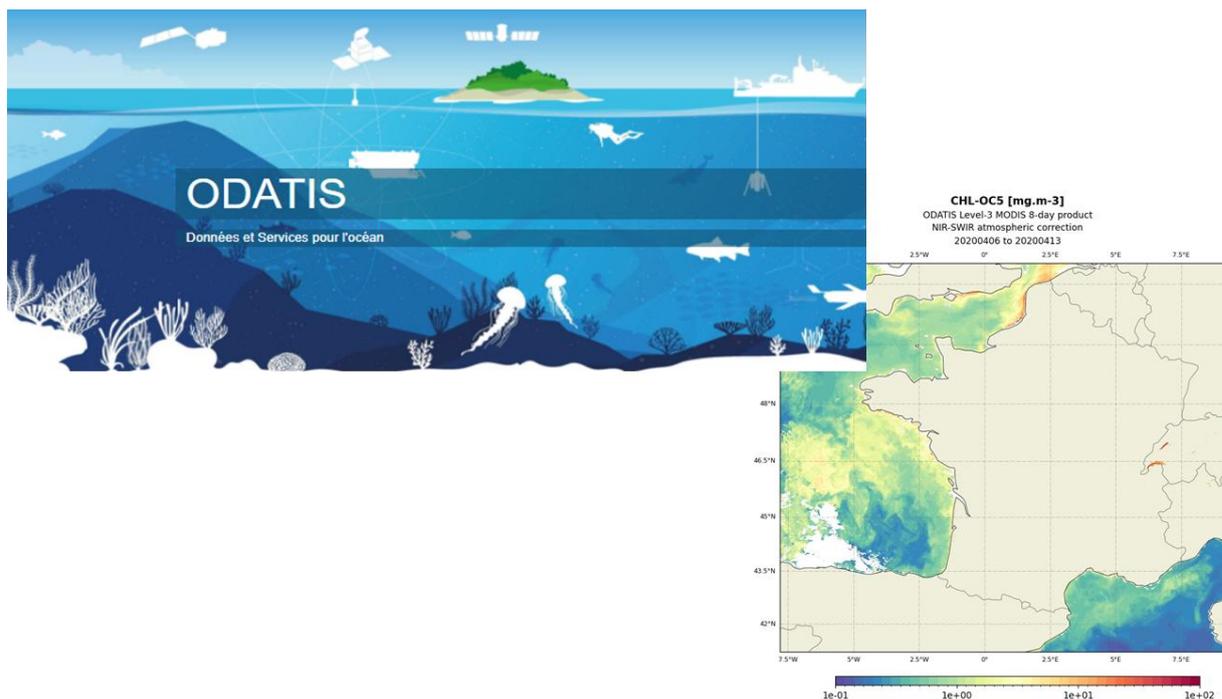


Traitement de l'archive couleur de l'océan pour ODATIS



Traitement de l'archive couleur de l'océan pour ODATIS

Ref.: 044-1129-v3.0

Date: 07/01/2025

Client : CNES

Ref.: SALP-CCTP-ODAT-EA-17564 CN



Traitement de l'archive couleur de l'océan pour ODATIS

ACRI ST



Signatures

	Nom	Société	Signature
Préparé par	Aurélien Prat Marine Bretagnon Antoine Mangin	ACRI-ST	
Revu par	Antoine Mangin	ACRI-ST	
Autorisé par	Antoine Mangin	ACRI-ST	

Table des matières

TABLE DES MATIERES	IV
LISTE DES FIGURES ET TABLES	V
1 INTRODUCTION	1
1.1 OBJET DU DOCUMENT	1
1.2 STRUCTURE DU DOCUMENT	1
1.3 ACRONYMES	1
2 GUIDE UTILISATEUR	2
2.1 VUE D'ENSEMBLE DES PRODUITS OC DISPONIBLES VIA LE GEONAVIGATEUR	2
2.1.1 Etendue du domaine spatial couvert	2
2.1.2 Les capteurs disponibles et leur résolution	3
2.2 PRODUITS DISPONIBLES	3
2.2.1 Vue d'ensemble des produits	3
2.2.1.1 Les paramètres biogéochimiques	4
2.2.1.2 Les paramètres optiques de subsurface	4
2.2.1.3 Les paramètres optiques	4
2.2.1.4 Les paramètres physiques	4
2.2.1.5 Référencement des produits	5
2.3 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES ALGORITHMES	6
2.4 COUVERTURE SPATIALE ET TEMPORELLE	12
2.5 SOURCE DE DONNEES ET RAPATRIEMENT	12
2.6 TÉLÉCHARGEMENT DE PRODUIT	12
2.6.1 Création d'un compte utilisateur	13
2.6.2 Les données cartographiées	13
2.6.3 Les extractions sur des points d'intérêts	14
2.7 FORMAT DES PRODUITS	14
2.7.1 Généralités	14
2.7.2 Convention de nommage	14
2.7.3 Description des Flags	15
3 REFERENCES	18

Liste des figures et tables

Liste des figures

Figure 1: Etendue du domaine spatial couvert	3
Figure 2: Choix d'une zone d'intérêt sur le Géonavigateur ODATIS	13

1 Introduction

1.1 Objet du document

Ce document présente le manuel d'utilisation du Géonavigateur ODATIS (<https://odatis.acri-st.fr/>) développé par ACRI-ST. Ce Géonavigateur a pour objectif de répondre à la demande formulée par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) de génération et diffusion de produits satellitaires de couleur de l'océan pour le pôle de données ODATIS, selon des critères définis par le Consortium d'Expertises Scientifiques (CES) ODATIS « Couleur de l'Océan ».

Ce manuel d'utilisation contient une description :

- Des produits disponibles et téléchargeables par les utilisateurs
 - Les paramètres
 - La couverture spatiale et temporelle
- Du format des produits
- Du guide utilisateur de l'interface

1.2 Structure du document

- Le **chapitre 1** de ce document (le présent chapitre) représente l'introduction
- Le **chapitre 2** constitue le manuel utilisateur de l'interface Web

1.3 Acronymes

CDOM	Coefficient absorption de la Matière Organique Dissoute Colorée à 412 nm
CHL	Concentration en chlorophylle-a
MERIS	Medium Resolution Imaging spectrometer
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectrometer
netCDF	Network common data format
NRRS	Fully normalised remote sensing reflectances
OLCI	Ocean and Land Colour Instrument
PNG	Portable network graphics
SPM-G	Matière en suspension – algorithme global (Han et al., 2016)
SST	Sea surface temperature
T-FNU	Turbidité (Formazine Nephelometric Unit)

2 Guide utilisateur

2.1 Vue d'ensemble des produits OC disponibles via le Géonavigateur

En fonction des capteurs satellitaires considérés (MERIS, MODIS OLCI-A et OLCI-B), et après une étape de tests et de validation, différents algorithmes ont été considérés pour estimer la réflectance de l'eau à partir des mesures satellitaires de la couleur de l'eau collectées auprès des agences spatiales.

La correction atmosphérique Polymer a été appliquée sur les données des capteurs MERIS, OLCI-A et OLCI-B (<https://www.hygeos.com/polymer>).

La correction atmosphérique NIR/SWIR a été appliquée sur les données du capteur MODIS (Wang et Shi, 2007).

Sur les données corrigées de la contribution atmosphérique reçue par le satellite, des algorithmes bio-optiques ont été appliqués afin de disposer d'un jeu de données constitué de :

- Paramètres biogéochimiques (e.g., concentration en chlorophylle-a (Chla, mg.m⁻³), en matières en suspension (MES g.m⁻³))
- Paramètres optiques (e.g., réflectance (Rrs, sr⁻¹))
- Paramètres optiques de subsurface (e.g., turbidité, coefficient d'absorption de la matière organique dissoute colorée à 412 nm, m⁻¹)
- Paramètres physiques (e.g., température de surface).

2.1.1 Etendue du domaine spatial couvert

Le domaine spatial couvert par le Géonavigateur ODATIS recouvre l'intégralité des eaux côtières de France Métropolitaine (cf. Figure 1).

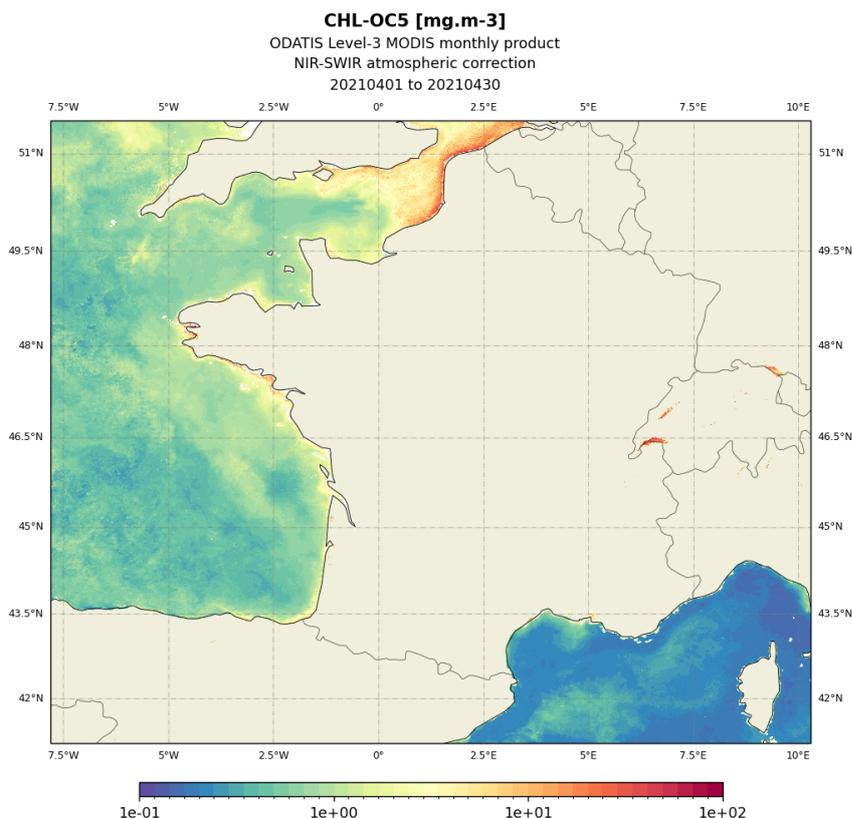


Figure 1: Etendue du domaine spatial couvert

2.1.2 Les capteurs disponibles et leur résolution

Les données couleur de l'océan mises à disposition de la communauté scientifique couleur de l'océan via le Géonavigateur ODATIS ont été moyennées temporellement afin de fournir aux utilisateurs les composites journaliers, à 8 jours et mensuels. Les données issues du capteurs MODIS étant nativement à 250m, 500m et 100m, elles ont d'abord été reprojctées sur une grille régulière à 300m :

Capteur	Résolution spatiale	Début	Fin	Résolution temporelle
MERIS	300m	28/04/2002	08/04/2012	1 jour, 8 jours, mensuel
MODIS-AQUA	300m	03/07/2002	31/12/2023	1 jour, 8 jours, mensuel
OLCI-A	300m	25/04/2016	31/12/2023	1 jour, 8 jours, mensuel
OLCI-B	300m	25/03/2019	31/12/2023	1 jour, 8 jours, mensuel

2.2 Produits disponibles

2.2.1 Vue d'ensemble des produits

Cette section fournit la description détaillée de la liste exhaustive de tous les paramètres qui sont disponibles via le Géonavigateur ODATIS.

2.2.1.1 Les paramètres biogéochimiques

Paramètre	Description	Disponibilité par capteur			
		MODIS	MERIS	OLCI-A	OLCI-B
CHL-OC5	Concentration en chlorophylle-a (mg/m^3) - algorithme OC5 (Gohin et al., 2002, Hu et al., 2012)	✓	✓	✓	✓
SPM-G	Matière particulaire en suspension (g/m^3) - algorithme global (Han et al., 2016)	✓	✓	✓	✓

2.2.1.2 Les paramètres optiques de subsurface

Parametre	Description	Disponibilité par capteur			
		MODIS	MERIS	OLCI-A	OLCI-B
CDOM	Matière organique colorée dissoute (m^{-1}) (Loisel et al., 2012)	✓	✓	✓	✓
T-FNU	Turbidité (Formazine Nephelometric Unit) (Dogliotti et al., 2015)	✓	✓	✓	✓

2.2.1.3 Les paramètres optiques

Les réflectances dans le visible sont complètement normalisées. Ces réflectances complètement corrigées des effets atmosphériques et de la géométrie d'observation (Morel & Gentili, 1996). Ces corrections permettent de se rapprocher des conditions de mesure de référence idéalisées (généralement sous une incidence solaire et un angle de vue nadir standard).

Paramètre	Description	Disponibilité par capteur			
		MODIS	MERIS	OLCI-A	OLCI-B
NRRS555	Réflectance normalisée (sr^{-1})	✓			
NRRS560			✓	✓	✓

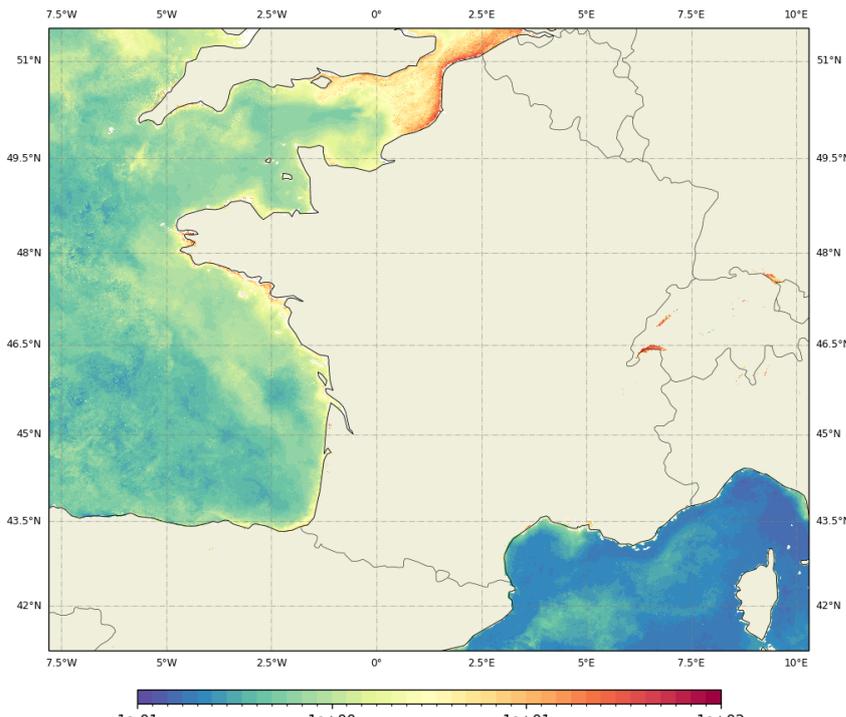
2.2.1.4 Les paramètres physiques

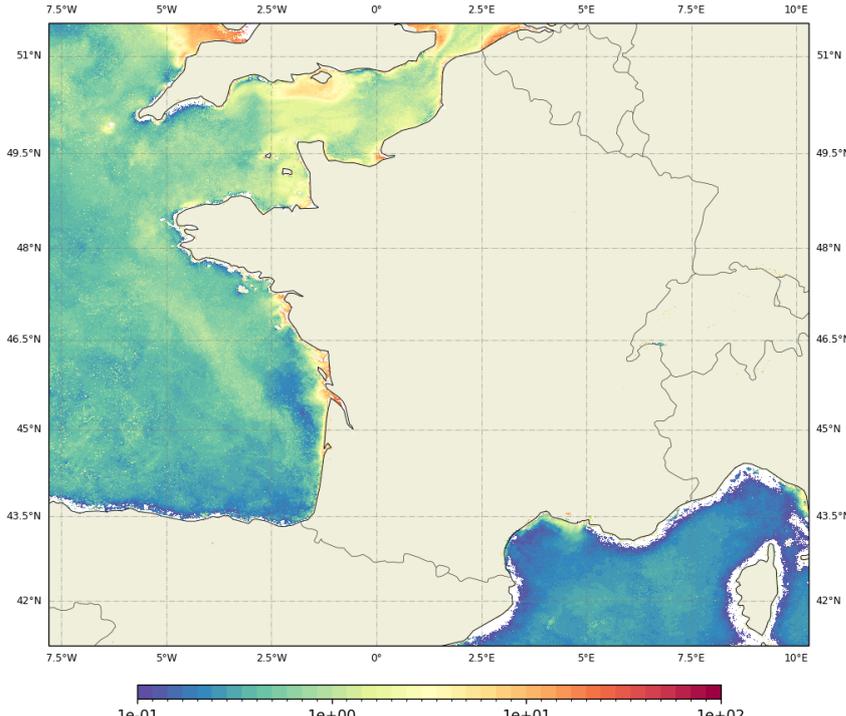
Parametre	Description	Disponibilité par capteur			
		MODIS	MERIS	OLCI-A	OLCI-B
SST-NIGHT	Température de surface de nuit ($^{\circ}\text{C}$)	✓			

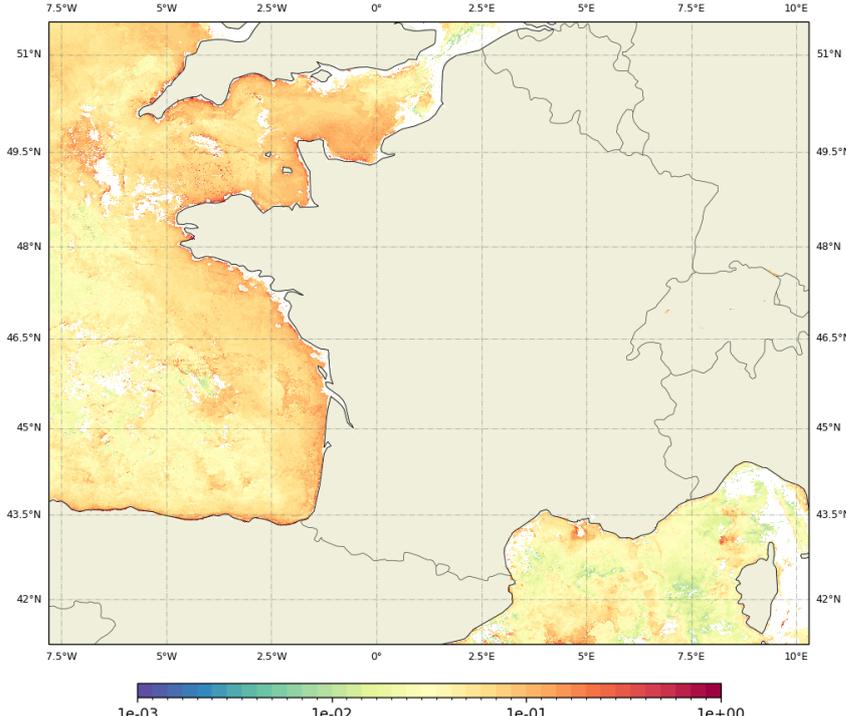
2.2.1.5 Référencement des produits

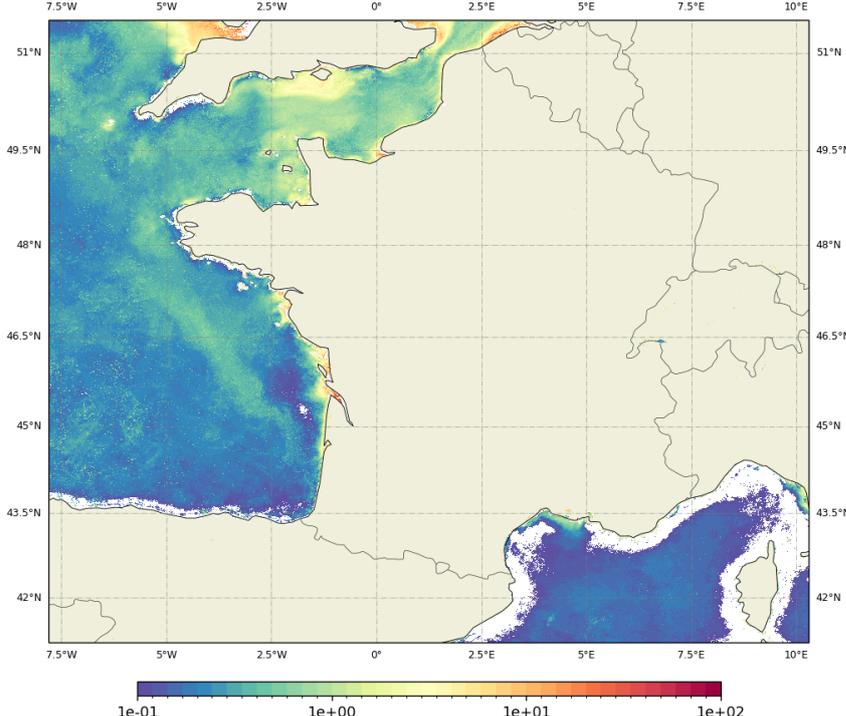
Les produits disponibles via le Géonavigateur sont identifiés de manière unique par un DOI (Digital Object Identifier), garantissant leur traçabilité et leur citation fiable (<https://doi.org/10.24400/527896/a01-2024.013>).

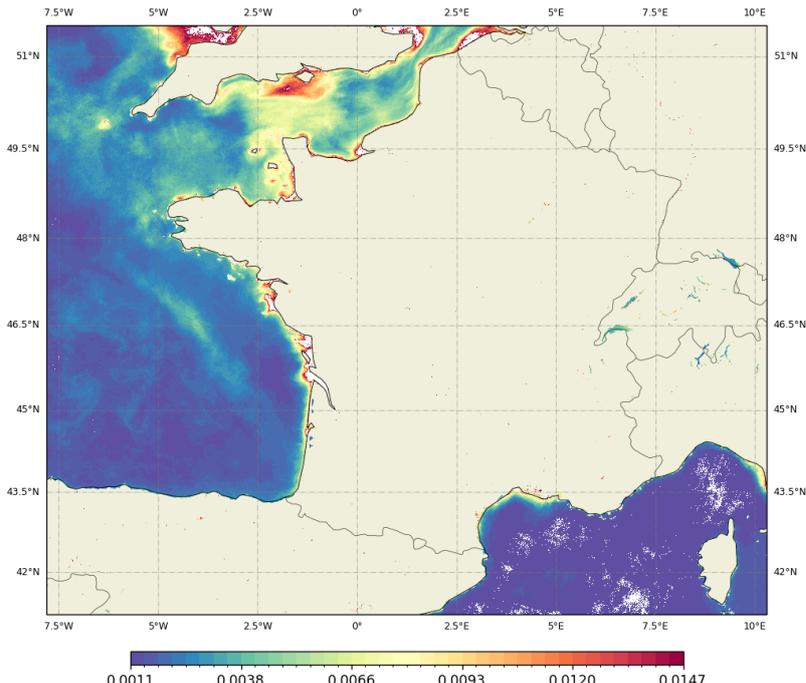
2.3 Description détaillée des algorithmes

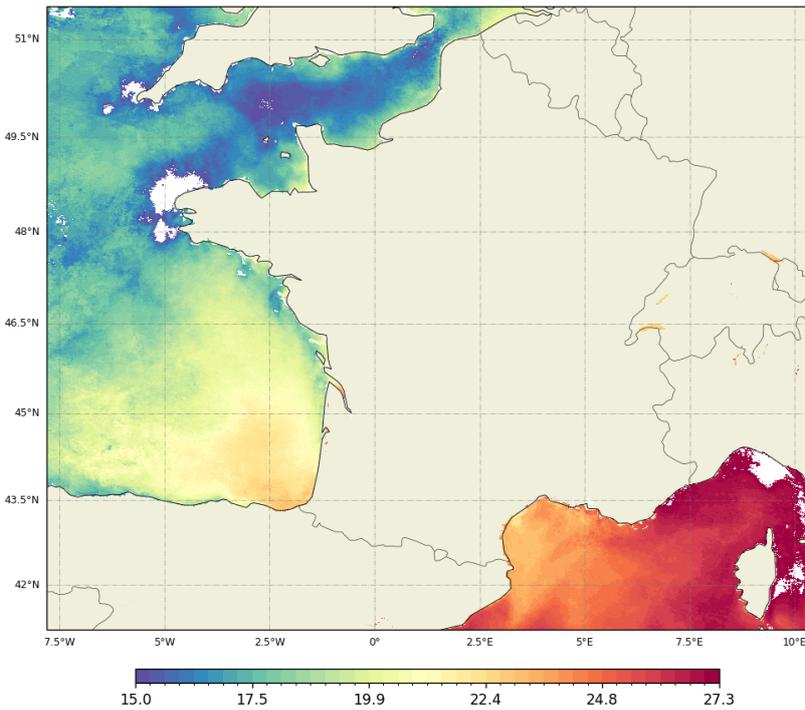
Catégorie	Biogéochimique	Paramètre	CHL-OC5
Description			
Concentration en Chlorophylle a (mg/m3) pour les eaux claires estimée par l'algorithm OC5			
<p>CHL-OC5 [mg.m-3] ODATIS Level-3 MODIS monthly product NIR-SWIR atmospheric correction 20210401 to 20210430</p> 			
Référence			
<p>Gohin, F., Druon, J. N., & Lampert, L. (2002). A five-channel chlorophyll concentration algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. <i>International journal of remote sensing</i>, 23(8), 1639-1661.</p> <p>Hu, C., Lee, Z., & Franz, B. (2012). Chlorophyll algorithms for oligotrophic oceans: A novel approach based on three-band reflectance difference. <i>Journal of Geophysical Research: Oceans</i>, 117(C1).</p>			

Catégorie	Biogéochimique	Paramètre	SPM-G
Description			
Concentration en matière particulaire en suspension (g/m ³) estimée à partir de l'algorithme de Han et al., (2016) pour l'océan global			
<p style="text-align: center;">SPM-G [g.m-3] ODATIS Level-3 MODIS monthly product NIR-SWIR atmospheric correction 20210401 to 20210430</p>  <p style="text-align: center;">1e-01 1e+00 1e+01 1e+02</p>			
Référence			
Han, B., Loisel, H., Vantrepotte, V., Mériaux, X., Bryère, P., Ouillon, S., ... & Zhu, J. (2016). Development of a semi-analytical algorithm for the retrieval of suspended particulate matter from remote sensing over clear to very turbid waters. <i>Remote Sensing</i> , 8(3), 211.			

Catégorie	Optique de subsurface	Paramètre	CDOM
Description			
<p>Coefficient d'absorption de la matière organique dissoute colorée (412 nm, m⁻¹), estimée à partir de l'algorithme de Loisel et al. (2014) pour les eaux côtières.</p>			
<div style="text-align: center;"> <p>CDOM [m-1] ODATIS Level-3 MODIS monthly product NIR-SWIR atmospheric correction 20210401 to 20210430</p>  </div>			
Référence			
<p>Loisel, H., Vantrepotte, V., Dessailly, D., & Mériaux, X. (2014). Assessment of the colored dissolved organic matter in coastal waters from ocean color remote sensing. <i>Optics Express</i>, 22(11), 13109-13124.</p>			

Catégorie	Optique de subsurface	Paramètre	T-FNU
Description			
<p>Turbidité exprimée en « Formazine Nephelometric Unit », à partir de l'algorithme de Dogliotti et al., (2015)</p>			
<p>T-FNU [FNU] ODATIS Level-3 MODIS monthly product NIR-SWIR atmospheric correction 20210401 to 20210430</p> 			
Référence			
<p>Dogliotti, A. I., Ruddick, K. G., Nechad, B., Doxaran, D., & Knaeps, E. (2015). A single algorithm to retrieve turbidity from remotely-sensed data in all coastal and estuarine waters. <i>Remote sensing of environment</i>, 156, 157-168.</p>			

Catégorie	Optique de subsurface	Paramètre	NRRSXXX
Description			
<p>La réflectance est le rapport entre le rayonnement ascendant et le rayonnement descendant à la surface de la mer. Les réflectances NRRSxxx sont entièrement normalisées (Morel & Gentili, 1996). Les NRRSxxx sont exprimées en sr^{-1}.</p>			
<div style="text-align: center;"> <p>NRR560 [sr-1] ODATIS Level-3 OLCI-a monthly product Polymer atmospheric correction 20210401 to 20210430</p>  </div>			
Référence			
<p>Morel, A., & Gentili, B. (1996). Diffuse reflectance of oceanic waters. III. Implication of bidirectionality for the remote-sensing problem. <i>Applied optics</i>, 35(24), 4850-4862.</p>			

Catégorie	Physique	Paramètre	SST-NIGHT
Description			
Température à la surface de l'eau de nuit exprimée en °C. Ces données sont issues du produit L2 de la NASA.			
<div style="text-align: center;"> <p>SST-NIGHT [°C] ODATIS Level-3 MODIS monthly product NIR-SWIR atmospheric correction 20220701 to 20220731</p>  </div>			
Référence			
Brown, O. B., Minnett, P. J., Evans, R., Kearns, E., Kilpatrick, K., Kumar, A., ... & Závody, A. (1999). MODIS infrared sea surface temperature algorithm algorithm theoretical basis document version 2.0. <i>University of Miami</i> , 31, 098-33.			

2.4 Couverture spatiale et temporelle

Les produits cartographiés de niveau 3 et disponibles via le Géonavigateur ODATIS ont une résolution de 300m sur une grille régulière. Ils couvrent la façade littorale de France métropolitaine entre 51.5°N et 41.2°N, et entre -7.8°E et 10.3°E.

Des produits journaliers, à 8 jours et mensuels sont disponibles pour tous les capteurs (MERIS, MODIS, OLCI-A, OLCI-B).

Des imagettes (quicklooks) de ces produits sont disponibles en format PNG.

2.5 Source de données et rapatriement

Les produits **MODIS** (niveau 1) ont été récupérés sur le site du centre de données ICARE. Toutefois pour les premiers tests (*), les produits sont obtenus au travers du site de la NASA <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl?sen=amod>
Ces produits correspondent au dernier retraitement (R2022.0)

Les produits **OLCI** (niveau 1) proviennent de l'archive EUMETSAT : <https://archive.eumetsat.int/usc/UserServicesClient.html>
Il s'agit du dernier retraitement (OL_L2M.003)

Les produits **MERIS** (niveau 1) sont disponibles sur les moyens d'archivage d'ACRI-ST. Il s'agit du dernier (4^{ème}) retraitement (MERIS 4RP).

2.6 Téléchargement de produit

Le Géonavigateur a été développé avec les meilleures technologies afin de garantir l'efficacité, la modernité, et la facilité d'utilisation. Cependant, les navigateurs web ne sont pas tous gérés. Ci-dessous sont listés les navigateurs web compatibles, et leurs versions optimales.

Navigateur		Version Compatible
	Google Chrome	≥23
	Mozilla Firefox	≥21
	Safari	≥6
	Opera	≥15
	Edge	≥12
	Internet Explorer	Non pris en charge

En cas de problème, il convient de mettre à jour la version du navigateur afin de bénéficier de la vue optimale du Géonavigateur. Pour plus de précisions au sujet des versions de navigateur, le lien suivant peut être suivi :

<https://www.whatismybrowser.com/>

Le Géonavigateur ODATIS contient trois pages :

- ACCUEIL
- CATALOGUE
- AIDE

La page d'accueil présente le projet et ses objectifs.

Le Catalogue permet d'accéder à l'outil de téléchargement des produits cartographiés (aux formats images .nc et .png) et au service d'extraction en point(s) fixe(s) au format .csv.

La page d'assistance contient le guide de l'utilisateur et les outils d'aide.

2.6.1 Création d'un compte utilisateur

Pour obtenir la création d'un compte utilisateur, merci d'envoyer une demande à l'adresse : info-odatis@acri-st.fr.

2.6.2 Les données cartographiées

Après avoir rempli les champs avec une zone géographique d'intérêt dessinée directement sur la carte (cf. Figure 2), la fenêtre temporelle, le type de capteur, un ou plusieurs paramètres et l'algorithme de correction atmosphérique désirés, l'utilisateur peut rechercher des produits et commander les produits de son choix.

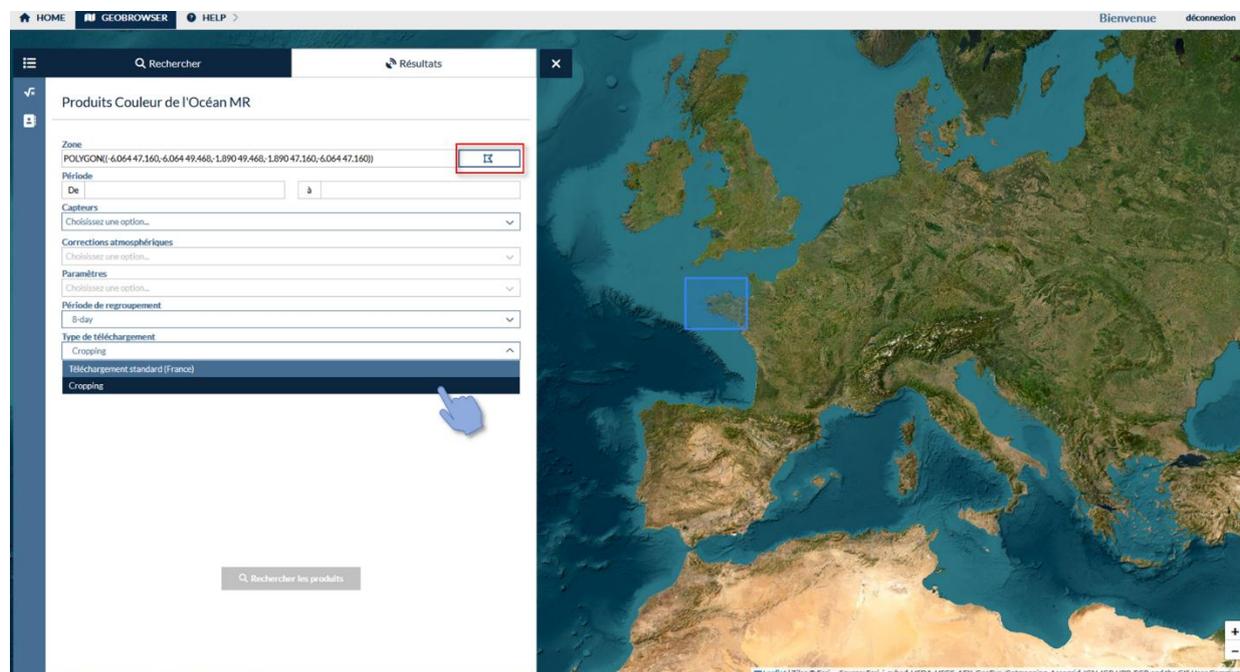


Figure 2: Choix d'une zone d'intérêt sur le Géonavigateur ODATIS

Un fichier compressé contenant les netCDF et les PNG correspondant à la requête de l'utilisateur pourra être téléchargé depuis l'onglet « Résultats ».

Les utilisateurs intéressés par l'intégralité des eaux côtières de France Métropolitaine pourront télécharger les produits directement depuis un serveur FTP dont voici les identifiants :

- host: ftp.acrist-services.com

- login: ftp_odatis-cnes
- password: Acri%cs4

2.6.3 Les extractions sur des points d'intérêts

La procédure pour la commande de « match-up » (extraction de produits satellite autour d'un point fixe) est décrite en détail dans l'onglet « Documentation » du Géonavigateur.

NB : la notion de match-up s'entend ici comme la demande d'extraction des données couleur de l'océan pour un ou plusieurs points géographiques spécifiés (lat/lon) et autour par l'utilisateur.

L'utilisateur a la possibilité de télécharger les produits couleur de l'océan pour un ou plusieurs sites de son intérêt. Pour se faire, l'utilisateur peut indiquer les coordonnées lat/lon, ou sélectionner les stations d'observations SOMLIT (<https://www.somlit.fr/>) qui sont identifiées par un marqueur bleu sur la carte. A noter qu'une limitation du nombre de points d'intérêt par requête a été fixée à 10.

Par la suite, l'utilisateur peut suivre l'état de sa commande dans l'onglet « Résultats ».

2.7 Format des produits

2.7.1 Généralités

Les produits de sortie de niveau 3 incluent les produits cartographiés et les quicklooks. Les produits cartographiés sont stockés dans des fichiers netCDF-4. La bibliothèque netCDF-4 ou les outils tiers, y compris les lecteurs netCDF-4, doivent être utilisés pour lire les produits cartographiés. Les produits quicklook sont écrits au format PNG.

NetCDF (Network Common Data Form) est une norme de format de données binaire pour l'échange de données scientifiques. La page d'accueil du projet est hébergée par le programme Unidata de l'UCAR (University Corporation for Atmospheric Research). Ils sont également la principale source de logiciels NetCDF, de développement de normes, de mises à jour, etc. Le format est un standard ouvert (voir <http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf>).

La version 4 du format NetCDF offre de nouvelles fonctionnalités qui sont utilisées pour les produits ODATIS : chunking et compression interne. Ces deux fonctionnalités permettent de distribuer des fichiers avec une taille compressée réduite et un accès aléatoire optimisé : la lecture d'une petite fenêtre sur un produit ne nécessite que de lire et de décompresser les morceaux qui le recouvrent, sans décompresser le fichier entier.

Les règles suivantes sont appliquées lors de l'écriture des produits cartographiés (grille plate-carrée) :

- Chaque paramètre est stocké dans un seul fichier, y compris les métadonnées et les données statistiques accumulées.
- Les métadonnées globales sont stockées en tant qu'attributs globaux
- Les données statistiques accumulées sont stockées sous forme de variables
- Les métadonnées liées aux données statistiques sont stockées sous forme d'attributs variables.

2.7.2 Convention de nommage

Cette convention de nommage est commune à tous les produits ODATIS (mais pas aux SST). La convention d'appellation des fichiers suit les règles suivantes :

Lzz_date_ROI_SR_INS_PRD-CA_TC_nn.ext

Où :

Lzz : correspond au niveau du produit (L3m pour les produits cartographiés)

Date : correspond à la date de la carte. Elle est spécifiée au format UTC comme aaaammjj[-aaaammjj]. La date de fin est facultative pour les produits de « daily ».

ROI : correspond à la région d'intérêt (e.g., France)

SR : correspond à la résolution spatiale (e.g. 03 pour 300m de résolution)

INS : correspond à l'instrument (e.g. OLA pour OLCI-A, OLB pour OLCI-B, MER pour MERIS et MOD pour MODIS).

PRD : correspond au produit d'intérêt (e.g. CHL pour chlorophylle).

CA : correspond à la correction atmosphérique (e.g. NS pour NIR/SWIR).

TC : correspond à la couverture temporelle (e.g., DAY pour les produits Daily).

nn : correspond à un compteur

ext : correspond à l'extension du fichier (e.g., nc pour NetCDF).

2.7.3 Description des Flags

Valeur	Masque	code	Description
1	1	NO_MEASUREMENT	Bin non couvert par un pixel L2 valide ou invalide (hors des traces de survol).
2	2	INVALID	Bin couvert uniquement par des pixels invalides (invalides en raison des drapeaux L2, nuages, terre, etc.).
4	4	OLCI_A	Pixel(s) valide(s) d'OLCI-A contribuant à la valeur du bin.
8	8	LAND	Bin couvert à plus de 50 % par la terre. Si ce n'est pas activé, le bin est considéré comme de l'eau. (1) (4)
0	57	CLOUD_0_5	Fraction de nuages (2).
16	57	CLOUD_5_25	
32	57	CLOUD_25_50	
48	57	CLOUD_50_100	
0	200	DEPTH_0_30	Profondeur de l'eau (1) (3).
64	200	DEPTH_30_200	

128	200	DEPTH_200_1000	
192	200	DEPTH_1000_MORE	
256	256	TURBID	Calculé à partir de EL555. Le drapeau TROUBLE est activé lorsque EL555 est supérieur à 0.
512	512	ICE	Bin couvert par de la glace. Calculé à partir d'une climatologie des glaces.
1024	3072	OLIGOTROPHIC	Classification trophique (5).
2048	3072	MESOTROPHIC	Bin couvert par de la glace. Calculé à partir d'une climatologie des glaces.
3072	3072	EUTROPHIC	Classification trophique (5).
4096	4096	VIIRS_N	Pixel(s) valide(s) de VIIRSN contribuant à la valeur du bin.
8192	8192	SEAWIFS	Pixel(s) valide(s) de SeaWiFS contribuant à la valeur du bin.
8192	8192	VIIRS_J1	Pixel(s) valide(s) de VIIRS-J1 contribuant à la valeur du bin.
16384	16384	MODIS	Pixel(s) valide(s) de MODIS contribuant à la valeur du bin.
32768	32768	MERIS ou OLCI_B	Pixel(s) valide(s) de MERIS ou OLCI-B contribuant à la valeur du bin.

Note 1 : Calculé à l'aide d'un produit commun d'altitude terrestre globale et de bathymétrie océanique (données de l'ESA). Ce produit est calculé à une résolution de 4,63 km sur les grilles globales ISIN et PC.

Note 2 : Pour des périodes de 8 jours ou plus, les drapeaux de fraction de nuages ne sont pas encore définis (les drapeaux sont actuellement définis à 0). Pour les produits quotidiens, ils définissent une classification de la couverture nuageuse basée sur la valeur du produit CF :

(CLOUD2=0) + (CLOUD1=0): CF < 5%
 (CLOUD2=0) + (CLOUD1=1): 5% <= CF < 25%
 (CLOUD2=1) + (CLOUD1=0): 25% <= CF < 50%
 (CLOUD2=1) + (CLOUD1=1): CF >= 50%

Note 3:

(DEPTH2=0) + (DEPTH1=0): depth < 30m
 (DEPTH2=0) + (DEPTH1=1): 30m <= depth < 200m
 (DEPTH2=1) + (DEPTH1=0): 200m <= depth < 1000m
 (DEPTH2=1) + (DEPTH1=1): depth >= 1000m

Note 4 : Il est possible qu'un bin marqué comme LAND ait une valeur de paramètre valide près de la côte.

Note 5:

(TROPIC2=0) + (TROPIC1=1): Oligotrophic water
 (TROPIC2=1) + (TROPIC1=0): Mesotrophic water

(TROPIC2=1) + (TROPIC1=1): Eutrophic water

3 Références

Brown, O. B., Minnett, P. J., Evans, R., Kearns, E., Kilpatrick, K., Kumar, A., Sikorski, R., & Závody, A. (1999). MODIS infrared sea surface temperature algorithm algorithm theoretical basis document version 2.0. *University of Miami*, 31, 098-33.

Dogliotti, A. I., Ruddick, K. G., Nechad, B., Doxaran, D., & Knaeps, E. (2015). A single algorithm to retrieve turbidity from remotely-sensed data in all coastal and estuarine waters. *Remote sensing of environment*, 156, 157-168.

Gohin, F., Druon, J. N., & Lampert, L. (2002). A five channel chlorophyll concentration algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. *International journal of remote sensing*, 23(8), 1639-1661.

Han, B., Loisel, H., Vantrepotte, V., Mériaux, X., Bryère, P., Ouillon, S., ... & Zhu, J. (2016). Development of a semi-analytical algorithm for the retrieval of suspended particulate matter from remote sensing over clear to very turbid waters. *Remote Sensing*, 8(3), 211.

Hu, C., Lee, Z., & Franz, B. (2012). Chlorophyll a algorithms for oligotrophic oceans: A novel approach based on three-band reflectance difference. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 117(C1).

Loisel, H., Vantrepotte, V., Dessailly, D., & Mériaux, X. (2014). Assessment of the colored dissolved organic matter in coastal waters from ocean color remote sensing. *Optics Express*, 22(11), 13109-13124.

Morel, A., & Gentili, B. (1996). Diffuse reflectance of oceanic waters. III. Implication of bidirectionality for the remote-sensing problem. *Applied optics*, 35(24), 4850-4862.

Vanhellemont, Q., Ruddick, K. 2018. Atmospheric correction of metre-scale optical satellite data for inland and coastal water applications. *Remote Sens. Environ.*
(<https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.07.015>)

Wang, M., & Shi, W. (2007). The NIR-SWIR combined atmospheric correction approach for MODIS ocean color data processing. *Optics express*, 15(24), 15722-15733.

Fin du document