawari and an actual change in chlorophyll-a concentration in the field has not been demonstrated.

For Meteosat Third Generation, the assessment was performed at the remote sensing reflectance level (444 nm and 510 nm). The analysis focused on a regional window spanning 0° to 60°N and 20°W to 40°E , and it compared Sentinel-3 OLCI with Meteosat Third Generation FCI products generated by the GEO-OC processor. Three temporal windows were selected centred on 19–21 March, 20–22 June, and 21–23 September. A key outcome is that, within the three short temporal windows analysed here, the March and September showing many low or near-zero reflectance values after filtering. After filtering negative values, June provides the largest matchup sets and the most coherent relationship, with $N = 994,910$ and $r = 0.734$ at 444 nm and $N = 1,462,706$ and $r = 0.779$ at 510 nm, while March and September show weaker or more unstable relationships, including a negative correlation in September at 444 nm. These results should be treated as preliminary evidence from a limited number of scenes, and they mainly highlight the need for stronger validation and for a better understanding of why some periods behave differently before routine diurnal ocean colour products can be derived with confidence.